

トビロウ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¹⁾

ウンカ類の翅型に関する研究 (第 1 報)

岸 本 良 一

(京都大学農学部昆虫学研究室)

Factors Determining the Wing-form of Adult, with Special Reference to the Effect of Crowding during the Larval Period of the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* STAL. Studies on the Polymorphism in the Planthoppers (Homoptera, Araeopidae), I. By Ryōiti KISIMOTO (Entomological Laboratory, Kyoto University, Kyoto)

I. ま え が き

この研究は多くのウンカ類に見られる長翅型, 短翅型の 2 型のもつ意義を知るために, 実験的にその決定機構を明らかにしようとして行つた研究の一つである。すでに前報(岸本, 1956)において, 幼虫期の集合飼育によつて長翅型を出現させることができることを示したが, 同時に餌の条件もこれに関連して注目すべきことを強調した。

最近色々な昆虫について, 多型現象の出現機構が問題にされているが, そのうちに発育期間中の棲息密度が, それから生ずる幼, 成虫の多型現象の決定機構を支配するという報告がいくつかある。棲息密度の色々な効果については前には ALLEE (1930) の著書があるが, 最近には CHAUVIN (1953) が綜説を行つた。CHAUVIN によれば, 群を構成する動物間の相互作用には二つのカテゴリーがあり, 新陳代謝産物等の物質を媒介とする“*effet de masse*”と, 感覚器-神経系を通じて刺激を交換し合う“*effet de groupe*”とを区別することの重要性を強調し, ALLEE 一派の研究はむしろ前者であるとしている。BONNEMAISON (1951) はアブラムシについて有翅型の出現は種によつて多少方法のちがいはあるが高密度²⁾によつて最も促進されるとし, 温度, 湿度, 日照, 餌の栄養状態, 絶食などの作用は高密度状態をもたらす為の間接的作用か, あるいは直接的でも普通に考えられているより, はるかに限られたものであると結論している。又

BADONNEL (1948, '49) も嚙虫目的一种 *Psylliopsocus ramburi* SÉL.-LONGCH. に見られる色々な翅型の決定機構における飼育密度の作用を研究し, 完全な翅の発達は高密度に伴うある種化学物質の刺激によることを見出した。しかし一方, アブラムシにおいても有翅型の出現は寄主植物の栄養状態や外界の湿度条件などによるもので, 高密度条件はむしろ間接的意義をもつとする研究結果 (RIVNEY, 1937 etc.) もあり, 問題の複雑さを示している。個体間の相互作用を重視するとしても, その作用をうける各個体の栄養状態や発育過程等内部の生理機構を通じて多型が決定されるはずであるから, 無機環境や食物条件を重視するのと, 動物自身の作り出す個体の関係等を重視するのが対立するものではなく, むしろこの両者がもつ相互関係に注目しなければならないと考えられる。

同じように, 棲息密度が多型現象に作用を及ぼすといわれている例として, バッタやヨトウムシに見られる相変異 (*phase variation*) があるが, これとウンカやアブラムシなどに見られる多型現象との相同性については, にわかには論じられないと考える。

ウンカの翅型の決定機構の中で, 発育中の環境条件や寄主の栄養条件が大きな役割を果たすことが, 末永 (1951), 岸本 (1956) らの研究で判つたが, 同時に生育中の密度も, 前者を基礎条件として, 更にその上に影響を及ぼすことが三宅 (1951), 岸本 (1956) の研究結果から予想さ

¹⁾ Contributions from the Entomological Laboratory, Kyoto University, No. 258

²⁾ むしろ過度の高密度を指している。

れる。この両者の相互関係を更にくわしく調べるためにこの実験を行った。

内田俊郎教授、河野達郎助教授、並びに当研究室員諸氏に感謝する。又種々御世話になつた大阪農試桑原正芳技師にも謝意を表する。

II. 実験方法および結果

一般的な飼育方法は前報(岸本, 1956)と同じである。餌は農林5号糶の葉身を用い、とくに操作上の誤差を少なくするよう注意した。細かい特別の飼育方法はそれぞれの場合にのべる。

1. 2翅型について

短翅型、長翅型の間の諸性質のちがいについて簡単にのべると、外見的には前、後翅の長さによつて明瞭に区別できる。長翅型では翅の端が腹部末端を越えるが、短翅型では前翅もこれまでに達せず、後翅は痕跡的である。長谷川(1955)はこの2型の中間に中翅型(subbrachypterous form)があるとのべているが、ここではこのような個体はごく少数しか見られず、短翅型に入れてさしつかえないと考えられた。その他長翅型は胸部がよく発達し、同じ条件で飼育されたもの間では暗色型が多く、これに対し、短翅型では肢の発達がよく、産卵管もやや長く、一般に明色型が多い。

2. 飼育密度と餌のとりかえ間隔をそれぞれ変えた場合

前報(1956)において、高密度で飼育すると雌の長翅型が増加することを報じたが、同時に高密度に附随して餌の萎凋や排泄物の蓄積等による変化が起る。この条件づけは餌の密度の影響と区別する必要がある、餌および容器を取りかえる間隔を変化させることによつてその作用をうかがうことができる。飼育密度は試験管当り最初の数(以下dと略す)を1, 5, 10, 20匹とし、取りかえ間隔も1, 2, 4日ごとの3区を作つた。対応する各区を同時に作り、また同じ観からの孵化幼虫を各区に配置し、誤差を少なくするようにした。実験は1954年8月22日より始まり9月16日に終つた。

各区の飼育状態を観察すると、取りかえ間隔が1, 2日の区では全令期間中殆んど葉の萎凋は見られないが、取りかえ間隔が4日区では高密度区において4令以後取りかえる前日頃には餌の萎凋や管内の汚れが目立つようになる。各区における死亡率を第1表に示すが、この死亡も大部分4~5令、特に5令終り頃に起る。

死亡率は、多少のふれはあるが密度が高くなると顕著に増し、取りかえの間隔が長くなつてもやはり増すが、

Table 1. Mortality during the larval period in various breeding series in which initial density and renewing interval of the food and container were varied. d denotes the initial larval density and r the renewing interval in days.

d \ r	1	2	4
1	5.4%	5.9%	14.7%
5	14.5	12.7	3.6
10	16.0	16.0	26.0
20	58.7	75.0	65.0

この程度ではあまり顕著ではない。

各区における2翅型の出現の傾向は第1図の通りである。まず雌について見ると、d=1では100%短翅型、次第に密度の増すにつれて長翅型が増し、d=20では大部分が長翅型となる。これは前報において示された結果と同じである。ただ、取りかえ間隔がのびると何れでも長翅型の率が高くなる。これはやはり条件づけの影響があることを示しており、個体間の相互作用と冬付けの作用とが同じ方向に働いていることを示している。密度の高い方、低い方両極端に近い部分ではこの取りかえ間隔の強化の影響はかくれてしまうが、中間付近では明瞭に示される。

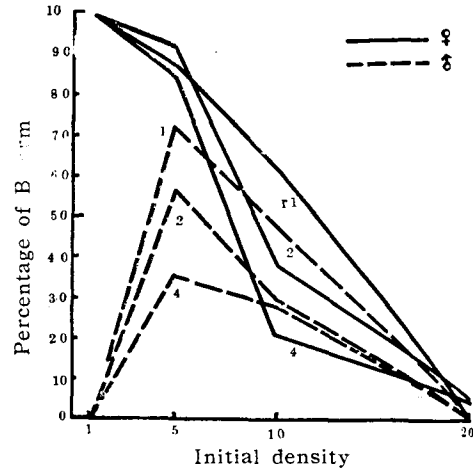


Fig. 1. Percentage of the brachypterous form of both sexes resulted from the breeding experiments in which the initial density and renewing interval of the food and container were varied.

次に雄について見ると、前報(岸本, 1956)ではほとんど得られなかつた短翅型が現われた。そしてその発生に対して飼育密度の作用が重要であることが明らかである。

が、とくに最適密度が存在することが示された。すなわち、 $d=1$ では各取りかえ間隔区とも短翅型は全然見られず、 $d=5$ では 30~70% に達し、更に密度が増すと雌の長翅型増加の傾向と平行的になり、 $d=20$ では再び長翅型が大部分となる。各取りかえ間隔とも $d=5$ で短翅型の率が最高になるがその値は間隔が短いほど、すなわち餌や容器に対する条件づけが少ないほど高くなる。すなわち同じ密度条件下では雌の短翅型出現にとって必要な条件と共通していると思われる。 $d=5$ から次第に密度が増加する場合に長翅型が増加する傾向は雌の場合と平行と考えてよいであろう。この実験における結果と前回と同じ傾向がすでに 1952 年の 9 月下旬から 10 月にかけての飼育によって得られた。その場合には取りかえ間隔が 6 日の区もあったが、この区では全体の傾向としては、やはり取りかえ間隔の短い区より短翅型の出現傾向は低い、 $d=1$ 区で少数の短翅型が得られた。すなわち、 $d=1$ における短翅型出現の可能性はないわけではない。

幼虫発育日数を各翅型、飼育密度、取りかえ間隔区ごとにその平均値で示すと第 2 表のようになる。 $d=1$ では長翅型雌、短翅型雌の順となり、この 2 型だけであるが、 $d=5$ になると雌に更に発育の早い一群の短翅型が現われ、次いで長翅型雌、これは $d=1$ の場合と大体同じ、それから短翅型雌、長翅型雌の順となる。更に密度が増すと雌雄ともこれに伴って発育のおくれを見せる長翅型が多くなって来る。一方短翅型は次第に少なくなるが、発育日数も長翅型に見られるほど大きくない。取かえ間隔の変化による発育日数への影響はあまり顕著でない。発育日数についての短翅型と長翅型のちがいは雌について前報にのべたが、これとよく似た関係が雄についても見られたわけである。

3. 短翅型出現に対する食物の影響およびそれに対する雌雄の共通性

以上の実験で雌にもかなり高率に短翅型を出させることができたが、その機構は雌よりも複雑である。すなわち、飼育密度が重要な作用をもつことが判つた。しかし同時に雌においても短翅型の出現のためには雌と同様好適な食物条件が必要ながうかざられた。この食物条件の共通性を確かめるために次のような実験を行つた。常に少なくとも密度条件はみだせるよう、中間の飼育密度を作つた。

(i) 餌に対する条件づけ：1952, '54 両年に行つた飼育実験において同じ密度条件で同じような餌を与え、ただその取りかえ間隔だけを色々にかえた場合、雌雄で

Table 2. Duration of the larval period of the various forms resulted from the breeding experiments in which the initial density and renewing interval of the food and container were varied. r denotes the renewing interval, d the initial density and f the forms.

$r=1$				
$f \backslash d$	1	5	10	20
B♂	—	14.2	14.1	—
M♂	14.7	14.5	16.1	17.2 d.
B♀	15.2	15.5	16.6	18.0*
M♀	—	15.5	17.5	18.9

$r=2$				
$f \backslash d$	1	5	10	20
B♂	—	14.2	14.3	—
M♂	14.5	14.2	15.2	17.5
B♀	15.3	15.2	15.7	—
M♀	—	16.3	17.4	19.7

$r=4$				
$f \backslash d$	1	5	10	20
B♂	—	13.8	14.8	—
M♂	14.5	14.6	15.4	17.0
B♀	15.1	15.1	16.0	18.0*
M♀	—	15.4	17.2	18.2

* Number observed is only one.

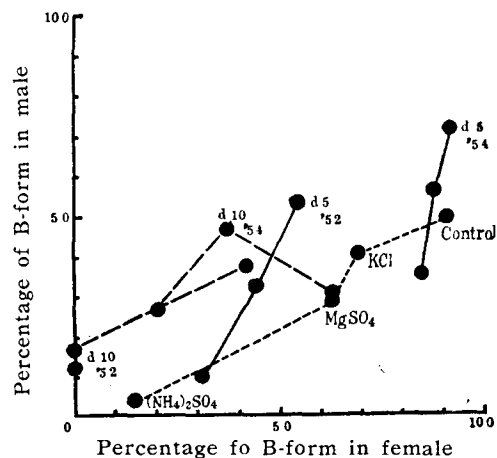


Fig. 2. Correlation between the percentage of the brachypterous form of two sexes resulted from the various experiments. Points connected belong to the same series of breeding in which the renewing interval was varied under the same density and food was immersed in various solutions of salt.

それぞれの羽化成虫群の中での短翅型率の相関をとり、これを第 2 図に示す。同じ条件どうしの相関を線でつないだが、雌と雄とで、短翅型率の間には明らかな相関があ

ることが判る。

(ii) 塩類の影響: アブラムシの有翅型出現のための要因の一つとして、寄主植物に吸収させた塩類等の溶液の作用をみとめた実験がある(進士, 1918; ACKERMANN, 1926 etc.)。一方塩類の作用は植物組織を萎凋させ、そしてまだ生々している葉の部分へ幼虫を集合させ、その結果 overpopulation にするという間接的作用であるとするのもある (BONNEMAISON, 1951)。

いずれにせよ塩類を用いることにより密度と無関係に食物条件を變えることができると考えられるので次の実験を行った。塩の溶液として、KCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, MgSO_4 , CuSO_4 のそれぞれ 0.05 M 溶液を作つて、これを飼育中の試験管の底に入れ、葉に吸収させ、その上で全幼虫期間を飼育した。密度は5とし、餌、容器は毎日とりかえた。餌を取りかえる場合にはあらかじめ1時間以上葉の切口をそれぞれの溶液につけておき、葉の中へ滲透するのを助けた。その他の飼育方法はいままで通りである。実験結果は第3表の通りである。

Table 3. Number of adult of the various forms resulted from the breeding with the leaf blade immersed in various solutions of salt. In each series larval density is five per tube, and the concentration of the solutions is 0.05 M. B denotes the brachypterous forms and M the macropterous ones.

13 Sept.—3 Oct., 1954

Salt	Number of repli-		B ♀ M ♀		Total	Mor-
	cation	B ♂	M ♂	B ♀		
CuSO_4	10	0	0	0	0	100%
KCl	10	11	16	14	9	0.0
MgSO_4	10	7	16	15	9	6.0
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	10	1	26	3	17	6.0
Control	10	13	13	19	2	47

CuSO_4 区では死亡率 100%、初令から全然生育は見られない。葉は1日で緑黒色に変わり、葉害が著しい。他の区では有意な死亡率は見られないが、翅型の率は区によつて明らかな差が見られる。すなわち、対照区に比べるとどの塩の区でも多かれ少なかれ雌雄とも長翅型の率が高い。その傾向は KCl, MgSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の順に次第に高くなり、最後の区ではほとんどの個体が長翅型となる。ここでも (i) と同様、雌雄間で同じ翅型の比率の間には有意な相関が見られる(第2図)。そしてその場合、雌では容易に短翅型率 100% が得られるが、雄ではやや困難であり、回帰係数は1より外れる。これは (i) の場合についてもいえる。

Table 4. Duration of the larval period of the various forms resulted from the breeding with the leaf blade immersed in various solutions and with various species of the host plants.

Form	30 Sept.—22 Nov., 1954			
	B ♂	M ♂	B ♀	M ♀
KCl	13.7	14.9	15.4	16.5d.
MgSO_4	14.3	14.6	15.8	16.4
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	14.0	15.8	15.3	17.4
Control	14.0	14.4	15.3	16.5

Species	30 Sept.—22 Nov., 1954			
	B ♂	M ♂	B ♀	M ♀
<i>Oryza sativa</i>	31.6	34.3	32.9	38.0
<i>Zizania latifolia</i>	—	34.0	—	40.0
<i>Leersia japonica</i>	—	45.4	—	44.0
<i>L. oryzoides</i> var. <i>japonica</i>	—	53.0	—	51.0

次に各処理、各翅型ごとの幼虫期間を見ると、第4表のように短翅型では雌雄とも区間の差は殆んどないが、長翅型では多少の差があり、長翅型が最も多く現れた $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 区ではつきりしていることは興味がある。これはいままでの色々な実験で、長翅型の率が顕著な増加を示した場合にこれに伴つて起つた发育のおくれと、程度の差はあるが、対応した現象であろう。ここでは塩類を吸収させると長翅型の率を増加させることができたが、これが塩類を摂食したためか、あるいはそのような異常な変化を忌避したため、食物の萎凋による場合とよく似た機構によるのか、ここでは断定できない。部分的には餌には何の変化も見られず、幼虫の行動にも異常的なものは全くなかつた。

(iii) 種々な寄主植物を与えた場合: トビイロウンタは他の雑草でも多少生育が可能だとされている。実験ではイネ (*Oryza sativa* L.), イスビニ (*Panicum crusgalli* L. var. *submutica* MEX.), マコモ (*Zizania latifolia* TURCZ.), アシカキ (*Leersia japonica* MARINO), サヤスカグサ (*Leersia oryzoides* SALV. var. *japonica* HACK.) の5種類を用いた。種によつて餌として用いた部分も多少異り、大きさまちが異なる。飼育密度は一応3とし、各区とも萎凋しないうちに採集された。使用した幼虫は一樣にイネに産まれたものからとつた。飼育結果は第5表の通りである。

マコモ、アシカキ、サヤスカグサにおいても多少生育することが判るが、死亡率は非常に高い。この可能性はこの実験がかなり低い気温の時期に行われたことによるとと思われる。夏に同じ様に飼育した場合には、採集したものはなかつた。これは更に研究する必要がある。

Table 5. Number of adult of the various forms resulted from the breeding on various species of host plants. Initial density is three per tube in all blocks.

Host plant	Number of replication	B M B M				Total
		♂	♀	♂	♀	
<i>Oryza sativa</i> L.	9	6	7	9	1	23
<i>Panicum Crusgalli</i> L. var. <i>submutica</i> MEY.	10	0	0	0	0	0
<i>Zizania latifolia</i> TURCZ.	10	0	1	0	3	4
<i>Leersia japonica</i> MAKINO	10	0	5	0	2	7
<i>Leersia oryzoides</i> Sw. var. <i>japonica</i> HACK	10	0	1	0	3	4

いふでは雌雄とも短翅型がかなり高率に出現しているが、他の寄主植物の場合には全個体は長翅型のみである。雌についてこの傾向はすでに末永 (1953) によつて示された。ただ、雄にも一定密度の面からは短翅出現の必要条件は与えられたが、雌と平行的にその可能性は決まされなかつたと考えられることを示した。幼虫の発育期間について見ると、対照区でもこの頃の低温のために相当長い、他の区ではそれよりはるかに長いものが出る (第4表下段)。

4. 翅型決定に及ぼす日長の作用

三宅 (1953) はトビイロウンカの長翅型雌は長日に、短翅型雌は短日に多いことをのべたが、ここで色々な日長条件を作つて、これが2翅型決定に及ぼす作用を調べた。全日照明区は電燈による補足を行つて作つた。餌は野身、2日ごとにとりかえた。各区とも初令幼虫の密度を5とした。結果は第6表に示す通りである。

Table 6. Effect of the illuminated hours per day on the appearance of the various forms. Larval density is five per tube in each series. 31 Aug.—16 Sept., 1955

Hrs. of illumination	Number of replication	B ♂ M ♀ B ♀ M ♂				Total
		♂	♀	♂	♀	
0	12	2	23	23	0	48
8	12	12	18	20	0	50
12.30	12	4	17	30	0	51
24	12	4	26	26	0	54

各区とも雌は短翅型ばかりで、これは好適な餌の状態下では日長は殆んど作用をもたないことを示している。一方雄では雌に比べて短翅型の率が明らかに低く、8時間日照明区だけがようやく第2図に示される雌雄間の相対値に適合する位の短翅型率を得た。d=5で、一定密度条件は充され、又雌の短翅型が100%に達しているの

この2点から考えれば、極端な長日、短日は雄の短翅型出現を抑制する作用があると考えられることもできる。ただ、雄は雌に比べて餌などに対しても短翅型出現のための好適範囲が狭いと思われるので、日長が葉身に対して作用を及ぼし、これが間接的に短翅型出現を抑制することも考えられるので断言は出来ない。幼虫の発育は、短翅型雄の高率に得られた8時間日照明区が最も早く、他の区は大体よく似ている。

III. 考 察

前報 (岸本, 1956) において、トビイロウンカ、センロウンカ、ヒメトビウンカ各種とも飼育密度を高めた場合、餌を萎凋させた場合、いずれも雌に長翅型が多くなり、これに伴つて幼虫発育期間がのびることを示した。しかしこの現象は、密度の影響といつても環境に対する条件づけの作用も強く、これと真の意味の個体間の相互刺激の作用との区別が困難であつた。しかも長翅型は不適当な棲息条件に対応して出現するものと考えられるのに対し、短翅型は種々の好適条件がみだされた場合に現れると思われるから、長翅型発現のための研究と共に、短翅型出現に必要な好適条件とはどんなものかを注目しなければならぬと考えた。ここにのべた実験において、好適な餌を絶えず与え、種々な密度で飼育することによつて雌雄とも両翅型を相対数ずつ得ることができ、両者の比較が可能になつた。

雌では現象は簡単で、密度が高くなることはそれに伴う条件づけや個体の相互作用とは無関係な餌の不適化と同じ作用をもち、それぞれ一方向的に短翅型の出現を抑制し、長翅型出現を促進する。これに対して雄では飼育条件の微妙な変化に支配されている。同じ気象条件、質的に同じ餌を用いても飼育の方法につれて雄短翅型発現の傾向は変化し、とくに飼育密度と餌の新鮮さの程度に顕著に左右されることが示された。この飼育密度には好適範囲があり、これ以下であるとd=1区において見られるように、餌の状態は雌の短翅型出現にとつて最適であつても雄にとつては不十分であり、結局長翅型のみとなる。また、この好適密度以上になると雌と同傾向すなわち、密度の増加は餌の不適化と同じく長翅型増加の方向へ向かわせる。この場合好適密度の作用が何か別の要因、例えば、中程度の生物的条件づけによつて代用されるかどうかは問題であるが、この実験では、最適密度の作用を示す曲線が、左右に移動する傾向は示さず、密度軸上の同じ位置でその率のみが上下していることから考えて、このような代用はいまの所考えられない。従つ

て、好適密度以上の密度において再び長翅型が増加する機構も、雌と同様、生理的には過密度による影響が大きいと考えることができる。もちろん、このような密度の作用の野外条件下での普遍性についてはさらに研究を要する。

雄にとつてある程度の飼育密度が必要であるとしても、これにともなう条件づけは雌におけると同様短翅型出現にとつては不適当であることは確かで、好適密度附近 $d=5, d=10$ で一定密度下において餌および容器の取りかえ間隔を短くした場合明らかに短翅型の比率が増加することによつて示された。雄短翅型出現にとつて、ある程度の密度と、これとは一般には両立しない餌の新鮮さとが同時に必要条件であり、餌条件に対しても雌よりも敏感であるので現象は複雑になり、雌の場合のように容易に100%短翅型を得ることができないのであろう。 $d=5, d=10$ の場合に、餌の取りかえ間隔の変化につれて雌雄とも短翅型率の変化が非常に顕著であるが、これは密度が極端に低いあるいは高くして翅型がこれによつて、はつきりきめられてしまう場合には餌の多少の変化は殆んど効果を示さないが、中間密度では密度による翅型決定が長翅型か短翅型かの丁度境にあるため、餌の変化が大きな効果を現わすのであろう。密度と餌との相互作用はこのような状態の時に最も示されやすく、両者の極端な場合の実験結果からいずれか一方を強調することはできない。

食物条件としてここでは単に新鮮さだけを、摂食の難易を左右するだろうという予想で取り上げたが、末永らがのべているように、化学物質の含有量等の質的な面も翅型決定における栄養的基礎条件として重要であろう。このような生理条件の基礎のうえに、個体間の相互刺激等の生態的要因が働くと考えられる。この場合、この実験でも示されたように、他の条件が同じであれば、短翅型出現にとつて食物条件の働きは雌雄に共通したものであろう。そして基本的には短翅型は雌雄とも好適な棲息環境に対応して出現する型であると考えられる。

密度条件に対して、雌雄でその反応にちがいはあることは興味ある問題であるが、その本質については容易に断じられない。ただ、短翅型が雌雄共に高率で得られた $d=5, d=10$ 区における各型の羽化の傾向を見ると、短翅型雄は、さらに低い $d=1$ 区で最も早く羽化する長翅型雄より平均的に見てさらに発育の早い一群として羽化し、又その出現が可能なる範囲の条件下では長翅型と比較してほとんど発育日数の延長を示さないことが注目される。これは短翅型雄が、その発現機構の重要なものとし

て、好適食物条件下で、好適密度下の幼虫相互間の刺激によつて発育が促進されることを必要としていることを暗示している。ALLEE (1930) によつても、個体間の相互刺激による発育の促進は aggregation の beneficial effect の一つとして他の動物においても認められている。CHAUVIN (1953) も、“effet de groupe” は必ずしも発育にとつて不適当な作用のみをもつものではなく、発育を促進する場合があるといつており、ここで見られた雄短翅型出現の現象はこれらによくあてはまるものと考えられる。ここでは、この現象が雄に明瞭に示され、雌ではこのような発育の促進を必ずしも要しないで割合容易に100%短翅型を生ずることができるのであるが、この雌雄の間のちがいは興味ある問題である。

IV. 要 約

1. トビウシカを用いて、雌雄の2翅型決定における、幼虫期の飼育密度の影響を調べた。密度の増加による葉や容器に対する汚染の影響を分離するため、密度1, 5, 10, 20の各区に、それぞれ餌、容器の取りかえ間隔を1, 2, 4日ごとの各区を設けた。

2. 雌では、他の種におけると同じ傾向を示し、密度1では100%短翅型であるが飼育密度が増すにつれて長翅型が増し、 $d=20$ では大部分長翅型となる。又取りかえの間隔がのびると長翅型率を増加させる傾向が促進される。

3. 雄では、 $d=1$ では全然見られない短翅型が $d=5$ では相当高率(最高71.4%)に達し、さらに高密度では雌と平行的に、長翅型率が増加する。すなわち短翅型出現にとつて好適密度が必要条件の二つであることが示された。この短翅型の率は同じ密度条件下でも、餌が新鮮に保たれる区程高くなり、この傾向は最適密度 $d=5$ 区で最も顕著に示された。すなわち雄の短翅型出現にとつては、少なくとも餌の新鮮さが持続されることと、その上である好適密度が保たれることの二つが必要であると考えられる。

4. 同じ密度条件下でも、食物条件を変えるために、葉に塩類の溶液を吸収させたり、他の寄主植物で飼育すると、いずれの場合も程度之差はあつても長翅型を増加させる効果を示したが、その場合、雌雄で短翅型の比率の間には明らかに相関が見られた。このことから短翅型出現のために必要な食物条件は雌雄共通で、ともに好適な棲息環境に対応した型であると推測される。

5. 雄の短翅型出現には、好適食物条件下で幼虫相互間の相互刺激による発育の促進が、その生理機構として

要であろうと想像される。

6. 以上の諸点より見て、長翅型出現に対する要因の充足と同時に、短翅型出現のための必要条件や出現機構の解明が重要であることを強調した。

V. 考 参 文 献 (* 間接引用)

- ALLEE, W. C. (1930): Animal Aggregation. Chicago Univ. Press.
- BADONNEL, A. (1948): Bull. Soc. Zool. Fr. **73**: 80~83*.
- BADONNEL, A. (1949): C. R. Acad. Sci. **228**: 1517~1519.
- BONNEMAISON, L. (1951): Ann. Inst. Rech. agron. Sér. C. Ann. Epiphyt. **2**: 1~380.
- CHAUVIN, R. (1953): Colloq. internat. Cent. Nat. Rech. Sci. **31**: 81~90.
- 長谷川仁 (1955): 農技研報告C **5**: 117~138.
- 吉野伊一 (1942): 病虫雑 **29**: 37~42, 90~94, 157~163, 188~191, 235~239, 277~285, 316~321, 376~378.
- 岸本良一 (1956): 応昆 **12**: 56.
- 三宅利雄・藤原昭雄・石井卓爾・乗越 要 (1951): 広島農試報告 **1**: 1~21.
- 三宅利雄 (1953): 広島農試報告 **3**: 1~25 (略写).
- RIVNEY, E. (1937): Bull. Ent. Res. **28**: 173~179.
- 末永 一 (1951): 九州農業研究 **7**: 61~62.
- 末永 一 (1953): 九州農業研究 **12**: 5~11.

SUMMARY

1. Factors determining the wing-form of adult, especially the effect of crowding during the larval period were studied with the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL.

2. In the breeding experiments, in which the initial density of larvae was varied as 1, 5, 10 and 20 per tube (2 cm. in diameter and 17.5cm. in length), and the renewing interval of the food and container was also varied as 1, 2 and 4 days in each series of density, the following results were obtained;

3. In female, all the adults emerged are brachypterous form when the density was kept 1 during the whole period of larval development. The macropterous form increases in its percentage with the increase of density, reaching almost 100 per cent when $d=20$. The same

trend is found in each series of density having different renewing interval, but the increase of the macropterous form is accelerated when the renewing interval was elongated.

4. On the contrary, in male, no brachypterous form emerges when $d=1$. When $d=5$, the brachypterous form appears in high per cent (max. 71.4%). Over this density, the macropterous form becomes prevalent again in parallel with that of female. Therefore, there is the optimum density for the appearance of the brachypterous male. The ratio of the brachypterous male decreases with the elongation of the renewing interval under the same density, and this trend is most clearly shown under $d=5$, the optimum density for its appearance. It may be concluded that the optimum density under the favourable condition of the food is necessary for the appearance of the brachypterous male.

5. The brachypterous males emerge as a group having the shortest developmental period of the various groups of form emerged under the same conditions. It is suggested that the acceleration of the development during the larval period is due to the mutual stimulation among the members in a tube. This acceleration may play an important rôle as the mechanism of the appearance of the brachypterous male.

6. In the other experiment in which the leaf blade immersed in several sort of solutions of salt and some other species of the host plant were offered as food, the appearance of the brachypterous form of both sexes was, more or less, inhibited. In these cases, the clear correlation between the percentages of the brachypterous form in both sexes can be found. This result means that the food condition necessary for the appearance of the brachypterous form is common for the both sexes.

7. From the results mentioned above it is emphasized that the conditions or factors necessary for the appearance of the brachypterous form deserve to be studied in parallel with that of the macropterous form.