

斑点米の原因となるカメムシ類の生態

第1報 シラホシカメムシおよびホソハリカメムシの 発育と休眠雌の出現

中沢 啓一・林 英明

要 約

中沢啓一・林 英明 (1983): 斑点米の原因となるカメムシ類の生態。第1報 シラホシカメムシおよびホソハリカメムシの発育と休眠雌の出現。広島農試報告 46: 21~32。

シラホシカメムシの発育零点は、卵 13.7°C, 幼虫 16.0°C, 発育有効積算温度は卵60日度, 幼虫232日度であった。ホソハリカメムシの発育零点は、卵 12.9°C, 幼虫 12.6°C, 発育有効積算温度は卵115日度, 幼虫357日度であった。シラホシカメムシにおける休眠雌出現のための臨界日長は、26°C 恒温下で約13時間であったが、野外条件下での臨界日長は13.8時間と推定された。日長の主要感受時期は4齢幼虫期以降で、成虫期も短日条件が継続することによって休眠状態が持続した。ホソハリカメムシの野外条件下での臨界日長は14.3時間と推定された。

シラホシカメムシの休眠雌出現始めは8月5半旬であった。ホソハリカメムシの休眠雌出現始めは8月上旬と推定された。広島県中・南部地帯における年間実現可能最多世代数は、シラホシカメムシが3世代、ホソハリカメムシが2世代であった。

I 緒 言

斑点米の発生は、1970年頃から全国各地で問題になり始めた。しかし、当時は、斑点米の原因となる多くのカメムシ類の生態が不明のまま防除対策にあたらねばならなかった。シラホシカメムシ, *Eysarcoris ventralis* WESTWOOD, とホソハリカメムシ, *Cletus punctiger* (DALLAS), は全国的な重要種であるが、これらの生態についても現在なお多くの不明な点が残されている。著者らは、これら2種の生態を解明する一環として、発育に及ぼす温度の影響、越冬個体の出現条件等について研究し、二、三の見解を得たのでここに報告する。

なお、本研究は農林水産省の補助による「カメムシ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査 (1974~1978)」の一部として、1976年から1978年の間に実施した。

II 材料および方法

(1) 恒温条件下における発育期間

シラホシカメムシとホソハリカメムシの両種とも、供

試虫は、1976年8月下旬に広島県賀茂郡黒瀬町のメヒシバ繁茂休閑畑で採集した雌雄成虫各50頭を 27°C, 16時間照明下で飼育し、採卵したものをを用いた。卵は産下後、幼虫は孵化後、それぞれ7時間以内の個体を供試した。

卵期の飼育容器は、湿った汚紙を敷いた直径12cmのシャーレを用いた。幼虫期の飼育容器は、直径3cm, 長さ20cmの試験管を用い、飼料として稲穂(品種: 中生新千本)2本を挿し、3日毎に新鮮な穂と交換した。供試虫が底の水に落ち込まないように、脱脂綿で隔壁を作った。管口に木綿布を輪ゴムで止めて蓋とした。容器当りの飼育密度は、卵で約100卵、幼虫で10頭、成虫で雌雄1対とした。恒温槽は、SANYO INCUBATOR MODEL SHR-100Mを用い、15°Cから30°Cまで2.5度ごとの7温度段階を設定した。なお、温度の変動幅は設定温度±0.5°Cであった。照明は10W昼光色蛍光灯1箇所を用い、各温度段階とも16L:8D(明期16時間、暗期8時間)の光周期を設定した。孵化、脱皮、羽化、産卵等の記録は毎日1回、午後3時頃に行なった。

(2) 野外における卵巣未発育雌の出現状況

雌成虫の性的成熟度を示す基準を設定する目的で、1976年6月から8月の間に野外で採集した雌成虫を双眼

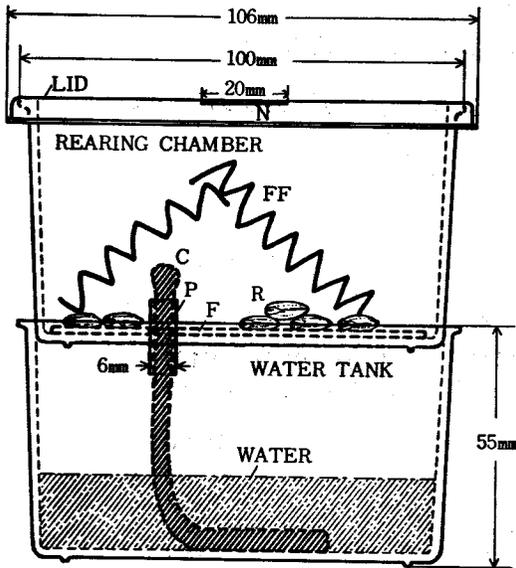


Fig. 1. Rearing cage. It consists of two plastic cups, C: absorbent cotton string, P: plastic tube, F: filter pater, R: rice grains, FF: folded filter paper strips, N: nylon net window for ventilation.

顕微鏡下で解剖，卵巣の発育状態を観察してスケッチした。

一方，東広島市西条町御園宇の牧草地約30 a と前記賀茂郡黒瀬町小多田のメヒシバ繁茂休閑畑約 2 ha において，1976年から1978年までの3年間，4月中旬から10月中旬まではほぼ1週間間隔で両種の雌を採集し，卵巣の発育状況を調査した。採集は，捕虫網の乱振法によったが，4月と10月におけるシラホシカメムシの採集はかき分け法によった。調査個体数は，両種とも，毎回20～300頭としたが，春期の調査初期には約10頭しか調査できなかった場合もあった。

1978年には，8月中旬以降に前記両地点で掏り取った中・老齢幼虫を，Fig. 1に示したケージで玄米を飼料として，自然温・自然日長条件下で飼育した。ここで羽化した雌・雄成虫をさらに飼育して，15日以上経過した後，雌個体を解剖し，卵巣未発育雌率を示した。

(3) 非産卵越冬雌出現のための臨界日長とその感受時期

1977年8月に，16L : 8D光周期，27°C 恒温下で産下されたシラホシカメムシの卵約100粒ずつを，光周期を15L : 9D，14L : 10D，13L : 11D，12L : 12Dおよび11L : 13Dに設定した26°C 恒温槽に収容し，成虫期ま

で飼育した。飼育容器としてプラスチックカップで作ったケージ (Fig. 1) を用い，飼料として乾燥玄米 (品種：中生新千本) をケージ当り7gずつ与えた。飼育ケージの点検は毎日1回午後3時頃に行ない，脱皮殻や斃死個体の除去と古くなった飼料の交換を行なった。幼虫期の飼育密度は，1～2齢期を50頭/ケージ，3～5齢期を20頭/ケージとした。羽化成虫は，ケージ当り雌雄10対収容した。雌成虫の羽化後3週間以上経過した個体を双眼顕微鏡下で解剖して，卵巣未発育雌率を調査した。使用した恒温槽と照明は，(1)の項で記載したものと同様である。

上記実験と並行して，非産卵越冬雌出現誘起条件としての日長の主要感受時期を明らかにするため，もう一つの実験を行なった。光周期を15L : 9D (長日条件) と12L : 12D (短日条件) に設定した26°C 恒温槽2基を用い，各ステージの飼育を行なった。処理区は，卵～成虫全期間長日条件と同全期間短日条件とした2区；卵，1～5齢の各幼虫期および成虫期のいずれか1ステージのみを短日条件とし，他のステージを長日条件とした7区；1齢幼虫期から成虫期までの連続2ステージ (例1齢および2齢幼虫期) を短日条件とし，他のステージを長日条件とした5区；1齢幼虫期から成虫期までの連続3ステージ (例1齢～3齢幼虫期) を短日条件とし，他のステージを長日条件とした4区の合計18区を設けた。供試虫は，既に記載した臨界日長を求める実験の場合と同様のものを使用した。孵化と脱皮の確認は毎日1回午後に行ない。所定の光周期を受ける期間が終了すると，別の光周期の恒温槽に移した。羽化成虫は，所定日長条件下で3週間以上飼育した後解剖に付し，非産卵越冬雌率を求めた。

III 結 果

(1) 恒温条件下における発育期間

シラホシカメムシとホソハリカメムシの卵・幼虫および成虫を，光周期16L : 8Dの下で，各種恒温条件で飼育して発育期間を調べ，Table 1に示す結果を得た。

両種の卵は，15°C 下では2箇月経っても孵化しなかったため，飼育を中止した。また，両種の幼虫は，15°C では発育がきわめて遅延し，ほとんどの個体が1齢幼虫の期間に斃死した。17.5°C の下では，両種の卵は発育を完了したが，幼虫については15°C の場合と同様に発育が遅延したため，実験開始後80日目にこの温度段階の飼育も中止した。

Table 1. Development time in days \pm S. E. of *Eysarcoris ventralis* and *Cletus punctiger* at different constant temperatures with 16L:8D photoperiod. The number of individuals observed is in parentheses.

Species	Temperature °C	Egg	Nymph		Pre-oviposition
			Female	Male	
<i>E. ventralis</i>	17.5	14.5 \pm 0.7 (48)	—	—	—
	20.0	9.8 \pm 0.4 (49)	53.0 \pm 2.7 (9)	53.1 \pm 1.5(15)	29.7 \pm 4.9 (3)
	22.5	6.6 \pm 0.6 (48)	36.8 \pm 0.8(38)	37.0 \pm 1.1(28)	43.4 \pm 8.2 (7)
	25.0	5.8 \pm 0.4(108)	26.2 \pm 0.8(34)	28.5 \pm 1.0(28)	26.6 \pm 3.1(31)
	27.5	4.6 \pm 0.5 (46)	21.0 \pm 0.6(33)	20.4 \pm 0.4(34)	8.6 \pm 0.5(26)
	30.0	3.5 \pm 0.5 (67)	16.0 \pm 0.3(30)	15.9 \pm 0.3(23)	7.4 \pm 0.8(19)
<i>C. punctiger</i>	17.5	24.1 \pm 1.4 (57)	—	—	—
	20.0	16.0 \pm 0.7 (65)	47.9 \pm 1.6(13)	50.1 \pm 1.8(14)	48.5 \pm 9.4 (2)
	22.5	12.6 \pm 0.06 (57)	41.3 \pm 2.2(16)	41.4 \pm 1.5(22)	27.8 \pm 3.3 (5)
	25.0	9.5 \pm 0.5 (55)	25.3 \pm 0.6(23)	25.4 \pm 0.7(21)	19.2 \pm 2.1(13)
	27.5	7.8 \pm 0.5 (45)	23.7 \pm 0.7(14)	24.3 \pm 0.6(23)	21.6 \pm 1.9(10)
	30.0	6.7 \pm 0.5 (66)	21.3 \pm 0.4(28)	21.1 \pm 0.4(37)	13.7 \pm 1.4(20)

Table 2. Developmental thresholds (t) and thermal constants (K) for *Eysarcoris ventralis* and *Cletus punctiger*.

Species	Stage of insect	Regression line equation ^a	r ²	t (°C)	K (Degree-days)
<i>E. ventralis</i>	Egg	$Y = -0.2274 + 0.0166X^b$	0.98	13.7	60.3
	Nymph/Female	$Y = -0.0688 + 0.0043X$	0.99	16.0	232.1
	Male	$Y = -0.0715 + 0.0044X$	0.98	16.2	227.0
	Pre-oviposition	$Y = -0.2270 + 0.0118X$	0.80	19.2	84.4
	Egg-Adult	$Y = -0.0546 + 0.0035X$	0.99	15.7	288.2
	Egg-Oviposition	$Y = -0.0493 + 0.0028X$	0.92	17.5	354.9
<i>C. punctiger</i>	Egg	$Y = -0.1124 + 0.0087X$	0.99	12.9	114.9
	Nymph/Female	$Y = -0.0354 + 0.0028X$	0.93	12.6	356.5
	Male	$Y = -0.0375 + 0.0029X$	0.93	13.0	347.9
	Pre-oviposition	$Y = -0.0695 + 0.0046X$	0.88	15.1	217.3
	Egg-Adult	$Y = -0.0272 + 0.0021X$	0.96	12.8	468.8
	Egg-Oviposition	$Y = -0.0203 + 0.0015X$	0.96	13.8	680.1

^a All values rounded to 4 places.

^b Y is reciprocal of number of days, and X is temperature in °C.

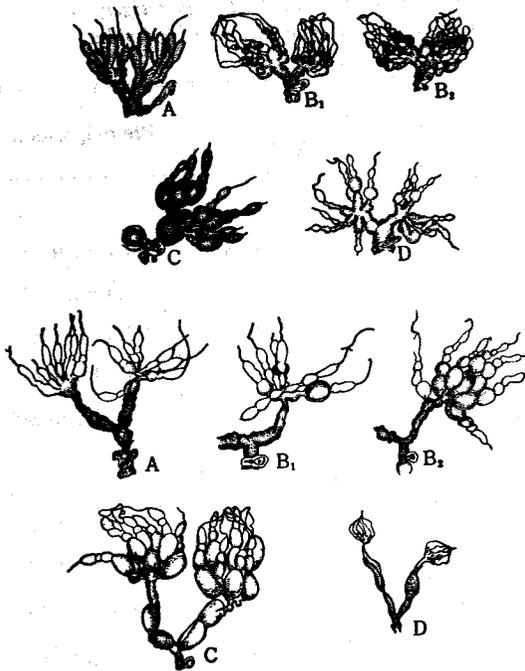


Fig. 2. Some typical stages of ovary development in *Eysarcoris ventralis* (upper) and *Cletus punctiger* (lower).

発育に関する実験値から、飼育温度 X と発育温度（発育日数の逆数） Y の回帰直線式を求め、発育零点（ t ）と発育有効積算温度量（ K ）を算出した（Table 2）。産卵前期間に関しては、特に 17.5°C と 20°C での調査個体数が少なく、また回帰直線の適合性も殊にシラホシカメムシにおいて低かったが、参考のため t および K の値を算出した。

(2) 雌成虫の卵巣発育程度

シラホシカメムシおよびホソハリカメムシの雌成虫の性的成熟度は、卵巣の発育状態から次の如く5段階に分けた：

- A どの卵巣小管中にも明瞭な発育中の卵が存在しない。
- B₁ 卵巣小管中に発育初期の卵のみが存在する。
- B₂ 卵巣小管中に中位に発育した卵が存在する。
- C 輸卵管又は卵巣小管中に完全な大きさに発育した卵が存在する。
- D 経産雌で、卵巣小管基部がたるんで、しわが寄っている。完全に発育した卵又は発育中の正常な卵は存在しない。

ここで、A, B₁, B₂ およびCの一部は非経産雌であり、Cは産卵が可能になった雌又は産卵中の雌であり、Dは産卵終了雌である。各発育段階の典型的な例を Fig. 2 に示した。

(3) 野外における卵巣未発育雌の出現状況

両種野外個体群における雌成虫の卵巣発育状態を東広島市と黒瀬町で定期的に調査したが、直線距離で約 10 km 距った2地点間で差異はほとんどみられなかった。また、発育状態の季節的な変化も各年よく似た消長を示したので、すべての観測値をこみにして取り扱った。調査個体のうち卵巣の発育段階が Fig. 2 のAの状態にあった個体の割合を「卵巣未発育雌率」として、その季節的消長を Fig. 3 に示した。

シラホシカメムシの卵巣未発育雌率は、4月下旬には急速に低下し、6月中旬まで0%で推移した。しかし、6月下旬と8月上旬にそれぞれ60%と40%のピークが現われ、9月中旬以降は上昇し続け、10月中旬には90%の水準に達した。

一方、ホソハリカメムシの場合、卵巣未発育雌率は5月中旬頃までかなり高い水準を保っていたが、5月下旬には著しく低下し、7月下旬に30%のピークを形成するまで低い水準を維持した。8月中旬以降急速な上昇が見られ、9月上旬にはほぼ100%の水準に達し、以後その水準を維持した。

8月上旬から下旬の間に野外で採集した中・老齢幼虫を自然日長、自然温度下で飼育し、羽化した成虫の卵巣発育度を調査した結果を Table 3 に示した。シラホシカメムシの場合、8月第5半旬に羽化した個体の13%は羽化後15日以上経過しても、卵巣が未発達(A)の状態にとどまっていた。8月第6半旬に羽化した雌の約60%は、卵巣が未発育状態のままであった。さらに、9月第2半旬以降に羽化した雌のすべては、卵巣未発育雌であった。これに対し、ホソハリカメムシの場合は、既に8月第5半旬に羽化したすべての雌は卵巣未発育個体であり、それより後に羽化した雌の中からも発育した卵巣を有する個体は出現しなかった。

(4) シラホシカメムシにおける「非産卵越冬雌」出現のための臨界日長とその感受時期

シラホシカメムシを種々の光周期条件下で卵から成虫期まで飼育して、卵巣が全く発達しない雌の割合を比較したところ、Table 4 に示す結果を得た。発育及び産卵に好適な 26°C の温度条件下で発育を完了し、通常の産卵前期間を経過しても、卵巣が発達段階Aにとどまっ

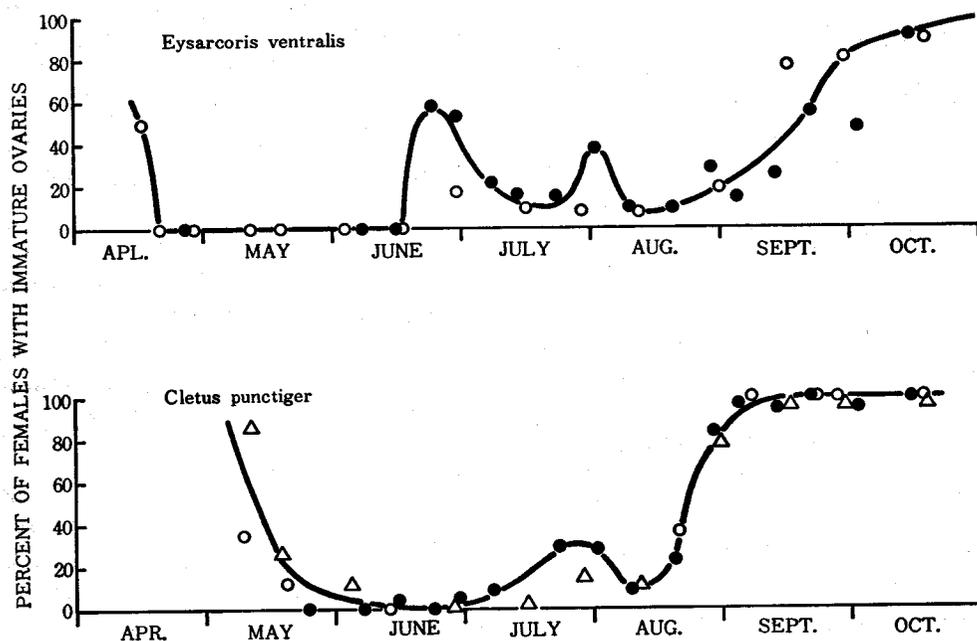


Fig. 3. Seasonal fluctuation of percentage of the females with immature ovaries. Data of 1976, 1977 and 1978 are shown by the symbols of triangles, hollow circles and solid circles, respectively. The number of females examined in each time was 10 to 20 in the early seasons and 50 to 300 later.

Table 3. Occurrence of the overwintering females with immature ovaries in late summer. (1978)

Species	Date of emergence	No. of females examined	Percentage of females with indicated ovaries ^a				
			A	B ₁	B ₂	C	D
<i>Eysarcoris ventralis</i>	Aug. 21-25	77	13.0	0.0	5.2	67.5	14.3
	Aug. 26-31	66	59.1	0.0	9.1	27.3	4.5
	Sept. 1-5	72	90.3	0.0	2.8	2.8	0.0
	Sept. 6-10	27	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sept. 11-15	22	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cletus punctiger</i>	Sept. 16-20	70	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Aug. 21-25	59	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Aug. 26-31	66	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sept. 1-5	60	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sept. 6-10	16	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0

^a Nymphs collected in the field were reared under natural photoperiod and temperature conditions. Females were dissected 15 days after emergence or later. See Fig. 2 as to the stages of ovary maturity.

いた個体を以後「非産卵越冬雌」と呼ぶ。

明期が15時間の光周期の場合、ほとんどの雌が発達した卵巣を有し、非産卵越冬雌にはならなかった。明期14時間では非産卵越冬雌率がまだ8%にすぎなかったが、明期13時間では52%に上昇し、明期12時間では86%、明期11時間では99%に達した。

シラホシカメムシについて、非産卵越冬雌出現誘起条件としての日長の主要感受時期を明らかにするため行なった実験結果は Table 5 のとおりであった。

まず、卵から成虫期まで全期間長日条件光周期 (15L:9D) 下で飼育すると (Table 5 の試験1)、非産卵越冬雌率は1.5%となった。これとは逆に、短日条件光周期 (12L:12D) 下で飼育すると (試験18)、非産卵越冬雌率は84.8%となった。次に、卵・幼虫各齢および成虫期のそれぞれ1ステージのみを12Lの短日条件とし、その他の期間を15Lの長日条件とした場合についてみると、卵 (試験2)、1齢幼虫 (試験3) および2齢幼虫 (試験4) を短日条件とした各実験区は非産卵越冬雌率が低く、3齢幼虫短日区 (試験5) からその率が上昇し始め、4齢幼虫短日区 (試験6)、5齢幼虫短日区 (試験7) となるにつれ順次高率となった。しかし、最も高率であった5齢幼虫短日区でも31%にとどまった。成虫期短日区 (試験8) では再び低率となり、7%にすぎなかった。

2ステージを連続して短日条件で飼育した場合 (試験9~13) は、基本的には1ステージのみ短日条件にした場合と同様の結果が得られた。即ち、非産卵越冬雌の出現に2齢期までの短日条件は余り関与せず、4~5齢期以降の短日の影響がより大きかった。しかし2ステージを短日条件にしても、1ステージ短日条件の実験区に比較して、非産卵越冬雌率が著しく上昇することはなかった。

3ステージを連続して短日条件とした場合、1~3齢短日区 (試験14) の非産卵越冬雌率は12%で、3齢短日区や2~3齢短日区の場合と大差がなかった。また、2~4齢短日区 (試験15) と3~5齢短日区 (試験16) は4齢短日区、5齢短日区、3~4齢短日区、4~5齢短日区等に比較して非産卵越冬雌率が高まることはなかった。しかし、4齢~成虫期短日区 (試験17) では、非産卵越冬雌率は著しく上昇して78.4%となり、卵~成虫期短日区に近い値を示した。

IV 考 察

(1) 温度と発育

本研究で求めたシラホシカメムシとホソハリカメムシ

の発育零点 (t) および発育有効積算温度 (K) を既に報告されている他の日本産カメムシ類の場合と比較すると、Table 6 のとおりである。

内田¹⁸⁾は多くの昆虫の発育零点を比較して、一般に寒地系の昆虫の発育零点は低く、熱帯系の種では高い傾向があることを指摘している。このことは、Table 6 に示したカメムシ類についても当てはまるように思われる。たとえば、比較的冷涼な気候に適應しているアカヒゲホソミドリメクラガメ、*Trigonotylus coelestialium* KIRKALDY、が低い発育零点を有するのに対し、暖地に分布しているホソハリカメムシ、*Riptrotus clavatus* THUNBERG、やアンビロヘリカメムシ、*Leptoglossua australis* FABRICIUS、は他種よりも高い発育零点を持っている。

シラホシカメムシの卵と幼虫の発育零点は、同属のトゲシラホシカメムシ、*Eysarcoris parvus* UHLER、やオオトカゲシラホシカメムシ、*E. lewisi* DISTANT、について報告されている数値より高い。*Eysarcoris* 属3種の地理的分布をみると、オオトゲシラホシカメムシは北海道と本州に産し、トゲシラホシカメムシは本州、四国、九州および中国に分布するが、シラホシカメムシは北海道、本州、四国、九州、南西諸島および朝鮮、中国、台湾、東南アジア等に広く分布する⁹⁾。農林水産省が全国都道府県における吸穂性カメムシ類の発生実態をとりまとめた資料⁴⁾によると、斑点米の原因種として、オオトゲシラホシカメムシは北海道、東北、北陸地方で問題となり、トゲシラホシカメムシは関東、北陸地方以南の地域で問題となっている。また、シラホシカメムシは静岡、長野、富山の各県以南で問題になっている。トゲシラホシカメムシとシラホシカメムシの2種は、きわめて広い共通の分布域を持ちながらも、その発生が問題となる地域からみる限り、前者の方がやや北に広がっているように思われる。中沢ら⁸⁾は広島県内の水田における各種カメムシの地理的分布を調べ、トゲシラホシカメムシとシラホシカメムシは共に広く分布して発生域が重複しているが、前者の分布は南部沿岸地帯でとぎれ、逆に後者の分布が中国山地寄りの北部地帯で薄くなっていることを報告した。これら近縁3種における地理的分布の差異は、発育生理の種間差と密接に関連しているといえる。

シラホシカメムシの発育有効積算温度は、他の同属2種に比較して低い値を示した。年間実現可能性最多世代数についてみると、オオトゲシラホシカメムシの山形県におけるそれは2世代であり²¹⁾、トゲシラホシカメムシの滋賀県⁹⁾ および長野県¹⁴⁾におけるそれは2世代であると報告されている。本研究で得たシラホシカメムシの発

有零点と發育有効積算温量の値から、広島県各地における本種の年間実現可能最多世代数を計算してみると、県中・南部地帯では3世代となった(未発表)。シラホシカメムシの比較的小さいK値が、他の2種と異り、年間3世代の実現を可能にしているといえる。

ホソハリカメムシについて、著者らが得た發育零点を清水・丸¹³が報告している値と比較すると、著者らの値がやや低めであるが、ほぼ一致しているといえよう。

(2) 日長と休眠雌の出現

野外個体群から定期的に雌成虫のサンプルをとり、卵巣未發育雌の季節的消長を調査した結果、シラホシカメムシの場合は卵巣未發育雌の割合が大きく変化する時期が年4回認められ、同様にホソハリカメムシの場合は年3回認められた(Fig. 3)。

シラホシカメムシの卵巣未發育雌率は4月下旬に急激に低下したが、これは越冬成虫が蔵卵して産卵を開始したからである。その後、卵巣未發育雌率は6月下旬と8月上旬に上昇して明瞭なピークを形成したが、これは第1世代と第2世代の新成虫羽化を反映したものである。しかし、成虫の寿命が長く産卵が長期にわたるので、前世代や場合によっては前々世代の雌も混じって採集されるため、卵巣未發育雌率はけっして100%に達しない。特に8月上旬のピークは6月下旬のピークよりも低くなっているが、これはこの時期における世代の重りがより複雑になっているためと考えられる。卵巣未發育雌率は9月中旬から上昇して、10月には100%近くになり、再び低下することはなかった。最後の上昇は第3世代成虫の羽化を反映しているが、これは明らかに非産卵越冬雌の出現を示している。

ホソハリカメムシの卵巣未發育雌率が低下し始めるのは5月中旬で、シラホシカメムシの場合より約1箇月遅かった。7月下旬に小さなピークが現われたが、これは第1世代成虫の羽化を反映している。8月末には卵巣未發育雌率が急上昇し、9月初めにはほとんど100%に達した。このように、ホソハリカメムシは年2世代出現し、第2世代成虫が非産卵越冬雌となる。

一方、野外で採集した中・老齢幼虫を自然日長・自然温条件下で飼育した結果、シラホシカメムシでは8月第5半旬に羽化する雌に非産卵越冬雌が含まれ始め、9月第2半旬以降に羽化する雌はすべて非産卵越冬雌になることが判明した。しかし、ホソハリカメムシの場合は、8月5半旬に羽化した雌は既にすべて非産卵越冬雌であった。非産卵越冬雌が出現し始める時期は、シラホシカメムシの場合よりやや早く、おそらく8月中旬頃と推測

される。

本研究において、シラホシカメムシの非産卵越冬雌の出現を誘起する主要因の一つは日長であることが確認できた。また、その日長条件を感受する主な時期は、4齢幼虫期以降であることが判明した。温度条件が好適であるにもかかわらず、日長条件によって雌の生殖巣の発達が全く抑制されたことから、著者らの実験で出現した非産卵越冬雌は休眠状態に入った個体であったと考えられる。非産卵越冬雌率が50%を示すときの日長を休眠誘起の臨界日長と定義すれば、それは13時間附近に存在する。

野田・石井⁹⁾は、本種の雌は13時間以下の日長で育つと全個体が卵巣未發育の状態で休眠に入る述べている。野田・石井の実験では、日長13時間の場合の卵巣未發育雌の割合は100%であり、日長14時間で19.5%、日長15時間で25.5%、日長16時間で27.1%であった。したがって、この実験データによる臨界日長は13時間と14時間の間、おそらく13.5時間附近に存在することになり、著者らの得た臨界日長との間に約0.5時間の差がある。この差は、一部は実験誤差によるものかも知れないが、実験条件の差に由来している可能性もある。即ち、著者らは臨界日長約13時間で玄米を飼料として26°C恒温条件下で得たのに対し、野田・石井の実験条件はコムギ種子を飼料とした25°C恒温条件であった。鱗翅目や鞘翅目の昆虫では、餌や温度条件によって休眠誘起の臨界日長が変化することが知られている²⁾。一般に、高温条件になるほど臨界日長は短くなる実験結果が報告されているが、臨界日長のこのような可塑性は昆虫の生活環境への適応という生態学的意義の面から理解しやすい現象である。同様に、柳¹⁴⁾は、トゲシラホシカメムシの光周反応に関する実験において、高温条件下では臨界日長が短くなる傾向を認めている。光周反応における地理的変異もよく知られた現象であるが、広島県と島根県という近接した地域においてシラホシカメムシの地理的品種の分化が生じている可能性は小さく、これが両実験値の差の原因とは考え難い。

次に、著者らが得た臨界日長が野外における発生経過と適合するかどうかを検討する。日出から日入までの時間を「自然日長」と呼べば、広島地方における自然日長が著者らが得た臨界日長(約13時間)に達する時期は8月29日である。しかし、一般に昆虫の光周反応は低照度でも有効であるから、薄明・薄暮の時間も日長に含めるべきである²⁾。そこで、このように補正した日長を以後「有効日長」と呼ぶ。有効日長を自然日長+0.5時間と仮定すれば、広島地方で有効日長が約13時間に達する時期は9月5日頃である。この時期に4齢幼虫期である個

Table 6. Developmental thresholds (t), thermal constants (K), critical day-lengths (CD), and main sensitive stages for photoperiod (SS) of some Japanese stink bugs, squash bugs and a leaf bug.

Species	t °C			K (degree-days)			CD (hours)	SS^e (after~)	Author ^d
	Egg	Nymph ^a	Pre-ov. ^b	Egg	Nymph ^a	Pre-ov. ^b			
<i>Eysarcoris ventralis</i>	13.7	16.0	19.2	60	232	84 [?]	13 13-14	4 —	Present 9)
<i>E. parvus</i>	12.3 13.5	13.4 14.1*	16.0 —	73 62	367 345*	133 —	— 13-14	— 5	3) 14)
<i>E. levisi</i>	12.7 11.8	11.8* 11.8	17.6 —	65 79	439* 371*	65 —	— 14-15	— —	21) 1)
<i>Halyomorpha mista</i>	12.7	13.9*	—	68	403*	—	15	—	16)
<i>Nezara antennata</i>	13.6	11.7*	—	80	567*	—	—	—	5)
<i>N. viridula</i>	13.7 12.6	13.2* 11.5*	— —	70 74	400* 366*	— —	— —	— —	5) 20)
<i>Plautia stali</i> ^o	11.9 14.1	— 12.5*	11.5 ^f —	71 54	— 345*	205 ^f —	— 13.5-14	— —	12) 15)
<i>Cletus punctiger</i>	12.9 14.0	12.6 13.0	15.1 —	115 91	357 440 ^f	217 —	— 13.5-14	— 4	Present 11)
<i>Leptocoris chinensis</i>	17.5	14.7 ^f	—	74	242 ^f	—	13.5-14	4	18)
<i>Aeschyntelus maculatus</i>	10.0	12.8*	—	122	356*	—	—	—	19)
<i>Leptoglossus australis</i> ^o	15.4	17.3*	—	81	451*	—	—	—	17)
<i>Riptrotus clavatus</i>	14.0	15.8*	14.6	95	213*	91	13-14	—	7)
<i>Trigonotylus coelestialium</i>	10.4	9.2*	3.0	122	256	154	14-15	4	10)

^a Data on female nymphs, but data with an asterisk relates to both sexes. ^b Pre-oviposition period.
^c Figure indicates instar. ^d See the references. ^e Species does not cause pecky rice. ^f Calculated
by the present authors from the original data.

体が成虫になった時、約50%の個体は休眠雌となることが期待される。9月5日に4齢になれば、平年の気温経過から、成虫羽化時期は9月第4半旬と推定される。しかし、1978年の飼育結果 (Table 3) では、8月第6半旬に羽化した雌の約50%が休眠雌であった。即ち、実際の50%休眠雌出現期は臨界日長を13時間と想定した場合より約20日間早かったことになる。Table 3の結果から推定すると、8月19日頃が本種の臨界日長期に相当し、この時の自然日長は13.3時間、有効日長は13.8時間となる。したがって、野外で実際に働いている臨界日長はおよそ13.8時間であると考えられる。

臨界日長を求める実験では、東広島市における8月の年平均気温を参考にして、温度条件を26°Cに設定した。それにもかかわらず、実際の臨界日長と比較して

-0.8時間の差がどうして生じたのであろうか。自然界では、昼夜で著しい温度変化が起きていることを考慮する必要がある。ちなみに、東広島市における8月の年平均最低気温は約21°Cである。事実、臨界日長は昼夜の温度リズムに影響されることが知られており、光周効果は昼間温度よりもむしろ夜間温度に大きく依存している²⁾。温度リズムの平均温度が恒温条件と同一温度になるよう設定された実験において、温度変動区の臨界日長は恒温区の臨界日長より長くなるのが通則である。このように、恒温条件下で得られた臨界日長をもとに昆虫の野外における休眠開始時期を推定したり、周年経過を考える場合、誤った結論に導かれるおそれがある。それゆえ、実験的に求めた臨界日長値は、自然条件下で得られる休眠に関する証拠と常につき合わせて検討する必要がある。

あろう。Table 6 に示した臨界日長 (CD) は、23°~25°C で実験されたアカヒゲホソミドリメクラガメを除き、すべて恒温条件下で得られた数値である。このような実験を行なう場合には、むしろ野外で休眠の条件づけが起こると想定される時期の夜間温度を組み込んだ変温条件を設定する方が、より有用な臨界日長値が得られると思われる。

ホソハリカメムシの臨界日長に関しては、清水・丸¹⁾が 25°C 恒温条件下で 13.5~14 時間と報告し、8 月中旬以降に羽化した成虫が休眠虫になると述べている。著者らの調査では、8 月第 5 半旬羽化の雌はすべて休眠虫であった (Table 3) ことや野外個体群における卵巣未発育雌率曲線の立ち上り時期が 8 月中旬になっている (Fig. 3) ことなどから、広島県においても 8 月上旬頃から休眠雌が出現し始め、中旬頃から盛んに出現すると推定される。したがって、8 月第 1 半旬頃がホソハリカメムシの臨界日長となり、8 月 5 日の有効日長 14.3 時間が実際の臨界日長に近いと考えられる。

結論として、広島県中南部においては、シラホソカメムシは年 3 世代を実現するが、8 月 20 日頃以降に 4 齢幼虫期を經過して発育する雌は日長条件 (約 13.8 時間) によって卵巣が発達せず、休眠個体となることが明らかとなった。また、ホソハリカメムシは年 2 世代を実現するが、8 月 1 半旬頃に臨界日長 (約 14.3 時間) に達すると推定された。両種の臨界日長に達する時期は、まだそれぞれの種の発育と増殖に好適な温度条件が続いているが、この時期以降の発育有効積算温量はさらに 1 世代を実現するには不足している。即ち、臨界日長は、生息環境がまだ好適なうちにカメムシに作用して、生理的反応を引き起こさせ、環境が決定的に悪化する前に越冬準備をさせるよう機能している、いわゆる「token stimulus」なのである。実際に野外では、9 月下旬頃には、両種カメムシの雌の腹腔内には発達した雌性生殖器官の代りに黄色の脂肪体が充満している。

V 摘 要

1. シラホソカメムシ各ステージの発育零点と発育有効積算温量として次の値を得た。卵期 13.7°C, 60 日度; 雌幼虫期 16.0°C, 232 日度; 産卵前期間 19.2°C, 84 日度; 卵~成虫羽化 15.7°C, 288 日度; 卵~産卵始め 17.5°C, 355 日度。このうち産卵前期間に関する実験値の信頼度は低く、再検討を要する。

2. ホソハリカメムシ各ステージの発育零点と発育有効積算温量として次の値を得た。卵期に 12.9°C, 115 日

度; 雌幼虫期 12.6°C, 357 日度; 産卵前期間 15.1°C, 217 日度; 卵~成虫羽化 12.8°C, 469 日度, 卵~産卵始め 13.8°C, 680 日度。

3. シラホソカメムシの休眠雌出現を誘起する臨界日長は、26°C 恒温下で 13 時間、野外条件下で 13.8 時間であり、その主たる感受時期は 4 齢幼虫期以降であった。ホソハリカメムシの野外における臨界日長は 14.3 時間と推定された。

4. 野外個体群において、シラホソカメムシは 8 月第 5 半旬頃から休眠雌が出現し始め、9 月上旬以降に羽化する雌はすべて休眠個体となった。ホソハリカメムシの場合は、休眠雌の出現始めが 8 月上旬と推測されたが、8 月第 5 半旬に羽化した雌はすべて休眠個体であった。

謝 辞

「カメムシ類の発生子察方法の確立に関する特殊調査」を総括され、種々御指導賜った前農林水産省北海道農業試験場病理昆虫部長谷川 仁部長と同特殊調査に参加され、貴重な御意見を頂いた山形、千葉、福井、岐阜、滋賀、島根および宮崎の各県農業試験場の研究者各位に謝意を表す。本研究を進めるにあたり、多大の御援助と激励を頂いた当場中村啓二場長と本稿校閲の労をとられた藤原昭雄部長に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 荒谷悦務・藤村建彦・土岐昭男: 1981. 斑点米の原因となるカメムシ類に関する研究. 第 1 報 オオトゲシラホソカメムシの発育と温度, 日長. 北日本病虫研報 32: 153.
- 2) ダニレフスキー, ア. エス.: 1961. 昆虫の光周性. (日高敏隆・正木進三訳); 東京大学出版会 1966・東京. pp. 293.
- 3) 長谷川美克・矢野 清・保積隆夫: 1979. 斑点米に関与するカメムシ類に関する研究 (第 4 報) トゲシラホソカメムシの年間発生回数. 滋賀農試研報 21: 39-45.
- 4) Iro, K.: 1978. Ecology of the stink bugs causing pecky rice. Rev. Plant Prot. Res. 11: 62-78.
- 5) 刈谷博光: 1961. ミナミアオカメムシとアオクサカメムシの発育と死亡率に及ぼす温度の影響. 応動昆 5(3): 191-196.
- 6) 川沢哲夫・川村 満: 1975. カメムシ百種. 全国農村教育協会. 東京, pp. 301.

- 7) 城所 隆：1978. ホソヘリカメムシの乾燥種子による飼育と発育. 北日本病虫研報 29: 5-9.
- 8) 中沢啓一・河野富香・梅田公治：1972. 結実期の水稻から採集されたカメムシ類. 広島農試報告 32: 7-15.
- 9) 野田博明・石井卓爾：1981. シラホシカメムシの卵巣発達と日長・温度. 応動昆 25(1): 33-38.
- 10) 奥山七郎・井上 寿：1975. アカヒゲホソミドリメクラガメの産卵, 発育と温湿度との関係. 道農試集報 32: 45-52.
- 11) 清水喜一・丸 論：1976. ホソヘリカメムシの生活史. 応動昆20回大会講要 201, p. 25.
- 12) 田中健治：1979. 三重県中部地方におけるチャバネアオカメムシの年間の生活史について. 関西病虫研報 21: 3-7.
- 13) 内田俊郎：1957. 昆虫の発育零点. 応動昆 1: 46-53.
- 14) 柳 武：1980. トゲシラホシカメムシの生態型分化と休眠に関する研究. 長野農総試農事試研集報 6: 42-55.
- 15) 柳 武・萩原保身：1980. チャバネアオカメムシの発育速度と休眠臨界日長からみた年間開発生回数. 関東東山病虫研究会年報 27: 143-146.
- 16) ———— : 1980. クサギカメムシの生態. 植物防疫 34(7): 315-321.
- 17) 安田慶次・金城常雄：1983. オキナワズメウリにおけるアンビロヘリカメムシの発生消長および温度と卵・幼虫期間の関係. 九州病虫研究会報 29: 89-91.
- 18) 千葉県農業試験場：1977. カメムシ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査成績書. 86-87.
- 19) 岐阜県農業試験場：同上. 36-41.
- 20) 宮崎県農業試験場：同上. 19-20.
- 21) 山形県農業試験場：同上. 10-11.

Bionomics of the Stink Bugs and Allied Bugs Causing the Pecky Rice

(Hemiptera: Heteroptera)

1. Development and occurrence of diapausing females

in *Eysarcoris ventralis* WESTWOOD and

Cletus punctiger (DALLAS)

Keiichi NAKAZAWA and Hideaki HAYASHI

Summary

After heading time, many species of pentatomid, coreid, ligaeid and mirid bugs immigrate into paddy fields and suck ears, causing damage. The nature of feeding damage varies with the stage of grain development at which feeding occurs. The quantitative loss is caused by increase in the rate of abortive grains and breakability of the pecky grains in hulling process. The qualitative loss, however, is by far more serious than the yield loss in Japan. When the pecky grains escape breakage during husking, they become undesirable admixtures in brown grains. Thus paddy growers suffer economic loss, because the grain inspection standard is strict and reduction in purchasing price of the grain graded low is serious. Pecky rice problem has become acute throughout the country since the early of 1970's. However, bionomics and ecology of causal species of the pecky rice remain unsolved in many respects. In order to understand the life-cycle of two important species, *Eysarcoris ventralis* WESTWOOD and

Cletus punctiger (DALLAS), the authors conducted some experiments and field surveys from 1976 to 1978. The results obtained were summarized as follows;

- 1) In both species, no eggs hatch out at 15°C, and nymphs did not complete development at 15°C and 17.5°C.
- 2) Theoretical threshold temperatures for development (t) were determined to be 13.7°, 16.0° and 19.2°C, respectively, for the egg, the female nymph and the pre-oviposition stage. Thermal constants (K), with each t value, were calculated at 60, 232 and 84°D, respectively, for the same three stages. However, the values for the pre-oviposition stage were not so reliable.
- 3) Developmental thresholds of *C. punctiger* were determined to be 12.9°, 12.6° and 15.5°C, respectively, for the egg, the female nymph and the preoviposition stage. Thermal constants were calculated at 115, 357 and 217°D, respectively, for the same stages.
- 4) Periodical examinations of the ovaries revealed that diapausing females that had immature ovaries and overwintered occurred from mid-August and late August in the field population of *C. punctiger* and *E. ventralis*, respectively.
- 5) The critical photoperiod for the occurrence of diapausing females of *E. ventralis* was determined to be 13 hours at 26°C, but the actual critical photoperiod in the field seemed to be 13.8 hours. It was also proved experimentally that the stink bug became sensitive to the photoperiod for diapause during the fourth and fifth instars. The percentage of diapause was rather small when the females were reared under short-day condition of 12L:12D during the nymphal period and under long-day condition of 15L:15D after the adult emergence. On the other hand, the percentage of diapause rose greatly when the female adults were kept continuously under the short-day condition.
- 6) With the values of developmental thresholds and thermal constants and temperature records, the maximal possible number of generations in a year was calculated at three for *E. ventralis* and two for *C. punctiger* in the middle and southern regions of Hiroshima Prefecture.
- 7) According to the data reported so far, most of Japanese stink bugs and allied bugs have the similar critical photoperiods for diapause, i. e. it lies between 13 and 14 hours. In Hiroshima Prefecture, the day-length come up to 13.5 hours in mid-August, and the mean air temperature is about 26°C then. Although the temperature condition in mid-August is still suitable sufficiently for development of the stink bugs, the total effective temperature after mid-August is not enough to complete one more generation. Accordingly, we may conclude that the critical photoperiod is a 'token stimulus' that switches the physiological state of *E. ventralis* and *C. punctiger* from reproductive life to overwintering life.