

## セジロウンカおよびトビイロウンカの成虫期の 飼育条件による卵休眠の誘起<sup>1</sup>

奥村 隆 史

京都大学農学部昆虫学研究室

### はじめに

セジロウンカ (*Sogatia furcifera*) およびトビイロウンカ (*Nilaparvata lugens*) はわが国稲作の大害虫であって、両種における生態とくに越冬経過については古くから多くの調査、研究がなされてきたが、近年次第に両種の越冬生態や休眠への条件が明らかにされてきた (糸賀, 1955; 立石, 1955; 鮫島, 1956; 竹沢ら, 1957, 1958; 竹沢, 1961 a, b; 三宅ら, 1962; 末永, 1963)。

本実験ではさきの三宅ら (1962) のセジロおよびトビイロウンカの卵の休眠についての報告において、休眠の決定時期がはっきりしていないので、両種の休眠の決定時期や休眠に入る条件について調べた結果、若干の知見を得たので報告する。

本文に入るに先だち、終始ご指導下さった当研究室内田俊郎教授に心から感謝の意を表す。また実験を進めるに当ってご援助いただいた河野達郎助教授はじめ研究室の諸氏に深謝する。なお快く材料を提供して下さいました農林省九州農業試験場の久野英二氏および京都大学農学部附属摂津農場の小堀 乃助手にもここにお礼申し上げる次第である。

### 材料および方法

材料として用いたセジロウンカおよびトビイロウンカは、1962年7月福岡県筑後市農林省九州農業試験場のほ場で採集されたものの子孫である。両種の累代飼育は27.5°Cの恒温、長日(16時間明-8時間暗、以下同じ)下で大型のガラス製試験管(直径3.6cm, 高さ20cm)で27.5°Cの恒温室で無肥料で芽出した稲幼苗を食物とした。

実験の飼育条件として日長は長日(16時間明-8時間暗)および短日(8時間明-16時間暗)の2つであって、その照明には20Wの蛍光灯を30~40cmの高さに設

けてその直下に試験管立てを置いて飼育した。飼育温度は28, 27.5, 20, 15°Cの4段階とした。それぞれの温度のふれは27.5, 20°Cでは1°C以内で、28, 15°Cでは1~2°Cの範囲であった。飼育には直径1.8cm, 高さ18cmのガラス製試験管を用い、開口部を綿あるいは寒冷紗でふたをし底に少量の水道水を入れてその中に食物を入れ植物の萎凋を防ぐようにした。なお食物として次のものを与えた。

イネ (*Oryza sativa*) は幼苗と出穂期から登熟期にかけての葉鞘を用いた。幼苗は実験室内で種モミ(農林17号)を無肥料で芽出しして10cm位に生育したものを。稲葉鞘は大阪府高槻市にある京都大学附属摂津農場で栽培された農林17号や越後早稲あるいは実験室のほ場や温室のポットで栽培した農林17号や赤毛である。雑草はイヌビエ(*Panicum crusgalli* var. *submutica*)とし、これは実験用ほ場内にある網室内で生育したものや、京都市北白川の京都大学農学部のグラウンド内やその近辺、あるいは京都市北白川の吉田山で採集したもので、すべて出穂したものを選んだ。食物として稲の葉鞘に相当する部位を与えた。

植物は幼虫期では稲幼苗で2~3日おきに、稲葉鞘および雑草では毎日あるいは1~2日おきに取り替えた。成虫期では毎日植物を取り替えて産卵前期間を1日単位で調べた。それぞれの飼育条件の下で各日に新しく産卵された寄主植物はその飼育条件と同一の条件の下におき、卵の発育状態および卵期間を調査した。

食物の量は幼苗では10cm位伸びたものを試験管1本当たり1~3本、稲葉鞘および雑草では葉を少々残して10~12cm位に切断したものを1本とした。このような食物を入れた試験管1本当たりセジロウンカ、またはトビイロウンカの成虫を1対入れたものを低密度とし、10対入れたものを高密度とした。幼虫では、両種とも雌雄の区別なく20匹入れた高密度で飼育した。なお本実験に

<sup>1</sup> 京都大学農学部昆虫学研究室業績, 第368号  
(1963年7月22日受領)

供試した成虫のはね(翅)型はすべて長ばね型ばかりであった。

セジロウンカについての実験結果

**休眠卵の発現の有無:** 幼・成虫期を通して食物はすべて出穂したイヌビエとした。幼虫期の密度はすべて高密度として、日長と温度をそれぞれ長日 27.5°C, 短日 20°C, 短日 15°C の条件で飼育して得た成虫を、日長と温度は幼虫期と同じ条件にして飼育密度を高密度と低密度にわけて飼育した。長日 27.5°C の条件で羽化した直後の成虫の一部を短日 20°C, 短日 15°C の条件に移して前者では低密度飼育, 後者では高密度および低密度飼育して、セジロウンカの成虫の飼育条件と産卵前期間、卵期間および休眠卵の発現の割合を示したのが第1表である。

第1表の成虫の飼育条件の中で太い活字で示した条件(短日, 15°C, 出穂したイヌビエ, 高・低密度)において休眠卵の発現が見られた。ここで休眠卵というのは15°Cにおける普通の卵の発育日数すなわち, 24~25日間を15°Cにおいてもなおふ化せず, これを高温(27.5°C)に移し10日間においてもふ化しなかったものをいう。外観的に双眼顕微鏡で観察した結果, 卵は奈須ら(1958)による黄斑後期から眼点前期にかけての卵に相当するものであって, その大部分は赤色の眼点のつきはじめた頃の卵であった。

これらの条件下での卵期間はふ化してきた個体のみの平均値である。幼・成虫期を問わず短日, 低温区では卵期間は24~25日になって他の区よりも延長したが, これは恐らくただ単に有効積算温度が小さいために期間が

延長したにすぎないと考えられ, 特別な発育遅延のような現象が見られたとは思われない。長日, 高温下で飼育された成虫が産んだ卵を15°C, 短日の条件下において発育日数を調査した別の実験結果はここに得られた値より僅かに短かったが, ほとんど違いがなかったからである。

温度が27.5°Cや20°Cでは幼・成虫期を通じて, あるいは成虫期のみを短日, 雑草, 高密度あるいは低密度飼育しても休眠卵は発現しなかったが, 15°Cでは発現した。幼虫期を長日, 27.5°C, 高密度, 出穂したイヌビエで飼育した羽化直後の成虫を短日, 15°C, 出穂したイヌビエで飼育すると休眠卵の発現が見られた。すなわち, 成虫期のみを低温(15°C), 短日, 出穂したイヌビエで飼育しても休眠卵の発現が見られる。

**休眠卵の発現率:** 第1表において太い活字で示した4つの区において若干の死卵が見られたが, それらを除いたものについてふ化率および休眠率を計算した。成虫期のみを休眠誘起の条件においた場合と幼・成虫期を通じて休眠誘起の条件においた場合とで休眠卵の発現率を比較すると, それぞれ平均して78.8%, 85.2%となったが, この間にほとんど差はないと思われる。低密度どうして統計学的検定を行なったところ全く有意な差はなく, 高密度でも危険率5%で有意差が見られるにすぎない。したがって休眠卵を産むという条件づけは大部分が成虫期の飼育条件によっているということが出来る。休眠卵の発現率を高密度と低密度について比較してみると, 成虫期のみの場合でも幼・成虫期の場合においても統計的に有意な差は認められなかった。

**産卵経過に伴う休眠卵の発現:** 成虫期のみを休眠誘起

第1表 セジロウンカの成虫の飼育条件と産卵前期間, 卵期間および休眠卵発現の割合

幼虫の飼育条件			成虫の飼育条件			区数	産卵前期間(日) (平均値±標準偏差)	卵期間(日) (平均値±標準偏差)	調査卵総数	死卵数	卵発育の割合		
日長	温度	*密度	日長	温度	*密度						休眠卵%	ふ化卵%	
長日	27.5°C	20	長日	27.5°C	20	6	3.33±0.46	5.66±0.45	***5514	278	0	100	
			長日	27.5	2	12	3.91±0.33	5.16±0.36	***1307	115	0	100	
			短日	20	2	7	4.42±0.75	10.00±0.75		1695	56	0	100
			短日	15	20	3	14.42±1.05	**24.09±0.50		321	63	80.53	19.47
			短日	15	2	10	11.66±1.38	**24.33±0.86		120	32	77.04	22.96
短日	20°C	20	短日	20	20	3	4.33±0.46	9.66±0.43		4947	579	0	100
			短日	20	2	5	6.40±1.03	9.60±0.49		732	45	0	100
短日	15°C	20	短日	15	20	3	14.66±2.49	**25.33±0.96		279	84	88.36	11.64
			短日	15	2	8	16.63±1.65	**25.75±0.48		80	16	82.14	17.86

註 食物はすべて出穂したイヌビエ。

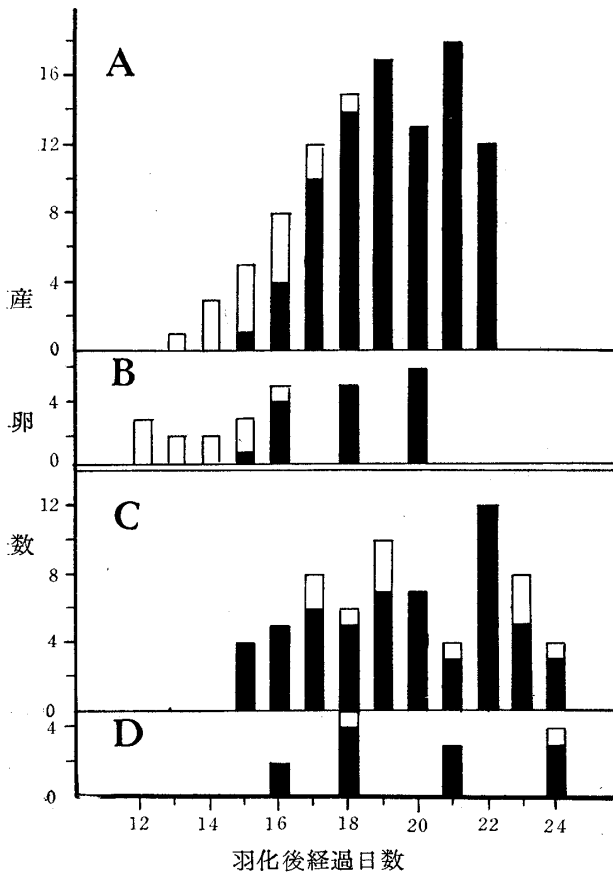
\* 成虫の密度は雌雄同数, 密度20というのは10対の意味である。

\*\* ふ化した個体のみの平均。

\*\*\* 産卵開始から5日目までの調査卵総数, 他の区においては10日目までの調査卵総数を示す。

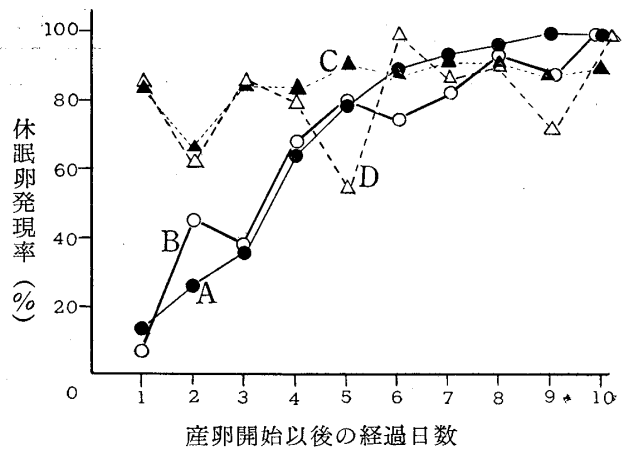
の条件 (短日, 15°C, 出穂したイヌビエ, 低・高密度) に移した成虫についての産卵経過日数に伴う休眠卵の発現の状態, および幼・成虫期を通じて上述の休眠誘起の条件で飼育した成虫の産卵経過に伴う休眠卵の発現の状態を調べたところ, それぞれの区において大体同じ傾向がみられ, 第 1 図にその代表的な一例を示した。高密度は 10 頭の雌, 低密度は 1 頭の雌の経過日数に伴う産卵状態を示したもので, ここでは死卵を除外した。

第 1 図から成虫期のみ休眠誘起の条件においた場合は最初に産まれた卵はすべてふ化卵であるが, その後数日のうちにふ化卵は出現しなくなり, 産卵経過とともに休眠卵ばかりとなったことがわかる。実験結果全体について産卵開始以後の経過日数にともなう休眠卵の発現率を示したのが第 2 図であるが, 第 1 図とほぼ同様の結果を知ることができる。休眠卵の発現率は産卵経過日数にともなって徐々に増加している。完全に休眠卵を産むため



第 1 図 セジロウンカの産卵経過に伴う休眠卵の発現数を示した各区における代表的な 1 例

- 休眠卵, □ 非休眠卵
- A: 成虫期だけ処理した区 高密度 (10 対)
  - B: 同 上 低密度 (1 対)
  - C: 幼・成虫期とも処理した区 高密度 (10 対)
  - D: 同 上 低密度 (1 対)



第 2 図 セジロウンカの産卵開始以後の経過日数に伴う休眠卵の発現率 (各区における平均を示す)

- A: 成虫期だけ処理した区 高密度 (10 対)
- B: 同 上 低密度 (1 対)
- C: 幼・成虫期とも処理した区 高密度 (10 対)
- D: 同 上 低密度 (1 対)

には産卵前期間が終って卵を産み始めてから数日を経過することが必要である。一方幼・成虫期を通じて休眠誘起の条件で飼育した場合にはこのような現象は認められないで, 最初の産卵から休眠卵を産み, しかもその割合は非常に高い。その後になって 20~40% ぐらいの非休眠卵を散発的に産んでいる (第 2 図)。しかしこの原因については何ともわからない。

トビイロウンカについての実験結果

**休眠卵の発現の有無:** 幼・成虫期を通じて日長はすべて短日としてその他の条件は幼虫期を 28°C, 高密度, 出穂した稲葉鞘で飼育した羽化直後の成虫の一部を 20°C へ移し, 他はそのまま 28°C として両温度における飼育密度は低密度とし食物を稲幼苗, 稲葉鞘, イヌビエとしてそれぞれについて産卵前期間および卵期間を調べたのが第 2 表である。

どの飼育条件の区においても休眠卵がみられなかった。産卵前期間は食物が雑草であるイヌビエのときに延びている。とくに 28°C に比べて 20°C では顕著である。卵期間ではほとんど差がみられない。

つぎに幼・成虫期を通じて食物を出穂期から登熟期にかけての稲葉鞘として他の飼育条件は幼虫期を長日, 27.5°C, 高密度とし, その羽化直後の成虫の一部を短日 20°C と, 短日 15°C へ移して低密度飼育したもので, 他は日長, 温度は幼虫期と同じ条件として高密度と低密度飼育したものおよび幼・成虫期を通じて日長, 温度は短日で 20°C として幼虫期を高密度飼育し成虫期になっ

第2表 トビイロウンカの成虫期の食物の違いによる産卵前期間および卵期間

幼虫の飼育条件			成虫の飼育条件			調査対数	産卵前期間(日) (平均値±標準偏差)	卵期間(日) (平均値±標準偏差)
食物	密度	温度	食物	*密度	温度			
稲葉鞘	20	28°C	稲幼苗	2	28°C	9	2.33±0.72	6.44±0.49
			稲葉鞘	2	28	12	3.50±0.87	6.44±0.86
			イヌビエ	2	28	6	10.33±1.48	6.66±0.50
			稲幼苗	2	20°C	6	10.00±0.81	12.50±0.74
			稲葉鞘	2	20	6	12.33±0.47	11.00±1.84
			イヌビエ	2	20	6	20.33±2.29	12.33±0.37

註 稲葉鞘, イヌビエはすべて出穂したもの。日長はすべて短日。

\* 成虫の密度は雌雄同数, 密度2というのは1対の意味である。

第3表 トビイロウンカの成虫の飼育条件の相違と産卵前期間および卵期間

幼虫の飼育条件			成虫の飼育条件			供試虫数	産卵前期間(日) (平均値±標準偏差)	卵期間(日) (平均値±標準偏差)
日長	温度	密度	日長	温度	*密度			
長日	27.5°C	20	長日	27.5°C	20	100	9.60±0.92	7.60±0.80
			長日	27.5	2	18	7.56±1.07	8.33±0.75
			短日	20	2	12	14.50±0.96	13.60±0.53
			短日	15	2	10	**28.20±3.82	34.37±1.20
短日	20°C	20	短日	20°C	20	140	15.85±1.24	15.28±0.70
			短日	20	2	12	10.00±1.00	14.50±0.50

註 食物はすべて出穂期から登熟期にかけての稲葉鞘。

\* 成虫の密度は雌雄同数, 密度20というのは10対の意味である。

\*\* ふ化した個体のみについての平均。

て高密度および低密度飼育して休眠卵の有無を調べ同時に産卵前期間および卵期間をも調べた(第3表)。

第3表の太い活字で示した区(短日, 15°C, 低密度, 出穂期から登熟期にかけての稲葉鞘)において休眠卵がみられた。この区における卵期間はふ化してきた卵のみについての平均値である。またこの区における産下卵のうちわけを示したのが第4表である。

第4表 産卵開始から10日目までの総産卵数について

ふ化卵数	休眠卵数	死卵数	総産卵数	*休眠率(%)
22	65	14	101	74.71

死卵を除いたふ化卵+休眠卵を総産卵数としたときの休眠卵の発現率を示す。

**休眠卵の出現率:** トビイロウンカもセジロウンカと同じように成虫期のみを休眠誘起の条件においただけでも74.71%の休眠卵を産んでいる。ここで見られた休眠卵はすべて胚子発育の黄斑期頃の卵であった。

考 察

三宅ら(1962)はセジロおよびトビイロウンカが休眠

卵を産むための環境要因を実験的に明らかにしたが、それによるとセジロウンカの休眠の条件として、温度、日長はかなりの低温(18°C)、短日(10時間以下)を必要とし、幼虫期にイヌビエ、スズメノカタビラ等の雑草を飼料とする必要があるとしている。これはふ化幼虫から成虫になって産卵するまでこのような条件においた時に休眠卵を得ているのであるが、本実験では幼虫期を三宅ら(1962)のいう上記の休眠誘起の条件におかなくても、成虫期だけをそのような条件においただけでも休眠卵の発現が見られた。

またトビイロウンカが休眠卵を産むための条件として三宅ら(1962)は幼虫時代を低温(上の限界18°Cあたり)、短日(10時間以下)で高密度下、出穂稲葉鞘で飼育する必要があると述べているが、本実験ではセジロウンカの時と同様に幼虫期を上記のような休眠卵を産む条件で飼育しなくても、成虫期のみを休眠誘起の条件においただけで休眠卵の発現をみた。

すなわち、両種とも成虫期のみを休眠誘起の条件においただけでも、その成虫は休眠卵を産むようになる。

本実験においてセジロウンカの成虫期を低温、短日に移して餌の条件は幼虫期と同じにした場合、徐々に休眠

卵が現われている。このような現象は本種が好適な環境条件から不適な環境条件へと移された場合、徐々に休眠誘起の刺激を受けて非休眠から休眠への切りかわりが行なわれていることを示している。そのきりかわりはかなり短期間に起こっている。これとよく似た現象はリンゴハダニ (*Metatetranychus ulmi*) の夏卵、冬卵 (休眠卵) の発現において見られている (LEES, 1953)。

このような現象を本種の野外のほ場における生態と結びつけて考えると、秋末期頃に生存している成虫はすべて生存上不適と考えられる環境条件に遭遇すれば、比較的短期間に休眠卵を産み、容易に越冬状態に入ることができると考えられる。三宅ら (1962) によれば幼虫から成虫に至るまでの長期間を低温、短日といった休眠誘起の条件におかれなければ休眠卵を産まないわけであるが、そのような長期間にわたる休眠誘起の環境条件の下に虫がおかれるということは自然状態においては考えにくい。トビロウンカの卵で野外の自然温度下で秋期おそく産卵されたものほど越冬卵が多い (竹沢, 1961 a, b) ことなどと考え合せると大へん興味深く思われ、このような現象は両種の越冬問題を解く重要なカギになると考えられる。

両種の幼虫期の飼育環境条件 (とくに生息密度や食物) がその成虫のはね型に及ぼす発現機構については幾多の報告があるが (岸本, 1956 a, b, 1959; 三宅, 1959; 城野, 1963 など), 両種にとって不適と考えられる環境条件の時に長ばね型が生じている。この長ばね型がおかれる環境条件 (とくに日長, 温度) がこの成虫の生存にとって不適になると休眠卵を産む。長ばね型になるか短ばね型になるかというのはね型決定は従来の研究によって明らかなように幼虫期において行なわれる。しかしそれに反して上述のように休眠, 非休眠卵の発現の決定はむしろ成虫期において行なわれている。従って, はね型決定と休眠決定とはこれにあずかる環境条件が違うというより, 環境条件が作用する令期 (幼虫期であるか成虫期であるか) の違いによっているものと考えられる。このことは次に述べる生息密度の影響についてもうなずかれる。

生息密度と休眠卵の発現との関係について見ると, 本実験でセジロウンカにおいて成虫期の飼育密度の高低を問わず同様な割合で休眠卵が発現している。ところが三宅ら (1962) のトビロウンカの実験では幼虫期の密度が高いほど休眠卵の発現率が高くなっている。すなわち, 休眠卵の発現に関してはセジロウンカでは成虫期の密度に関係なく, トビロウンカでは幼虫期の密度が関

係している。このような違いは種の違いによっているのではなくて, 両種のはね型が決定される幼虫時代の生息密度にその違いの原因があるものと考えたい。したがって本質的には両種間の休眠卵の発現の仕方には違いのないものと考えられ, 恐らくトビロウンカでも成虫期の密度は休眠卵の発現に関与していないだろうし, またセジロウンカにおいても幼虫期の密度は休眠卵の発現に関与しているものと想像される。

## 摘 要

セジロウンカでは幼・成虫期を通じて短日, 低温, 出穂したイヌビエで飼育すれば, その成虫は休眠卵を産むことが知られているが, 幼虫期を長日, 高温 (27.5°C) の非休眠条件で飼育した羽化直後の成虫を短日, 低温 (15°C) で飼育するとその成虫は休眠卵を産んだ。すなわち, 成虫期のみを休眠誘起の環境条件においただけで休眠卵を産むことがわかった。その休眠誘起の刺激は徐々に受けるものと考えられる。

トビロウンカでは幼虫期を長日, 高温 (27.5°C), 高密度, 出穂稲の葉鞘で飼育しても羽化直後の成虫を短日, 低温 (15°C), 低密度 (1 対), 出穂稲の葉鞘で飼育するとその成虫の産んだ卵の中には発育遅延が見られた。

## 引用文献

- 糸賀繁人 (1955) 応動・応昆合同大会講演。  
 城野 晋 (1963) 応動昆 7: 45~48。  
 岸本良一 (1956 a) 応昆 12: 56~61。  
 岸本良一 (1956 b) 応昆 12: 105~111。  
 岸本良一 (1959) 植防 13: 298~302。  
 LEES, A. D. (1953) Ann. Appl. Biol. 40: 449~486。  
 三宅利雄 (1959) 植防 13: 311~314。  
 三宅利雄・藤原昭雄 (1962) 広島農試報告 13: 1~73。  
 奈須壮兆・末永 一 (1958) 九州農試彙報 5: 71~84。  
 鯨島徳造 (1956) 農林省病虫害発生予察資料 56: 249~255。  
 末永 一 (1963) 九州農試彙報 8: 1~152。  
 竹沢秀夫 (1961 a) 応動昆 5: 40~45。  
 竹沢秀夫 (1961 b) 応動昆 5: 134~140。  
 竹沢秀夫・二宮 融 (1958) 関東東山病虫害研報 5: 15~16。  
 竹沢秀夫・近岡一郎・二宮 融 (1957) 応動昆 1: 213~215。  
 立石 晝 (1955) 応動・応昆合同大会講演。

### Summary

## Induction of Diapause in Eggs of the Planthoppers, *Sogata furcifera* and *Nilaparvata lugens*, by Changing Rearing Condition of Their Adult Life

By Takasi OKUMURA

*Entomological Laboratory, Kyoto University*

The white back planthopper, *Sogata furcifera*, and the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, have been well known as very serious pests of the rice plant in Japan. For a long time, however, it has not been known where these species spent the winter.

Recently, MIYAKE and FUJIWARA (1962) found experimentally that there were diapause in eggs of these species. It is interesting in relation to the problem of hibernation in both species. Since their paper seems to be insufficient in regard to the factor analysis of the induction of diapause in eggs of both species, the present author intended the experiments to make clear these uncertain points.

#### 1. White back planthopper

The adult just after the emergence was reared separately (one pair) or together (ten pairs) in a glass tube with supply of headed grass of *Panicum crusgalli* var. *submutica* under the photoperiod of 8 hours illumination and low temperature of 15°C. Then greater part of their deposited eggs entered into diapause, even if they spent their larval life under the condition of high temperature of 27.5°C, long day of 16 hours, and

crowding, which is very favourable condition for their development.

It is considered that the adult receives the stimuli of induction to diapause gradually, when they spent their adult life under the condition mentioned above. Because, preoviposition period of these adults was rather prolonged and the percentage of diapausing eggs was gradually increased with lapse of adult life.

Most of the diapaused eggs stopped at the stage of eye pigmentation of their embryonic development.

#### 2. Brown planthopper

A similar result was also obtained in the brown planthopper. When the adults were reared separately in a rearing tube (one pair) feeding under short day of photoperiod and low temperature of 15°C, some of their deposited eggs were not hatched and their development was retarded, even though they spent their larval life under the condition of high temperature of 27.5°C, long day of 16 hours, high population density and leaf sheath of rice plant after heading as larval food. All of the retarded eggs were at the stage of yellow spot.