

広島県立農業試験場報告 第13号

セジロウンカ及びトビイロウンカの
越冬並びに休眠に関する研究

三宅 利雄・藤原 昭雄

STUDIES ON THE HIBERNATION AND DIAPAUSE OF THE
WHITE BACK PLANTHOPPER, *SOGATA FURCIFERA*
HORVÁTH, AND THE BROWN PLANTHOPPER,
NILAPARVATA LUGENS STÅL

BY

TOSHIO MIYAKE AND AKIO FUJIWARA

Bulletin of Hiroshima Agricultural Experiment Station

No. 13 Saijo, Hiroshima Prefecture, Japan

March 1962

セジロウンカ及びトビイロウンカの越冬
並びに休眠に関する研究

三宅 利雄・藤原 昭雄

Studies on the Hibernation and Diapause of the White Back
Planthopper, *Sogatia furcifera* HORVÁTH, and the
Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL

By

Toshio MIYAKE and Akio FUJIWARA

Bulletin of Hiroshima Agricultural Experiment Station
No. 13 Saijo, Hiroshima Prefecture, Japan
March 1962

序

我が国稲作上の一大害虫であるウンカについては、全国各地で幾多の輝かしい調査、研究が行なわれてきたが、その越冬経過については、大正12年（1923）村田藤七氏がその調査に着手されて以来、各地の大学或は試験研究機関で、それぞれ貴重な調査、研究が行なわれてきたにもかかわらず、杳としてその実体がつかめずに、ながく学界のなぞとされていた。当场においても、昭和26年以来、農林省助成のもとに、病虫害科長三宅技師が主となり藤原技師とともに、この解明に従事し、すでに数回にわたって、研究経過を報告してきたが、今回いよいよ、ウンカの寄主転換ひいてはその越冬状態を明らかにすることを得たので、ここに従来の報告をも含めて研究経過を発表することとした。

本報告が、今後のウンカ研究を一層進展させるための、一つの拠点となることを念願してやまないものである。

終りに本研究を行なうに当って、絶えざる御指導御援助をいただいた、農林省前植物防疫課長堀正侃氏をはじめ、各関係官、並びに各試験研究機関の関係諸係官に厚く謝意を表する次第である。

昭和37年3月

広島県立農業試験場長

石 井 辰 美





目 次

序	文	1
緒	言	1
第1章	セジロウンカ	1
第1節	セジロウンカの水田における発消長	2
第2節	秋期におけるセジロウンカの発生推移	3
第3節	雌長し型発現の原因	4
	(1) 飼料及び密度と長し型の発現	5
	(2) 雑草飼育及び2.4-D処理と長し型の発現	6
第4節	セジロウンカの耐寒性	7
	(1) -4°Cにおける耐寒性	7
	(2) 0°C, 3°C及び7°Cにおける耐寒性	7
	(3) 産地別ウンカ間の3°Cにおける耐寒性	9
	(4) 産地別ウンカ間の自然温における耐寒性	10
第5節	セジロウンカの寄主選択	11
	(1) 稲から夏草雑草(イヌビエ)へ寄主の選択	12
	(2) 冬草へ寄主の選択	13
	(3) 冬草から夏草(稲)へ寄主の選択	14
第6節	セジロウンカの毒性の地域差	17
第7節	セジロウンカの産卵前期間と休眠との関係	18
	(1) 稲飼育の場合	18
	(a) 産卵前期間に関する実験	18
	(b) 休眠卵発現の有無	18
	(2) イヌビエ飼育の場合	18
	(a) 産卵前期間に関する実験	18
	(b) 休眠卵発現の有無	19
第8節	セジロウンカの休眠卵発現の環境	21
第9節	セジロウンカ休眠卵の越冬状況及び胚子発育状況	24
第10節	セジロウンカの周年経過	25
	(1) 稲へと寄主を選んだ場合	25
	(2) 雑草における場合	25
第2章	トビイロウンカ	27
第1節	トビイロウンカの水田における発消長	27
	(1) トビイロウンカの水田における初期発生	27
	(2) トビイロウンカの水田における年間の発消長	28
	(3) 秋期におけるトビイロウンカの発消長	29
第2節	雌長し型発現の原因	30
	(1) 雑草で育った場合の長し型の発現	30
	(2) 稲で育った場合の長し型の発現	31
	(a) 生息密度と雌長し型の発現	31
	(3) 稲の生育時期別による長し型の発現	32
	(a) 稲葉飼育の場合	32
	(b) 稲葉鞘飼育の場合	33
	(4) 稲の量と長し型の発現	34
	(5) 稲の部位による長し型発現の差	34
	(6) 施肥料と長し型の発現	37
	(7) 日長と長し型の発現	38
	(8) 休眠及び非休眠の長し型発現への影響	38
	(9) し型決定の刺激を感受する時期	38

第3節 トビイロウンカの稲への寄生状況	40
(1) ほ場における場合	40
(2) 室内実験の場合	41
第4節 秋のトビイロウンカの生態の変化	41
(1) 寄生部位の変化	42
(2) 絶食生存日数の変化	42
(3) 産卵前期間の変化	44
(4) 秋のトビイロウンカの蔵卵状況	45
第5節 秋期における寄主転換(稲から雑草へ)	46
第6節 トビイロウンカの耐寒性	46
(1) 移住型と普通型の比較	47
(2) トビイロウンカ幼虫の0°C及び7°Cにおける耐寒性	48
第7節 幼虫時代の生育環境条件と休眠卵の発現	48
(1) 移住型及び普通型による休眠卵の発現	49
(2) 飼育環境の差による休眠卵の発現	50
(3) 移住型羽化後の寄主による休眠卵発現の解消	51
(4) 幼虫時代の環境条件と休眠卵の発現	54
(5) 日長及び温度と休眠卵の発現	55
第8節 春季におけるトビイロウンカ休眠卵の発育状況	56
第9節 トビイロウンカ春季の寄主選択	58
第10節 トビイロウンカの周年経過	58
第3章 考 察	62
要 約	65
引 用 文 献	65
英 文 要 約	67
函 版	

広島県立農業試験場報告

昭和 37 年 3 月 25 日 印刷

昭和 37 年 3 月 31 日 発行

編集兼発行者 広島県立農業試験場
広島県賀茂郡西条町

印刷所 大学印刷株式会社
広島市空鞆町 111

Contents (Continued from the first cover page)

(3) Effect of rice plants at various developmental stages on the appearance of macropterous females	32
(a) In the case of rearing on the leaf blades of rice plants	32
(b) In the case of rearing on the sheaths of rice plants	33
(4) Effect of the amount of food plant on the appearance of macropterous females	34
(5) Effect of the different parts of rice plant on the appearance of macropterous females	34
(6) Effect of the rice plants supplied various fertilizers on the appearance of macropterous females	37
(7) Effect of the day length on the appearance of macropterous females	38
(8) Effect of diapause on the appearance of macropterous females	38
(9) Stage of larval development in which the appearance of macropterous females is determined	38
3. Distribution of the brown planthopper on rice plants	40
(1) Investigation in the paddy field	40
(2) Investigation in the laboratory	40
4. Ecological characteristics of the brown planthopper in autumn	41
(1) Distribution of the brown planthopper on rice plants	41
(2) Longevity of adults not supplied food	42
(3) Pre-ovipositional period	42
(4) Number of adults with immature ovaries in autumn	44
5. Host plant alternation of the brown planthopper	45
6. Cold-hardiness of the brown planthopper	46
(1) Comparison of the cold-hardiness of the migratory form and the normal form	46
(2) Cold-hardiness of the larvae at 0°C and 7°C	47
7. Relation between the environmental conditions during the larval period and the appearance of diapausing eggs of the brown planthopper	48
(1) Comparison of diapause of eggs which were laid by the migratory adults and the normal adults	48
(2) Relation between the rearing conditions and the appearance of diapausing eggs	49
(3) Diminishing of diapause in eggs laid by the migratory adults which were reared on rice seedlings	50
(4) Relation between the environmental conditions and the appearance of diapausing eggs	51
(5) Relation between the temperature and day length and the appearance of diapausing eggs	54
8. Hibernation and embryonic development of diapaused eggs of the brown planthopper	55
9. Host plant preference of the brown planthopper in spring	56
10. Life-cycle of the brown planthopper	58
III. Discussion and conclusion	58
Summary	62
Literature cited	65
English Summary	67
Plates	

Contents

	Page
Introduction	1
I. White back planthopper	1
1. Seasonal fluctuation of the population density of the white back planthopper in the paddy field	2
2. Reduction of the population density of the white back planthopper in the paddy field during autumn	3
3. Experiments on the appearance of macropterous females of the white back planthopper	4
(1) Effect of food plant and population density on the appearance of the macropterous females	5
(2) Effect of weeds treated with 2,4-D on the appearance of macropterous females	6
4. Cold-hardiness of the white back planthopper	7
(1) Cold-hardiness of the larvae at -4°C	7
(2) Cold-hardiness of the larvae at 0°C , 3°C and 7°C	7
(3) Cold-hardiness of the larvae of different localities at 3°C	9
(4) Cold-hardiness of the larvae of different localities during the winter	10
5. Host plant preference of the white back planthopper	11
(1) Host plant preference in early autumn	12
(2) Host plant preference in late autumn	13
(3) Host plant preference in spring	14
6. Local differences between white back planthopper races	17
7. Relation between the length of the pre-ovipositional period and the induction of diapause	18
(1) In the case of rearing on seedling of rice plants	18
(a) Experiment on the length of the pre-ovipositional period	18
(b) Appearance of diapausing eggs	18
(2) In the case of rearing on weeds	18
(a) Experiment on the length of the pre-ovipositional period	18
(b) Appearance of diapausing eggs	19
8. Relation between the environmental conditions and the appearance of diapausing eggs	21
9. Hibernation and embryonic development of diapaused eggs of the white back planthopper	24
10. Life-cycle of the white back planthopper	25
(1) Life-cycle on rice plants	25
(2) Life-cycle on weeds	25
II. Brown planthopper	27
1. Seasonal fluctuation of the population density of the brown planthopper in the paddy field	27
(1) Early appearance of the brown planthopper in the paddy field	27
(2) Seasonal fluctuation of the population density of the brown planthopper in the paddy field	28
(3) Reduction of the population density of the brown planthopper in the paddy field during autumn	29
2. Experiments on the appearance of macropterous females of the brown planthopper	30
(1) Effect of weeds for food plant on the appearance of macropterous females	30
(2) Effect of rice plants for food plant on the appearance of macropterous females	31
(a) Relation between the population density and the appearance of macropterous females	31

(Continued on the second cover page)

緒 言

セジロウンカ (*Sogatia furcifera* HORVÁTH) 及び トビイロウンカ (*Nilaparvata lugens* STÅL) の越冬が不明であることがわかったのは、村田藤七氏が1923年四日市植物検査所で、セジロウンカ及びトビイロウンカの研究を開始してからである。すなわち村田、平野 (1929) は始めてセジロウンカ及びトビイロウンカの越冬について、1923年以来調査したが不明であると発表した。それ以後ウンカの大発生都度越冬問題が論議され、学会におけるなぞの一つとして推定に基づく論議がくり返えされた。たとえば村田、平野 (1929) による一般越冬の否定、すなわちセジロウンカ及びトビイロウンカは休眠性がなく冬期自然の低温によって死滅するものであり、冬期飼料となる寄主植物もなく、5月までは水田では発見し得ないとして、長距離の移動を考えていたようである。これに対して江崎、橋本 (1930) は「本種の越冬状態については従来の飼育試験が尽く失敗に帰した為、未だこれを闡明するに至らず、為に海外より毎年移入し来るものとの想像を逞しうするもの有り」と雖も此の如きは到底想到することを得ず」と述べている。平野 (1933) は本邦南部地方の梅雨とウンカ発生との関係を述べて移動説を暗示した。江崎等のウンカに関する農林省の委託研究が1929年から行なわれたが、その目的の一つにセジロウンカ及びトビイロウンカの越冬状況の究明があったものと聞いている。筆者の一人三宅 (1932) はヒメトビウンカ (*Delphacodes striatella* FALLÉN) は日長効果によって休眠するが、セジロウンカ及びトビイロウンカは休眠しないとした。村田、平野 (1929) がセジロウンカが休眠しないとしたのは三宅 (1932) のヒメトビウンカに関する研究が進行中であつた事実を知っていたからである。平野 (1941) は九州の梅雨と本州のセジロウンカの発生とが関係あるとして、6月下旬西南九州の梅雨の多い年は本州にこのウンカの発生がすくなく、これは日本における第一次発生源が梅雨によっておさえられるものと考えて移動説を始めて公表した。平野 (1942) は再び「昆虫の越冬の如き温度降下の為に起こる当然の自然現象として単に片附けられた当時としては江崎等 (1930) の説は常識的であるが、休眠性もなく耐寒性も弱いウンカが北海道に越年するとは超常識的な説明をなさなければならぬ、もしそうでないならば津軽海峡を越えるだけの移動は認めなければならぬ」と述べている。野村 (1948) は平野の移動説を台風によるウンカの移動と解してこれを否定した。これに対して平野 (1949) は台風前にセジロウンカが水田にいることは、しばしば公表しているとして野村の説を訂正した。一方湯浅 (1953) は「私は遠距離移動説否定者の第一人者にあげられて色がつき過ぎていふに思われているが、もともと明瞭であつたわけではない、ただ足もとをかためずに飛來說を唱えることは論理不十分で不満であつた……」と述べている。湯浅等 (1942) によるウンカの越冬調査もこの足もとをかためるための調査であつたようである。筆者の一人三宅も当時しばしば湯浅氏から山形県においてはセジロウンカの発生の「つぼ」があり、その附近に越冬の場所があるだろうとの想像を聞かされていた。村田、平野 (1929) による野外及び室内調査、その後村田 (1941) によつてもあるいは、福岡、上村 (1941) による越冬調査、江崎、鮫島 (1940) による調査においても越冬の確認されたものはなかつたが、当時わが国にはウンカの越冬に関して長距離移動説と一般越冬説 (つぼ説) とが相対してあつたと考えられる。その後世界第二次大戦によりこの方面の研究はなかつたようであるが、1950年、当時の農林省植物防疫課長堀正侃氏の熱心な主張にもとづき、1951年より農林省の企画のもとに発生予察特殊調査として発足し、九州農試を始め鹿児島、宮崎、福岡、広島、神奈川、山形などの各農業試験場で研究が実施され、数々の貴重な成績が得られた。筆者等は主として実験研究によりセジロウンカ及びトビイロウンカの越冬を究明せんとして、1951年以来研究を継続し両種ともに寄主を変え休眠することを知り得た。ここに従来断片的に報告してきたものを取りまとめ最近の研究結果を加えて報告する。本文に入るに先だちこの研究を行なうにあたって御懇切な配慮をかたじけなくした前植物防疫課長、現農薬検査所長堀正侃博士、現植物防疫課長石倉秀次博士、前同課防疫班長飯島鼎技官、及び同課発生予察係長飯塚慶久技官、研究上数々の御指導を得た農林省農業技術研究所昆虫科長深谷昌次博士及び九州農業試験場の末永一博士、協同研究の立場から色々の資料を頂いた。鹿児島県農業試験場の糸賀技師、福岡県農業試験場の立石技師、神奈川県農業試験場の竹沢技師、山形県農業試験場の花岡技師、また本文の図版を執筆して頂いた当場中沢技師に厚く感謝の意を表す。

第 1 章 セジロウンカ

ウンカ越冬問題の研究が1951年大きな規模で開始され、先づ研究の方向として取りあげられたのは、移動説の存否と一般越冬の問題であつた。糸賀 (1956) 等によつて移動説に関する調査が行なわれる一方、山野

における調査も行なわれ、山形県地方における仲野、花岡 (1956)、福岡県における立石 (1956)、鹿児島県における米賀等 (1956) によるものなどがこれである。移動説は肯定される資料が得られなかったが、山形、福岡、鹿児島を始めとし、秋田、北海道では、1958年セジロウカ成虫が広く山野で採集されることがわかった。従って移動に関する研究は中止され、専ら山野における調査が数年間続行された。1953年2月山形県で雪の下でセジロウカ幼虫が採集されたことが記録 (1956) されたが、それは1961年10月6日ウンカに関する打合せ会議で花岡技師によって誤りであったと訂正された。その後最近までは越冬が確認されるまでには至らなかった。一方筆者等は実験生態学的立場から、セジロウカの生態を実験によってひとつひとつ確めて行く方法を取り山野における調査は重視しなかった。末永による水稻栽培の行なわれない離島でのセジロウカの採集、北海道においても深い山中でセジロウカが採集されたことなどは休眠越冬を考えざるを得ない筈である。それ故に暖かい場所で越冬するであろうとの仮定に基づき山野でのセジロウカの越冬の調査に対しては筆者等は疑問を抱いていた。従ってこのウンカの休眠を解くことは越冬状況を明らかにするものと考え、研究を継続して来た。以下得た結果を述べることにする。

第1節 セジロウカの水田における発生消長

1958年のセジロウカの大発生年に無防除田である予察田で年間の発生消長を5日置きに払落し法により調べた結果、密度の動き及び雌長し型の状況は第1表のようである。

第1表 水田における発生消長

Table 1 Seasonal fluctuation of the population density of the white back planthopper in the paddy field. (Hatsukaichi-cho, Sackigun, Hiroshima Prefecture, 1958)

Date of investigation	No. of plants investigated	No. of larvae	No. of adults				No. of planthoppers per 100 plants	Percentage of macropterous females
			♂ M	♂ B	♀ M	♀ B		
July 1	600	0	9	0	11	0	3	100
July 5	600	0	12	0	42	0	9	100
July 10	400	0	106	0	359	0	116	100
July 15	400	0	0	0	78	0	20	100
July 21	400	336	0	0	0	0	84	0
July 25	80	759	0	0	0	0	949	0
Aug. 1	80	620	79	0	28	12	924	70
Aug. 5	40	22	20	0	49	215	765	18
Aug. 10	40	1,891	39	0	26	44	5,000	37
Aug. 15	40	11,070	4	0	14	4	27,730	78
Aug. 20	40	13,040	35	0	18	0	32,733	100
Aug. 25	40	118	154	0	260	2	1,335	99
Sept. 1	40	1	0	0	0	0	3	0

M denotes the macropterous form and B the brachypterous form.

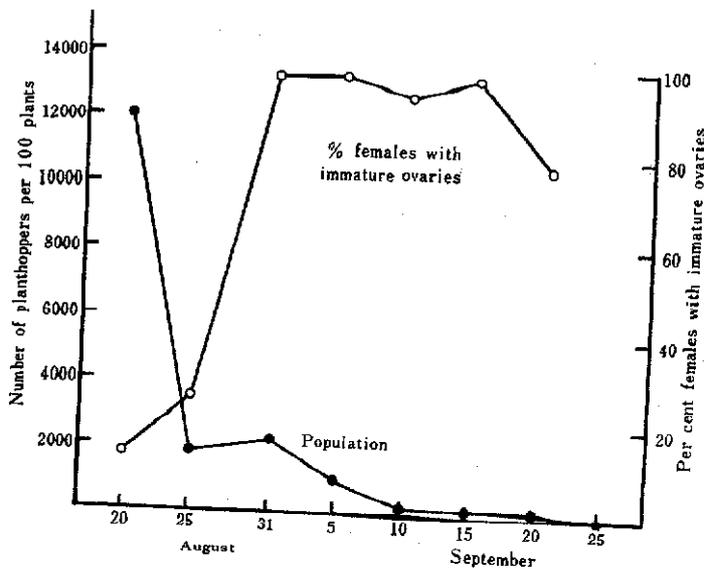
第1表及び第1図に見られるように水田における初期発生は長し成虫で始まる。これはセジロウカが水田以外から飛来して来たことを示すものである。この成虫の産んだものが成虫となるのは8月上旬であるが、このとき雌の多くは短し型となる。第1表の8月1日の調査では雌の長し型% (♀M%) が70%に及んでいるが、7月下旬ふ化の幼虫はまだ成虫となる時期ではなく、水田以外から飛来したものと考えられる。この現象は、1960年においても同様である。8月中旬まで雌は長短し型の両型がいるが8月下旬となるとほとんど長し型となり、この時期から水田のセジロウカの密度は急激に減少して (第2表) 9月中旬には水田にいない。当時の稲は出穂直後のものでセジロウカの生息に不適當のようには考えられない。この雌長し型が越冬に対して生態上意味あるものと考えられる。第1表に示すように雄は常に長し型であって、雄の

第2表に示したようにセジロウンカは8月第5, 第6半旬から急激に水田には見られなくなる。これはセジロウンカがいずれかへ移行するものと考えられる。この当時、予察灯へ大量に飛来することも一般に知られている。

第3表 初秋予察灯に飛来した成虫の蔵卵状況 (1960)

Table 3 Number of females with immature ovaries attracted by the light trap set up in the paddy field in early autumn, summed up every five days. (Yoshida-cho, Takada-gun, Hiroshima Prefecture, 1960)

Date of investigation	No. of females with mature ovaries	No. of females with immature ovaries	Percentage of females with immature ovaries
Aug. 16-20	862	124	13
21-25	432	153	26
26-31	5	1,695	99
Sept. 1-5	7	658	99
6-10	57	919	94
11-15	1	42	98
16-20	18	63	78



第2図 秋期ほ場密度の減少と無蔵卵成虫の発生
Fig. 2 Reduction of the population density per 100 plants in the paddy field and number of females with immature ovaries attracted by the light trap set up in the paddy field in early autumn. (Yoshida-cho, Takada-gun, Hiroshima Prefecture, 1960)

考 察

第2図は第2表に示した吉田町で8月末から9月にかけてほ場密度の減少に反して無蔵卵成虫の増加を示している。このことは8月末から9月初旬に、ほ場から予察灯へ飛来したものは羽化後間もないものであるか、或は羽化後産卵前期間が長く蔵卵していないものであることを示し、8月中旬に予察灯に飛来したものは多く蔵卵している。この両者を比較して考えると、8月末から9月にほ場から飛び立つセジロウンカはいづれかへ飛行して産卵し水田に定着しないものと考えられる。

第3節 雌長し型発現の原因

水田における初期発生は長し型に始まり、8月下旬の長し型は水田から姿を消すものである。この長し型

の発生原因についてまず検討を行なった。

(1) 飼料及び密度と長し型の発現

実験方法 ふ化当日より 25cc の試験管に一定の飼料と一定数のウンカを収容し成虫となるまで飼育した。第4表中の稲苗とは、シャーレー内で発芽させた無肥料の稲苗で、第5表中の稲葉又は稲葉鞘とは栽培中の農林18号を用いた。第4表の実験は 1950~51 年の実験であり、冬期は 25°C、夏季は自然温で飼育した。第5表の実験は 1953年及び 1961年の実験で自然温下で行なったものである。

試験成績

第4表 飼料の量及び密度と長し型の発現

Table 4 Effect of the larval density and food plant during larval period on the appearance of macropterous females of the white back planthopper 1950~'51

Food plant	Larval density per rice seedling	Date of hatching	♂M	♀M	♀B	♀M%
Seedling of rice plant 10 cm long	1	1950 Nov. 20	207	123	106	54
		1951 Mar. 23				
June 12-14						
do	2	1951 Mar. 22	154	126	23	85
		1951 June 10				
		1951 July 11				
do	3	1951 Jan. 11	149	134	9	94
do	4	1951 Dec. 1	74	85	6	93
do	5	1951 Jan. 17	86	109	2	98
do	8	1951 Mar. 28	92	84	0	100
Seedling of rice plant 1.5 cm long	1	1951 Feb.-July	608	454	107	81
do	2	1951 Feb. 10-14 Mar. 20	267	229	17	93
do	3	1951 Nov. 1	209	180	6	97
do	8	1951 Mar. 28	54	30	0	100

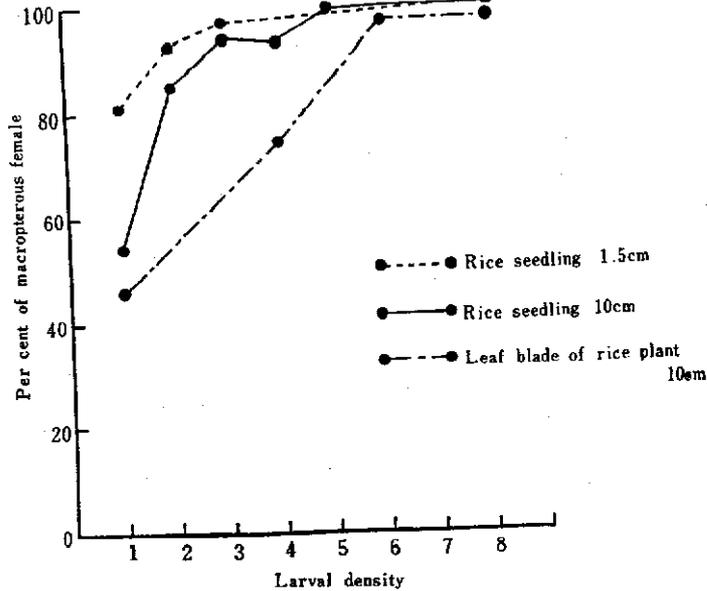
Seedlings of rice plant which grew about 10 cm long in petri dishes, were used as food plants and the larvae were reared under a constant temperature of 25°C in the experiments during the winter and under a natural temperature in the experiments during the summer. The food plant was renewed every few days.

第5表 飼料の質と長し型の発現

Table 5 Effect of different parts of rice plant on the appearance of macropterous females of the white back planthopper. 1953, 1961

Food plant	Larval density per food plant	Date of hatching	♂M	♀M	♀B	♀M%
Leaf blade of rice plant 10 cm long	1	1953 July-Sept.	272	155	184	46
do	4	1953 July 23 July 29	138	86	30	74
do	6	1961 Aug. 22	67	59	2	97
do	8	1961 Aug. 22	46	49	2	96
Leaf sheath of rice plant 10 cm long	1	1953 June-Sept.	131	111	17	87
do	4	1953 July 27-30	95	78	0	100

The rice plants under growth in the paddy field were used as food plants and the larvae were reared under natural temperature and day-length conditions.



第3図 飼料及び密度と長し型の発現
 Fig. 3 Percentage of the macropterous females of the white back planthopper obtained from the experiments shown in Table 4 and 5.

考 察

第4表及び第3図によれば、飼料に稲苗を用いた場合一定の苗に対しては虫数の多い程、虫を基準として考えれば苗の小さい程雌の長し型の発生が多い。第5表によれば稲葉飼育より稲葉鞘飼育の方が長し型の発現が多い。第1表に示した初期飛来成虫を除いては、ほ場密度の増加にともなって雌の長し型が多くなる現象は一応密度の増加に基づくものと考えられるが、それにもなう栄養摂取量の不足に基づくものと考えられる。飼料不足によって長し型となり秋のセジロウカは新しい寄主を求めて移行すると推定するならばまことに好都合であるが、これは別の実験により論議を行ないここでは長し型は密度増加による栄養摂取量の不足に基づいて起こるものであろうとしておく。

(2) 雑草飼育及び2,4-D処理と長し型の発現

水田に現われる初期のセジロウカはすべて長し型であって、これは水田以外から来るものであるからそれまで雑草に育ったものと推定せざるを得ない。そこで冬期の産卵寄主（このことは後で述べる）であるスズメノカタビラ (*Poa annua* L.) 及びスズメノテッポウ (*Alopecurus platensis* L.) を用いて長し型の発現を調査した。

実験方法

2,4-D処理飼料は給与前日に採集し50% 2,4-D 酸5gを水10lに溶かしたものを十分散布しておいて24時間後から飼料とした。無処理の飼料は2,4-D処理のため採集したものをを使用した。飼育容器は25ccの試験管でこれに所定数のふ化幼虫を入れ寄主各1本を入れ羽化するまで25°Cで飼育した。結果は次の第6表のようである。

実験成績

第6表 スズメノカタビラ及び2,4-Dと長し型の発見 1952
 Table 6 Effect of annual meadow grass (*Poa annua* L.) and meadow foxtail (*Alopecurus platensis* L.) sprayed 2,4-D on the appearance of macropterous females of the white back planthopper 1952

Food plant	Larval density per food plant	Spraying of 2,4-D	Date of hatching	♂M	♀M	♀B	♀M%	Mortality %
Annual meadow grass at the stage of vegetative growth	1	No spraying	Jan.	57	39	7	85	6

do	1	Spraying	do	47	24	19	56	31
do	3	No spraying	do	108	123	10	92	24
do	3	Spraying	Feb.	111	91	25	78	12
Annual meadow grass at the stage of reproductive growth	1	No spraying	May	25	28	0	100	58
do	1	Spraying	do	28	22	0	100	38
do	3	No spraying	do	54	40	0	100	36
Meadow foxtail at the stage of vegetative growth	1	No spraying	Mar.	68	40	1	98	23
do	3	No spraying	do	84	36	1	100	—
do	1	Spraying	Apr.	13	7	0	100	87
do	3	Spraying	do	11	8	0	100	81
Seedling of rice plant	3	No spraying	Feb.	82	71	7	91	1

The weeds, which were sprayed 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) solution (5 g 50 percent 2,4-D per 10 l of water), were used for food plant. The larvae were reared under a constant temperature of 25°C.

考 察

第6表によればスズメテッポウ及び生殖成長のスズメノカタビラで飼育した場合は、雌はほとんど長し型となって6月セジロウンカが雑草で育つと仮定すれば6月末の水田へ飛来するセジロウンカが春、冬草で育つたものではないかとの推定も一応なりつつ、末永等(1952)も同様に雑草飼育は長し型の多いことを述べている。栄養成長時代のスズメノカタビラに、2,4Dを処理することによって長し型を減少することは、稲に2,4-Dを使用した場合蛋白質の増加に基づいてニカメイチュウの歩どまりが多くなったものと弥富、杉野(1952)は考えている。又三宅(1952)も2,4-D使用によってニカメイチュウの歩どまりをよくし、セジロウンカ及びトビイロウンカの短し型を増加させることを報じているが、このスズメノカタビラの場合も稲の場合と同様に解される。生殖成長のスズメノカタビラ及びビスズメノテッポウでは短し型となるべき栄養の絶対量の不足によって2,4-Dの処理によっても短し型とはならないものと考えられる。

第4節 セジロウンカの耐寒性

セジロウンカ幼虫の耐寒性がどの程度か又各地産ウンカ間の耐寒性に差があるかどうかを、幼虫越冬に関する資料を得んとして次のような方法で調査した。

(1) -4°Cにおける耐寒性

広島県産セジロウンカふ化幼虫を、稲苗を飼料として20°C中で飼育、3令になった幼虫を材料として1952年2月8日実験を行なった。すなわち20°C中の3令幼虫を順次温度を下げつつ(13°C30分、4°C90分)-4°Cまで下げた後、この中に18分間おいた後、今度は順次温度を上げながら(4°C30分、13°C60分、20°C60分)20°Cにもどした後幼虫の生死を調べた結果、総虫数108頭中、死虫数102頭、死虫率94%を得た。

(2) 0°C, 3°C及び7°Cにおける耐寒性

実験方法

0°Cの場合、ふ化より3令まで稲苗で20°Cで飼育した幼虫を12°C60分、7°C30分、3°C30分と温度を下げ0°Cにおいて表示する時間に死虫数を調査した。実験は1952年2月8日開始した。

3°Cの場合、前同様3令まで稲苗で飼育した幼虫を15°C120分、9°C120分、6°C120分と温度を下げ次に3°Cにおいて表示する時間に死虫数を調査した。実験開始1952年2月4日。

7°Cの場合、前同様3令まで20°Cで飼育した幼虫を17時間30分16~18°C、其の後順次温度を下げ3時間30分で7°Cに達せしめた後7°Cにおき表示する時間に死虫数を調査した。実験開始1953年5月20日。

調査成績

第7表 セジロウンカの0°Cにおける耐寒性

Table 7 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the white back planthopper at the temperature of 0°C

Hours exposed to 0°C	No. of larvae died	Mortality %
18	5	3
45	32	19
68	43	40
94	49	65
118	39	84
137	25	97
166	7	100

This experiment was commenced on February 8, 1952.

第8表 セジロウンカの3°Cにおける耐寒性

Table 8 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the white back planthopper at the temperature of 3°C

Hours exposed to 3°C	No. of larvae died	Mortality %
24	8	8
43	5	13
68	10	22
96	31	52
116	15	67
142	15	82
169	14	95
190	4	99
209	0	99
234	1	100

This experiment was commenced on February 4, 1952.

第9表 セジロウンカの7°Cにおける耐寒性

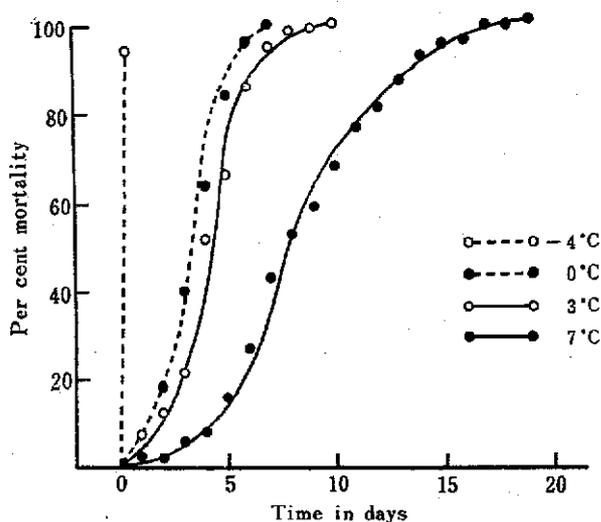
Table 9 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the white back planthopper at the temperature of 7°C

Days exposed to 7°C	No. of larvae died	Mortality %
1	0	0
2	2	2
3	4	6
4	2	8
5	8	16
6	11	27
7	16	43
8	10	53
9	6	59

10	9	68
11	9	77
12	4	81
13	6	87
14	6	93
15	2	95
16	1	96
17	3	99
18	0	99
19	1	100

This experiment was commenced on May 20, 1953.

第7～9表及び第4図に示すように 0°C 乃至 7°C の範囲ではセジロウンカ3令幼虫は生存を全うするものでないことがわかった。これは休眠しない幼虫が冬期の自然低温において越冬を全うし得ないことを示す一資料と考えられる。



第4図 セジロウンカ3令幼虫の各温度における死虫率

Fig. 4 The accumulated mortality curves of the the 3rd instar larvae of the white back planthopper exposed to various temperatures

(3) 産地別ウンカ間の 3°C における耐寒性

実験方法

広島、鹿児島及び秋田県産のセジロウンカふ化幼虫を稲苗で 25°C において飼育し3令になった幼虫を、その後自然温中に48時間おいた後3°C中に移し一定時間毎の死虫数を調査した。実験開始、1954年11月11日、結果は第10表のようである。

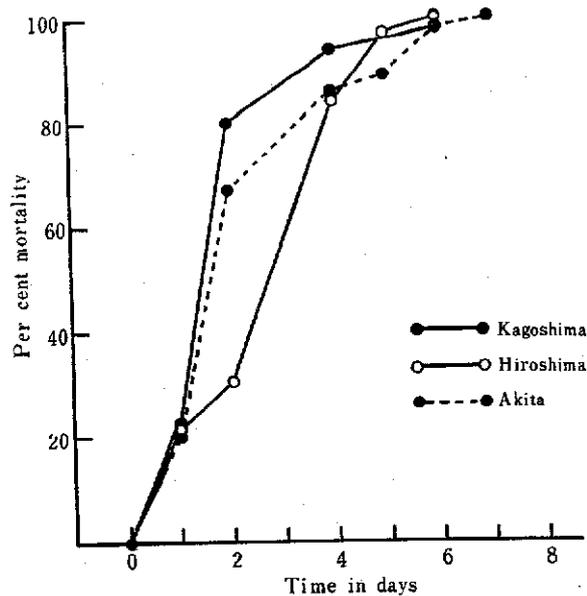
第10表 産地を異にするセジロウンカの 3°C における耐寒性

Table 10 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the white back planthopper of different districts at the temperature of 3°C

Hours exposed to 3°C	Hiroshima-ken		Kagoshima-ken		Akita-ken	
	No. of larvae died	Mortality %	No. of larvae died	Mortality %	No. of larvae died	Mortality %
24	7	21	11	22	10	20
48	3	30	29	80	23	67
96	18	85	7	94	9	86
120	4	97	1	96	2	90
144	1	100	1	98	4	98
168			1	100	1	100

This experiment was commenced on November 11, 1954.

上表の結果は日本における北部及び南部のセジロウンカ幼虫も同様に耐寒性の弱いことを示している。



第5図 産地を異にするセジロウンカ3令幼虫の3°Cにおける死虫率

Fig. 5 The accumulated mortality curves of the 3rd instar larvae of the white back planthopper in different localities, Hiroshima, Kagoshima and Akita Prefecture, at 3°C.

(4) 産地別ウンカ間の自然温における耐寒性

実験方法

前実験と同様の方法で3令になった幼虫を2日間15°Cにおいた後、1954年11月18日より自然温中におき死虫数の調査を続けた。結果は第11表のようである。最低気温は第12表に示す。

第11表 産地を異にするセジロウンカの自然温中における耐寒性

Table 11 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the white back planthopper of different districts under air temperature during winter 1954

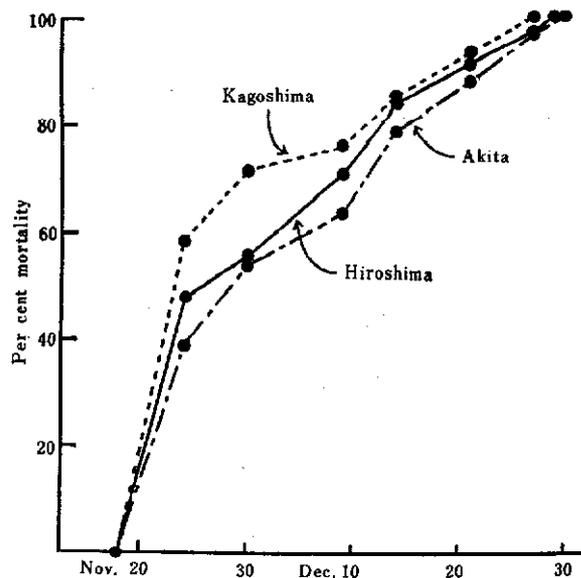
Date of investigation	Hiroshima-ken		Kagoshima-ken		Akita-ken	
	No. of larvae died	Mortality %	No. of larvae died	Mortality %	No. of larvae died	Mortality %
Nov. 18	0	0	0	0	0	0
24	18	47	27	59	13	36
30	3	55	6	72	5	50
Dec. 9	6	71	2	76	3	59
14	5	84	4	85	5	73
21	3	92	4	93	3	81
27	2	97	3	100	3	89
29	1	100			3	97
30					1	100

第12表 最低気温表

Table 12 Minimum air temperature during experimental period 1954

Date	Average minimum temperature °C	Date	Average minimum temperature °C
Nov. 16-20	5.8	Dec. 11-15	-2.2
21-25	5.4	16-20	-2.0
26-30	6.0	21-25	-3.6
Dec. 1-5	3.1	26-31	-2.6
6-10	4.4		

第11表の結果は自然温においてセジロウンカ3令の各地産のものが11~12月の低温においては生存し得ないことを示した。



第6図 産地を異にするセジロウンカ3令幼虫の自然温における死虫率

Fig. 6 The accumulated mortality curves of the 3rd instar larvae of the white back planthopper in different localities, Hiroshima, Kagoshima and Akita Prefecture, under air temperature during winter

考 察

以上の成績から7°Cにおいて、セジロウンカの3令幼虫では実験温度においてから15日間でほとんど死滅してしまうことがわかる。更に低温中においた場合生存を全うし得ないことが明らかとなった。勿論各態の耐寒性についての実験も必要であるが、休眠しない時代のものとしては当然のことと考えられ、保温された場所がない限りセジロウンカの幼虫3令では越冬しないと考えられる。又休眠しない限り卵、成虫などでも極端に耐寒性が強くなるとも考えられない。

第5節 セジロウンカの寄主選択

8月末から9月に水田から姿を消して行くセジロウンカは、第3表に示したように無蔵卵のものが予察灯に飛来する。これは何れかへ移行するものと考えられるが、この当時はまだ冬草もなく直ちに休眠に入るものとは考えられない。そこで稲以外の夏草に寄主を変えるものではないかとイヌビエ (*Panicum Crusgalli* L. var. *submutica* Mcy.), ケイヌビエ (*Panicum Crusgalli* L. var. *echinata* Makino.), タイヌビエ (*Panicum Crusgalli* L. var. *hispidulum* Haok.)などを材料として稲と比較調査を行なった。

(1) 稲から夏草雑草(イヌビエ)へ寄主の選択

実験方法

稲苗で飼育中のセジロウンカのふ化幼虫を25ccの試験管に入れ稲苗で個体飼育又は出穂稲葉鞘で集合飼育(25cc試験管20頭)、日長を長日(18時間明、6時間暗)又は短日(自然日長)とし自然温で飼育した。この成虫となったものを35cc試験管中に稲苗3本とイヌビエ1本を入れたものの中に♀♂1対を収容して一定期間後に寄主を割って産卵数を調査した。その結果は第13表のようである。又1960年稲苗で飼育中のセジロウンカ成虫を用いて、稲、イヌビエ、ケイヌビエ、タイヌビエ間への産卵を再び調査をした。実験方法は前と同様である。結果は第14表に示す。

第13表 稲から夏草への寄主選択 I 1959

Table 13 Oviposition preference of white back planthopper adults for seedling of rice plant (*Oryza sativa* L.) and barnyard grass (*Panicum Crusgalli* L. var. *submutica* Mey.) from August to September I. 1959

Food plant	Rearing conditions during larval period		Date of hatching	Date of emergence	Date of oviposition parents used	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on			
	Larval density	Day-length					Seedling of rice plant %	Barnyard grass %		
Seedling of rice plant	1	Natural	Aug. 11-15	Aug. 23-27	Aug. 28-Sept. 8	8	3	1	208	99
Leaf sheath of rice plant after heading	20	do	Aug. 1-3	Aug. 14-17	Aug. 20-29	10	10	4	264	96
Seedling of rice plant	1	*Long day	Sept. 11	Sept. 23-25	Oct. 1-9	20	59	7	825	93
do	1	Natural	Sept. 12-13	Sept. 23-26	Sept. 28-Oct. 9	20	47	6	804	94

* 16 hours illumination by 60 Watt electric light per day was given in long day.

The two kinds of host plants were put into a glass tube together and the one pair of the newly emerged adults was confined in it. After several days the number of eggs laid on each host plant was recorded.

第14表 稲から夏草への寄主選択 II 1960

Table 14 Oviposition preference of white back planthopper adults for seedling of rice plant and summer weeds from August to September II. 1960

Food plant	Rearing conditions during larval period		Date of hatching	Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on							
	Larval density	Day-length				Seedling of rice plant	Panicum Crusgalli L. var. submutica % MEY	Panicum Crusgalli L. var. echinata % MAKINO	Panicum Crusgalli L. var. hispidulum % HAOK				
5 seedlings of rice plant	10	Natural	Aug. 14-15	Aug. 31-Sept. 3	15	45	7	560	93	—	—	—	—
do	10	do	Aug. 18-20	Sept. 6-9	10	—	—	289	81	66	19	0	0

For the experimental methods see Table 13.

考 察

第13表に示すように幼虫時代に稲苗で育っても出穂稲で育っても、高密度で育っても、又長日、短日の差

に関係なくほとんどイヌビエに産卵を示し稲えの産卵は極めてすくない。この場合イヌビエがセジロウンカに最もよい寄主であるかどうかはわからないが、稲からの転移植物としてよいものの一つであることがうかがえる。秋水田密度の減少、蔵卵虫の減少、イヌビエの産卵などの事実によって秋セジロウンカが水田から姿を没するのは新らしい寄主を求めて去るものであることは事実であろう。又第14表ではヒエの種類間ではイヌビエに最も多く産卵し、イヌビエがこの実験の範囲内ではよい寄主であることを示している。

(2) 冬草へ寄主の選択

休眠しないセジロウンカの耐寒性は弱く自然温で死滅すると考えればセジロウンカが越冬するためには冬草へ移行して休眠卵を産むかあるいは幼虫又は成虫で休眠するものであるかを考えなければならない。稲のみで周年飼育を行なった場合は卵、幼虫、成虫の各態で休眠しないで冬期死滅することは幾多の実験者によって証明されている。そこで冬草へどんな産卵習性を示すか、好ましい冬草を得るため次の実験を試みた。

実験方法

ふ化当日より成虫となるまで17°C又は20°Cで25ccの試験管に長さ約10cmの稲苗と1頭のウンカを入れ飼育したもの、出穂した稲葉鞘約10cmの長さのものとともに30頭のウンカを25cc試験管に入れ飼育したもの、出穂したスズメノカタビラを飼料として25cc試験管に30頭を入れ飼育したものなどの各々より成虫となったものをスズメノカタビラ、スズメノテッポウなどを入れた60ccの試験管内に入れ20°Cに一定期間置いて自由に産卵寄主を選ばした後各植物を割って産卵数を調査した。結果は次の第15表のようである。

実験成績

第15表 冬草への寄主選択 1958-1960

Table 15 Oviposition preference of white back planthopper adults for seedling of rice plant (*Oryza sativa* L.), annual meadow grass (*Poa annua* L.) and meadow foxtail (*Alopecurus platensis* L.), 1958-1960

Rearing conditions during larval period			Date of emergence	Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on							
Food plant	Larva density	Temperature				Seedling of rice plant	Annual meadow grass	Meadow foxtail	gramin-eae sp.	%	%	%	%
Seedling of rice plant	1	20	1958 Nov. 11-17	Nov. 29- Dec. 4	6	4	3	64	43	29	19	52	35
Rice plant after heading	30	20	Nov. 15-18	Nov. 29- Dec. 4	6	4	2	61	36	70	41	36	21
Seedling of rice plant	1	20	Jan. 25-27	Feb. 3-6	10	0	0	155	39	239	61	—	—
Annual meadow grass after heading	30	20	Jan. 8-10	Jan. 20-23	10	2	1	163	50	160	49	—	—
Seedling of rice plant	10	20	1959 Dec. 31- Jan. 4	Jan. 6-14	17	27	5	389	69	145	26	—	—
Leaf sheath of barn-yard grass	30	17	1959- '60 Nov. 27- Dec. 3	Jan. 6-14	6	0	0	32	65	17	35	—	—

For the experimental methods see Table 13.

考 察

第15表の結果は幼虫時代の飼育条件に関係なく冬期となると稲よりも冬草へ強い産卵を示す。トビイロウンカでは稲苗で育ったものは稲苗に産卵し冬草へ産卵を示さないで、出穂稲葉鞘を寄主として高密度で飼育したものは冬草に産卵し休眠卵を産むがセジロウンカはこの点異なるので冬草への産卵は直接休眠に関係なく起こっているものということが出来る。

(3) 冬草から夏草(稲)へ寄主の選択

秋期稲からイヌビエへと寄主を変えたセジロウンカは後で述べるように再び冬草へと寄主を変え休眠卵を産むものであるが、春期ふ化して冬草で育つものと考えて稲への移行及びその時期に関して調査を試みた。

実 験 方 法

稲苗で飼育中のセジロウンカふ化幼虫をふ化日より自然日長下で25ccの試験管中に稲苗またはスズメノカタビラと共に収容して温度別又は時期別に飼育した成虫を一定期間稲苗とスズメノカタビラを入れた35ccの試験管に収容し後寄主植物を割って産卵数を調査した。

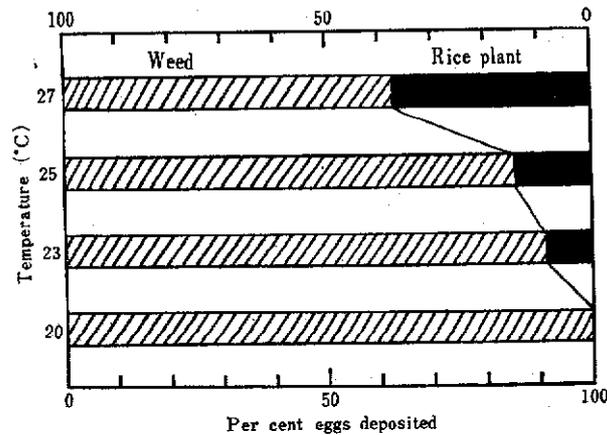
結果は第16表(第7図)及び第17表(第8図)のようである。

第16表 冬草より夏草への寄主選択 I 1959

Table 16 Oviposition preference of white back planthopper adults for seedling of rice plant and annual meadow grass during Spring I, 1959

Experimental series	Rearing conditions during larval period		Temperature for oviposition °C	Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on			
	Food plant	Larval density				Seedling of rice plant	%	Annual meadow grass	%
A	Seedling of rice plant	1	20	Feb. 3-6	10	0	0	394	100
	do	3	23	Apr. 27-30	10	21	8	256	92
	do	3	25	Apr. 24-27	10	44	13	282	87
	do	3	27	Apr. 24-27	10	95	37	164	63
B	Annual meadow grass	30	20	Jan. 20-23	10	2	1	323	99
	do	3	23	May. 1-6	10	26	13	178	87
	do	3	25	Apr. 30-May. 4	10	32	14	200	86
	do	3	27	Apr. 27-30	10	79	28	201	72
C	Seedling of rice plant	3	Natural	June 10-25	34	1148	73	434	27
	do	3	do	July 1-13	46	946	92	82	8
D	Annual meadow grass after heading	3	do	June 10-23	33	1073	67	524	33
	do	3	do	July 1-16	47	948	95	52	5

For the experimental methods see Table 13.



第7図 温度と寄主選択

Fig. 7 The relation between the temperature and the oviposition preference. Closed bars show the percentage of eggs laid on the rice plant, bars with oblique lines show the percentage of those laid on the winter grass, annual meadow grass.

第17表 冬草より夏草への寄主選択 II 1960

Table 17 Oviposition preference of white back planthopper adults for seedling of rice plant and annual meadow grass in Spring II, 1960

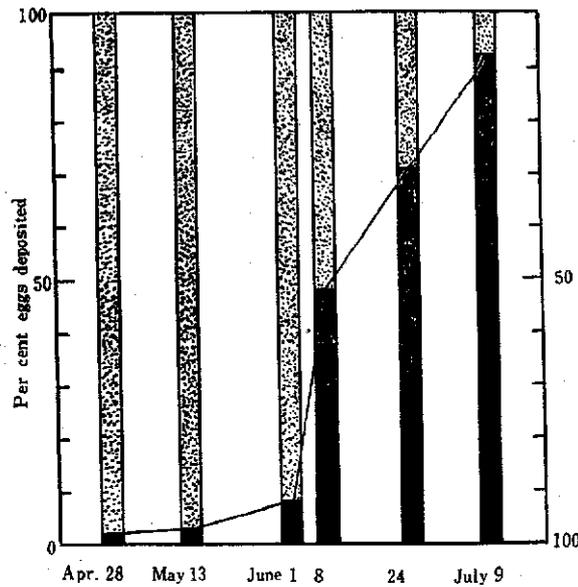
Food plant during larval stage	Temperature for oviposition	Date of oviposition	No. and percentage of eggs deposited on					
			Seedling of rice plant	%	Chlorophyll contents mg/100cc	Annual meadow grass	%	Chlorophyll contents mg/100cc
*Seedling of rice plant	Natural	Apr. 26-30	6	2	—	350	98	—
* do	do	May 17-20	4	3	24.0	149	97	30.1
do	do	May 30-June 3	19	8	29.0	227	92	32.8
do	do	June 6-10	121	48	27.5	133	52	31.5
do	do	June 21-27	384	71	22.4	159	29	19.4
do	do	July 7-11	189	92	24.3	16	8	13.3

* The larvae were reared under a constant temperature of 20°C during the whole larval stage and the larvae in the other plots under natural temperature condition.

The chlorophyll content was measured by means of MURAYAMA and TANIDA method. For the other methods see Table 13.

考 察

第16表A区及びB区を比較すると幼虫時代の飼料によっては稲とスズメノカタビラへの産卵には大差なく温度の高くなるに従って稲への産卵が増している。第7図にそれを示している。C及びD区は自然温でありA, B区が4月の実験であり温度の比較は出来ないがC, Dは6月又は7月の実験である。C, D区の7月の実験では稲への産卵が特別に多い。これから考え得られることは冬草が6~7月となると熟度が進み葉緑は薄くなる、この間の時期的なものを考えて第17表は産卵寄主であるイネとスズメノカタビラについて実験の都度 Chlorophyll を測定し産卵状況を調べた。その結果4, 5月にはイネよりスズメノカタビラの方が葉緑素が多く産卵も多い。6月末から7月となるとイネの方がスズメノカタビラより葉緑素が多くなり稲への産卵が多くなる。然しイネの方の葉緑素は実験範囲内では大した変化なく、スズメノカタビラは熟度が進むにつれて葉緑素がすくなくなる。したがってイネとスズメノカタビラを比較すると相対的にイネの方が6月末から7月に葉緑素が多くなり稲への産卵が多くなる行なわれたと見るべきである。



第8図 春季における冬草より夏草への寄主選択

Fig. 8 The relation between the time of oviposition and the percentage of eggs deposited on each host plant during spring. Closed bars show the percentage of eggs deposited on rice plant and dotted bars show the percentage of eggs deposited on annual meadow grass.

稲→夏草(イヌビエ)→スズメノカタビラ→稲と周年経過の途中寄主を変えつつあるものであるがこの間の葉緑素の測定結果と産卵の割合を示すと次の第18表のようになる。

第18表 葉緑素と産卵

Table 18 Relation between chlorophyll content in various host plants and number of eggs deposited on them.

Host species	Annual meadow grass	Rice plant	Barnyard grass	Annual meadow grass		
Chlorophyll content in host plant mg/100cc	13.3	24.3	6.5	30.1		
			13.4 *20.1 †(22.2)	†(38.4)		
Date of measuring of chlorophyll content	July 7	Aug. 31	Jan. 24			
No. of eggs deposited on host plant	16	189	45	560	27	389
Percentage of eggs deposited	8	92	7	93	6	94

* The chlorophyll contents in rice seedlings were measured instead of barnyard grasses as it was assumed that the chlorophyll content in barnyard grasses in autumn was less than those in summer.

† The chlorophyll content was measured on October 18th.

スズメノカタビラの熟期が来ると稲に、稲が出穂する頃となるとイヌビエに、イヌビエの熟期になると冬草のスズメノカタビラにとセジロウンカは寄主を変えて周年経過をくり返すが夏草(稲も含んで)と冬草の

間に寄主を変える様相は真に好都合になっている。この場合葉緑素の多い方へと寄主を変えているのではあるが葉緑素に対するセジロウンカの走化性とは考えないで、寄主間の葉緑素の多いことはセジロウンカの走化性を現わすある種の蛋白に対する走性と考えるべきで葉緑素は見かけの相関と考えたい。

第6節 セジロウンカの毒性の地域差

ヒメトビウンカ、セジロウンカ及びトビロウンカを稲苗で飼育する際に、苗が枯死するのはトビロウンカが最も早くセジロウンカがこれに次ぎヒメトビウンカでは稲苗はほとんど枯死することがない。ウンカが生存に必要なエネルギーを稲から摂取するだけであれば3種のウンカ間にこのような大きな差があるとは考え難い。むしろこの差異はウンカが稲に何等かの毒物を注入するために起こるものであり、それがウンカの種類によって異なるものと考えたい。又トビロウンカは台湾では坪枯を生じないが日本では坪枯を生じる。セジロウンカも地域によって被害程度に差があるかと考えられる。それは末永、奈須(1953, 1954)によって地域によって形態に差があると報じられていることから予想される。筆者の一人三宅はさきに山形県ではセジロウンカによって坪枯が生じると報告したが、そのことはいない由を1960年10月山形農試の岡崎場長より聞き及んだのでこの山形におけるセジロウンカによる坪枯の記事は訂正する。

同じウンカでも地域によって被害発生状況に差があることは、加害物質に地域的な isolation が生じているものと思われ、もしセジロウンカにこの isolation が起こっているとすればセジロウンカの伝染源は各々の地方にあって平野(1941)の言う移動説を否定するものとなり意義あるものと考えられる。

実験方法

この実験では性別、産地別に一定量のウンカの頭部をすりつぶし蒸溜水 5 cc を加え、これを3寸シャーレーに敷いたガーゼに注ぎその上にキュウリの種子を発芽させ一定時間の後に芽又は根長を測定した。

実験結果は次の第19表のようである。

実験成績

第19表 産地を異にするセジロウンカのキュウリの発根に及ぼす影響
Table 19 Effect of homogenated suspensions of the white back planthoppers of different localities on the inhibition of root growth of cucumber seedlings. 1954

Date of experiment	Hours required for germination	Tep. for germination C.	Locality of insect	Part ground down	No. of adults used	Days after emergence	No. of cucumber seeds tested	Length of root mm	
								♀	♂
May 21	90	25	Ishikawa	Head	60	1-3	20	23	34
	90	25	Hiroshima	do	60	1-3	20	36	49
	90	25	Control	—	—	—	20	45	45
Feb. 2	90	25	Ishikawa	Head	60	1-3	14	27	31
	90	25	Kagoshima	do	60	1-3	14	38	39
	90	25	Control	—	—	—	14	61	61
Dec. 15	90	25	Akita	Head	60	2-4	15	13	18
	90	25	Ishikawa	do	60	2-5	15	15	18
	90	25	Hiroshima	do	60	2-6	15	22	31
	90	25	Control	do	—	—	15	23	23

考 察

第19表の結果によればセジロウンカの頭部をすりつぶしたものは石川県産と広島県産の間に、石川県産と鹿児島県産の間に又秋田県産と広島県産の間にキュウリの発根を阻害する毒力に差のあることが認められる。このことはセジロウンカは各々の地方によってキュウリ発芽阻害物質に差があって、石川県のセジロウンカと広島県のものとは別な系統のものと考えることが出来る。従って全国のセジロウンカが同一伝染源によるものとは考えられないから地方ごとに越冬しているものと考えることが出来る。

第7節 セジロウカの産卵前期間と休眠との関係

(1) 稲飼育の場合

トビロウカは出穂葉鞘に寄生して密度が高い場合は、産卵前期間が延び移住型なる特別な生態のものとなることを三宅 (1959), 及び三宅, 藤原 (1957) は報じている。セジロウカはどうであるかと産卵前期間を調べた。

(a) 産卵前期間に関する実験

実験方法

稲苗で飼育中のふ化幼虫をふ化当日から 25cc の試験管に所定の飼料と共に収容し羽化した成虫 1 対を 35cc の試験管に稲苗又はスズメノカタビラを入れ初産卵月日まで毎日寄主を取り替えた。実験成績は次の第20表のようである。

実験成績

第20表 飼料及び密度の差による産卵前期間 1959
Table 20 Relation between the pre-ovipositional period of the white back
planthopper and rearing conditions during larval stage, 1959

Experimental series	A	B	C	D	E	F
Food plant	Seedling of rice plant of 10 cm in length	do	do	Leaf sheath of rice plant after heading	Seedling of rice plant 10 cm in length	Leaf sheath of rice plant 10 cm in length after heading
Larval density per tube	1	30	1	30	1	30
Day-length	Natural	do	do	do	do	do
Date of emergence	May 31	June 3	Sept. 2	Sept. 1	Nov. 11	Nov. 15
No. of parents used	10	17	7	5	13	12
Host plant for oviposition	Seedling of rice plant	do	do	do	do	Annual meadow grass
Initial date of crossing	May 31- June 3	June 3-11	Sept. 2	Sept. 1	Nov. 11-21	Nov. 15-22
Initial date of oviposition	June 1-7	June 9-18	Sept. 5-6	Sept. 6-10	Nov. 17-23	Nov. 24- Dec. 9
Average pre-ovipositional period in days	4.2	6.2	3.3	6.8	3.4	7.8

考 察

以上の成績は幼虫時代を集合飼育すれば産卵前期間が延びるが其の差はトビロウカ程ではない。

(b) 休眠卵発現の有無

産卵前期間の実験に用いた (第20表) ものの中には耐寒性ある卵を産むものがあるかどうかを、産卵数日後-4°Cに24時間おいて卵の生死を調べた。結果は第21表のようである。

出穂稲葉鞘を用いて集合飼育 (25cc 試験管中30頭) してもトビロウカのように休眠卵を産まないものであることがわかった。したがってトビロウカとは全く異った休眠様式のものと考えられる。

(2) イヌビエ飼育の場合

(a) 産卵前期間に関する実験

実験方法

寄主選択の項において8月末から9月にかけてはセジロウカは稲よりもイヌビエを好むことは、イヌビエが本来の寄主であるかも知れないと思われる。そこで、イヌビエの葉、葉鞘、稲苗などを飼料として幼虫時代を飼育し羽化した成虫の産卵前期間を調べた。成績は次の第22表のようである。

第21表 飼育条件とセジロウンカ卵の耐寒性 1958-1959
Table 21 Effect of rearing conditions on cold-hardiness of the white back planthopper eggs. 1958-1959

Rearing conditions during larval period		Date of emergence	Host plant for oviposition	Tep. exposed on eggs for 24 hours °C	No. of eggs used	No. of eggs survived	No. of eggs died
Food plant	Larval density						
Seedling of rice plant	1	1958 Sept. 2	Seedling of rice plant	-8.5	13	0	13
do	30	Sept. 1	Annual meadow grass	-8.5	27	0	27
do	1	Nov. 11-21	Seedling of rice plant	-4	15	0	15
Leaf sheath of rice plant after heading	30	Nov. 15-22	Annual meadow grass	-4	28	0	28
Seedling of rice plant	1	1959 Jan. 21-24	Seedling of rice plant	-4	14	0	14
Leaf sheath of rice plant after heading	30	Jan. 28- Feb. 4	Annual meadow grass	-4	24	0	24

実験成績

第22表 イスビエ飼育と産卵前期間 1959

Table 22 Effect of food plant on the elongation of pre-ovipositional period of the white back planthopper 1959

Experimental plots		A	B	C	D
	Food plant	Seedling of rice plant	Leaf blade of barnyard grass	Leaf sheath of barnyard grass	do
	Larval density	2	2	2	30
Conditions of rearing during larval stage	Temperature	Natural	do	do	do
	Day-length	Natural	do	do	do
	Date of hatching	Oct. 8-9	Oct. 11-16	Oct. 4-16	Oct. 20-29
	Date of emergence	Nov. 7-10	Nov. 20-25	Nov. 6-24	Nov. 27- Dec. 3
Host plant for oviposition	Seedling of rice plant	Annual meadow grass	do	do	
No. of parents used	11	15	8	11	
Initial date of crossing	Nov. 7-10	Nov. 20-25	Nov. 6-24	Nov. 27- Dec. 3	
Initial date of oviposition	Nov. 16	Nov. 29	Nov. 20	Dec. 12	
Average pre-ovipositional period in days	11.0	13.3	12.6	17.9	

以上の成績は稲の場合と同様産卵前期間には大きな差は認められなかった。

(b) 休眠卵発現の有無

実験方法

産卵前期間の調査に供した第22表A, B, C, Dの各区の成虫の11月30日及び12月23日の産下産を17°Cに10

日間置き寄主より卵を取り出し、十分湿度のあるよう処理した秤量管に入れ数日間自然温に置いて12月14～15日、 -4°C 中に24時間置いた後 25°C に入れて卵の生死を調べた。結果は次の第23表のようである。又第23表のイヌビエ葉鞘、高密度で飼育したものの産んだ卵と稲苗で 20°C 飼育したものが産んだ卵とを冬期の厳寒期の自然温において1月30日生死を調査した結果は第24表のようである。これらの低温において生存した卵を休眠卵とした。

実験成績

第23表 セジロウソウカ卵の -4°C における耐寒性 1959

Table 23 Effect of rearing conditions on cold-hardiness of white back planthopper eggs at the temperature of -4°C . 1959

Experimental series		A	B	C	D
Rearing conditions during larval period	Food plant	Seedling of rice plant	Leaf blade of barnyard grass	Leaf sheath of barnyard grass	do
	Larval density	2	2	2	30
	No. of eggs used	39	20	18	24
	No. of eggs survived	0	7	14	21
	No. of eggs died	39	13	4	3
	Percentage of eggs entering diapause	0	35	78	87

第24表 セジロウソウカ卵の自然温における耐寒性 1959-1960

Table 24 Effect of rearing conditions on the cold-hardiness of white back planthopper eggs under the air temperature in winter. 1959-1960

Rearing conditions during larval period	Date of oviposition	Date of cold treatment	No. of eggs used	No. of eggs survived	No. of eggs died	% of eggs entering diapause
	1959	1960				
Rearing on leaf sheath of barnyard grass under crowded condition	Dec. 26	Jan. 8	17	16	1	
	Dec. 28	Jan. 8	24	22	2	
	Dec. 31	Jan. 11	2	2	0	
Total	1960					
	Jan. 4	Jan. 14	24	23	1	
			67	63	4	94
Rearing on seedling of rice plant under solitary condition	1960					
	Jan. 4	Jan. 22	13	0	13	
	Jan. 16	Jan. 22	42	0	42	
Total			55	0	55	0

第25表 第24表の実験期間中の最低温度

Table 25 Air temperature during experimental periods shown in Table 24

Date	Jnn. 5-10	11-15	16-20	21-25	26-31
Average min. temp. $^{\circ}\text{C}$	-1.1	-2.5	-1.9	-3.9	-6.8

考 察

イヌビエで幼虫時代を飼育したものは休眠卵となり強い耐寒性が得られたが、稲で飼育したものは休眠卵は出来なかった。最も多く休眠卵が出来たのはイヌビエ葉鞘で飼育したもので飼育密度は休眠の大きな原因ではない。

イヌビエ葉鞘で飼育した成虫の産んだ卵は自然低温ではほとんど生存するが稲苗飼育の成虫の産んだ卵は自然低温で生存するものはなかった。

自然低温においてもあるいは -4°C においても生存した卵は明らかに休眠したものであって、セジロウンカはイヌビエを寄主とすることによって休眠卵を産み稲を寄主としては休眠卵を産まないことがわかった。今までに述べて来た、冬草より稲へ、稲よりイヌビエへ、イヌビエより冬草への寄主選択のうち、稲への寄主選択は、たまたま稲がある為に仮りに稲に一時的に寄生しているものに過ぎないで、冬草より夏草へ、夏草より冬草へと寄主を変えるものももとの姿ではないかと考えられる。さすればセジロウンカは雑草を正常な寄主とする野生的なものであるといえる。トビイロウンカの場合は後に述べる移住型なる特殊な生態を有するものが秋期に生じて、それが休眠卵を産むのであるがセジロウンカは全くその様なものはない。平凡に秋となれば冬草に移って休眠する。

第 8 節 セジロウンカの休眠卵発現の環境

第23表及び第24表によってイヌビエで育ったセジロウンカは冬草(スズメノカタビラ)に休眠卵を産むことがわかったがその時期は10月以降の実験であって温度や日長が関係しているかどうかは明らかでない。そこでこの関係を明らかにする為に次の実験を試みた。

実 験 方 法

セジロウンカのふ化幼虫をふ化当日より第26表に示す条件で飼育して生じた成虫のスズメノカタビラへの産下卵を寄主より取り出して、湿度を保った秤量管中に入れ自然温に10日間置きその後 -4°C に24時間置いて卵の生死を調べ休眠卵であるかどうかをきめた。結果は第26表に示す。

実 験 成 績

第 26 表 産卵時期による休眠卵の発現 1960

Table 26 Relation between the time of oviposition and the appearance of diapausing eggs of the white back planthopper in Autumn, 1960

Experimental plots	A	B	C	D	E	F	G	H
Food plant	Leaf blade of rice plant	Leaf blade of barnyard grass	do	Sheath of barnyard grass	do	do	do	do
Larval density per tube	3	3	3	3	3	30	3	30
Temperature	Natural	do	do	do	do	do	do	do
Day-length	Natural	do	Long day	Natural	Long day	Natural	do	do
Date of hatching	Sept. 9-11	Sept. 6-8	Sept. 9-11	Sept. 8-12	Sept. 9-11	Sept. 8-12	Oct. 10-15	Oct. 10-14
Date of emergence	Sept. 26	Sept. 22	Sept. 24-26	Sept. 24-27	Sept. 24-27	Sept. 24	Oct. 31- Nov. 24	Nov. 4-29
Date of oviposition	Sept. 30- Oct. 12	Sept. 27- Oct. 27	Sept. 30- Oct. 7	Sept. 30 Oct. 19	Sept. 30- Oct. 7	Oct. 8-12	Nov. 16- Dec. 10	Nov. 18- Dec. 7
No. of eggs tested	9	169	219	173	250	10	33	55
No. of eggs survived	0	0	0	0	0	0	27	52
No. of eggs died	9	169	219	173	250	10	6	3
Percentage of diapaused eggs	0	0	0	0	0	0	82	95

16 hours illumination by 60 Watt electric light per day was given in long day.

第26表によると9~10月の産卵では休眠卵とならないで、11月産卵のもののみが休眠となった。そこでセジロウンカの休眠卵は低温で育ちかつ稲を飼料としないものが休眠卵を産むのであるかどうかを日長と組合わして再び実験を試みたその結果は第27表のようである。

実験方法

セジロウンカふ化幼虫をふ化日より第27表に示す条件で飼育して得た成虫の産下卵を17°Cに6日間置き、後更に10°Cに7日間置いて-4~-2°C中に24時間置いて生死を調べ生卵を休眠卵とした。

実験成績

第27表 休眠卵発現の環境 1961

Table 27 Effect of rearing conditions during larval stage on the appearance of diapausing eggs of the white back planthopper. 1961

Experimental plots	A	B	C	D	E	F	G
Food plant	Seedling of rice plant	do	do	Annual meadow grass	do	do	do
Larval density	3	3	3	3	3	3	3
Temperature	17°C	17°C	17°C	17°C	17°C	17°C	20°C
Day-length (Hours per day)	Natural	Natural	* 8	Natural	* 8	* 8	* 8
Date of hatching	Jan. 30- Feb. 1	Apr. 18	Jan. 30	Jan. 30	Jan. 30	Apr. 14	Apr. 26
Date of emergence	Mar. 6-11	May 25-27	Mar. 9-11	Mar. 6-9	Mar. 9	May 22-25	May 13-17
Date of oviposition	Mar. 18	June 3	Mar. 23	Mar. 17	Mar. 17	June 1-5	May 30- June 1
Host plant for oviposition	Seedling of rice plant	do	do	Annual meadow grass	do	do	do
Date of cold treatment (-4°C, 24 hrs)	Mar. 28-29	June 12-13	Apr. 3-4	Mar. 28-29	do	June 12-13	do
No. of eggs tested	170	27	143	155	66	58	92
No. of eggs survived	25	0	54	27	57	52	0
No. of eggs died	145	27	89	128	9	6	92
Percentage of diapaused eggs	15	0	38	17	86	90	0

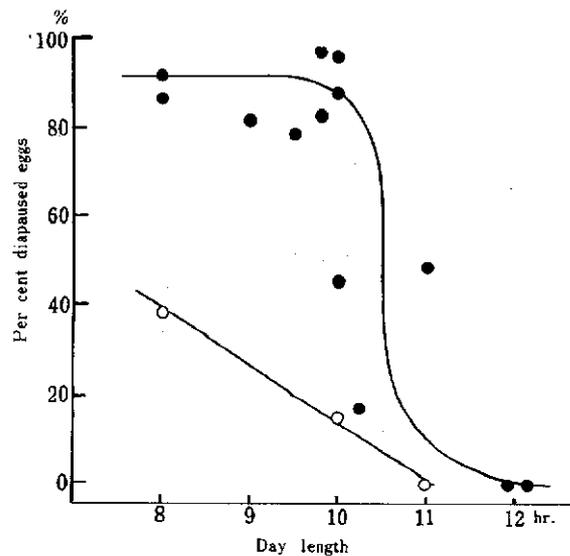
* 8 hours illumination by 60 Watt electric light was given.

第27表によってF区とG区を比較すると前者は17°C、後者は20°Cにあって後者は休眠卵が全くない。これは温度の差によるものと見られ20°Cはセジロウンカの休眠卵を得るには不十分である。D区(自然日長11時間)とE区又はF区を比較すれば日長の差がある。11時間という日長は休眠刺激としては不十分である。この実験によって20°Cは休眠卵を産む為には高過ぎる温度であり、17°Cは適当であることがわかったが日長に関しては8時間以外は自然日長であるので、日長を8、9、10、11、時間として17°Cで再び第28表に示す条件で飼育し実験を試みた。実験方法は前と同様である。結果は第28表に示す。

第28表 日長と休眠卵の発現

Table 28 Effect of the day-length on the appearance of diapausing eggs of the white back planthopper. 1961

Day-length (hours per day)	8	9	10	11
Food plant	Leaf sheath of barnyard grass	do	do	do
Larval density	5	5	5	5
Rearing temperature	17°C	17°C	17°C	17°C
Date of hatching	Oct. 10	Oct. 10	Oct. 3-6	Oct. 9
Date of emergence	Oct. 30- Nov. 9	Oct. 28- Nov. 9	Oct. 30- Nov. 4	Nov. 4-8
Date of oviposition	Nov. 14-18	Nov. 14-18	Nov. 14-18	Nov. 16-18
Date of cold treatment (-4°C, 24 hours)	Nov. 27-28	Nov. 27-28	Nov. 27-28	Nov. 27-28
No. of eggs tested	149	115	110	67
No. of eggs survived	135	93	49	32
No. of eggs died	14	22	61	35
Percentage of diapaused eggs	91	81	45	48



第9図 セジロウンカの休眠と日長との関係

Fig. 9 The relation between the various daily photoperiods and the percentage of diapause of white back planthopper eggs. Closed circles: rearing on weed (barnyard grass). Open circles: rearing on rice seedling.

考 察

第28表及び第27表より、日長と休眠の関係を考えてみると、日長8時間及び9時間はセジロウンカを休眠さす為には十分な日長と考えられるが10、11時間となると休眠卵の割合は45~48%となり休眠卵を得るに十分な環境とは考えられない。さきに筆者等(1961)は鹿児島地方のセジロウンカの越冬も卵休眠が主体であろうとしたが鹿児島の冬至の日長は約10時間であって、これは第27表及び第28表などにより、又日長と休眠率の関係を図示した第9図によれば休眠環境として日長の限界近くである。

今までに知られた日長効果によって休眠する昆虫としては、セジロウンカは日長10時間前後(夜間時間14時間)という極端に短い日長を必要とするものであり、ヒメトビウンカ(三宅, 1932)やフタオビコヤガ(三

宅, 1944) などより, より長い夜間時間が必要である. 第27表(第9図)C区とE及びF区を比較すると稲苗は雑草より休眠卵を得るのに好ましい寄主でない, 秋稲より雑草へと寄主を変えることは本来の寄主へ帰ったことを意味するようである. 又第27表C区とA区ではA区は日長10時間C区は日長8時間でありC区の休眠が多くD区とE区との比較でも同様にE区は休眠が多い. B区の休眠卵のないことは稲を飼料とし長日によるものと考え. この実験では幼虫時代の飼料にイヌビエを使用しなかったのは勿論イヌビエの得られない時期でもあるが雑草を稲より本来の寄主であるとする推定にもとづいたものであったが, 推定通りスズメノカタビラで十分な休眠卵が得られた. なお4~5月の春期においても十分な条件さえ与えればセジロウカに休眠卵を産ませることが出来る. 従って年中何時でも自由に休眠卵が得られることとなり一応セジロウカの休眠環境の調査が出来たことになる. 長い年月と多くの人々によって越冬の実態が知られなかった原因は, 寄主選択という特別な生態を伴いつつ今までに日長効果として知られたもろもろの昆虫よりは特別に短い日長(長い夜間)を必要とし又幼虫生育期に従来日長効果で休眠する昆虫で知られているより以上に低い温度を必要とした為であろう. 日長関係のみから昆虫の休眠に関するものを見ると三宅(1944)のフタオビコヤガや Dickson (1949) のナシヒメシクイの様に短日で休眠する多くのものは12時間前後が短日の境である. Danilyevsky (1948) のナシケンモンのように15時間という長い日長が短日として作用するものもありセジロウカのように短い日長が作用するものもある, 前者を長い例外的なものとするれば後者は短い例外的なものである.

第9節 セジロウカ休眠卵の越冬状況及び胚子発育状況

実験方法

セジロウカの休眠卵の生育状況とその後のセジロウカの生育が, 水田の発生と一致しているかどうかを調査する為第24表の休眠卵を, 湿度を保った秤量管に入れ自然温に置き(百葉箱内)第29表に示した日に検鏡して卵の発育を調査した. ふ化した幼虫はスズメノカタビラを飼料として, 25ccの試験管に収容し, 羽化するまで飼育し, この成虫の交尾産卵したものから成虫が出るまで飼育した. 結果は第29~31表に示す.

実験結果

第29表 胚子発育状況

Table 29 Embryonic development of the overwintered eggs of the white back planthopper in Spring, 1960

Date of investigation	Jan. 30	Feb. 18	Feb. 29	Mar. 3	Mar. 8	Mar. 17	Mar. 22	Mar. 28	Apr. 8	Apr. 18-May 3
No. of eggs tested	67	63	50	45	43	42	39	39	39	
No. of eggs survived	63	50	46	43	42	39	39	39	39	
No. of eggs died	4	13	4	2	1	3	0	0	0	12
No. of eggs hatched	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Developmental stage of embryo					Ana- phase of yellow spot stage	Blastk- inesis stage	Prophase of eye pigmen- tation stage	Pro- and meta- phase of eye pigmen- tation stage	Anaph- ase of pigmen- tation stage	Hatch- ing

1. All eggs were put into the weighing bottles in which relative humidity was kept about 100 per cent and reared under the natural temperature condition from January 8th, 1960.
2. The death of eggs may be attributed mostly to the parasitization by fungi.

第30表 休眠卵のふ化及び羽化状況

Table 30 Development of larvae hatched from the overwintered eggs of the white back planthopper. 1960

Date of hatching	No. of larvae hatched	Date of emergence	No. of adults emerged	
			♀M	♂M
April 18	9	Death		
25	5	May 26-27	1	4
26	3	27-28	2	1
28	8	May 29-June 3	4	4
May 3	4	June 4	4	0

The larvae were reared on annual meadow grass during whole larval stage under natural conditions.

第31表 休眠卵よりの2世代の羽化状況

Table 31 Development of the second generation larvae. 1960

Date of crossing of the first generation adults	No. of parents used	Date of oviposition	Date of hatching	Date of emergence
May 27-June 6	7	June 10-20	June 20-July 7	July 5-14

The larvae were reared on annual meadow grass during whole larval stage under natural conditions.

考 察

休眠卵の發育開始は3月中旬であって、ふ化は4月中下旬に始まり、年間最初の成虫は5月下旬から6月始めに、第2世代の成虫は7月5～14日に出現する。これは自然に水田に飛来する時期と全く一致する。

第10節 セジロウンカの周年経過

(1) 稲へと寄主を選んだ場合

今までに述べ来たことはセジロウンカの周年経過が不明であったのでこれを明らかにする為の調査であり実験なりであった。ようやくセジロウンカの休眠を実験的に証明することが出来た。

9月になってイヌビエで育ったセジロウンカは2世代を経て11月末にスズメノカタビラに休眠卵を産む。この休眠卵は3月中旬成育を開始して4月下旬ふ化して冬草雑草(スズメノカタビラ)で育ち5月下旬羽化して早いものは水田に来るものもあるが多くは冬草雑草(スズメノカタビラ)で育ち第2世代の成虫は7月上旬に羽化してすべて成虫は長し型となり水田に飛来するもの原因となる。水田に飛来したものは稲で2世代を経る。他のものは夏草雑草(イヌビエ)に移るものもあると考えられ、この夏草で育ったものは8月上旬稲に移るものを生じる。この8月上旬稲に来たものは後稲で1世代を経て、7月上旬に稲に来たものと同じく8月下旬から9月に夏草(イヌビエ)に寄主を変える。そこで2世代を経て11月になると日長も温度も休眠条件となって休眠卵を産むことが出来る。

(2) 雑草における場合

本文でしばしばセジロウンカは雑草をおもな寄主とするものであろうと述べているが、雑草を飼料としての周年経過の記録はないので1961年春より秋休眠卵を産むまで飼育を試み夏はイヌビエ、冬スズメノカタビラで飼育した。イヌビエを使用しての飼育は稲以上に易く経過した。結果を次の第32表に示す。

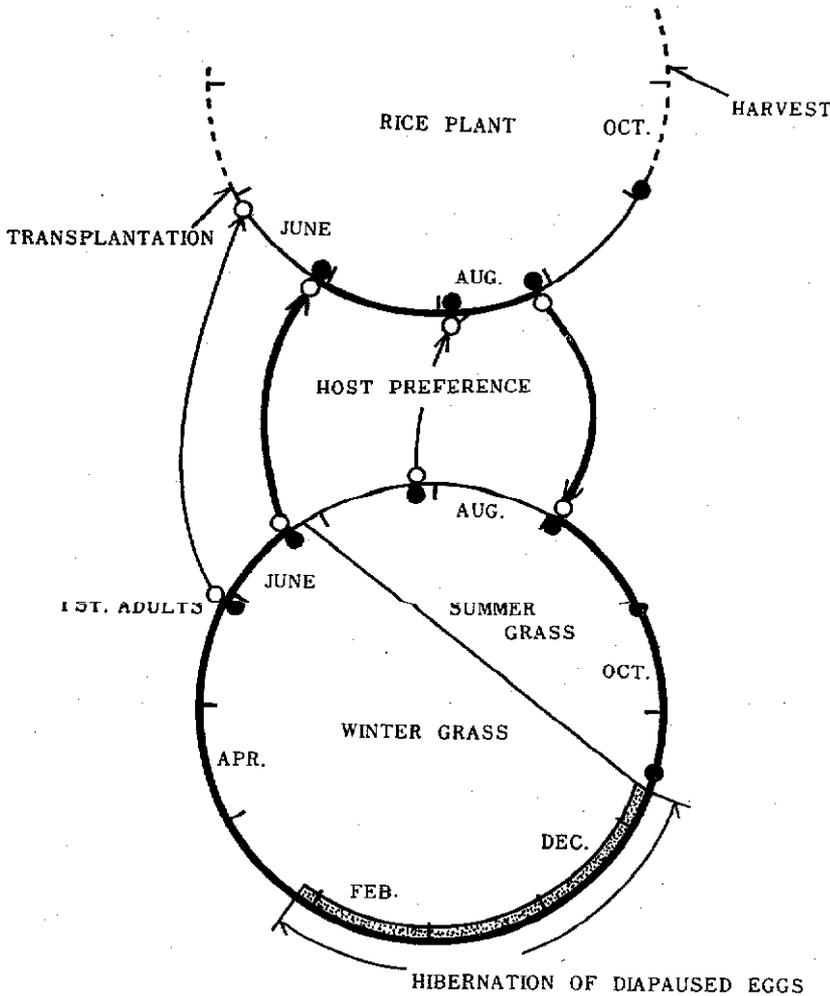
第32表 雑草による周年経過

Table 32 Life-cycle of the white back planthopper on weeds 1961

Date of oviposition	Date of hatching	Date of emergence	Remark
	(Diapaused eggs hatch)		
	<u>Apr. 18-May 3</u>	<u>May 26-June 4</u>	Growing on the winter weed
June 10-20	June 20-July 1	July 5-14	} Growing on the summer weed
July 21	July 26-27	Aug. 6- 8	
Aug. 14	Aug. 21-22	Sept. 1- 7	
Sept. 16	Sept. 24-26	Oct. 7-12	
<u>Oct. 12-15</u>	<u>Oct. 22-27</u>	<u>Nov. 16-30</u>	Growing on the winter weed
<u>Nov. 30-Dec. 4</u>			

(Lay diapausing eggs)

- Note: 1. — Rearing on annual meadow grass, others were reared on barnyard grass
 2. The rearings in each season were all conducted under natural conditions.



前表によってセジロウンカは完全に雑草のみで周年飼育出来ることがわかった。11月に羽化したものは温度も日長も休眠透起の環境として十分であるので休眠出来、この休眠卵は翌年3月生育を開始して次年の生育となる。以上稲え寄主を変える場合と雑草のみの経過とを模式化すると次の第10図のようになる。

第10図 セジロウンカの周年経過

Fig. 10 Diagram illustrating the life-cycle of the white back planthopper

第2章 トビロウンカ

古来から稲の大害虫として餓死者を出すほどのものであっただけに、現在でも重要な稲作害虫であることには変りない。このトビロウンカの越冬の状況がわからないでは、発生の出発点がわからないのであるから、発生予察、防除の基礎知識として是非とも明らかにしなければならないものとして戦後（1951年から）各県で研究が開始された。この越冬に関する調査も、セジロウンカ同様先ず取りあげられたのが長距離移動の存否と山野における調査であった。山野における調査としては草の根わけてもと言う程のものであらゆる方面に及んだ。例えば屋根の中、石がけの中まで、草の根掘ってもという程のものであり、移動説存否の確認の方法として鹿児島県では（1956）もし海上にセジロウンカやトビロウンカが落ちてはいらないかとプランクトンネットを引いたり、海上の離島に誘殺灯をつけたりなどしたこともある。今では一寸考えられない程のことまで行なわれた。それ程冬のトビロウンカの実行は誰れにもわからなかったのである。山野における調査中立石によって（1956）秋期彦山山中での成虫の採集をきっかけとして各地の山中で秋期成虫が採集された。この当時から越冬に関する研究も、各地方地方において越冬するものであると推定され始められた。然しながらトビロウンカにおいてもセジロウンカと同様に調査の対象地が暖かい場所となって湧水地の雑草などが調査された。この越冬場所が暖かい場所であろうとする考え方はトビロウンカが休眠せず、耐寒性も弱く、例えばトマトやナスを温床で作るようにトビロウンカを保温している場所はないかと考えたものであったようである。この考え方はもろもろの昆虫の越冬生態より見れば余りにも特殊のように考えられる。

筆者等は1953年9月たまたま山形農試の花岡技師、及び東北農試の湖山博士などから多くのトビロウンカを入手し得た。山形県、及び秋田県の冬期は南九州と違って暖かい場所を求めるとしても、休眠しないウンカが冬を越し得る程の温度は山野では求め得られないと考えられ、一方末永等によってトビロウンカにもセジロウンカ同様にRaceがあるとされていることより、山形地方のウンカは山形地方の山野で越冬している筈であると考えた。その為には強い耐寒性を持っていなければならないと考えられる。従って休眠現象があることが最も望ましい姿であろうと、筆者等はトビロウンカの越冬は先ず休眠現象の解明によつて解かれるものと考えて実験を進めて行った。本章ではトビロウンカのは場の実態から、秋期長し型発現の必然性、その長し型が休眠刺激を受けて休眠卵を産み卵態で越冬することを述べる。

第1節 トビロウンカの水田における発生消長

(1) トビロウンカの水田における初期発生

トビロウンカが水田に現われるのは6～7月で、この当時はすべて長し型であつて、短し型を見ることはない。広島県立農業試験場の最近6ヶ年間の初期は場調査の結果（第33表）はこれをよく示している。

第33表 トビロウンカの初期発生と長短し型

Table 33 Number and wing-form of the brown planthoppers appearing in the paddy field from June to July 1955-1960

Date of investigation	No. of plants investigated	No. of larvae		No. of adults			
		1st-2nd instar	3rd-5th instar	♂M	♂B	♀M	♀B
1955 June 30	3,000	0	0	1	0	0	0
July 7	1,500	0	0	1	0	0	0
July 15	1,500	0	0	0	0	0	0
July 25	1,500	1	6	0	0	0	0
1956 July 7	2,400	0	0	1	0	0	0
July 17	450	0	0	0	0	0	0
July 27	450	0	0	0	0	0	0

Date of investigation	No. of plants investigated	No. of larvae		No. of adults			
		1st-2nd instar	3rd-5th instar	♂M	♂B	♀M	♀B
1957 July 3	4,000	0	0	1	0	0	0
July 16	500	0	0	0	0	0	0
July 27	200	0	0	0	0	0	0
1958 June 30	900	0	0	0	0	0	0
July 5	600	0	0	1	0	0	0
July 11	600	0	0	1	0	0	0
July 15	200	0	0	0	0	0	0
July 22	200	0	1	0	0	0	0
July 26	60	0	0	0	0	0	0
July 30	20	0	1	0	0	0	0
1959 July 1	1,000	0	0	0	0	0	0
July 7	500	0	0	0	0	0	0
July 13	450	0	0	0	0	0	0
July 16	580	0	0	2	0	0	0
July 21	700	0	0	0	0	0	0
July 27	700	0	0	0	0	0	0
1960 June 27	600	0	0	0	0	1	0
July 1	500	0	0	2	0	0	0
July 6	500	0	0	8	0	1	0
July 11	200	1	0	36	0	15	0

第33表によれば7月上旬迄は成虫のみが水田で発見され短し成虫や幼虫を見ることがない、幼虫を見るのは7月下旬であって、水田のトビイロウンカは成虫の飛来によって始まることわかる。

(2) トビイロウンカの水田における年間の発消長

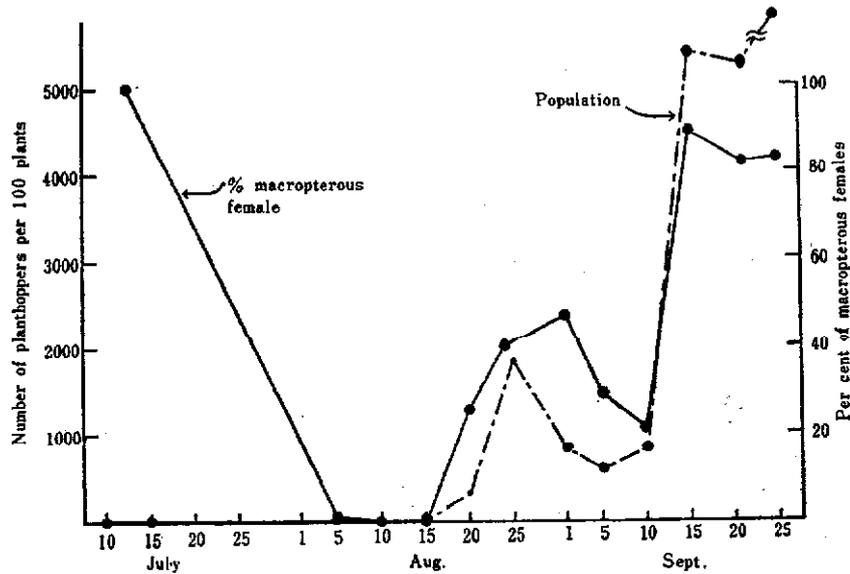
前に述べた成虫長し型に始まったトビイロウンカが水田において如何に発生を続けて行くかを薬剤無撒布水田で払落し法によって調査した成績を第34表に示す。

第34表 水田におけるトビイロウンカの発消長

Table 34 Seasonal fluctuation of the population density of the brown planthopper in the paddy field. 1959

Date of investigation	July		Aug.						Sept.					
	10	15	1	5	10	15	20	24	1	5	10	15	21	25
No. of planthoppers per 100 plants	1	1	7	17	10	8	310	1,838	815	565	813	5,338	5,230	7,595
♀M %	100	—	—	1	0	0	25	40	47	29	21	89	82	83
No. of females per 100 plants	1	0	0	5	8	6	30	18	415	365	120	65	28	15

Investigation was conducted at the paddy field in Hatsukaichi-cho, Sacki-gun, Hiroshima-ken.
BHC 1% dusts were applied on September 26th.



第11図 水田におけるトビイロウンカの発生活長

Fig. 11 Seasonal fluctuation of the population density and percentage of macropterous females of the brown planthopper in the paddy field. 1959. Hatsukaichi-cho.

第34表及び第11図に示すようにトビイロウンカ雌は長し型成虫に始まり長し型成虫に終わる。このことはトビイロウンカは水田以外から飛来したものに始まっていることを示している。

(3) 秋期におけるトビイロウンカの発生活長

秋期坪枯を生ずる程の大発生でありながら幼虫は成虫となると何れえか飛び去って行くえが不明となることは古くからいわれている。農業試験場ほ場及び府中市における無防除田の秋期の状態は第35, 36表及び第12図のようである。

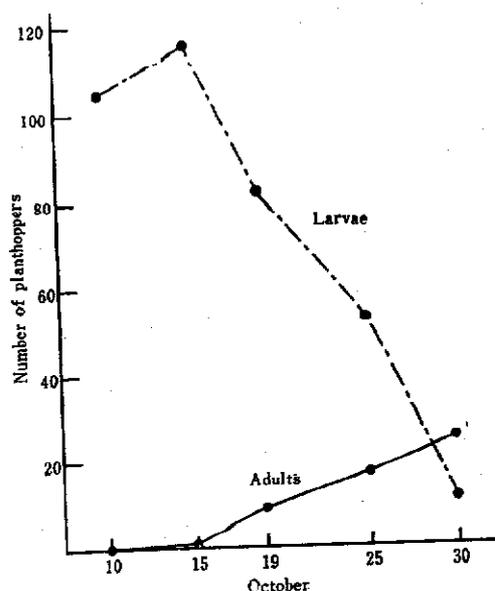
第35表 秋期におけるほ場の発生活長 I

Table 35 Reduction of the population density of the brown planthopper in the paddy field in autumn I. 1957

Date of investigation	No. of larvae		No. of adults			Total
	1st-2nd instar	3rd-5th instar	♂M	♀M	♀B	
Oct. 10	71	34	0	0	0	105
15	27	89	0	1	0	117
19	11	71	1	8	0	91
25	4	49	5	12	0	71
30	0	11	7	18	0	36

Investigation was carried out at the paddy field in Fuchu-shi, Hiroshima-ken.
The same five plants were investigated every time.

第35表及び第12図, 第36表に示すように雌成虫はすべて長し型であり, 幼虫数の量に比例して成虫が稲株にいない, すなわち成虫となったものは飛び去って水田にいない, 又飛び去る為にも成虫がすべて長し型であることは真に好都合である。



第12図 秋期におけるほ場のトビイロウンカの発生消長
 Fig. 12 Population density of the brown planthopper in the paddy field in autumn, 1957, Fuchu-shi, Hiroshima-ken.

第36表 秋期におけるほ場の発生消長 II
 Table 36 Reduction of the population density of the brown planthopper in the paddy field in autumn II, 1951

Date of investigation	Sept. 4	Sept. 14	Sept. 23	Oct. 3	Oct. 12	Nov. 13
No. of planthoppers per 25 plants	527	196	103	39	22	3

Investigation was performed at the paddy field of Hiroshima Agricultural Experimental Station. Emerged adults were all macropterous forms.

以上第33表より第36表までの成績によりトビイロウンカは水田に長し型が飛来してそこで増殖し秋期長し型となって飛び去ることは明らかである。従って水田に飛来する長し型の発生場所、飛び去る場所、長し型の発生原因の調査が越冬問題を解くかぎともなるものと考えられるので、し型決定の原因について調査を行った。

第2節 雌長し型発現の原因

(1) 雑草で育った場合の長し型の発現

最初水田に現われるトビイロウンカの成虫は長し型であるが、これは水田で育ったものではなく飛来したものであって、かりに雑草で育ったものと考え雑草で飼育した場合長し型となるかどうかを、25ccの試験管に栄養生長時又は生殖生長時のスズメノカタビラと共に1頭のふ化幼虫を収容し成虫となるまで25°Cで飼育し、得た結果は第37表のようである。

第37表 雑草飼育の場合の長し型の発現

Table 37 Effect of the food plant (annual meadow grass) on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1952

Food plant	Day-length	Date of hatching	Date of emergence	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M	No. of larvae died during larval stage	Mortality %
Annual meadow grass	Natural	Jan. 15-18	Feb. 2-13	65	3	47	19	71	129	49
Annual meadow grass at the stage of vegetative growth	do	Feb. 9-11	Feb. 25-Mar. 7	73	5	51	13	80	59	29
Annual meadow grass at the stage of reproductive growth	do	Feb. 9	Feb. 25-Mar. 3	34	3	28	9	76	23	24
Annual meadow grass at the stage of vegetative growth	Short day	Nov. 26-29	Dec. 11-Feb. 20	36	0	30	9	77	72	49
do	Long day	Dec. 13-31	Feb. 25-Mar. 7	28	0	24	1	96	95	64
Annual meadow grass at the stage of reproductive growth	Short day	Dec. 5-6	Dec. 22-31	38	0	26	5	84	126	65
do	Long day	Nov. 30-Dec. 4	Dec. 15-31	30	0	30	5	86	68	51
Seedling of rice plant	Natural	Mar. 31	Apr. 12-15	51	0	1	34	3	16	16
do	do	Apr. 10	Apr. 24-26	59	0	0	62	0	6	5

The larvae, just after hatching, were put into test tubes individually and reared under a constant temperature of 25°C.

この飼育の場合にはすべて個体飼育であるが飼料の雑草が栄養成長のものであっても生殖成長のものであっても死虫率は甚だ多く、かつ早の長し型発現率は甚だ高く71~95%であるが稲苗では逆に0~3%の長し型発現率である。スズメノカタビラはトビイロウンカの飼料として稲よりも早の長し型を発現させるものであるということが出来る。スズメノカタビラが春期稲以前の寄主植物であるかどうかは後に述べることにする。

(2) 稲で育った場合の長し型の発現

第34表の調査結果による秋期のトビイロウンカ及び第35表の秋期における調査ではトビイロウンカは長し型であるが、秋期の長し型は水田より他へ移行するものであってその発生原因は越冬に関係するものと考えられる。

(a) 生息密度と雌長し型の発現

一定の大きさの試験管に一定数のトビイロウンカをふ化当日より収容し、飼料は3日置きに取り替えて飼育し羽化した成虫の長短し型を調査した。飼育した供試虫は inbreeding をさせた。結果は第38表のようである。

第38表 生息密度と長し型の発現
Table 38 Effect of the larval density on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1950-1951

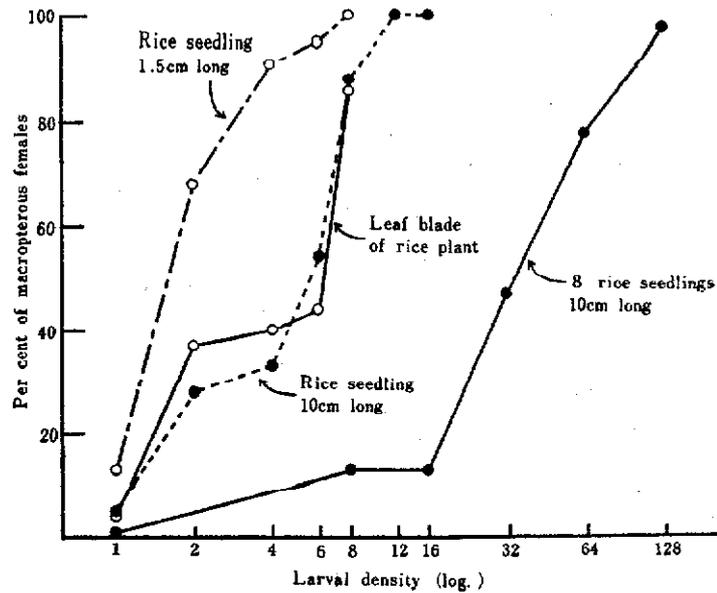
Food plant	No. of food plant	Container	Larval density	Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
Seedling of rice plant 1.5 cm long	1	Test tube of 1.5cc	1	1950 Nov.	169	2	22	144	13
do	1	do	2	Oct.	193	7	128	61	68
do	1	do	4	Oct.	100	0	85	8	91
do	1	do	6	Oct.	75	1	71	4	95
do	1	do	8	Oct.	79	2	91	0	100
Leaf blade of rice plant 10 cm long	1	Test tube of 25cc	1	Aug.	57	0	3	71	4
do	1	do	2	Sept.	55	2	18	32	36
do	1	do	4	Sept.	53	5	21	32	40
do	1	do	6	Sept.	15	0	8	10	44
do	1	do	8	Sept.	17	3	19	3	86
Seedling of rice plant 10 cm long	1	do	1	1950 Oct.	341	5	17	317	5
do	1	do	2	Oct.	296	17	77	201	28
do	1	do	4	Nov.	87	5	34	70	33
do	1	do	6	Nov.	114	4	54	46	54
do	1	do	8	Nov.	511	29	488	65	88
do	1	do	12	1951 July	52	0	38	0	100
do	1	do	16	June	53	0	47	0	100
do	8	Test tube of 35cc	1	1951 May-July	104	0	1	88	1
do	8	do	8	do	70	15	12	80	13
do	8	do	16	do	148	19	20	129	13
do	8	do	32	do	233	36	148	164	47
do	8	do	64	do	97	28	107	37	74
do	8	do	128	do	63	1	64	1	98
do	8	Test tube of 25cc	1	do	76	1	17	48	26

第38表の結果を図示すると第12図のようになる。この結果から、1.5cmの稲苗を与えたときは10cmの稲苗よりも雌の長し型の発現率は高い。水稻の自然生育の稲葉では10cmの稲苗の場合と大差なく、10cmの稲苗8本を入れると虫数は8頭であっても長し発現の効果はあがらない。これ等の結果は密度の増加にともなう、飼料の割合すなわち栄養摂取量の差によるものと考えられる。

(3) 稲の生育時期別による長し型の発現

(a) 稲葉飼育の場合

稲が栄養成長時代のものであるか、生殖成長時代のものであるかはニカメイチュウやフタオビコヤガの休眠を左右するものであることは筆者等(1951)が報告しているので、寄主植物の成育時期によって長し型発現に差があるかどうかを試みた。飼育実験の方法は前記の場合と同様である。結果は第39表に示すように稲葉飼育では稲の生育時期によって雌長し型の発生に一定の傾向は認められない。



第13図 トビイロウンカの生息密度と長し型の発現
 Fig. 13 Percentage of the macropterous females of the brown planthopper obtained from the experiment shown in Table 38.

第39表 稲葉による飼育と長し型の発現

Table 39 Effect of leaf blade of rice plant at the various developmental stages on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1950

Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
June 22	23	0	3	24	11
July 7	21	0	4	10	29
17	15	0	3	12	20
26	37	0	6	22	21
Aug. 15	57	0	3	71	4
Sept. 3	27	0	5	33	13
13	64	0	0	38	0
23	25	0	2	41	5

The leaf blade of rice plant (Mihonishiki) which was under growth in the paddy field was cut to 10 cm long and used for food plant. The larvae, just after hatching, were put into test tubes of 25cc individually and reared under natural conditions.

(b) 稲葉鞘飼育の場合

稲苗で飼育中のトビイロウンカ幼虫をふ化当日 25cc の試験管に 8 頭づつ分離して収容し、それに水田で栽培中の稲 (みほにしき) 葉鞘を 10cm の長さに切断して飼料取り替えの都度ほ場より採集して与えた。日長は常に自然日長であり、温度は 9 月 26 日迄は自然温度、以後 25°C に保った、実験途中死虫を見た場合は 1 試験管 8 頭飼育のものより補充した。結果は第 40 表に示す。

この場合は稲の生育時期によって♀M 発生に大きな差を生じた、すなわち出穂後の稲葉鞘は雌長し型発現の原因となる。

第40表 稲の生育時期別（稲葉鞘）と長し型の発現
Table 40 Effect of leaf sheath of rice plant at the different developmental stages on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1952

Food plant	Larval density per tube	Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
Leaf sheath of rice plant cut 10 cm long	8	Aug. 1	52	20	13	52	20
do	8	Sept. 16-19	35	7	35	3	92
do	8	Oct. 16	11	3	22	0	100

The larvae were reared under natural temperature and day-length conditions till September 26th, after that reared under a constant temperature of 25°C and natural day-length.

(4) 稲の量と長し型の発現

第38表及び第13図に示したように虫の密度の上昇にともなって雌長し型は多く発現するが稲葉で飼育の場合は、稲苗で飼育の場合よりも同じ空間における虫の密度で長し型発現率は低い、これは虫自らの密度効果でなくて食餌量によるものであろうかと考えられる。たとえば10cmの稲葉1枚の重量は稲苗10cm 4~5本に相当する。この点を明らかにする為に稲の量を変えて8頭のウンカを25cc試験管で飼った結果は第41表のようである。

第41表 稲の量と長し型の発現
Table 41 Effect of amount of food plant on the appearance of macropterous females of the brown planthopper 1952

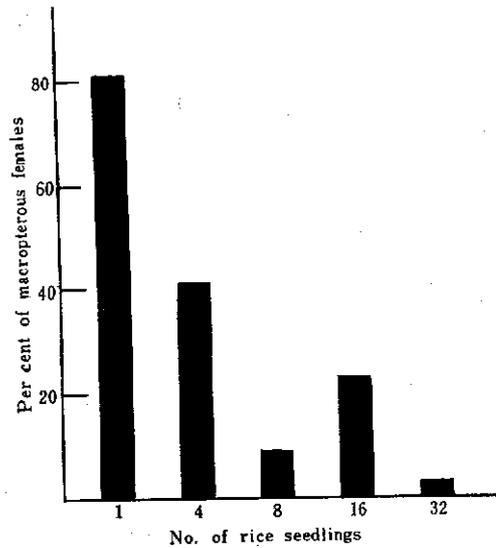
Amount of Food plant	Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
1 leaf blade of rice plant 10 cm long (0.2g)	1952 Oct. 26-27	52	5	51	21	71
1 seedling of rice plant 10 cm long	1950 Oct. 20	109	15	100	24	81
4-5 seedlings of rice plant 10 cm long (0.2g)	1952 Oct. 26-27	97	4	39	55	41
8 seedlings of rice plant 10 cm long	1951 Apr. 1951 Dec.	105	35	14	136	9
16 seedlings of rice plant 10 cm long	1952 Dec. 7-8	98	0	28	94	23
32 seedlings of rice plant 10 cm long	1952 Dec. 10	89	1	2	77	3

The larvae were reared under a constant temperature of 25°C and natural day-length conditions. The larval densities were eight individuals per test tube.

第41表及び第14図から飼料の量がすくない場合雌長し型の発現が多いことがわかった。稲苗と稲葉とでは同じ重量を与えると苗の方が長しが出難いようである。

(5) 稲の部位による長し型発現の差

第39表に示したように稲葉による飼育では長し型の発現に時期的な差はなかったが、稲葉と葉鞘を寄主としてし型に及ぼす影響を比較して見る為25ccの試験管にふ化幼虫数1, 4, 6, 8を入れ、それに稲葉を入れたものと稲葉鞘を入れたものを作り飼料は2日置きに取り替えて成虫となるまで自然日長下、25°Cで飼育し、得た結果は第42表のようである。



第14図 稲の量と長し型の発現

Fig. 14 Percentage of macropterous females of the brown planthopper resulted from the rearings in which the number of rice seedling was varied.

第42表 寄生部位と長し型の発現 I

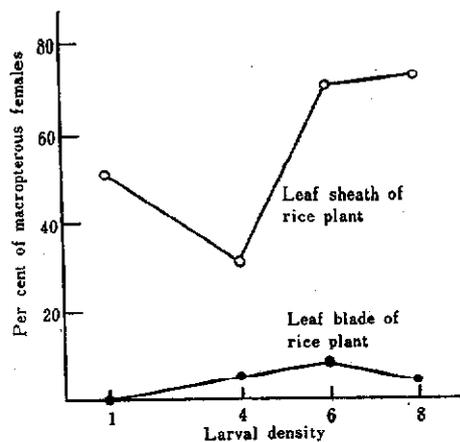
Table 42 Effect of various parts of rice plant on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. I 1950

Food plant	Larval density per tube	Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
Leaf blade of rice plant 10 cm long	1	Oct. 10-11	56	7	0	72	0
do	4	Sept. 21-22	45	56	5	90	5
do	6	Oct. 1	69	56	7	78	8
do	8	Sept. 20	24	52	3	65	4
Sheath of rice plant cut 10 cm long	1	Oct. 24-25	53	0	22	21	51
do	4	Sept. 23-24	40	11	22	48	31
do	6	Oct. 2-3	27	2	22	9	71
do	8	Sept. 21-22	32	12	37	14	73
Stem of rice plant cut 10 cm long	1	Oct. 12-15	46	2	13	28	32
do	8	Oct. 16	8	0	7	0	100

The larvae were reared under a constant temperature of 25°C and natural day-length conditions.

すなわち稲の葉鞘飼育と稲葉飼育では明らかに葉鞘の方が雌の長し型が多い。稲葉では実験の範囲では数を増しても雌長し型は増加していない、これは第14図及び第38表からも想像出来る。又第40表によると葉鞘飼育の場合に稲の熟度が進むにつれて雌の長し型は多く発現するのであるから、葉鞘飼育については第42表のふ化月日の異なるものは比較し難い。1頭飼育と6頭、4頭飼育と8頭飼育とを比較すればこの場合も一定の飼料に対して虫数が多い程雌の長し型が多いことがうかがわれる。第14図はそれを示す。葉鞘飼育4頭の場合1頭の場合より長し型の発生率が低い、これは前者は9月後者は10月の実験であり、又同じ葉鞘飼育で6頭と8頭の場合も、同じ関係があり、稲の生育時期と長し型発現の問題がここにも伺われる。

1951~1953年の間に行なったトビイロウンカの長し発現に関する実験を、稲苗、稲葉、稲葉鞘別に又稲の成育時期別に整理して見ると次の第43表のようになる。



第15図 稲の寄生部位と長し型の発現

Fig. 15 Percentage of macropterous females of the brown planthopper resulted from the rearing with various parts of rice plant

第43表 寄生部位と長し型の発現 II

Table 43 Effect of various parts of rice plant on the appearance of macropterous females of the brown planthopper II

Food plant	Larval density	Time of emergence	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
Seedling of rice plant 10 cm long	8	—	1,299	96	1,214	212	85
Leaf blade of rice plant 10 cm long	8	Before ear formation time	92	9	52	59	47
do	8	Before or after ear formation time	288	295	182	361	34
Sheath of rice plant 10 cm long	8	Before ear formation time	100	23	43	67	39
do	8	Before or after ear formation time	231	38	261	40	87
Seedling of rice plant 10 cm long	1	—	451	5	18	413	4
leaf blade of rice plant 10 cm long	1	Before ear formation time	197	1	10	175	5
do	1	After ear formation time	59	13	0	83	0
Sheath of rice plant 10 cm long	1	Before ear formation time	152	1	10	128	7
do	1	After ear formation time ~ ripening time	90	23	5	141	3
do	1	After ripening time	71	0	27	41	40

この場合稲苗とは種子より発芽後無肥料でシャーレー内に育ったものであるが、1頭飼育ではほとんど雌の長し型は発現しないで僅かに4%である。8頭飼育では85%となる。稲葉の1頭飼育では幼穂形成前後で差はなく僅かに長し型が発現している。同じく稲葉の8頭飼育では1頭飼育の場合より多いが幼穂形成前後で差はなく、1頭と8頭の密度効果が現われていることは稲苗と同一傾向である。稲苗の場合よりはるその差は小さい。これは当然考えられることで、稲苗よりは稲葉の方が量が多いと考えられる。稲葉鞘8頭飼育の場

合、幼穂形成後は前よりも長し型が多くなり、1頭飼育の場合は幼穂形成前後で差はないが、乳熟期後となると急に多くなる傾向になる。すなわち第15図に示した稲葉と稲葉鞘との差がここにもはっきりと現われ、葉鞘の方が長し型を発現さす方向にある。しかも稲の生育時期によって雌の長し型を発生さすどあいがちがい、幼穂形成後からその傾向が強くなり、1頭飼育の場合においても乳熟期後となれば葉鞘は強い雌長し型を発現さす飼料となる。

第34表及び第35表に示したように秋期ほ場ではほとんど長し型となる。これはほ場より姿を消すものであり生態上の意味があるものと考えられる。

(6) 施肥料と長し型の発現

飼料の量及び生育時期によって長し型発現に差があったので施肥料によって差があるかどうかを25cc試験管にふ化当日幼虫1頭と稲葉1枚を収容し自然温、自然日長で成虫となるまで飼育して調べた。実験に用いた、無加里、無磷酸などの各区は20年間処理の土壌である。飼育した稲葉は10cmの長さのもの1枚を使用、3日置きに取り替えた。結果は第44表のようである。

第44表 肥料と長し型の発現

Table 44 Effect of rice plants supplied different fertilizers on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1950

Treatment	Date of hatching	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
No potash	Aug. 24	72	0	5	67	7
No nitrogen	Aug. 23	57	0	4	53	7
No phosphate	Aug. 26	51	0	5	47	10
No fertilizer	Aug. 21	109	0	12	101	11
3 elements	Aug. 21	57	0	3	71	4

The larvae, just after hatching, were put into test tubes of 25cc individually and reared under natural conditions. The leaf blade of rice plant (Kameji) under growth in the paddy field was given as food. Food plant was renewed every three days.

第45表 日長と長し型の発現

Table 45 Effect of day-length on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1952

Day-length	Food plant	Larval density per tube	Date of hatching	Date of emergence	♂		♀		%		Rearing temperature °C
					♂M	♂B	♀M	♀B	♀M	♂B	
Long day	Rice seedling 10 cm long	8	Oct. 30	Nov. 11-17	69	8	81	25	76	10	25
do	Leaf blade of rice plant 10 cm long	8	Oct. 28	Nov. 10-15	74	0	48	12	80	0	25
do	Leaf blade of rice plant 10 cm long	8	Oct. 29	Nov. 11-17	51	3	48	3	94	6	25
do	Rice seedling 10 cm long	8	Dec. 7-8	Nov. 12-17	69	1	66	1	99	0	25
do	Rice seedling 10 cm long	8	Oct. 30	Nov. 10-15	63	25	52	36	59	28	25
Short day	Leaf blade of rice plant 10 cm long	8	Oct. 28	Nov. 11-17	40	29	39	26	60	42	25
do	Leaf blade of rice plant 10 cm long	8	Oct. 29	Dec. 20-26	59	5	48	7	87	8	25
do	Rice seedling 10 cm long	8	Dec. 7-8	Dec. 20-25	62	4	43	8	84	6	25

16 hours illumination by 60 Watt electric light per day was given in long day and 8 hours in short day.

(7) 日長と長し型の発現

第40表又は第42表によって時期的なものが長し型発現に関係するとすれば、それは稲の質的なものであるか、或は稲の生育は当然に時間の變化に伴っているのであるから日長そのものが関係しているかどうかを25cc試験管に8頭のふ化幼虫と飼料とを収容し25°Cに置いて日長を1日16時間と8時間に保ち飼料は3日置に取り替え、成虫となるまで飼育して調べた。飼料の稲苗はシャーレ内に無肥料で発芽させたもの、其の他はほ場のものを飼育の都度採取して使用した。結果は次の第45表のようである。

この結果は短日より長日の方が長し型が多く、稲の生熟度の進むに従って長し型を多く生ずるのは反対の結果となった。

(8) 休眠卵及び非休眠卵より出た幼虫の飼料と長短し型の関係

休眠卵(休眠については後述す)よりふ化した幼虫が成虫となって長し型となるか短し型となるかは、雑草から稲へ寄主を変える為に重要な問題であるので、その関係を調べた。実験の方法としては、非休眠卵よりふ化した幼虫及び休眠卵を保温してふ化させた幼虫をふ化当日より20°C長日下(18時間、6時間暗)で、稲苗又はスズメノカタビラを寄主として25cc試験管中に1頭収容し25°Cで飼育した。結果は第46表のようである。

第46表 休眠卵および非休眠卵よりのもののし型への影響

Table 46 Number of adults of various forms obtained in the rearing experiments in which the larvae hatched from the diapaused and non-diapaused eggs were reared on different food plants. 1958

Eggs used	Food plant during larval stage	Date of hatching	Date of emergence	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M %	No. of larvae died	Mortality %
None-diapaused	Seedling of rice plant	Dec. 28	Dec. 22-25	19	0	2	29	6	5	9
do	Annual meadow grass	Nov. 21-26	Dec. 22-Jan. 14	22	0	16	0	100	150	80
Diapaused	do	Nov. 22-Dec. 11	Dec. 24-Jan. 12	22	2	14	0	100	71	65

The larvae hatched from the diapaused and non-diapaused eggs were reared individually at 20°C under 18 hours illumination photoperiod.

休眠卵より出たものあるいは非休眠卵より出たものの差によって長し型が発現するのでなく、飼料が雑草であるか稲苗であるかによってし型が決定される。すなわち飼料が雑草の場合はすべて雌は長し型となった。

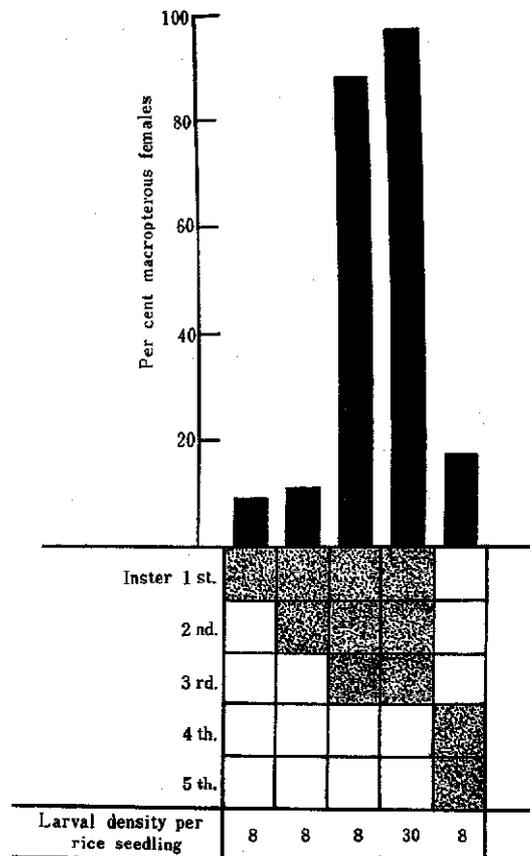
(9) し型決定の刺激を感受する時期

ヒメトビウンカは一定温度下では短日とする事によって休眠し、その休眠虫の雄は短し型となることが多い。しかし非休眠虫では雄は短し型とならないことが三宅(1932)によって明らかとなっている。しかもヒメトビウンカの休眠刺激は2~3令において受け4令で休眠することがわかっているのでヒメトビウンカと同様にこの辺りに長し型となる刺激を受ける時期がありはしないかと考えて一定の令期間を10cmの稲苗1本を25ccの試験管に入れウンカを集合して飼育し、他の期間は個体飼育を行なった。その成績は次の第47表及び第16図のようである。

第47表 雌長し型決定の刺激を感受する時代

Table 47. Effect of high population during various stages of the larval development on the appearance of macropterous females of the brown planthopper. 1950

Date of hatching	Treated period	Larval density	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M%
Nov. 29	1st instar	8	67	1	8	80	9
Nov. 29	1st-2nd instar	8	85	4	7	58	11
Nov. 29	1st-3rd instar	8	67	0	75	10	88
Nov. 6	4-5th instar	8	64	2	13	62	17
Nov. 2	1st-3rd instar	30	57	1	74	2	97



第16図 トビイロウンカの雌長し型決定の刺激を感受する時期

Fig. 16 The stage of development sensitive to high population which is the main factor inducing the appearance of macropterous females of the brown planthopper.

Dotted square: Rearing under high population density.

Open square: Rearing under solitary condition (one larva per rice seedling).

以上によって1~3令を集合飼育した場合に最も多く雌の長し型が出来、1~2令では十分な長し型が出来ない。従って主として3令の刺激が雌の長し型を定めるものといえる。ヒメトビウンカの休眠もこのあたり

の刺激によって4令で休眠するものであることを考えればトビイロウンカの雌長し型の発現は休眠に関連があるものであるかもしれない。

第3節 トビイロウンカの稲への寄生状況

(1) ほ場における場合

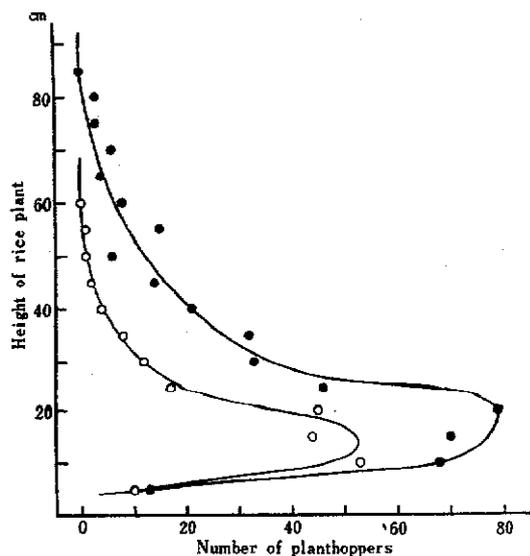
ほ場においてはトビイロウンカは稲の下部に多いことを我々は日常観察しているが、どの程度のものであるかを1951年9月29日農試ほ場で午前中2回(8, 10時)午後1回(15時)の3回測定を行なって見た。結果は第48表及び第17図のようである。

第48表 ほ場におけるトビイロウンカの稲への寄生状況

Table 48 Distribution of the brown planthoppers on the rice plant in the paddy field. 1951

Height of rice plant from ground cm	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
No. of larvae	10	53	44	45	17	12	8	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
No. of adults	3	15	26	34	29	21	24	17	12	5	14	8	4	6	3	3	0	0

These investigations were carried out at the paddy field of Hiroshima Agricultural Experiment Station on September 29, 1951.



第17図 ほ場におけるトビイロウンカの生息部位

Fig. 17 Distribution of the brown planthoppers on the rice plant in the paddy field. Open circles show the number of larvae, closed circles total number of larvae and adults.

すなわち幼虫、成虫共に稲の下部に集合しており、したがって葉鞘部に寄生し秋となって雌長し型発現の原因をなしている。

(2) 室内実験の場合

前記の場合に準じて室内で25°Cで飼育中のものを(1950~1951)調べた結果は第49表のようである。

第 49 表 トビロウンカの稲苗への寄生状況 (試験管内)

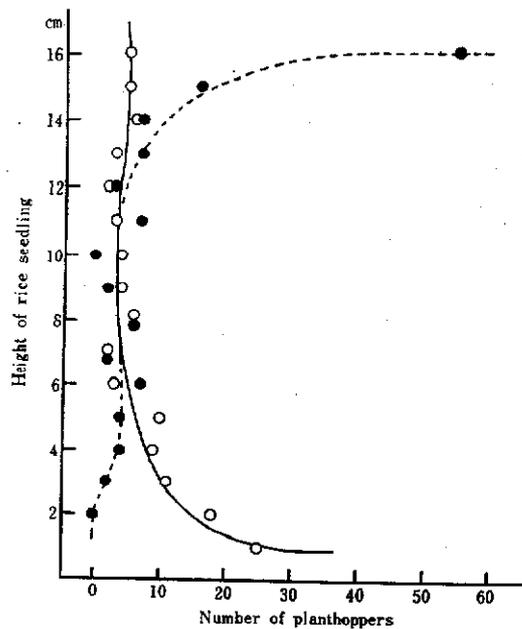
Table 49 Distribution of the brown planthoppers on the seedlings of rice plant in test tube. 1950~1951

Plot No.	Height of rice seedling from bottom cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	No. of larvae	144	124	68	63	61	32	24	12	4	1	2	0
2	do	41	20	3	17	9	13	14	14	14	7	3	0
3	do	11	18	19	15	9	14	9	0	1	0	0	0
4	do	28	43	11	11	11	11	8	4	0	0	0	0
	Total	224	205	101	106	90	70	55	30	19	8	5	0

第 4 節 秋のトビロウンカの生態の変化

(1) 寄生部位の変化

秋の未発生した長し型は9月下旬から10月上旬に水田から姿を没するものであるが、この当時の状況として、1957年10月4日坪枯ほ場より採集の4~5令幼虫を出穂稲の葉鞘10cmの長さのもの1本を25ccの試験管に入れ、30頭のトビロウンカを収容し成虫となるまで飼育して10月27日得た成虫と、稲苗1本に1頭のふ化幼虫を25cc試験管に収容し羽化するまで飼育して10月29日得た成虫を試験管内の稲に止っている高さを調べた結果は次の第50表及び第18図のようになった。



第18図 出穂稲及び稲苗で育った成虫の寄生部位
 Fig. 18 Distribution of the brown planthopper adults on the seedling of rice plant in test tube. Open circles show the number of the resulting adults which were reared on rice seedling under solitary condition, closed circles show the number of the resulting adults which were reared on rice plant after heading under high population density.

第50表 出穂稻および稲苗で飼育した成虫の稲苗への寄生部位
 Table 50 Distribution of the brown planthopper adults reared from different rearings on the seedling of rice plant in the test tube. October, 1957.

Height of rice seedling from bottom of tube cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rearing on rice seedling under solitary condition	25	18	11	9	10	3	2	6	4	4	3	2	3	6	5	5
Rearing on rice plant after heading under crowded condition	0	0	2	4	4	7	2	6	2	0	7	3	7	7	16	55

稲苗個体飼育のものは第48表及び第49表と同じ傾向となったが、集合して、稲葉鞘で飼ったものは第18図に示すように稲の上部に集まる習性が現われた。これはトビロウカが秋期に稲から他へ移動する事実と関連して興味深い。

(2) 絶食生存日数の変化

1956年秋坪枯圃場より採集したトビロウカ成虫と、稲苗1本に1頭を寄生させ長日(16時間明, 8時間暗)下で飼育した成虫とを別に25cc試験管内に水を入れその中に竹を入れて止り木として飼料を与えず生存期間を調べた結果は次の第51表のようである。

第51表 飼料の差による絶食生存期間
 Table 51 Comparison of adults longevity not supplied food except water between two types of adults resulted from different rearings. 1956

Adults tested	Adults collected in the *"Tsubogare" paddy field	do	Adults resulted from the rearing with rice seedling alone
Initial date of experiment	Oct. 24	Nov. 1	Nov. 1
Initial date of death	Nov. 9	Nov. 13	Nov. 2
Final date of death	Nov. 24	Dec. 10	Nov. 11
Average longevity of adult	21.2	24.7	6.9

* So called "Tsubogare" is the brown planthopper damage in the rice plants which present patchlike fall down of rice plants caused by thousands or tens thousands of planthoppers in autumn.

第51表によって明らかなように夏の状態で飼育したものすなわち栄養成長の稲で個体飼育したものは秋の状況(生殖成長稲, 集合飼育)で飼ったものと比較して, 秋の状況のものは甚しく絶食にたえる。

(3) 産卵前期間の変化

夏期採集のトビロウカよりは易く次代の卵が得られるが, 坪枯圃場のものよりは卵を得ることがむづかしい。この辺りに問題があるらしいので, 飼料は稲苗と出穂した稲葉鞘, 密度は25cc試験管中に1頭と50頭又は30頭, 日長は長日(16時間明8時間暗)及び短日(16時間暗8時間明)を組合わして飼育した成虫の産卵前期間を調査した結果は第52~54表のようである。

第 52 表 飼料及び密度の差による産卵前期間 I
Table 52 Effect of rearing conditions during larval stage on the length of the pre-ovipositional period. I 1957

Experimental series	A*	B*	C	D	E	F	G
Food plant	Rice seedling	do	do	Leaf sheath of rice plant after heading	do	do	do
Larval density per test tube	1	50	1	1	30	30	30
Day-length	† Long day	† Short day	Natural	do	do	do	do
Host plant for oviposition	Rice seedling	do	do	do	do	do	Leaf sheath of rice plant after heading
No. of parents used	7	11	15	14	11	10	7
Date of hatching	Mar. 11	Mar. 11	Sept. 3	Sept. 3	Sept. 3	Collected in the paddy field on Sept. 19 (4th~5th instar larvae)	Sept. 10
Date of mating	Apr. 19~21	May 1~8	Sept. 22	Sept. 23	Sept. 24	Sept. 28	Oct. 8
Initial date of oviposition	Apr. 24~25	May 17~27	Sept. 24	Sept. 26	Oct. 3	Oct. 5	Oct. 29
Average pre-ovipositional period in days	4.1	16.4	2.1	4.6	13.4	15.1	21.0

* The larvae were reared at 15°C in these series, reared under natural temperature in others.

† 16 hours illumination by 60 Watt electric light was given in long day, 8 hours in short day,

幼虫時代個体飼育のものより高密度飼育の方が、稲苗で飼っても出穂稲で飼っても産卵期間が延びる。

第 53 表 寄主および密度の差による産卵前期間 II

Table 53 Effect of rearing conditions during larval stage on the elongation of the pre-ovipositional period. II 1958

Experimental series	A	B	C*	D*	E	F
Food plant during larval period	Rice seedling	do	do	Rice plant after heading	do	do
Larval density per test tube	1	30	1	50	1	30
Day-length	Natural	do	† Long day	† Short day	Natural	do
Host plant for oviposition	Rice seedling	do	do	do	do	do
No. of parents used	15	15	11	11	10	12
date of crossing	June 8	June 9~15	Aug. 14	Aug. 6	Oct. 25~ Nov. 9	Oct. 8~12
Initial date of oviposition	June 9	June 14~26	Aug. 19~21	Aug. 13~20	Nov. 6~17	Oct. 16~ Nov. 17
Average pre-ovipositional period in days	3.1	7.4	5.6	9.9	15.7	23.4

* The larvae were reared at 18 to 22°C in these series, reared under natural temperature in others.

† 16 hours illumination was given in long day, 8 hours in short day.

1957年の実験同様にAとB, CとD, EとFではB, D, Fの幼虫時代飼育密度の高い方が産卵前期間が延びる。

第54表 寄主および密度の差による産卵前期間Ⅲ
Table 54 Effect of rearing conditions during larval stages on the elongation of pre-ovipositional period. III. 1959

Experimental series	A	B	C	D	E	F	G
Food plant during larval period	Rice seedling	do	do	Leaf sheath of rice plant after heading	do	do	do
Larval density per tube	2	2	2	2	2	30	30
Day-length	Natural	* Long day	Natural	do	* Long day	Natural	Long day
Host plant for oviposition	Rice seedling	do	do	Annual meadow grass	do	do	do
No. of parents used	23	24	18	15	15	15	8
Date of crossing	Dec. 1~4	Oct. 30~ Nov. 16	Nov. 2~4	Oct. 30~ Nov. 9	Oct. 26~ Nov. 6	Nov. 24~27	Nov. 18~30
Average pre-ovipositional period in days	9.6	11.9	11.3	4.2	8.3	38.5	37.6
♀M%	17	42	31	19	33	100	100

* In long day, after the sunset deficient day length was supplied by additional illumination with 60 Watt electric light until 10 p.m.

The larvae in each series were reared under natural temperature till November 17, then reared at 17 °C.

この場合は産卵前期間が明らかに延びるのは出穂稲で集合飼育（高密度）の場合であった。

(4) 秋のトビイロウンカの産卵状況

1956年10月20日坪枯は場より採集の雌長し型及び9月10日予察灯への異常飛来成虫の産卵の有無を調べたところ次の第55表のようになった。

第55表 秋期トビイロウンカの産卵状況
Table 55 Number of females of brown planthopper with immature ovaries attracted by the light trap or collected in the "Tsubogare" paddy fields in autumn. 1956

Date of investigation	No. of females with mature ovaries	No. of females with immature ovaries
† Oct. 24	10	88
† Oct. 24	5	15
* Sept. 10	3	561

† Adults collected from the "Tsubogare" paddy field on Oct. 4.

* Adults attracted to the light trap on Sept. 10.

以上のように9～10月における生殖成長の稲で育ったトビイロウカの子察灯への異常飛来のもの又は坪枯は場のものに産卵理由が甚だすくない。これは生殖成長期の稲葉鞘で育ったものの産卵前期間が長いこととも一致する。秋の子察灯への異常飛来虫は水田から姿を消すものであり何れえかえ移行するものと推定され、その多くが産卵していないことは意味あることと考えられる。

第5節 秋期における寄主転換（稲から雑草へ）

絶食生存に耐え、産卵前期間も延びるトビイロウカ、すなわち秋期出穂稲葉鞘で育ち集合飼育したものと、稲苗で育ちかつ個体飼育したものと、稲苗又はスズメノカタビラ又はスズメノテッポウへの産卵傾向を知る為60ccの試験管にこれらの寄主を入れて供試虫別に成虫1対を入れて産卵数を調べた結果は第56表のようである。

第56表 秋期における寄主転換
Table 56 Oviposition preference of brown planthopper adults for a seedling of rice plant, an annual meadow grass and a meadow foxtail in Autumn. 1957-1958

Experimental plots	Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on						
			Annual meadow grass	%	Meadow foxtail	%	Weeds %	Seedling of rice plant %	
Rearing on rice seedling under solitary condition	1957 Nov. 22-26	10	52	25	12	6	31	148	69
Rearing on leaf sheath of rice plant after heading under crowded condition	1957 Nov. 5-10	10	27	75	2	6	81	7	19
Rearing on rice seedling under solitary condition	1958 Nov. 20-24	10	0	0	—	—	0	132	100
Rearing on leaf sheath of rice plant after heading under crowded condition	1958 Nov. 25- Dec. 2	10	0	0	53	100	100	0	0
Rearing on rice seedling under solitary condition	1958 Oct. 27- Nov. 2	10	60	28	18	8	36	138	64
Rearing on leaf sheath of rice plant after heading under crowded condition	1958 Oct. 31- Nov. 17	10	95	65	19	13	78	33	22

From the results shown in Table 50-56, it is recognized that there are differences in several ecological characters such as adult longevity not supplied food, pre-ovipositional period, and oviposition preference between two types of adults. One is the adults resulted from the rearing on a leaf sheath of rice plant after heading under high population density in autumn and the other is the ones resulted from the rearing on a seedling of rice plant under low density.

The authors named the former the "migratory form" and the latter the "normal form".

第56表に示すように稲苗で飼育したものは出穂稲で飼育したものに比較して1957年の成績も1958年の成績も稲苗に産卵してスズメノカタビラに産卵することがすくない、それに反して出穂した稲で飼育したものはスズメノカタビラによく産卵する。

以上述べたように、秋のトビイロウカは「絶食生存期間」も「産卵前期間」も延びて雑草に好んで産卵する、この習性は稲苗で育ったものとはすっかり異なったものとなる。このトビイロウカを「移住型」(Migratory form)と呼び稲苗で育ったものを「普通型」(Normal form)と呼ぶことにする。

トビイロウカの被害状況に秋期坪枯と称するものがあるが、この現象は出穂稲に多数のウカが寄生して起るものであって「移住型」発現の為の現象ともいえる、後に述べるようにこの「移住型」は休眠卵を産む為には必ず生じなければならないのであるから、坪枯はトビイロウカにとっては休眠卵を産むものとな

る為に必要なものともいえる。

第6節 トビイロウンカの耐寒性

(1) 移住型と普通型の比較

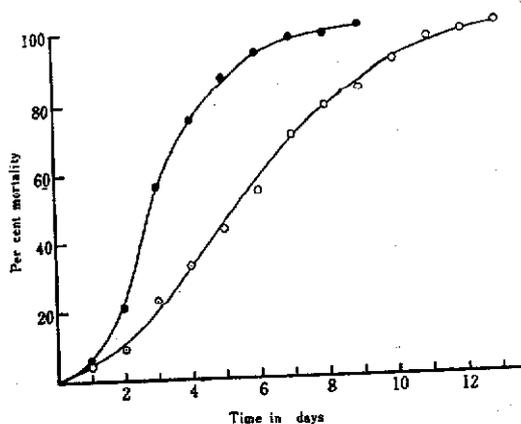
生殖成長の稲で育ったトビイロウンカの成虫は産卵前期間が延び虫体表面は白粉状のろう物質でおおわれ絶食生存期間も長くなるので、あるいはこれは耐寒性を得て休眠するのではないかと3°Cにおける耐寒性を調べて見た。

供試虫は約10cmの稲苗5~6本を25cc試験管に入れこの中で20°C、自然日長(短日)のもとで約15頭飼育して10月27日~11月2日、12月2日~7日に羽化した成虫、および1956年11月8日広島県豊田郡本郷町の坪枯ほ場より採集の成虫及び同ほ場より採集した幼虫の11月29日~12月3日羽化の成虫長し型又約10cmの出穂稲葉鞘を飼料とし20°C、短日(自然日長)下で集合飼育(50頭以上)し12月8~10日羽化の成虫長し型を材料としこれ等の成虫を羽化後あるいは採集後直ちに17°C中に入れ、実験開始前24~48時間自然温中においた後3°C中におき死虫数を調査した。結果は第57表及び第19図に示すようである。

第57表 生殖及び栄養成長稲で育ったトビイロウンカ成虫の3°Cにおける生死
Table 57 Effect of low temperature of 3°C on the mortality of brown planthopper adults which were reared under different conditions. 1956, December.

Time in days exposed to 3°C	Adults resulted from the rearing with seedling of rice plant under low population density				Adults resulted from the rearing with leaf sheath of rice plant after heading under high population density			
	No. of adults died				No. of adults died			
	♂	♀	Total	Mortality %	♂	♀	Total	Mortality %
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	3	7	6	3	1	4	4
2	14	4	18	21	2	3	5	9
3	20	21	41	56	13	2	15	23
4	8	14	22	75	7	3	10	33
5	7	8	15	87	8	2	10	43
6	3	4	7	93	6	6	12	54
7	1	4	5	97	5	11	16	70
8	1	0	1	98	2	6	8	78
9	1	1	2	100	2	3	5	83
10					2	6	8	90
11					2	4	6	96
12						2	2	98
13						2	2	100
Average survival period (days)			3.7		6.2			

以上の成績から生殖成長稲で育った成虫は栄養成長稲で育った成虫より3°C中では生存期間が幾分長い傾向があるが休眠とは認められない。



第19図 出穂稻及び稲苗で育ったトビイロウンカ成虫の3°Cにおける耐寒性
 Fig. 19 The accumulated mortality curves of the adults resulted from different rearings at 3°C. Open circles indicate the mortality of the resulting adults which were reared on leaf sheath of rice plant after heading, closed circles indicate the mortality of the resulting adults which were reared on rice seedling.

(2) トビイロウンカ幼虫の0°Cおよび7°Cにおける耐寒性
 広島産トビイロウンカふ化幼虫を稲苗を飼料とし20°Cのもとで飼育し3令になった幼虫を実験前、順次温度を下げつつ所定の温度に達せしめてより、一定時間毎に死虫数を調査した。結果は第58表のようである。

第58表 トビイロウンカ幼虫の0°Cにおける耐寒性
 Table 58 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the brown planthopper at 0°C. 1958

Time in hours exposed to 0°C	No. of larvae died	Mortality %
8	11	7
24	48	36
32	62	75
48	27	91
56	6	95
72	6	99
74	2	100

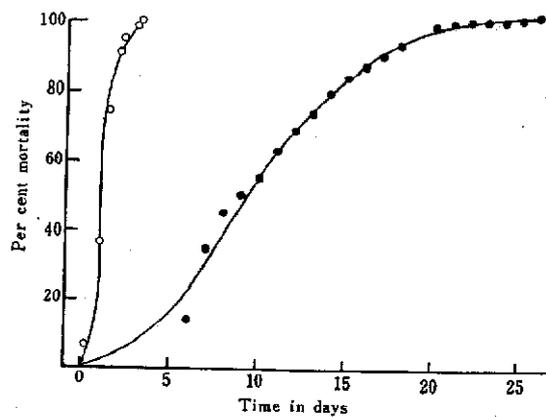
This experiment was commenced on January 22, 1953.

第59表 トビイロウンカ幼虫の7°Cにおける耐寒性
 Table 59 Cold-hardiness of the 3rd instar larvae of the brown planthopper at the temperature of 7°C. 1952

Time in days exposed to 7°C	No. of larvae died	Mortality %
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	32	15

Time in days exposed to 7°C	No. of larvae died	Mortality %
7	45	35
8	22	45
9	12	51
10	10	56
11	17	63
12	12	69
13	10	73
14	12	79
15	11	84
16	6	87
17	6	89
18	7	93
20	11	98
21	2	99
22	1	99
23	0	99
24	0	99
25	1	99
26	1	100

This experiment was commenced on November 18, 1952.



第20図 トビイロウンカ幼虫の各温度における耐寒性

Fig. 20 The accumulated mortality curves of the 3rd instar larvae of the brown planthopper which were kept at various temperatures. Open circles show the mortality of larvae at 0°C and closed circles show the mortality of larvae at 7°C.

以上の実験結果によって幼虫は7°Cにおいても完全に死滅し0°Cにおいては簡単に死滅しかつ秋期において坪枯ほ場より生じた成虫も3°Cにおいて死滅したことから冬期の低温において生存し得るものとは考えられない。

第7節 幼虫時代の生育環境条件と休眠卵の発現

(1) 移住型及び普通型による休眠卵の発現

秋期生殖成長種で育ったトビイロウンカは絶食生存に耐え、産卵前期間ものびる特別の習性を持つ移住型となる。この成虫が産んだ卵が休眠卵となるかどうかを調査した。

供試卵、稲苗を飼料とし自然状況下で個体飼育し10月18~21日に羽化した成虫(普通型)の10月29日に稲苗に産卵したもの(-4°Cの実験に供試)及び同じく稲苗5~6本を飼料とし約15頭を1試験管に入れ20°C、自然日長下で飼育を行ない成虫(普通型)となったものの12月31日に稲苗への産下卵(-7°Cの実験に供試)、と9月10日ふ化の幼虫を長さ10cmの出穂稲葉鞘1本を飼料とし25cc試験管に30頭入れ自然状況下で飼育し10月8日羽化した成虫(移住型)の10月29日スズメノカタビラに産下した卵。

実験方法

脱脂綿に水を含ませこれを秤量管中に入れこの上にカバーガラスを敷き、11月20日産卵植物よりとり出した卵をこの上に並び供試するまで自然温下においた。低温処理方法は各処理温度になるまで順次温度を下げながら、所定の温度になった後それぞれ24時間おいた後今度は順次温度をもどし自然温になった後25°C中に入れ卵の生死を調査した。結果は第60表のようである。

第60表 移住型及び普通型による休眠卵の発現
Table 60 Comparison of the appearance of diapause between the eggs laid by the migratory form and those laid by the normal form. 1957-1958.

Treated temperature	-4°C		-7°C	
	Normal form	Migratory form	Normal form	Migratory form
No. of eggs tested	19	10	36	7
No. of eggs survived	0	10	0	7
No. of eggs died	19	0	36	0
Experimental date	1957 Dec. 10-11 (24 hours)		1958 Jan. 10-11 (24 hours)	

以上、-4°C、-7°Cにおける実験において移住型の産んだ卵は-7°Cまでの間では死滅しない、それに反し普通型の産んだ卵は-4°C、-7°Cで全部死滅する。-4°C又は-7°Cで死滅しないことは休眠卵であるということが出来る。従って移住型は休眠の前提条件として生ずるものであり休眠刺激を受けているものということが出来る。

(2) 飼育環境の差による休眠卵の発現

出穂稲葉鞘を飼料として高密度で飼育したトビイロウンカの成虫は稲苗で飼育したものとは異なって移住型となり休眠卵を産むことを述べたが稲苗で育ったものも集合飼育すると産卵前期間が延びることは第52表に示している、これは休眠卵を産むものであるかどうかを調べて見た。

実験方法 稲苗を飼料とし自然日長、自然温で個体飼育(25ccの試験管中に1頭、稲苗1)して稲へ産んだ卵(6月8日羽化、6月21日産卵)と30頭の密度で稲苗を飼料として自然日長、自然温で飼育して産んだ卵(6月9~13日羽化、6月21日産卵)とを6月25~26日(24時間)10°Cに置き、後24時間-4°Cに置き25°Cでふ化するかどうかを調べた。結果は次の第61表のようである。

第61表 幼虫時代の密度の差による成虫産下卵の耐寒性
Table 61 Effect of rearing conditions on the cold-hardiness of brown planthopper eggs at -4°C. 1958

Rearing conditions during larval period			Date of emergence	Date of oviposition	No. of eggs tested	No. of eggs survived	No. of eggs died
Food plant	Larval density	Day-length					
Seedling of rice plant	1	Natural	June 8	June 21	40	0	40
do	30	do	June 9~13	do	33	0	33

The larvae were reared under natural conditions and the eggs laid by newly emerged adults were placed under -4°C for 24 hours on June 25.

以上によって稲苗を飼料とした場合には産卵前期間は延びるが休眠卵を産まなかった。
次に1958年8月幼虫時代稲苗を飼料とし長日下、個体飼育した成虫と、出穂稲葉鞘（乳熟期）を飼料として集合飼育（50頭）した成虫の産んだ卵を産下後7日置いて前実験同様次第に温度を下げ -4°C に24時間置いた結果は第62表のようになった。

第62表 幼虫時代の日長および寄主の差による成虫産下卵の耐寒性
Table 62 Effect of rearing conditions on the cold-hardiness of brown planthopper eggs at -4°C . 1958.

Rearing conditions during larval period			Date of oviposition	No. of eggs tested	No. of eggs survived	No. of eggs died
Food plant	larval density	Day-length				
Seedling of rice plant	1	Long day	Aug. 20	18	0	18
Leaf sheath of rice plant after heading	50	Short day	Aug. 20	23	0	23

以上のように稲苗で飼っても、出穂稲葉鞘で飼っても、或いは長日でも短日でも8月では休眠卵は出来ない。

次に 20°C 中で稲苗を飼料として個体飼育して出た成虫の稲苗へ産んだ卵と10月1日坪枯ほ場で採集した幼虫を自然条件で出穂稲葉鞘1本に30頭の幼虫を入れ飼育した成虫のスズメノカタビラエの産下卵とを前実験と同様の方法で11月15~16日に -4°C に24時間入れ自然温にもどった後 25°C で卵の生死を調べた結果は第63表のようである。

第63表 幼虫時代の寄主、密度の差による成虫産下卵の休眠
Table 63 Effect of rearing conditions on the cold-hardiness of brown planthopper eggs at -4°C . 1958.

Rearing conditions during larval period		Date of oviposition	No. of eggs tested	No. of eggs survived	No. of eggs died
Food plant	Larval density per tube				
Seedling of rice plant	1	Nov. 8	16	0	16
Leaf sheath of rice plant after heading	30	Nov. 8	14	12	2

第62表によると出穂稲葉鞘で集合飼育しても休眠卵を産まないが第63表では休眠卵を産んでいる。これは同じ出穂稲葉鞘であっても、8月末と10月とでは気温に大きな差があるからと考えられる。

(3) 移住型羽化後の寄主による休眠卵発現の解消 供試卵

- 1958年9月18日坪枯ほ場よりの採集幼虫を出穂葉鞘を飼料として25cc 験試管中30頭を飼育し9月22日羽化した成虫を羽化後は自然条件下で稲苗を与え稲苗に産卵させたもの。
- 前同様のものの10月9日~11日羽化のものを、羽化後より稲苗で飼育しつつ稲苗に産卵したもの。
- 9月25~26日ふ化幼虫を稲苗を飼料とし 25°C 中で個体飼育したもの。10月25日羽化、11月6~8日稲苗への産下卵

実験方法

各稲への産下卵を供試当日まで自然温に置き11月12日及び19日寄主より卵を取り出し温度を保った秤量管に入れ24時間、 -4°C に入れた後自然温に置き後 25°C に入れて生死を調べた。結果は次の第64表のようである。

実験成績

第64表 移住型羽化後の寄主と休眠卵の発現
Table 64. Effect of host plant (seedling of rice plant) on the disappearance of diapause in the brown planthopper eggs, 1958

Date of emergence	Date of oviposition	Days feeding on rice seedling after emergence	No. of eggs tested	No. of eggs survived	No. of eggs died
a. { Sept. 22	Oct. 7-10	{ 15-18	16	13	3
	Oct. 20-23	{ 28-31	18	0	18
c. Oct. 25	Nov. 6-8	Control	16	0	16
b. { Oct. 9~11	Oct. 23-26	{ 14-17	13	10	3
	Oct. 28- Nov. 1	{ 19-23	12	0	12
	Nov. 4~7	{ 25-27	7	1	6
c. Oct. 25	Nov. 6-8	Control	13	0	13

- a. b. The resulting migratory adults which were reared on leaf sheath of rice plant after heading under high populations in autumn.
c. The normal adults.

考察

出穂稲葉鞘で育った成虫すなわち移住型は休眠卵を産むが長く稲苗で育つことによって休眠卵を産まなくなる。すなわち稲苗は移住型を普通型と変えることになる。換言すれば稲苗は出穂稲葉鞘によって休眠刺激を受けた移住型を普通型へと変えたことになる。

(4) 幼虫時代の環境条件と休眠卵の発現

実験方法

トビイロウンカのふ化幼虫をふ化当日より25cc中の試験管で稲苗又は出穂稲葉鞘を与え羽化まで飼育、羽化当日雌雄を組合せ1対ごとに2~3日置きに産卵寄主を取り替えた。産卵の有無の調査は産卵寄主を推定産卵日後7~10日後割って調べた。A区の産卵寄主は稲他はスズメノカタビラを使用した。11月7日迄は自然、11月18日より 17°C で飼育した。産卵した卵は産卵後約10日間自然温に置いて後 -4°C に24時間置いた後生存したものを休眠卵とした。E, F, Hの区は自然温が -4°C 以下であるので特に低温処理を行わず2月3日調査の結果生存したものを休眠卵とした。実験中短日とは自然日長を、長日とは日没時より22時迄60Wの電灯で明るくした。実験結果は第65表のようである。

第65表 休眠卵発現の環境
Table 65 Effect of rearing conditions during larval period on the induction of diapause of brown planthopper eggs, 1960.

Experi- mental plots	Locality of insect	Rearing conditions during larval stages				No. of parents used	Parents	Date of emergence	Pre-oviposi- tional period (days)	No. of diapaused eggs	No. of none- diapaused eggs	Percentage of diapaused eggs
		Date of hatching	Food plant	Larval density per tube	Day-length							
A	Hiroshima	Oct. 1	Seedling of rice plant	2	Natural (Short day)	18	B × M	Nov. 2-4	7.0	0	89	} 8
	do	Oct. 1	do	2	do	1	B × M	Nov. 4	12.0	2	14	
	do	Oct. 1	do	2	do	4	M × M	Nov. 4-6	20.5	9	25	
B	Hiroshima	Oct. 3-4	Seedling of rice plant	2	Long day	14	B × M	Oct. 30- Nov. 4	} 11.9	0	298	} 0
	do	do	do	2	do	3	B × M	Nov. 2		0	0	
	do	do	do	2	do	7	M × B	Nov. 2-6		0	0	
C	Hiroshima	Sept. 30- Oct. 4	Leaf sheath of rice plant after heading	2	Natural (Short day)	6	B × M	Oct. 30- Nov. 4	} 4.2	0	148	} 0
	do	do	do	2	do	8	B × B	Oct. 30- Nov. 6		0	0	
	do	do	do	2	do	1	M × M	Nov. 4		0	0	
D	Hiroshima	Sept. 29- Oct. 4	Leaf sheath of rice plant after heading	2	Long day	6	M × M	Nov. 4	} 8.3	0	125	} 0
	do	do	do	2	do	6	B × M	Oct. 26- Nov. 6		0	0	
	do	do	do	2	do	1	B × B	Oct. 26		0	0	
	do	do	do	2	do	7	M × M	Oct. 26- Nov. 6		0	0	
	do	do	do	2	do	1	M × B	Nov. 6	0	0		

E	Hiroshima	Oct. 8	Leaf sheath of rice plant after heading	30	Natural (short day)	8	M × M	Nov. 24- 27	36.2	47	0	100
F	Hiroshima	Nov. 10	Leaf sheath of rice plant after heading	30	Long day	8	M × M	Dec. 19- 21	37.6	106	44	71
G	Kagoshima	Oct. 1	Seedling of rice plant	2	Natural (Short day)	17	B × M	Nov. 2-4	9.6	0	275	3
	do	do	do	2	do	1	B × M	Nov. 4	20.0	2	9	
	do	do	do	2	do	6	M × M	Nov. 2-4	21.9	12	101	
H	Kagoshima	Oct. 3-7	Leaf sheath of rice plant after heading	30	Natural (Short day)	7	M × M	Nov. 18- 25	41.1	41	0	100

In long day, after the sunset deficient day length was supplied by additional illumination with 60 Watt electric light until 10 p.m.

M denotes the macrpterous form and B the brachypterous form.

考 察

第65表の結果から広島県産トビイロウンカ(B)も鹿児島県産のものも(F)出穂稲葉鞘、短日下で幼虫時代を飼ったものは全産下卵が休眠卵となり、長日下で幼虫時代を飼育したものはその飼料が稲苗であっても、出穂稲葉鞘であっても、集合飼育であっても休眠卵を生じなかった。短日飼育の場合は稲苗で育ったにもかかわらず僅かではあるが休眠卵を生じた。これは広島県産のトビイロウンカも鹿児島県産のトビイロウンカも同様な結果であり、日長がトビイロウンカの休眠卵を産む成虫発生の原因として大きいことがうかがわれる。出穂稲の葉鞘で10~11月短日下で集合飼育することはトビイロウンカを休眠さすものであり、自然環境の秋は、低温、短日、出穂稲、ウンカの高密度と4条件が揃ってトビイロウンカの休眠を誘起せしめている。

筆者等(1951)はさきにニカメイチュウやフタオビコヤガを休眠さす為には短日(長夜)のみでなく生殖成長時の稲又は雑草を飼料とする必要があることを報じている。又フタオビコヤガにおいては飼料を栄養成長のものを用い、長日下で飼育すれば休眠しないものでも集合して飼育すれば、休眠虫を生ずることを報告している。寄主植物が生殖成長時のもので高密度で飼育すると休眠することは新にトビイロウンカで証明された現象ではなく、既知の現象がトビイロウンカにおいても証明されたに過ぎない。

以上の成績から出穂稲の葉鞘を飼料として高密度で短日、低温の条件で飼育されたトビイロウンカは移住型となって休眠卵を産むことがわかった。

(5) 日長及び温度と休眠卵の発現

実験方法 幼虫をふ化当日より約10cmの稲葉鞘1本とともに25ccの試験管に30頭を収容し、羽化数日後まで飼育し、その後スズメノカタビラを入れた試験管に1対をいれて産卵さし、その卵を産卵後数日で取り出し、湿度を保った秤量管に入れ、 -4°C に24時間おいた後卵の生死を調査した、実験区は温度 17°C で日長は8, 9, 10, 11, 12時間と温度 20°C で日長8, 9時間の区を設けた。

実 験 成 績

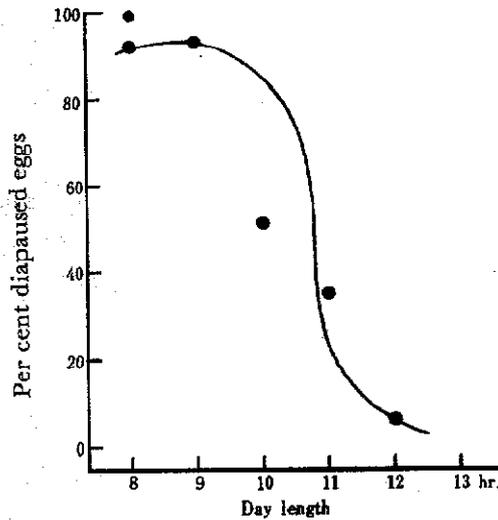
第66表 日長および温度と休眠卵の発現

Table 66 Effect of the day-length and temperature during larval period on the induction of diapause of brown planthopper eggs 1961.

Day-length (Illumination hours per day)	8	9	10	11	12	8	9
Food plant Leaf sheath of rice plant		do	do	do	do	do	do
Larval density	30	30	30	30	30	30	30
Rearing temperature $^{\circ}\text{C}$	17	17	17	17	17	20	20
Date of hatching	Sept. 28	Sept. 28	Sept. 29	Sept. 30	Sept. 30	Oct. 1	Oct. 3
Date of emergence	Nov. 4-10	Nov. 4-7	Nov. 4-10	Nov. 4-10	Nov. 4-10	Oct. 31	Oct. 31- Nov. 4
Date of oviposition	Nov. 17-23	Nov. 20-27	Nov. 20-24	Nov. 20- Dec. 4	Nov. 28- Dec. 6	Nov. 20	Nov. 15-20
Host plant for oviposition	Annual me- adow grass	do	do	do	do	do	do
Date of cold treatment (-4°C , 24 hrs)	Dec. 1-2	Dec. 1-2	Dec. 1-2	Dec. 13-14	Dec. 13-14	Nov. 27-28	Nov. 27-28
No. of eggs tested	138	45	97	63	34	86	74
No. of eggs survived	127	42	49	22	2	32	31
No. of eggs died	11	3	48	41	32	54	43
Percentage of diapaused eggs	92	93	51	35	6	37	42

考 察

第66表の結果によれば日長9時間が最も休眠率よく10~11時間では休眠率は急激に減少する、このことから日長としては9.5時間又は10時間当りが限界であり、温度は17°Cと20°Cでは、17°Cは90%以上の休眠率であり20°Cでは50%にも達しないことから温度も一応17°C以下が休眠条件としてはよいことが知られる(温度及日長の下の限界は不明)。第21図はこの日長関係を示したものである。



第21図 日長及び温度と休眠率との関係

Fig. 21 The relation between the various daily photoperiods during the larval and adult feeding stages and the percentage of diapause. The larvae and adults were reared on leaf sheath of rice plant after heading at a temperature of 17°C.

第8節 春期におけるトビイロウンカ休眠卵の発育状況

前に述べた幼虫時代短日下で出穂稲葉鞘を飼料とし集合飼育した成虫の産んだ休眠卵の発育状況を調査した。結果は次のようである。ふ化した幼虫はスズメノカタビラを飼料として飼育した。

第67表 トビイロウンカ休眠卵の発育状況

Table 67 Embryonic development of overwintered eggs of the brown planthopper in Spring 1960.

Date of investigation	Feb. 3	Feb. 29	Mar. 8	Mar. 17	Mar. 22	Mar. 28	Apr. 8	Apr. 21- May 7	June 1-14
No. of eggs used	88	88	82	80	76	75	66	Hatched	Emerged
No. of eggs survived	88	82	80	76	75	66	66		♀M 34 ♂M 25
No. of eggs died	0	6	2	4	1	9			
Developmental stage of embryo		Anaphase of yellow spot or blastokinesis stage	Blastokinesis or prophase of eye pigmentation stage	Prophase of eye pigmentation stage	Pro- and metaphase of eye pigmentation stage	Meta- and anaphase of eye pigmentation stage			

すなわち休眠卵は3月8日より発育を始め4月21~5月7日の間にふ化した。このふ化幼虫は6月上旬に

成虫となる。これがその年最初の成虫であり直ちに水田に来るものもあるが多くは今一代雑草で育ち第2回の成虫が水田に来るものと考えられる。

第9節 トビイロウンカ春期の寄主選択

(a) トビイロウンカ春期の寄主選択 (I)

冬期スズメノカタビラ間に休眠卵として越冬したものよりふ化した幼虫が成虫となってどんな産卵習性を示すかを調べた。

供試虫及び実験方法

1958年11月20°C, 長日 (18時間明, 6時間暗) で飼育中の普通型を親とするものより出た幼虫を25cc試験管中で稲で個体飼育したものと, スズメノカタビラで飼育したもの。休眠卵を20°Cでふ化させた幼虫を25cc試験管中にスズメノカタビラで個体飼育して出た各々の成虫の早合1対を稲苗, スズメノカタビラ, スズメノテッポウを入れた35cc試験管に入れ23°C, 長日下 (18時間明, 6時間暗) に一定期間置き後寄主を割って産卵数を調べた。結果は次の第68表のようである。

実験成績

第68表 春季におけるトビイロウンカの寄主選択 I

Table 68 Oviposition preference of brown planthopper adults for a seedling of rice plant, annual meadow grass and meadow foxtail in Spring 1 1958-59.

Experimental temperature (°C)	Rearing conditions during larval period			Date of hatching	Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on					
	Eggs used	Food plant	Day-length				Seedling of rice plant	% Annual meadow grass	% meadow foxtail	%		
20	Non-diapaused	Seedling of rice plant	Long day	Nov. 28	Jan. 10-19	10	133	50	123	46	10	4
20	do	Annual meadow grass	do	Nov. 21-26	Jan. 16-25	10	129	53	99	41	11	6
20	Diapaused	do	do	Nov. 12- Dec. 11	Jan. 12-26	10	74	36	124	60	7	4

以上の成績はトビイロウンカの春期の産卵習性が幼虫時代の飼料, 休眠卵, 非休眠卵の間に異なる場合に稲又は雑草への寄生性は考えられない。

(b) トビイロウンカ春期の寄主選択 (II)

実験方法

雑草中に卵態で休眠したトビイロウンカが7月上中旬に稲へ来るものと考えられるならば稲への寄生性を示すものと考えられるのでその関係を調べる目的で幼虫時代を出穂したスズメノカタビラを4月下旬から7月上旬に亘って稲苗とスズメノカタビラへの寄生性を前実験に準じて調べた。結果は第69表のようである。

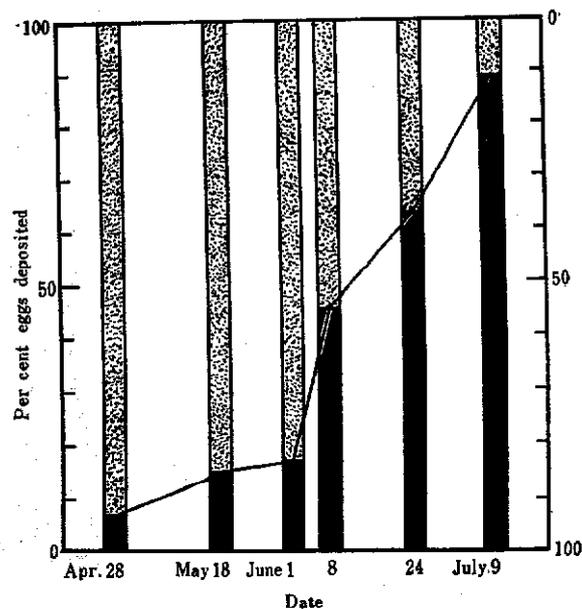
実験結果

第 69 表 春季におけるトビイロウンカの寄主選択 II 1960

Table 17 Oviposition preference of brown planthopper adults for seedling of rice plant and annual meadow grass in Spring II 1960.

Date of oviposition	No. of parents used	No. and percentage of eggs deposited on			
		Seedling of rice plant	%	Annual meadow grass	%
Apr. 26-30	12	17	7	222	93
May 17-20	13	50	15	277	85
May 30-June 3	13	63	17	300	83
June 6-10	12	244	45	303	55
June 21-27	11	331	63	198	37
July 7-11	10	240	89	31	11

The larvae, just after hatching, were put into test tubes (25 cc) with annual meadow grass and reared under natural conditions. Emerged adults were all macropterous forms.



第 22 図 春季におけるトビイロウンカの寄主選択

Fig. 22 The relation between the time of oviposition and the percentage of eggs deposited on host plants during spring. Closed bars show the percentage of eggs deposited on rice plant, dotted bars show the percentage of eggs deposited on annual meadow grass.

考 察

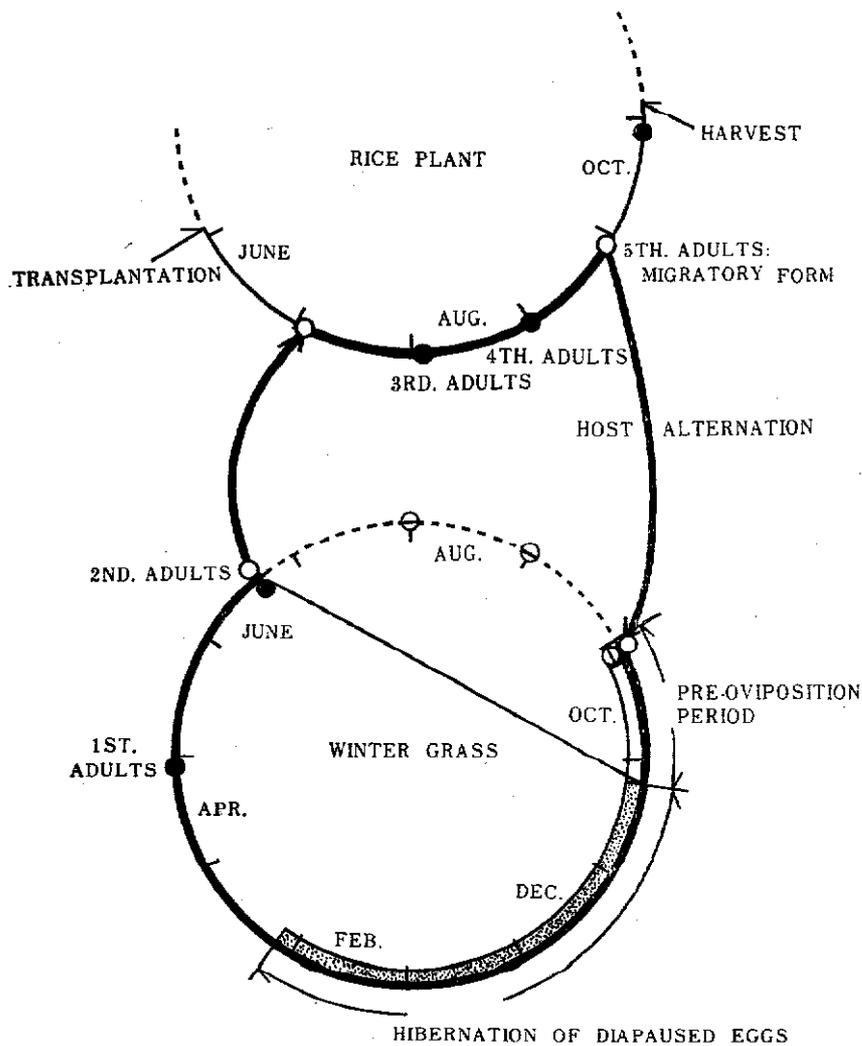
第68表によれば飼料、休眠卵、非休眠卵の区別なく稲及び雑草への産卵習性に差はなく、第69表によれば4月下旬ではスズメノカタビラに93%の産卵を見ているが、7月上旬となれば逆にスズメノカタビラには僅かに11%となり稲に89%も産卵している。第69表の実験はセジロウンカの寄主選択の項の第17表と同時に進んだもので稲及びスズメノカタビラのクロフィルの量を定量しているが、この春のトビイロウンカの寄主選択は秋の移住型の寄主転換とは全く異なってセジロ同様に葉緑素の多いものへと産卵していることから葉緑素で一応示される蛋白のあるものに対する走性として寄主を選んでいるものと考えられ、セジロウンカの寄主選択と同様に考えられる。自然において7月上旬水田にトビイロウンカが現われることとも第69表の結果はよく一致している。

第10節 トビイロウンカの週年経過

トビイロウンカに関して以上述べて来たことは長し型に始まり長し型に終わるほ場の実態と長し型発生の原因とが合致し秋期発現する長し型は移住型と呼ぶ特殊な生理現象を有しており、この移住型が冬草へ寄主を転換し休眠卵を産み、冬期の低温に耐えて越冬し、自然の水田発生と実験結果と合致する成績が得られた。

すなわち広島県西条地方で自然状態では次のような週年経過を行なう。6月末から7月に水田に飛来した成虫は水稻に産卵し7, 8, 9月の3ヶ月約3世代水稻で育ち7, 8月は短し型の成虫が多いが、9月末から10月始めになると移住型となり産卵前期間が延びる。この間に冬草に移住して10月末から11月となって冬草に産卵、この卵は休眠して冬草中で越冬し3月中旬生育を開始し4月下旬から5月上旬ふ化して冬草雑草で育ち6月上旬羽化して今一世代雑草で育ち6~7月稲に移住する。

以上を模式化すると次の23図のようになる。



第23図 トビイロウンカの周年経過

Fig. 23 Diagram illustrating the life-cycle of the brown planthopper

第3章 考 察

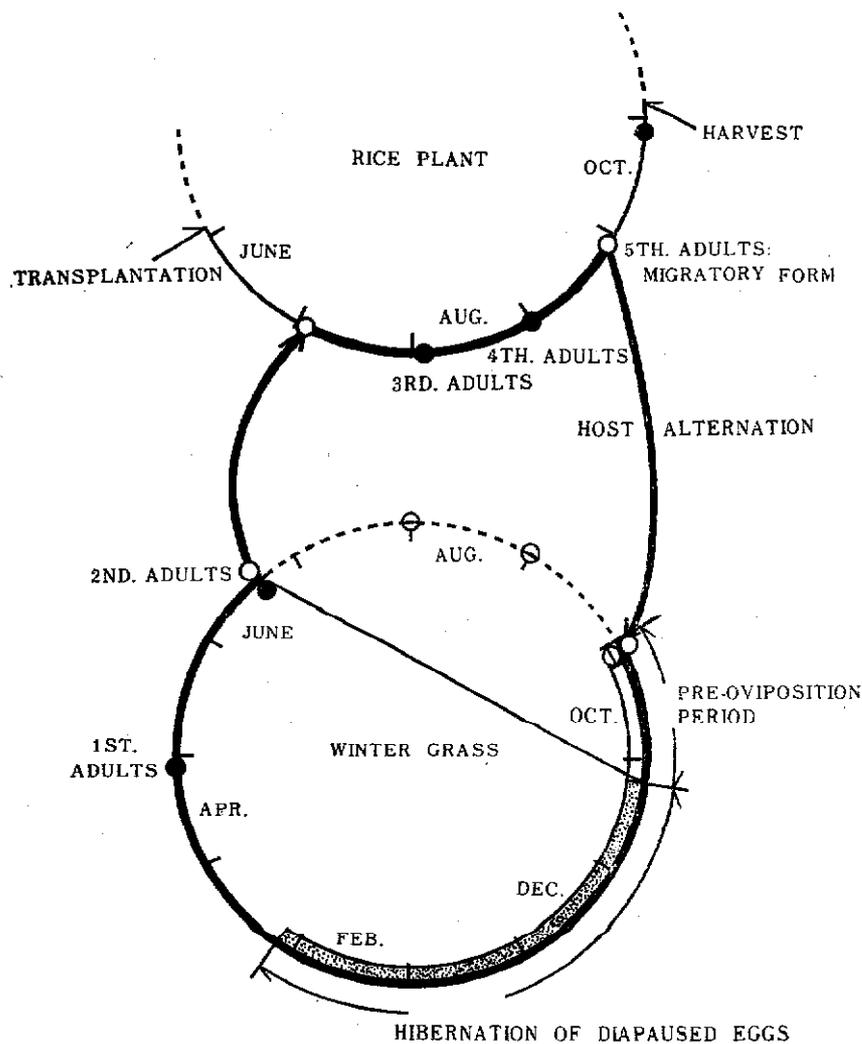
稲作の大害虫であるセジロウンカ及びトビイロウンカの冬期の状態がわからないと唱えられてから、30数年間学会のなぞも今ここにようやくその姿がわかるに至ったがいまだ論点であるものもある。この研究を通じて筆者等の考え方と数々の論文や主張を比較検討してみたい。

第10節 トビイロウンカの週年経過

トビイロウンカに関して以上述べたことは長し型に始まり長し型に終わるほ場の実態と長し型発生の原因とが合致し秋期発現する長し型は移住型と呼ぶ特殊な生理現象を有しており、この移住型が冬草へ寄主を転換し休眠卵を産み、冬期の低温に耐えて越冬し、自然の水田発生と実験結果と合致する成績が得られた。

すなわち広島県西条地方で自然状態では次のような週年経過を行なう。6月末から7月に水田に飛来した成虫は水稻に産卵し7, 8, 9月の3ヶ月約3世代水稻で育ち7, 8月は短し型の成虫が多いが、9月末から10月始めになると移住型となり産卵前期間が延びる。この間に冬草に移住して10月末から11月となって冬草に産卵、この卵は休眠して冬草中で越冬し3月中旬生育を開始し4月下旬から5月上旬ふ化して冬草雑草で育ち6月上旬羽化して今一世代雑草で育ち6~7月稲に移住する。

以上を模式化すると次の23図のようになる。



第23図 トビイロウンカの周年経過

Fig. 23 Diagram illustrating the life-cycle of the brown planthopper

第3章 考 察

稲作の大害虫であるセジロウンカ及びトビイロウンカの冬期の状態がわからないと唱えられてから、30数年間学会のなぞも今ここによくその姿がわかるに至ったがいまだ論点であるものもある。この研究を通じて筆者等の考え方と数々の論文や主張を比較検討してみたい。

セジロウンカ(第1表及び第1図)及びトビイロウンカ(第33~35表及び第11, 12図)の水田における実態は成虫長し型に始まり長し型に終わることは三宅, 藤原等(1951b)によって明らかにされていたのであるが, この長し型の発生原因に関しては, 三宅, 藤原(1951a)の報告, 末永(1953a)及び岸本(1956a, b 1957)の研究があるが, これが越冬へと結びつけられて考えられているものはすくない。末永, 奈須(1953)のセジロウンカの生態型, 三宅, 藤原(1954)のセジロウンカの地域性の研究(本文第19表)等何れもセジロウンカの伝染源はそれぞれの地方にあって, 長距離移動によって発生するものでないことを示したもので, 三宅(1954)はこの事実から移動説に賛成していた意向を取り消してなんらかの形態で休眠しているものであろうとの考えを持つに至った。一般越冬を仮定した山野における調査は鮫島(1956), 立石(1956)等によるセジロウンカ及びトビイロウンカの調査があり, 仲野, 花岡等(1956)によりセジロウンカが山野の雑草から採集され殊に末永(1953), 糸賀等(1956)の稲の全くない草垣島のイヌビエよりセジロウンカを採集したこと北海道で水田のない山野でセジロウンカが採集されたこと及び山形農試(1958, 未発表)のセジロウンカが9月稲よりヒエに多く産卵することを観察した結果などから, セジロウンカは雑草に主として寄生するものではないかとの考えを抱かした。一方末永等(1956)あるいは鮫島(1956), 糸賀等(1956)により成虫, 幼虫あるいは卵による越冬が考えられたが, この考え方は越冬を休眠現象と関連づけたものでなく, 昆虫が冬を過ごすためには特定の休眠か, さもなくば三宅(1950)が休眠しない小豆象も越冬(冬の低温を経過する)するためには3令幼虫のみが可能であるとしたように, 冬期低温に耐える力が一定の時代にあるとの考え方でなく, 何となく冬を過ごすものと考えられていたようである。これは特別に越冬を論ずるまでもなく, 古くは村田, 平野(1928)によって稲の枯死しない程度の温度におくことにより十分越冬し周年経過が続けられるということと同様であり又定温器内の飼育と全く同じであって, 糸賀(1956)の述べている鹿児島県指宿郡山川町における越冬も全く同じケースと考えられる。この特殊環境である山川町のような例が九州地方では示されているが, これはあくまで特殊な場合であってこれを一般的な現象として見るべきではなからう。休眠しないセジロウンカやトビイロウンカが九州南部地方の冬の低温で死滅しないかどうかに関しては第7~12表の耐寒性の実験からいささか疑問を持たざるを得ない。そこで筆者等は前に述べた長し型と稲以外の植物との関連について研究を開始した。それは第13表に示したように, 水田から姿を消すセジロウンカのゆくえである。このウンカはイヌビエ(夏草雑草)に, 次にスズメノカタビラ(冬草雑草)にと寄主を変えて休眠卵を産むことが筆者等(1961a)によって明らかにされた。筆者等の休眠卵の発現環境を調査したところによると第26~28表に示すように温度の上の限界は17~20°Cの間に, 日長10時間以下(暗時間14時間以上)の条件で, 幼虫時代の飼料は稲よりもスズメノカタビラ又はイヌビエ等の雑草を与えた場合に休眠卵発現率は高い。花岡(1961)も雑草飼育の方が休眠卵の発現が多いことを報告している。

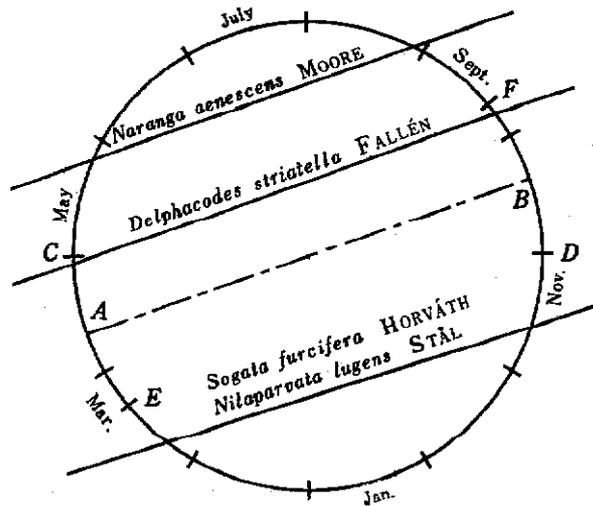
休眠卵を生ずるためには雑草を寄主とした方がよいことと(第26~27表), 末永(1953a)などの草垣島の草地からセジロウンカを採集したことと考え合わせて又本文第32表に示したように雑草で容易に周年経過をさすことが出来たことから, セジロウンカはもともと雑草を主とするもので稲には一定の期間に暫次寄生しているものと考えられるに至った。稲に寄生している場合は特別な寄主選択という現象をとまなわなければ十分な休眠卵となり得ないが(第26~27表), 雑草で周年経過すれば寄主を変えることなく日長と温度が満足される時期となれば容易に休眠卵となって越冬が可能である。これは奈須(1959)による, 深谷(1957)の雑草のみの生活環境のあることを証明したことにもなる。

トビイロウンカに関しても長短し型の問題, 一般越冬を仮定した山野における調査, あるいは特殊環境地における調査などはセジロウンカと同様な考え方から発足してほぼ同様な結果が発表されたが, セジロウンカ同様幼虫越冬などには筆者等は疑問を持っていた。

一方休眠に関してはセジロウンカとは全く趣を異にしている。先ず本文第50~54表及び第57表に示すように出穂稲で集合飼育すると産卵前期間が延び, 長期間絶食に耐え又耐寒性も強くなりこれは「移住型」と呼ぶ異なった生態型のものとなり稲から雑草へと寄主転換を行ない(第56表), この産んだ卵は休眠卵となって強い耐寒性があるものとなる。この現象は鹿児島県産のものも広島県産のものも同一条件下では同様な休眠を行なう(第65表)

この休眠卵を産む移住型は17~18°Cの低温(下の限界不明), 10時間以下(14時間以上の暗)の短日(8時間以下の限界不明)によって生ずるものであることがわかった。三宅(1959a, 1959b), 竹沢(1957, 1961)のトビイロウンカの実験も本文の実験結果(第65表)と同様に11月となり始めて休眠卵が得られている。これは日長(夜間時間), 低温の条件が満足されて休眠卵を産む移住型が出来るのである。この移住型は

ほとんど長し型であるが短し型にも生ずることがある。竹沢(1957)は稲の二番芽生にトビイロウンカが休眠卵を産んでいることを報告しているが、これはトビイロウンカの休眠卵を産む主な寄主とは考えられない。本文に示す(第56表)ように移住型は稲より雑草へと明らかに寄主転換を行っており、なお第64表に示すように休眠卵を産む移住型も稲苗で飼育すれば休眠卵を産まなくなる普通型となることから移住型の寄主転換は明らかであって、トビイロウンカが冬季雑草へ休眠卵を産むことは先ず普遍性のある事実であると考えられる。今少しセジロウンカ及びトビイロウンカの休眠条件から越冬問題を図によって論議して見よう。



第24図 日長及び温度と昆虫の休眠 I

Fig. 24 Relation between the sunrise to sunset day length and the normal temperature and the diapause of various insects. I.

C, D: The isothermal seasons in a year.

E, F: The vernal equinox and the autumnal equinox.

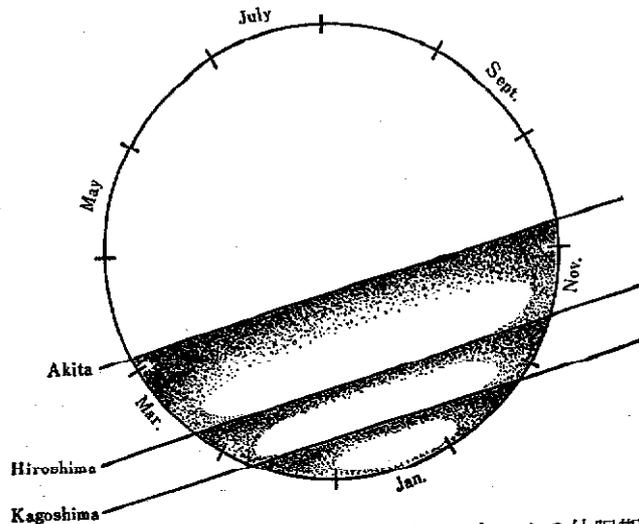
The distances between AC, AE, BF and BD are equal: it is shown that AB line is influenced by temperature and day length. The line showing the diapause period of *Naranga aenescens*, *Delphacodes striatella*, *Sogata furcifera* and *Nilaparvata lugens* run parallel to the AB line; it is considered that the diapause of these insects are controlled by these factors.

三宅等(1944)のフタオビコヤガ及びヒメトビウンカ(1932)、セジロウンカ及びトビイロウンカなどの休眠は第24図に示されているような線で休眠期間が現わされる。

上記の各昆虫は何れもA B線に平行な線で休眠期間が現わされることは日長と温度の両者によって休眠が支配されて起ることを意味している。ところがセジロウンカやトビイロウンカの休眠期間がA B線に平行な線で現わされ温度と日長が休眠誘起に重要な条件であることは上記の他の昆虫と同様であるが11月中旬から3月上旬に休眠期間があることはヒメトビウンカ、ナシヒメシクイ、あるいはフタオビコヤガなどよりははるかに低い温度と、はるかに短い日長(長い夜間時間)を必要とすることを意味し、セジロウンカやトビイロウンカが休眠して越冬することがわからなかった原因でもある。

さてようやくセジロウンカ及びトビイロウンカの休眠誘起の条件が実験的に証明されたので自然状態の日長と温度から各地のセジロウンカ及びトビイロウンカについて考えて見たい。第25図は実験結果から推定に基づいて作ったものである。

まず秋田地方では西条(広島県)よりは日長は早く短くなり温度も早く降下するので平均気温から温度による休眠時は10月上旬からであるが日長の方は10月下旬からであって、休眠に入るのは10月の下旬からであると想像される。ところが鹿児島地方では気温は10月下旬から休眠条件となるが日長は年最短時になっても9時間51分にしかならない。休眠時期としては僅かに12月上旬から2月下旬まで70日間くらいしかない。広



第25図 所によるセジロウンカ及びトビイロウンカの休眠期間の差
 Fig. 25 Differences of diapausing period of the white back planthopper and the brown planthopper in three different geographical areas.

島の110日前後の休眠期間に比し約そのなかばである。これは鹿児島地方のセジロウンカやトビイロウンカの発生が早く、東北地方に行くに従って遅い原因でもあり、平野(1941)によって西日本はウンカの発生が早く東日本は遅いことから移動説の一原因としたことでもある。又末永(1956)、糸賀等(1956)の述べている卵幼虫越冬と考える原因ともなっていると考えられる。

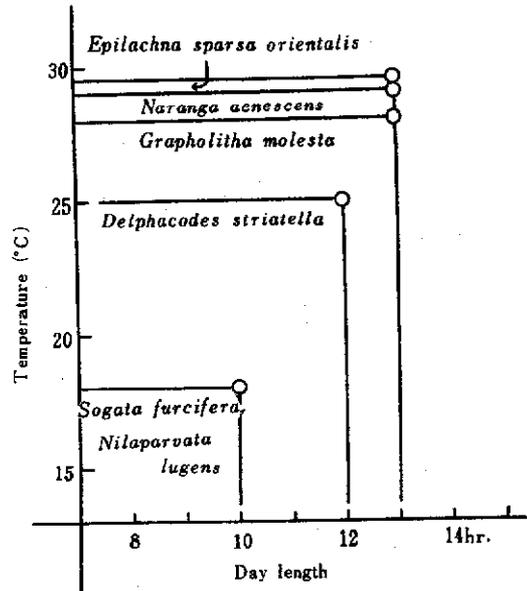
鹿児島の自然環境は休眠期間が短く休眠卵を得るのにはなほだむづかしく休眠しないものと考えられ易い。しかしながら本文第65表に示したように実験によれば鹿児島県産のトビイロウンカも広島県産のトビイロウンカも本質上の差はなく同じ条件では同じ反応を示していることから卵態で休眠して越冬するものが主体であろう。

以上本文で述べ来たことは今まで不明であったセジロウンカ及びトビイロウンカの周年経過の実態を知らんとしたものであった。本文の実験結果から両種ウンカの周年経過は第10及び第23図に模式図を画いているようにセジロウンカでは周年経過中僅かの期間だけ稲へ寄主を変えている。雑草による周年経過は易く実験証明出来ることから雑草を主な寄主とするものであることが考えられる。然し稲へと寄主を選ぶことが僅かの期間であっても稲の害虫であることに変わりはない。何故稲に来るか寄主選択に関する本文の研究のみでは満足することが出来ない。近年セジロウンカの発生頻度は過去数年以前とは比較にならない程多い。寄主選択に関する実験から施肥料の増加はその原因でもあるかも知れない。

トビイロウンカに関しては現在までの実験では夏期稲へと寄主を変えることが必要であって、秋期に再び寄主転換を行なって始めて周年経過が可能であって稲が日本に作られる以前からトビイロウンカは存在していたであろうと考えるならば雑草でのみの生活環境があるものであろうと予想されるが、夏期において易く生育する雑草を未だ発見することが出来ない。

日長効果によって休眠する昆虫として知られた三宅等(1943)のニジヤホシテントウムシ、ヒメトビウンカ、フタオビコヤガ、Dikson(1949)のナシヒメシクイ、豊島、本間、正木(1961)のモモシクイガ、セジロウンカ及びトビイロウンカなどの休眠誘起の条件としての日長と温度の関係を第26図によって見ると、例えば短い日長を必要とするセジロウンカは低い温度を必要とし、長い日長が短日として休眠誘起の条件であるフタオビコヤガは高い温度でも休眠するという事実がわかる。又この関係は休眠誘起の条件として日長を知れば他の条件である温度もわかることになる。夏の長い日長の当時は温度は高く、短い日長の秋から冬は温度は低いので日長と温度はほぼ伴うことは当然のことであるかも知れないが、休眠誘起の条件もこれに伴って季節の周期によく調和して休眠現象が起っている。かりに単なる温度低下のみが休眠誘起の条件であれば常に大きく変化する温度の為に、休眠は一定の時期に起り難い。常に一定の周期でくり返される日長と温度が組合されて休眠が起っていることは、休眠が一定の時期に起り昆虫は耐寒性を得て冬期も

よく生命を維持し得ることになる。まことに自然は微妙であり、これら昆虫の種の生存を全うさせているものである。



第26図 日長及び温度と昆虫の休眠II
Fig. 26 Relation between the day length and temperature and the diapause of various insects. II

要 約

過去30数年間にわたって稲作の大害虫である、セジロウンカ及びトビイロウンカの越冬が不明であったが、セジロウンカでは寄主選択 (Host Plant Preference) という形をとり、トビイロウンカでは寄主転換という現象によって、稲以外の新たな寄主を求めて移り、その為には両種ウンカは水田では密度の低い時期は短し型が多いが、秋となって密度が高くなると長し型となって、移住し易くなる。この移住に伴って、今までに知られた日長効果によって休眠する昆虫の例よりも、はるかに低い温度と短い日長 (長い夜間時間) が休眠誘起の条件となって卵で休眠して越冬する。その概要は次のようである。

I セジロウンカ

1 広島県ではセジロウンカは6月下旬から7月上旬にかけて初めて長し型が水田に飛来定着する。その後7月下旬から8月にかけて水田に飛来する長し型も認められる。この長し成虫より出た雌成虫の多くは短し型となり、生息密度を増しつつ8月下旬になると生息密度は最高となり、成虫はほとんど全部長し型となりほ場から姿を消して行く。

2 秋期8月末から9月にかけて、セジロウンカの水田における生息密度は急激に減少する。又この当時予察灯へ飛来する成虫は無産卵のものが多く、これ等の長し型成虫は何れかへ移行することを示している。

3 セジロウンカ雌の長し型発現は、幼虫期の飼料又は生息密度等の環境条件によって支配され次のようになる。

稲苗飼育の場合、一定の稲苗に対して虫数が多くなる程、虫を基準とすれば稲苗が小さくなる程、長し型の発生は多くなる。又自然成育中の水稻を飼料とした場合、稲葉飼育より稲葉鞘飼育の方が長し型の発生が多い。これは密度の増加に基づく栄養摂取量の不足が、長し型発現の原因と考えられる。

4 セジロウンカ3令幼虫は、7°Cでは19日間で全部死滅する。更に3°C、0°C及び-4°C等の低温中では容易に死滅する。又広島、鹿児島及び秋田県産のセジロウンカ3令幼虫は3°C又は冬期の自然温における耐寒性は弱くかつ三者間の耐寒性の差は認められない。

5 8月末から9月にかけてセジロウンカが水田から姿を消して行く時期になると、稲よりもイヌビエに

より多く産卵し、夏草雑草への寄主選択が認められる。又この時期のイヌビエ、ケイヌビエ及びタイヌビエ等のヒエ間における寄主選択性は、イヌビエに対する選択性が最も強い。

6 イヌビエに移転しイヌビエで育ったセジロウンカは、冬季になると稲に産卵することなくスズメノカタビラ、スズメノテッポウの順に多く産卵し、冬草への強い寄主選択性を示す。

7 4月～7月にわたるセジロウンカの寄主選択性は、4月～5月の期間は冬草スズメノカタビラへの産卵が多く、6月末から7月になると稲への産卵が多くなり冬草より稲への寄主選択現象が見られる。

8 以上のように稲の出穂時となると稲よりイヌビエに、イヌビエの熟期となるとイヌビエより冬草のスズメノカタビラに、スズメノカタビラの熟期がくると冬草より稲へと示す強い寄主選択性は、何れの場合も葉緑素の多い方へと寄主を変えており、これは葉緑素で現わされる或種の蛋白に対するウンカの走性と考えられる。

9 セジロウンカの被害は、養分摂取とは別に何等かの毒物を稲に注入するもので、秋田、石川県等東北地方産ウンカと広島、鹿児島等西南部地方産ウンカの間には、キュウリの発根を阻害する毒力に差が認められた。このことはウンカに地域性が有り各々の地方で越冬していることを示すものと考えられる。

10 セジロウンカ成虫の産卵前期間の延長は、幼虫期の飼育密度に影響される所が大きい、トビイロウンカのような大きな延長は認められない。

11 9月の自然条件下で育ったセジロウンカは休眠卵を産むことはないが、10月～11月の期間にイヌビエで育ったセジロウンカは休眠卵を産む。しかしながら稲苗、出穂稲など稲で育ったものはほとんど休眠卵を産まない。休眠卵は -4°C 、24時間の低温処理、又は冬季の自然低温にあっても死なない。

12 セジロウンカの休眠誘起の環境条件として、温度、日長及び餌料などがあげられ次のようである。

a 日長が満足されて温度が 17°C では90%前後の休眠卵が得られるが、 20°C では休眠卵は全然得られない。

b 温度が満足されて日長が8～9時間では休眠率は81～95%となるが、日長が10時間となると休眠率は減少し約50%となり12時間では休眠しない。

c セジロウンカが休眠卵を産むためには、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。稲は休眠卵を産むためには好ましい飼料ではない。

d セジロウンカの休眠条件としての温度、日長はかなりの低温(18°C)、短日(10時間以下)を必要とするので休眠期間には場所により大きな差異があるものと考えられる。

13 セジロウンカの休眠卵は黄斑期で越冬し翌春3月上旬頃から成育を開始し、4月下旬からふ化し始め5月下旬から6月にその年第1回の成虫が現われ、これはスズメノカタビラで育ち7月上旬に第2世代成虫が現われる。

14 セジロウンカは、年を通じてスズメノカタビラ、イヌビエなどの冬草、夏草のみで経過することが出来、秋期10月にふ化したものは11月に成虫となり休眠卵を産むにいたる。このことによってもセジロウンカの本来の寄主は雑草であり、稲には一定の期間に暫時寄生するものと考えられる。

15 セジロウンカの周年経過は次のようである。すなわち6月末から7月に水田に飛来したセジロウンカは、水田で2世代を経過した後8月末から9月にわたり、稲より夏草のイヌビエに寄主を変えこれに2世代を経過し、11月になると今度は冬草スズメノカタビラに寄主を変えこれに休眠卵を産むにいたる。休眠卵で越冬したものが翌春5月末から6月にわたり第1回目の成虫となる。その後冬草で2世代経過した後ふたたび本田に飛来するものである。なおこの間稲に寄生することなく雑草のみで周年経過するものもあると考えられる。

II トビイロウンカ

16 トビイロウンカが初めて水田に現われるのは6月下旬から7月にかけてで、この当時はすべて長し型成虫であり短し型を見ることはない。そのうち水田で増殖しつつ9月下旬から10月にかけて水田の生息密度は最高となり、又成虫はすべて長し型となり水田から去って行く。

17 トビイロウンカ雌の長し型発現の原因として幼虫時代の飼料、生息密度、日長などがあげられ次のようである。

a 稲苗飼育の場合、一定の稲苗に対して、又自然成育中の水稻の一定の稲葉に対しては虫数が多くなる程、虫を基準とすれば苗が小さくなる程、又飼料の量がすくなくなる程長し型の発生は多くなり、セジロウンカと同様の傾向を示した。セジロウンカにくらべトビイロウンカの方が雌短し型は出やすい。

- b 雑草(スズメノカタビラ)飼育によれば、その生育時期に関係なく低密度(1試験当1頭)にもかかわらず、稲苗飼育にくらべ(♀M%, 0~3%)非常に高い雌長し型発現率(71~95%)を示す。
- c 6月~9月にわたる水稻の葉飼育によれば、稲の成育時期による長し型発生には一定の傾向は認められない。しかしながら稲葉鞘飼育では稲の生育時期により長し型発生に大きな差が見られる。すなわち出穂後の稲葉鞘は長し型発現の原因となる。稲葉鞘飼育は稲葉飼育にくらべ高い長し型発現率を示す。
- d 日長の雌長し型発現に及ぼす影響として、長日は短日より雌長し型の発生をうながし、又短日は雄短し型の発生に影響するようである。
- 18 以上のようなトビロウカ雌長し型の発現は、主として3令期における環境刺激により決定される。
- 19 夏におけるトビロウカ幼虫、成虫ともにほ場の水稻への寄生状況は寄主の下部へと集まっている。
- 20 秋期の環境条件下で育ったトビロウカ成虫は、次のような生態的特徴を持つにいたる。
- a 出穂稲葉鞘を餌とし高密度のもとで育ったトビロウカ成虫は、稲の上部に集まる習性を現わすにいたり、稲より他への移動を示し始める。
- b 出穂稲葉鞘を餌とし高密度で育ったトビロウカ成虫は、稲苗を餌とし低密度で育った成虫より長期間絶食に耐えるようになる。
- c 出穂稲葉鞘で秋期高密度で育ったトビロウカ成虫の産卵前期間(21~39日)は、稲苗で低密度で育ったもの(9.6日)の産卵前期間よりかなり延長する。
- d 秋期坪枯は場より採集した雌長し型、又はこの当時予察灯へ飛来した成虫はほとんど無産卵成虫である。
- e 高密度下出穂稲葉鞘で育った成虫と、低密度下稲苗で育った成虫の稲又は冬草(スズメノカタビラ)への産卵習性は、前者は冬草に、後者は稲に多く産卵し明らかに寄主転換の様相が認められる。
- f 高密度下出穂稲葉鞘で育った成虫は稲苗で育った成虫にくらべ、耐寒性もやや強い傾向がある。
- 21 以上のように高密度下出穂稲葉鞘で育ったトビロウカ成虫は、稲苗で育った成虫に比較し絶食生存期間、産卵前期間は延長し、耐寒性は強くなり雑草への産卵選択性が強くなる。前者を移住型、後者を普通型と呼称する。
- 22 トビロウカ3令幼虫は0°Cで3日間、7°Cで26日間で全部死滅し耐寒性は弱い。
- 23 トビロウカの休眠誘起の環境条件として、温度、日長、飼料、密度などがあげられ次のようである。
- a 稲苗を飼料とし高密度下で飼育した場合、成虫の産卵前期間は延長するが休眠卵を生じない。
- b 8月出穂稲葉鞘を飼料とし高密度下で飼育して生じた成虫の産下卵は休眠卵とならない。
- c 10月出穂稲葉鞘で高密度のもと秋期の状況下で成虫となったものは休眠卵卵を産む。すなわち移住型の産んだ卵は、-7°C中にて死滅することなく休眠卵となるが、普通型の産下卵は全部死滅する。
- d 休眠卵を産む移住型も稲苗に寄生することにより、休眠卵を生じないようになる。すなわち稲苗は出穂稲により休眠刺激をうけた移住型を普通型へと変えたと考えられる。
- e トビロウカの休眠誘起の刺激としての温度の上の限界は18°Cあたりにあり、日長は10時間以下であり、加えて高密度下出穂稲の葉鞘で育つことを必要とする。
- 24 鹿兒島産トビロウカも広島産トビロウカも、同じような休眠誘起の刺激によって同じように休眠する。
- 25 トビロウカの休眠卵は黄班期で越冬し、3月上旬から生育を開始し、4月下旬から5月上旬にふ化し、6月上中旬にその年初めての成虫が出る。
- 26 春期における寄主選択はセジロウカ同様4~5月は雑草へ、6月下旬から7月上旬になって冬草が枯死に近づくと急に稲に選択性を現わす。これは自然において7月上旬稲に飛来することと一致する。
- 27 トビロウカの周年経過は次のようである。すなわち、6月下旬から7月上旬水田に飛来し、3世代を経て9月下旬となると長し型を生じ、この長し型はスズメノカタビラに寄主を変え、20日前後の産卵前期間を経て休眠卵を産み、卵で休眠し、越冬して5月上旬にふ化し6月となってその年最初の成虫が出てくる。これは雑草で1世代を経て6月下旬又は7月上旬に2回目の成虫が出て稲に飛来する。
- 28 日長効果及び温度が休眠誘起の条件であるこん虫では、短い日長を必要とするものは低い温度で(セジロウカ日長10時間、温度18°C)、長い日長でもそれが短日として作用するものは高い温度で(フタオビコヤガ日長13時間、温度28°C)休眠が可能である。

引用文献

- DANILYEVSKY, A. S. (1948): Photoperiodic reaction of insects in conditions of artificial illumination, (In Russian) C.R. Acad. Sci. V. R. S. S. (N. S.), 60(3)
- DICKSON, R. C. (1949): Factors governing the induction of diapause in the oriental fruit moth, Ann. Ent. Soc. Amer., 42(4)
- 江崎悌三・橋本士郎 (1930) : 農林省委託浮塵子駆除予防試験, 1
- 江崎悌三・鮫島徳造 (1940) : 農林省委託浮塵子駆除予防試験, 11
- 福岡正信・上村 登 (1941) : セジロ・トビイロウンカの越冬について, 病虫雑, 28(8)
- 花岡岩雄・仲野恭助 (1961) : セジロウンカの越冬並びに発生予察に関する研究, 北日本病害虫研究会報, 12
- 平野伊一 (1933) : 浮塵子 (背白・鶯色) の発生と気象との関係に関する調査, 農事改良資料, 55
- 平野伊一 (1941) : 本州以北に於ける浮塵子の発生と九州の梅雨との関係, 病虫雑, 28 (8~9)
- 平野伊一 (1942) : 浮塵子要録, 病虫雑, 28, (1~8)
- 平野伊一 (1949) : ウンカの越冬並びに発生予察のこと, 宝塚昆虫館報, 57
- 糸賀繁人 (1955) : 昭和30年応動昆虫大会講要.
- 糸賀繁人・酒井久夫・堀切正俊 (1956) : セジロ及びトビイロウンカの越冬並びに第一次発生源としての異常飛来に関する調査研究.
- 岸本良一 (1956 a) : ウンカの翅型に関する研究 (第1報), トビイロウ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, 応昆, 12(3)
- 岸本良一 (1957) : ウンカ類の翅型に関する研究Ⅲ. ウンカ類の長翅型と短翅型における形態的, 生理的相違について, 応動昆, 1 (3)
- KISIMOTO, R. (1958) Studies on the diapause in the planthoppers I. Effect of photoperiod on the induction and the completion of diapause in the fourth larval stage of the small brown planthopper, *Delphacodes striatella* FALLÉN, Jap. Jour. Appl. Ent. Zool., 2 (2)
- 九州農試害虫研究室 (1953) : ウンカの越冬に関する討論報告 (とう写)
- 三宅利雄 (1932) : 昆虫の休眠に関する研究 (第1報), 昆虫, 6 (1, 2)
- 三宅利雄 (1939) : 「日の長さ」とマコモウンカの休眠, 関西昆虫学会報, 9(1)
- 三宅利雄・田村国男 (1943) : 二十八星瓢虫化性変化の原因, 応動雑, 14 (3~4)
- 三宅利雄・多田田義人 (1944) : 「夜間時間」とフタオビコヤガの休眠, 昆虫, 16 (3, 4)
- 三宅利雄 (1949) : 浮塵子移動説を中心として, 広島農業特報, 2
- 三宅利雄 (1950) : 豆象虫類の生態(1), 広島農業特報, 3
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1951 a) : トビイロウンカの長翅発現に関する研究 (予報), 応昆 (講要), 7(2)
- 三宅利雄・藤原昭雄・石井卓爾・乗越要 (1951 b) : ウンカの越冬に関する実験的研究, 広島農試報, 1
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1951 c) : 二化螟虫及びフタオビコヤガの休眠を促す新条件 (予報), 広島農業特報, 4
- 三宅利雄 (1952) : 2.4-Dと二化螟虫, 浮塵子, 植防, 6 (7, 8)
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1954) : セジロウンカの地域的差異について, 応昆, 10(2)
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1956) : セジロ及びトビイロウンカの越冬に関する実験的研究, 病害虫発生予察資料, 56.
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1957) : セジロ及びトビイロウンカ休眠の前提条件(I)(II), 中国農研, 8
- 三宅利雄 (1959 a) : トビイロウンカの寄主転換と休眠, 日本昆虫学会19回大会特別講演
- 三宅利雄 (1959 b) : トビイロウンカの長短翅型発現と寄主転換, 植防, 13(7)
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1961 a) : トビイロウンカの移住型発現及び休眠卵の生成環境, 中国農研, 21
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1961 b) : セジロウンカの休眠と寄主選撰, 応動昆, 5(3)
- 松本蕃・三田久男・大塚幹雄 (1953) : ヨトウムシの休眠に関する研究 (休眠に及ぼす温度と日長時間), 応昆, 9(2)
- MASAKI, S. (1957): Further experiments on the thermal relations of the diapause development in the cabbage moth pupa, *Barathra brassicae* LINNE, Jour. Fac. Agr. Hokkaido Univ., 50 (3)
- 村田藤七・平野伊一 (1928) : 輸出入植物検査統計
- 村田藤七・平野伊一 (1929) : 浮塵子に就て, 病虫雑, 16 (9, 10)
- 村田藤七・平野伊一 (1932) : 浮塵子 (背色鶯色) の発生と気象との関係, 病虫雑, 19 (20~24)
- 村田藤七 (1941) : セジロ, トビイロウンカの発生状況並びに越冬についての考察, 病虫雑, 28 (1~6)
- 仲野恭助・花岡岩雄・安部義一・布施寛 (1956) : セジロウンカの越冬に関する研究, 病害虫発生予察資料, 56
- OTUKA, M. and SANTA, H. (1955): Studies on the diapause in the cabbage armyworm, *Barathra brassicae* L. III. The effect of the rhythm of light and darkness on the induction of diapause, Ball. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. C, 5

- 奈須壯兆・末永一 (1958) : ウンカの胚子発育について, 九州農試彙報, 5(1)
- 奈須壯兆 (1959) : ウンカの越冬, 植物防疫, 13(7)
- 野村健一 (1958) : 昆虫と気象, 宝塚昆虫館報, 52
- 末永一 (1951) : ウンカはどこで越冬するか—既往の知見と今後の調査方針について, 農業技術, 6(9)
- 末永一・樋口泰三・一丸政雄 (1952) : セジロ及びトビイロウンカの越冬に関する研究第1報, 寄主植物に関する研究(I), 九州農研, 9
- 末永一 (1953 a) : 雑草飼育におけるセジロ及びトビイロウンカの生態に関する考察, 九州農研, 12
- 末永一 (1953 b) : 草垣島を訪ねて—ウンカの越冬問題に関連して新昆虫, 6(1)
- 末永一・奈須壯兆 (1953) : セジロウンカの生態型に関する研究 (第1報) 昭和28年, 応動応昆大会講演.
- 末永一・奈須壯兆 (1952) : 九州本土のセジロウンカと種子島, 草垣島, 男女産セジロウンカの形態測定比, 九州農研, 13
- 末永一 (1956) : セジロ及びトビイロウンカの越冬並びにこれに関連した研究報告, 農林省病害虫寄生予察資料, 56
- 竹沢秀夫・近岡一郎・二宮 融 (1957) : トビイロウンカの人為的卵態越冬について, 応動昆, 1(3)
- 竹沢秀夫 (1961) : トビイロウンカの越冬に関する研究II, 秋期における産卵時期と卵態越冬との関係, 応動昆, 5(2)
- TOSHIMA, A., HONMA, K. and MASAKI, S. (1961): Factors influencing the seasonal incidence and breaking of diapause in *Carposina niponensis* WALSHINGHAM, Jap. Jour. Appl. Ent. Zool., 5(4)
- 立石 昶 (1956) : セジロ及びトビイロウンカの越冬並びに第一次発生源としての異常飛来に関する調査研究, 病害虫発生予察資料, 56
- 内田登一・正木進三 (1953) : ヨトウガの休眠誘導に対する光週効果, 応昆, 8(4)
- 内田登一・正木進三 (1954) : ヨトウガの休眠誘導に対する光週効果 (ヨトウガの休眠に関する研究II), 北大農学部記要, 2(1)
- 弥富喜三・杉野多万司 (1952) : 2,4-Dと二化螟虫, 植物防疫, 6(3)
- 湯浅啓温・末永一・石倉秀次・野村健一 (1952) : 浮塵子の越冬に関する調査, 応動雑 (講要), 13
- 山形農試 (1958) : (未発表) セジロウンカの越冬並びに発生予察に関する研究.

Summary

Studies on the Hibernation and Diapause of the White Back Planthopper, *Sogatia furcifera* HORVÁTH and the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL.

Toshio MIYAKE and Akio FUJIWARA

The white back planthopper, *Sogatia furcifera* HORVÁTH, and the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL, have been well known as serious pests of the rice plant in Japan. During the past thirty years, however, it has not been known where these species has spent the winter. In the past there were two hypotheses concerning the hibernation of these species. One is the migration hypothesis and the other the hibernation one. From these points of view, many investigations on the hibernation of these species have been done. Most of these investigations, however, have been devoted to surveys of open fields. But no definite conclusions could be obtained.

The authors have made studies experimentally since 1951 to solve the problem of the hibernation in both species and the results of the experiments brought the conclusions that the environmental factors inducing the diapause of these species were a low temperature, short day photoperiod, food plant (plant for food) and host plant preference in the white back planthopper and a low temperature, short day photoperiod, food plant, population density and host plant alternation in the brown planthopper.

During the summer, adults of both these species which are observed in the paddy field are mostly brachypterous forms: then the populations tend to increase and reach a maximum during autumn: and the emerged adults grow all macropterous forms. At this season, changing the host plant to winter weeds such as annual meadow grass, *Poa annua* L., by means of host plant preference or host plant alternation, these species lay the diapausing eggs on them and spend the winter in the egg stage. The results obtained are summarized as follows:

I. White back planthopper

1. In Hiroshima Prefecture the macropterous females and males of the white back planthopper generally appear in the paddy field for the first time from late June to early July. Some of them appear in the paddy field from late July to early August. Then the brachypterous females appear and the populations of larvae and adults increase progressively during the summer. In late August, they reach a maximum and emerged adults grow all macropterous forms. Towards September they decrease rapidly in number and the macropterous forms disappear from the paddy field. At this season many macropterous females with immature ovaries are attracted by the light trap set up in the paddy field. These facts show that the white back planthopper adults fly away somewhere from the paddy field. (Fig. 1, 2)

2. The appearance of macropterous females of the white back planthopper is determined by environmental factors such as larval density and food plant affecting the whole larval period.

In the experiments of rearing the larvae, the percentage of appearance of macropterous females was 54 per cent when the larval density was kept one per seedling of rice plant 10 cm long. It increases in its percentage with the increase of the larval density, reaching 100 per cent when the larval density was kept eight.

The same results was obtained in other experiments when the food plant was a seedling of rice plant 1.5 cm long or leaf blade of rice plant under growth in the paddy field.

In the experiment in which the leaf sheath of rice plant was used as food plant, the macropterous females appear more than in the experiment in which the leaf blade of rice plant was used. (Fig. 3) From these results, it is considered that the appearance of the macropterous females is based on the food deficiency caused by the increase of the larval population.

3. Exposure to a temperature of 7°C for 19 days gave 100 per cent death of the 3rd instar larvae of the white back planthopper. Of course, they did not survive at all when temperatures dropped below 7°C. There was no difference in cold-hardiness of the 3rd instar larvae of different localities, Kagoshima, Hiroshima and Akita Prefecture at a temperature of 3°C or the natural temperature during the winter (from November to December). (Fig. 4, 5, 6)

4. During the time when the macropterous adults of the white back planthopper disappear from the paddy field, they oviposit more on barnyard grasses, *Panicum Crusgalli* L. var. *submutica* MEY, than on rice plants, *Oryza sativa* L. In the same period they oviposit most on *Panicum Crusgalli* L. var. *submutica* MEY of the three *Panicum* species. (Table 13, 14)

5. The resulting adults of the white back planthopper which had been reared on barnyard grass during October to November did not oviposit on rice plants at all, but oviposited on weeds such as annual meadow grass and meadow foxtail, *Alopecurus platensis* L. (Table 15)

6. From April to July the oviposition preference for rice plants and annual meadow grasses was studied continuously. The results of experiments showed that from April to May the planthoppers oviposit more on weeds than on rice plants. On the other hand, during the time when they appear in the paddy field they oviposited more on rice plants than on weeds. (Fig. 8)

7. As mentioned above, in all cases the white back planthoppers showed more distinct oviposition preferences for the host plants in fresh verdure than for those which approached maturity. In other words, the oviposition preference of this species seems to be correlated with the chlorophyll content in host plants: it may be assumed that the oviposition of this species is caused by the response to the chemical stimuli of certain amino acids.

8. It is assumed that the white back planthoppers damages to the rice plants are due not only to their sucking nutritious substances from rice plants but also to their injection of ceratin toxic substances into them. Thus, the potency of attack of the

white back planthoppers was tested by the inhibition of root growth of cucumber seedling caused by homogenated suspensions of planthoppers in different localities. The results of the experiment showed the existence of the difference in the degree of inhibition by planthoppers of different localities, which suggests that there are local differences between white back planthopper races. (Table 19)

9. The elongation of the pre-ovipositional period of the white back planthopper adult is influenced by high population density during the larval period, but the elongation of it in the white back planthopper is not so remarkable as in the brown planthopper. (Table 20, 22)

10. The adults of white back planthoppers which had grown under natural conditions in September did not lay the diapausing eggs at all, but the adults which had grown on weeds such as barnyard grass under natural conditions during October to November laid the diapausing eggs, however, the adults which had grown on rice plants at this season scarcely laid any diapausing eggs. (Table 26) These diapaused eggs do not die even if they are kept at -4°C for 24 hours.

11. The diapause of the white back planthopper egg is controlled by environmental conditions such as temperature, photoperiod and food plant which affect the whole larval and adult periods. The relationship between these environmental conditions and induction of the diapause was studied. The results are as follows. (Fig. 9)

a. At 17°C 90 per cent diapause was induced when the larvae were reared in a short day photoperiod of 8 hours, but at 20°C no diapause was found at all. Thus, temperature as a diapause factor seems to be very low.

b. The experiment concerning the effect of photoperiod was carried out at 17°C . The results are presented in Table 28. It indicates that the short day photoperiods ranging from 8 to 9 hours per day induce 81-95 per cent diapause, but longer than this time range the incidence of diapause falls to about 50 per cent. The prevention of diapause is most pronounced in a day length of 12 hours because in that case no diapause was found at all.

c. For induction of diapause it is necessary for larvae not only to grow under low temperatures and short day photoperiods during the whole larval period, but also to feed on weeds such as annual meadow grass and barnyard grass.

d. As mentioned above, the white back planthopper is conspicuously different in its temperature and photoperiodic response from many other insects because the temperature and photoperiod which are the main factors inducing the diapause are very low and short. Therefore, it is considered that there are some differences in the diapausing period of it in different geographical localities.

12. The diapaused eggs of white back planthoppers which had spent the winter among weeds in the yellow spot stage of embryonic development grow active in early March, and their hatching begins in late April. The newly hatched larvae take the weeds as food plant and emerge in the period from late May to early June. These are the adults of the first generation of that year. The adults which appear in the paddy field for the first time from late June to early July are the ones of the second

generation. (Table 29, 30, 31)

13. The white back planthopper can be reared successfully on only weeds throughout one whole year. The larvae hatched in October grew on barnyard grass, and the adults which emerged in November laid their diapausing eggs on the annual meadow grass. From these experiments, it can be said that weeds are the normal host plants of this species. (Table 32)

14. The white back planthoppers, which appeared in the paddy field for the first time from late June to early July, pass two generations on rice plants. From late August to September they change the host rice plant to the host barnyard grass and pass two generations on it. The planthoppers, which grew on weeds, barnyard grass, during November, again change from host barnyard grass to host annual meadow grass and lay the diapausing eggs on it. The diapaused eggs spent the winter in the egg stage and begin to hatch in late April, and from late May to June the first generation adults of that year emerge. Passing two generations on the winter weed, they appear in the paddy field. On the other hand, it is considered that there may be some planthoppers which complete their life cycle on weeds. (Fig. 10)

II. Brown planthopper

15. The macropterous adults of the brown planthopper generally appear in the paddy field for the first time from late June to early July. Then the brachypterous females appear, and the population density in the paddy field increases progressively during the summer into autumn. From late September to October they reach a maximum number and emerged adults grow all macropterous forms and disappear from the paddy field. (Fig. 11).

16. The wing-form of the brown planthopper female is determined by environmental factors such as larval density and food plant which affect the larval period. The results obtained are approximately similar to those obtained in white back planthoppers.

a. In the experiments of rearing in which a seedling of rice plant or a leaf blade of rice plant under growth in the paddy field were given as food, the more does the larval density per constant food plant increases and the more do the macropterous females appear. The brachypterous females appear more easily in the brown planthopper than in the white back planthopper.

b. When the larvae were reared with weeds (annual meadow grass) at various developmental stages, the percentage of macropterous females was very high (71-95 per cent) as compared with the results obtained in the experiments of rearing in which the larvae were reared on seedling of rice plants (0-3 per cent), but it had no relation with the population density and the developmental stages of the weeds.

c. In the experiments of rearing conducted at regular intervals from June to September in which a leaf blade of rice plant under growth in the paddy field was given as food, there was no difference in the appearance of the macropterous female. There was, however, remarkable difference in the experiment of rearing in which a

leaf sheath of rice plant was used as food. That is, the leaf sheath after heading accelerates the appearance of macropterous females. The leaf sheath given for food gave a more definite effect to produce the macropterous females than the leaf blade.

17. In order to know if there was a particular stage especially important for the determination of wing-form, the larvae was subjected to crowding treatments at various stages of the larval development. The results showed that the sensitivity to high population, which is the principal factor producing the macropterous female, was highest in the 3rd stage of larval development. (Fig. 16)

18. According to observations in the paddy fields during the summer, the larvae and adults show they prefer to move to a position on the rice plants, and they are distributed almost entirely on the lower leaf-sheath part of the rice plants. (Fig. 17)

19. Several ecological characters were studied in the two types of adults which had resulted from the different rearings. The adults which were reared on leaf sheath of rice plant after heading in autumn under high population density grew all macropterous forms, and the ones which were reared on seedling of rice plants by itself grew all brachypterous forms.

a. The adults which were reared on leaf sheath of rice plants after heading under high population density show distinct preference for moving to the upper parts of rice plants. (Fig. 18)

b. The macropterous adults which resulted from the rearing on leaf sheath after heading under high population density have a longer adult longevity not supplied food than that of the brachypterous adults which had resulted from the rearing on seedling of rice plant under low population density.

c. The pre-ovipositional period is shown to be different in the two types of adults. The macropterous females which resulted from the rearing of leaf sheath of rice plants after heading under high population density in autumn had a longer pre-ovipositional period (21-39 days) than that of the other females (9.6 days).

d. The macropterous females collected in the "Tsubogare" paddy field, as explained in the text, or attracted by the light trap set up in the paddy field in autumn are almost always found to have immature ovaries.

e. A clear difference of oviposition preference for rice plants and weeds was found between two types of adults. The macropterous adults which were reared on leaf sheath of rice plant after heading under high population density in autumn show a severe oviposition response to weeds, whereas the brachypterous adults which were reared only on seedling of rice plant preferred rice plants.

f. Cold-hardiness of the adults which had resulted from the rearing on leaf sheath of rice plant after heading is greater than that of adults which resulted from the rearing on seedling of rice plants alone.

20. From the facts mentioned above, it is recognized that there are differences in several ecological characteristics such as an adult longevity not supplied food, pre-ovipositional period, cold-hardiness and host plant preference between the two types of

adults. These two types of adults are controlled by rearing conditions. One is the adults which resulted from the rearing with leaf sheath of rice plant after heading under high population density, while the other is the ones which resulted from the rearing with seedling of rice plant by itself. The authors named the former "**The migratory form**" and the latter "**the normal form**".

21. Cold-hardiness was examined in the 3rd instar larvae of the brown planthopper reared with seedling of rice plant, but the hardiness was very low, and all larvae died at 0°C within 3 days and at 7°C within 26 days. (Fig. 20)

22. The diapause in the eggs of brown planthoppers is induced by environmental conditions such as temperature, photoperiod, food plant and population density during the whole larval and adult period. The relation between these diapause-factors and induction of diapause was studied.

a. The eggs laid by the adults which had been reared on leaf sheath of rice plant after heading under high populations in August all completed development without diapause. While the eggs laid by the resulting adults (**the migratory forms**) which had been reared under the same conditions in October entered diapause. Thus, the migratory adults lay the diapausing eggs, but the normal adults do not. These diapausing eggs do not die even though they are kept at -4°C for 24 hours.

b. When the migratory adults, which should lay the diapausing eggs, were reared on seedlings of rice plants at emergence, they became gradually not to lay the diapausing eggs. This fact shows that the seedling of rice plant is a preventing factor for diapause of this species.

c. At 17°C about 90 per cent diapause was induced when the larvae were reared on the sheath of rice plants after heading in short day photoperiods ranging 8 to 9 hours per day, but in longer than this time range the percentage of diapause fell sharply. At 20°C only 40 per cent diapause was induced notwithstanding the rearing under short day photoperiods ranging 8 to 9 hours.

23. There was no difference in the appearance of diapause between the eggs which were laid by adults of two different localities, Kagoshima and Hiroshima, which had been reared under same conditions.

24. The diapaused eggs which had been laid in autumn by the migratory adults on annual meadow grass spend the winter in the yellow spot stage of embryonic development and hatch from late April to early May. The adults of the first generation emerge from early to middle July and the second generation from late June to early July.

25. The oviposition preference for rice plants and annual meadow grasses was studied continuously. From April to May the planthoppers oviposit more on weeds than on rice plants, whereas, when the growth of annual meadow grass was near ripening from late June to early July, they oviposit more on rice plants than on weeds (annual meadow grass). (Fig. 22) These results agree with those of the investigation on the first flight period of planthoppers in paddy fields.

26. The brown planthoppers which appeared in the paddy fields for the first time from late June to early July spend three generations on rice plants. From late September to early October the emerged adults grow all macropterous forms, and they change the host rice plant to the host annual meadow grass and lay the diapausing eggs on it. Spending winter on the winter grass, the diapaused eggs hatch in early May, and the adults of the first generation emerge during June. They spend two generations on winter grass, and the adults of the second generation emerge from late June to early July. These adults appear in the paddy fields.

27. In insects of which diapause is induced by temperature and photoperiod, a short day photoperiod acts on the induction of diapause in a way which is parallel with low temperature (*Sogatia furcifera*, short day photoperiod of 8 hours and temperature of 18°C), and a long day photoperiod which act as a short day photoperiod does in parallel with high temperature (*Naranga aeneascens*, photoperiod of 13 hours, temperature of 28°C). (Fig. 26)



Fig. 1. Diapause eggs of *Sogata furcifera* in the yellow spot stage which had overwintered.

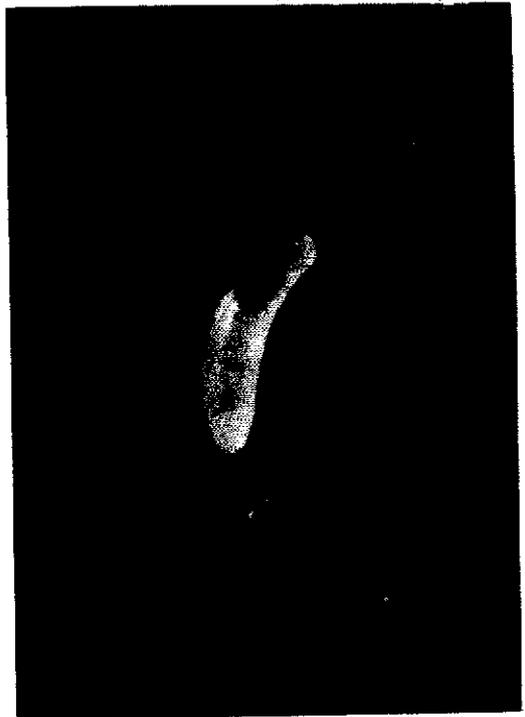


Fig. 2. Similar to Fig. 1.



Fig. 3. Non-diapause eggs of *Sogata furcifera* in the eye pigmentation stage developed at 25°C.



Fig. 4. Similar to Fig. 3.

Plate II



Fig. 5. Diapause eggs of *Sogata furcifera* in the eye pigmentation stage developed at 25°C after cold treatment (at -4°C, for 24 hours)



Fig. 6. * Similar to Fig. 5.



Fig. 7. Non-diapause eggs of *Sogata furcifera* died just after cold treatment (at -4°C, for 24 hours)



Fig. 8. Similar to Fig. 7. Eggs passed several days after death



Fig. 9. Diapause eggs of *Nilaparvata lugens* laid by the migratory adults in autumn



Fig. 10. Diapause eggs of *Nilaparvata lugens* in spring which had overwintered. Photographed on March 12th, 1960



Fig. 11. Non-diapause eggs of *Nilaparvata lugens* in the eye pigmentation stage developed at 25°C.



Fig. 12. Non-diapause eggs of *Nilaparvata lugens* died just after cold treatment kept at -4°C for 24 hours

Plate IV

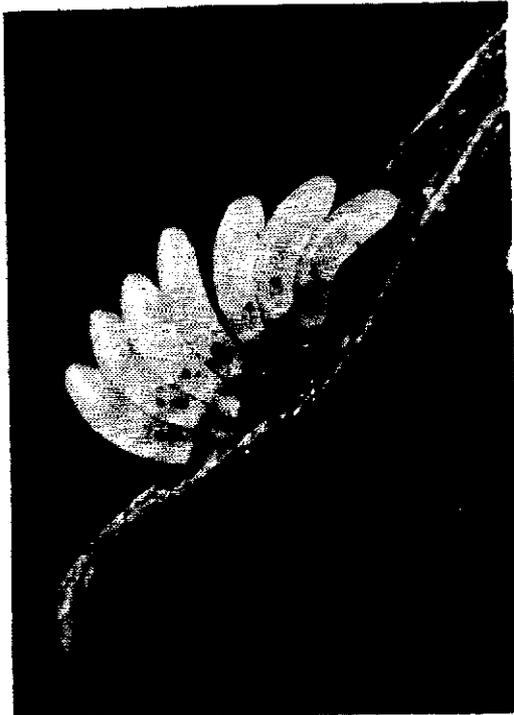


Fig. 13. Diapause eggs of *Nilaparvata lugens* in the eye pigmentation stage which overwintered and developed under natural conditions. Photographed on March 22th, 1960.



Fig. 14. Diapause eggs of *Nilaparvata lugens* in the eye pigmentation stage which developed at 25°C after cold treatment kept at -4°C for 24 hours



Fig. 15. Non-diapause eggs of *Nilaparvata lugens* died after cold treatment (at -4°C, for 24 hours), passed several days after death.

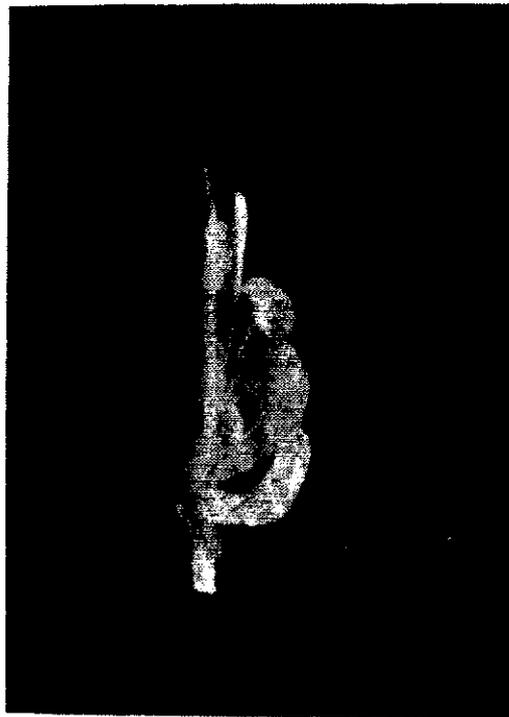


Fig. 16. Similar to Fig. 15.