

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆)
第11巻 第2号: 57~61 (1967)

トビイロウンカとヒメトビウンカの はね型決定に及ぼす密度効果¹

渡 辺 直²

京都大学農学部昆虫学研究室

(1966年12月17日受領)

The Density Effect on the Appearance Two of Wing-Forms in the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* and Smaller Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus*. Naoshi WATANABE (Entomological Laboratory, Kyoto University, Kyoto) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 11: 57~61 (1967)

The brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL and the smaller brown planthopper *Laodelphax striatellus* FALLEN were reared on the rice seedling in grass tubes under the conditions of constant temperature of 27.5°C and day length of 16 hr illumination per day. In *N. lugens*, the percentage of the number of the brachypterous females was increased by reducing the density of hoppers per rice seedling whenever the density of hoppers per tube was high. While, in *L. striatellus* the appearance of the brachypterous female was induced under the rearing condition of the low hopper density per food plant or per tube. In *N. lugens* the appearance of brachypterous male was induced by the high hopper density when the quantity of food was sufficient for the hopper. In *L. striatellus*, brachypterous male appeared very few through the present experiment. In both species, the feeding on the feeble rice seedling scarcely caused the appearance of brachypterous male and female even under the isolated rearing. The visual stimulation effect among hoppers for the determination of the wing-forms of *L. striatellus* was not clear in this experiment. It was statistically examined that the first instar hoppers of both species had a habit of aggregation.

はじめに

ウンカ類には長ばね型, 短ばね型という多型現象のあることはすでによく知られている。その出現の機構については, 特に1951年以後多くの研究が行なわれ, その分析結果が報告されている。末永(1951)は寄主であるイネのグルコース成分の多少, あるいはその他のイネの化学的成分の状態がはね型決定に与える影響について述べている。三宅ら(1951 a, b, 1965)は生息密度, 食物の質, 日長などが影響することを述べている。岸本(1956

a, b) はイネの無機塩類成分による飼料の状態と高密度によってもたらされる生物学的条件付け, すなわち排泄物, 呼吸代謝物などによる生育場所の悪化のもたらす影響について報告している。城野(1963)は生育密度の影響をとりあげ, はね型出現に及ぼす密度効果は成虫と幼虫の間にも, 異種のウンカの間にも働くことを指摘し, 密度の感受方法として個体間の相互刺激が重要な役割をしていると述べている。

これら従来の密度効果の実験に共通しているのは, 飼料が量的に一定という条件のもとで, 虫数を変化させて

1 京都大学農学部昆虫学研究室業績, 第396号

2 現在 農林省横浜植物防疫所調査課

その結果を見ていることである。この場合、空間あたりの密度がそのまま飼料あたりの密度となっており、幼虫間の相互影響というものが飼料に対して高密度なために働くのか、それとも空間に対して高密度なために幼虫間の相互影響が働くのかきわめて不明確にされている。また、三宅ら(1951 a, b)はトビロウカにおいて視覚による相互認識とはね型決定の関係を重要視しているが城野(1961)はこれを否定している。この点に関してどちらが正しいのか、他のウンカではどうなのかといった問題が残されている。このような問題を解明する第一歩として、著者は密度効果の内容として飼料あたりの集合の効果と空間あたりの集合の効果を区別して考え、本文に述べるような実験を試み考察を行なった。

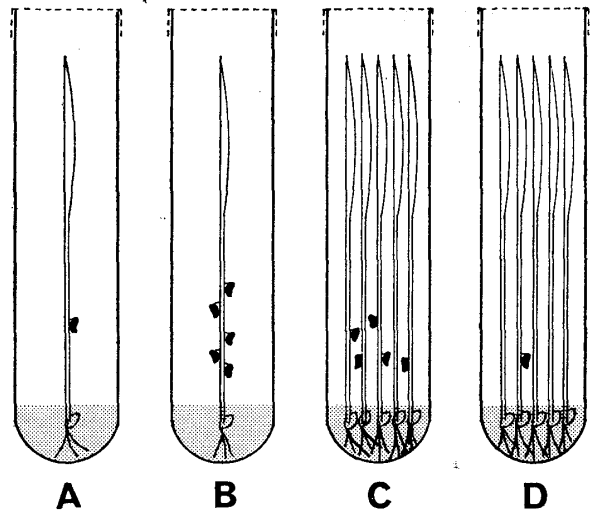
本文に入るに先だち、種々御指導下さった内田俊郎教授をはじめとし、多くの御指摘をいただいた京都大学農学部昆虫学研究室の諸氏に深く感謝する。

材料と方法

トビロウカ *Nilaparvata lugens* は京都大学農学部昆虫学研究室で奥村氏が飼育していたものを、ヒメトビウンカ *Laodelphax striatellus* は京都市左京区の圃場において採取したものを恒温室内で累代飼育し実験に使用した。飼育容器としては口径1.8cm 深さ18cmのものと同口径3.0cm 深さ20cmのものを使用した。飼料とした芽出しイネは金南風種を用い、城野(1963)と同じ方法により生育させたものを用いた。各実験区とも孵化後24時間以内の幼虫を供試し、飼料は試験管ごと2日おきに取りかえた。全実験を通じて温度は27.5°Cの恒温に、日長は16時間照明に調整された室内で、20W蛍光灯下10~20cmの所で飼育した。

実験結果

1. 試験管あたりの幼虫数と芽出しイネの本数を種々組み合わせた各区の飼育結果：トビロウカとヒメトビウンカについてそれぞれ口径3cm 深さ20cmの試験管に芽出し本数を1, 5, 10, 25とし、虫数を1, 5, 10, 25, 50としてそれぞれを組み合わせた区を作り第1図に示すような方法で飼育を行ない、各区の供試虫数はすべて50頭となるようにした。羽化成虫の雄、雌別の長・短ばね出現比を調べた結果は第2図、第3図に示す通りである。トビロウカの雌については芽出し本数に対する虫数の比が2.5を越えないすべての区において短ばね出現率が100%かきわめてそれに近い値になった。三宅ら(1965)も高密度でも飼料を増せば雌の短ばね型が出現



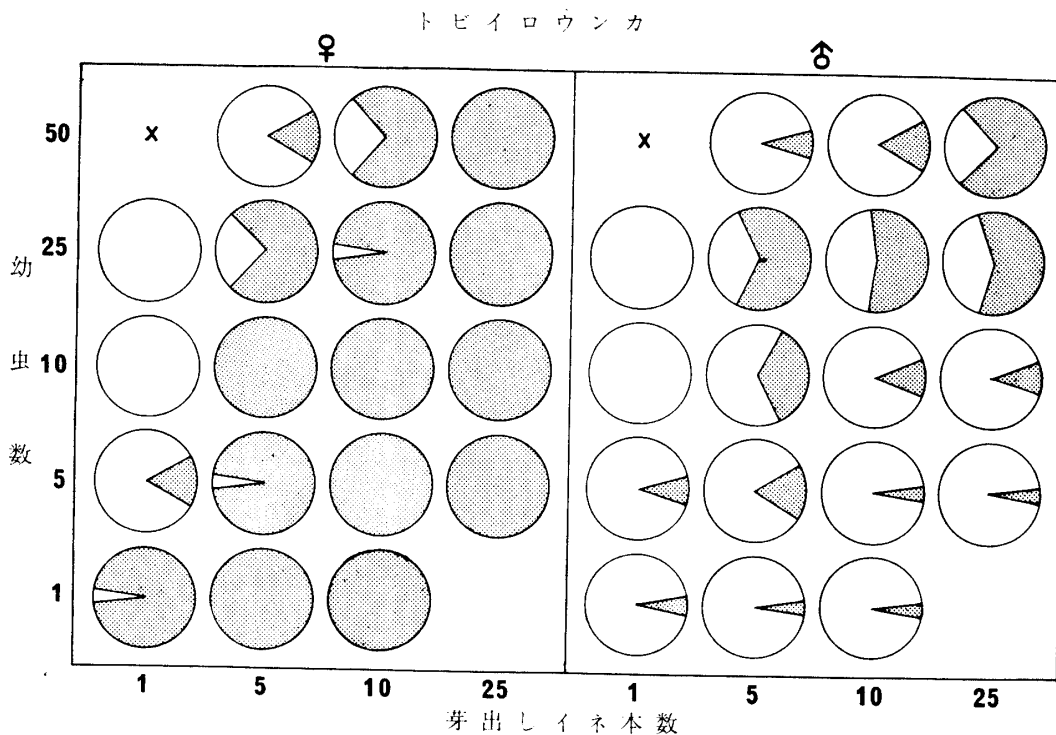
第1図 試験管あたりの幼虫数と芽出し数の組み合わせ方の一例。A: 幼虫1頭 芽出し1本(1/1区), B: 幼虫5頭 芽出し1本(5/1区), C: 幼虫5頭 芽出し5本(5/5区), D: 幼虫1頭 芽出し5本(1/5区)。

しやすいと述べており、それを裏付ける結果となった。短ばね型の出現がないのは虫数10に対し芽出し1本の区(これを10/1区とし以下の区も同様に記す)と25/1区であり、残りの区は同じ芽出し本数に対する虫数の比でも虫数、芽出し本数ともに多い区の方が短ばね型を多く出現している傾向が見られる。ヒメトビウンカの雌については全体としてトビロウカの雌よりも短ばね型の出現率が低い。芽出し本数に対する虫数の比が1を越える区においては5/1区、50/25区を除き他は短ばね型が出現していないが、1を越えない区においては短ばね型が出現しており、すべての区のうちでも1頭区の短ばね型出現率が高くなっている。なお両ウンカとも50/1区においては過密のため全個体死亡し、1/25区は実験事故のためはね型出現の結果が得られていない。

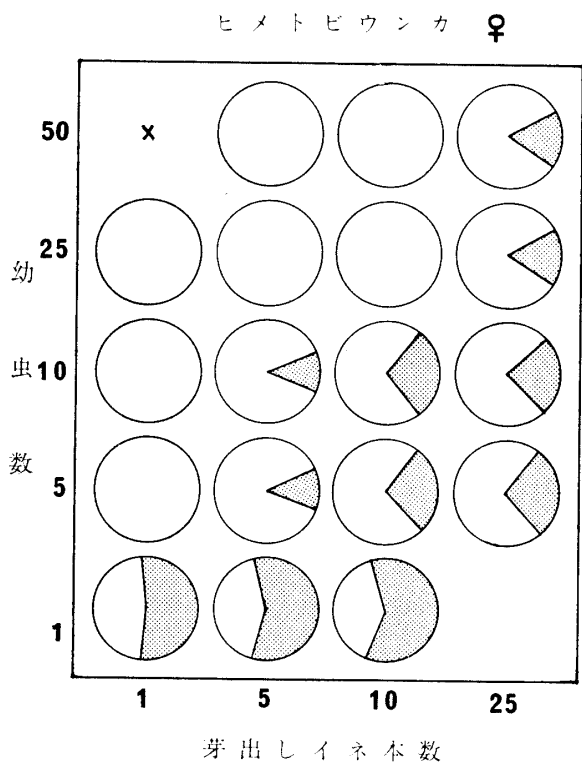
両ウンカの幼虫死亡率は第1表に示す通りで、虫数、芽出し比の高い部分で高くなる傾向が見られる。

2. 衰弱した芽出しによる単独飼育の結果：芽出しを無栄養状態で黄変しかかるまで放置したものを1本ずつ口径1.8cm 深さ18cmの試験管に入れ、両ウンカとも単独飼育した結果は第2表に示す通りであり、トビロウカでは雌で短ばね型出現率が7.7%、雄で0%、ヒメトビウンカでは雌で0%、雄も0%となった。

3. 視覚のみによる相互認識とはね型決定の関係を調べる実験：ヒメトビウンカを用い、飼育容器として口径3.0cm 深さ20cmの試験管中に口径1.8cm 深さ18cmの試験管を入れて重管とし、中側を1/1区とし外側を6/3区として飼育した。別に中側を1/1区とし外側を0/3区と



第2図 試験管あたりの幼虫数と芽出しイネの本数を種々組み合わせた各区でトビイロウンカを飼育した場合のはね型結果。灰色部分は短ばね率，白色部分は長ばね率。



第3図 試験管あたりの幼虫数と芽出しイネの本数を種々組み合わせた各区でヒメトビウンカを飼育した場合のはね型結果。灰色部分は短ばね率，白色部分は長ばね率。

して対照区としそれぞれ40回くり返した。その結果は、第3表に示す通り外側の6/3区の雌短ばね型出現率は低いが中側の区は対照区とほとんど同様の結果となり、雄の短ばね型は外側区にわずか1頭出現しただけで中側の区は出現せず、対照区も出現しなかった。

第1表 試験管あたりの幼虫数と芽出し本数を種々組み合わせた各区の幼虫死亡率(全区50頭供試)

幼虫数	トビイロウンカ				ヒメトビウンカ			
	1	5	10	25	1	5	10	25
50	100	38	28	20	100	36	42	20
25	56	18	16	20	48	18	16	16
10	56	18	18	16	40	24	28	18
5	48	12	18	24	30	14	20	20
1	28	20	14	—	22	16	18	—

第2表 衰弱した芽出しによる単独飼育とはね型出現結果

	長ばね数	短ばね数	短ばね率	実験回数	死亡率
トビイロウンカ	16	0	0	60	45.0
ヒメトビウンカ	12	1	7.7		
トビイロウンカ	19	0	0	60	51.7
ヒメトビウンカ	14	0	0		

第3表 二重試験管におけるヒメトビウンカの飼育と
はね型出現結果

	中 側 (1頭区)				外 側 (6頭区)			
	長ば ね数	短ば ね数	短ば ね率	死亡 率	長ば ね数	短ば ね数	短ば ね率	死亡 率
実験区 ♂	14	0	0	30.0	85	1	1.2	30.8
♀	6	8	57.0		71	9	11.3	
対照区 ♂	17	0	0	25.0				
♀	5	7	58.3					

4. 幼虫の行動の観察： 集合区において両ウンカの幼虫がどのように相互干渉を行なっているかを観察した。25/1区のような飼料に対してきわめて虫数の多い区では、幼虫は管壁を歩き廻ったり芽出し上の好適部位へのせりあいをすることが著しいが、空間あたりの虫数の多い区でも飼料の多い区では動きがきわめて少ない。そこで芽出し、虫数ともに複数以上の区での幼虫の分布を明らかにするために、2/2区につき口径1.8cm、深さ18cmの試験管25本による飼育をし、ヒメトビウンカでは1~4令の幼虫につき、トビウンカでは1~2令の幼虫につき芽出しあたりの虫数を数えた。観察は12時~13時までの間に行ない、1令期あたり連続2日観察したものを合計し、その令期の資料とした。結果は第4表に示す通り両ウンカともに1令で同一芽出し上への集中性が見られたが、それ以後の令では集中性が見られず、ヒメトビウンカでは2、3令に分散性が見られた。

考 察

はね型決定に与える密度の影響を考えると、密度の内容として空間あたりの虫数と、飼料あたりの虫数を区別して考えることは重要である。著者の行なった実験区

の中から典型的な1/1区、25/1区、25/25区の3区をとりあげて検討すると次のようになる。幼虫間の相互影響の様式は25/1区と25/25区の場合で異なり、25/1区の場合は生育条件が悪化していることは死亡率の高さからも推定されるし、実際にとりかえた芽出しの萎凋が短時間のうちに起り始めることから判断できる。このような区においては密度効果というものが飼料そのものの量的不足、質的悪化、生育場所の汚染、幼虫間の生存競争的な相互干渉などをとおして働く面が強くてくる。これと違って25/25区の場合は飼料の量・質的条件は1/1区と大差なく、密度効果というものが空間あたりに集合したということのみによる個体間の相互影響として働く面が強いといえる。

トビウンカの雌の場合は短ばね型を抑制する因子として飼料あたりの集合が決定的であり、虫数に見合っ
て飼料を増やせば空間あたりの集合は短ばね型出現を抑制しないといえる。それゆえ三宅ら(1951 a, b)がはね型決定には幼虫間の視覚のみによる相互認識も関与し、虫間距離が小さければ管壁のあるなしにかかわらず長ばね型出現が促進されると述べていることと矛盾するわけである。城野(1963)は幼虫間の直接的相互刺激が第一義的にはね型に影響し、飼料を通しての影響は第二義的であるとしているが、著者の行なった衰弱した芽出し上における単独飼育においてほとんど短ばね型が出現しなかったことを考えると、飼料あたりの集合度が飼料を著しく悪化させるほど高い場合には単に飼料の悪化のみによって短ばね型出現が抑制されてしまうことは十分考え得るので、幼虫間の直接的相互刺激を第一義的とすることには無理があり、むしろ飼料不足が第一義的に働くと考えられる。ヒメトビウンカの雌においては飼料あたりの集合が短ばね型出現を抑制する因子として決定的であ

第4表 各令幼虫の芽出しイネでの分布 (芽出し2本あたり虫数2入れた場合の頻度)

	ランダム分布理論値	トビウンカ				ヒメトビウンカ		
		1	2	3	4 (令)	1	2 (令)	
芽出しあたり	0	25	34	19	17	21	31	28
虫 数	1	50	32	62	66	58	38	44
	2	25	34	19	17	21	31	28
χ^2			13.00	5.76	10.24	3.08	5.76	1.44
			$\alpha < 0.001$	$\alpha < 0.02$	$\alpha < 0.01$		$\alpha < 0.02$	
分布の状態			集中	分散	分散	ランダム	集中	ランダム

るが、空間あたりの集合も同様に働くといえる。

両ウンカの雄では雌の場合と根本的に異っており、トビイロウンカの雄の短ばね型出現率は飼料不足にならない限界内で密度が高い場合に高くなるといえる。ヒメトビウンカの雄ではこういった現象が見られなかったが、飼育条件を変えればあるいはこのような現象も起り得るかも知れない。

ヒメトビウンカの雌のはね型とトビイロウンカの雄のはね型に関しては空間あたりの集合が影響していることがわかったが、幼虫の各個体がどのような方法で相互に感知し、それがはね型に影響しているかという問題は今後に残されている。

以上のことからトビイロウンカのはね型が長日下、成長期のイネ上での増殖にとって有利な適応現象を示していると思われるので次のように分析整理を試みた。

a. 個体あたりの飼料が十分で空間あたりの虫数がない場合：次世代にとっても生育条件が良く、雌が短ばね型となり移動しないが、雄は長ばね型となり交尾条件の不利が補われる。

b. 個体あたりの飼料が十分で空間あたりの虫数が多い場合：次世代にとっても生育条件が良く、雌が短ばね型となり移動せず、雄も短ばね型を多く出現しても近くに雌がいるため交尾条件は良い。

c. 飼料あたり空間あたりの虫数が多い場合：次世代にとっても生育条件が悪く、雌も雄も長ばね型となり、生育条件の良い場所へ飛び去るのに適する。

Kuno (1963) はトビイロウンカ、ヒメトビウンカともに圃場において幼虫が特定の株に集中的であることを述べている。著者の行なった芽出し上での分布の観察では1令のみ集合性が見られ他の令では見られない。このことは互いに矛盾するものではなく、1令以後幼虫の分散が始まって、移動性が少ないために圃場全体へは分散せず、産卵の片寄りにより株あたりの集合性を示すと考えられる。この株あたりの集合傾向と増殖に対するはね型の適応現象を合わせ考えるとトビイロウンカにおいては、ある株に産卵が始まってそれが上記cの状態になるまで、すなわち飼料に変質を起こすような高密度になるまでは同一株や近接株に産卵増殖が行なわれるわけであるから、局所的なイネの枯死、いわゆる坪枯れを起こしやすいといえるのではなからうか。

摘 要

1) トビイロウンカの雌においては、飼料あたりの虫数が少ない場合に短ばね型出現率が高くなり、空間あたりの集合は短ばね型出現を抑制していない。ヒメトビウンカの雌では飼料あたりの虫数が少ないことが短ばね型出現の第一条件であるが、空間あたりの虫数が多いことによって短ばね型出現が抑制される。トビイロウンカの雄においては空間あたりの集合が短ばね型出現を促進するが、飼料あたりの集合はこれを抑制する。ヒメトビウンカの雄の短ばね型は著者の行なった実験方法ではごくまれにしか出現しなかった。

2) 衰弱した芽出しイネでの単独飼育では両ウンカとも雌も雄も短ばね型の出現が全くないか、ごくわずかであった。

3) ヒメトビウンカにおいて管壁を隔てての視覚による相互認識がはね型に影響するという証明は得られなかった。

4) 幼虫の芽出しイネ上での分布の仕方は、両ウンカとも1令のみに同一芽出しイネへの集中性が見られた。

引 用 文 献

- 城野 晋 (1963) トビイロウンカの翅型決定に関する密度効果の分析. 応動昆 7: 45~47.
- 岸本良一 (1956a) ウンカ類の翅型に関する研究 (予報). 応昆 12: 56~61.
- 岸本良一 (1956b) トビイロウンカの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. 応昆 12: 105~111.
- Kuno, E. (1963) A comparative analysis on the distribution of nymphal populations of some leaf- and plant-hoppers on rice plant. Res. Popul. Ecol. 1:31~43.
- 三宅利雄・藤原昭雄・石井卓爾・乗越要 (1951a) ウンカ類の越冬に関する研究. 広島農試報告 1:1~21.
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1951b) トビイロウンカ長翅発現に関する研究. 応昆 7: 76.
- 三宅利雄・藤原昭雄・乗越要 (1965) 環境条件と長短翅型発現との関係. 病害虫発生予察特別報告 20: 47~53.
- 末永 一 (1951) 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.