ホソヘリカメムシの人工飼料

釜 野 静 也

農林水産省農業技術研究所

Artificial Diet for Rearing Bean Bug, *Riptortus clavatus* THUNBERG. Seiya KAMANO (National Institute of Agricultural Sciences, Kannondai 3-1-1, Yatabe, Tsukuba, Ibaraki 305). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **24** : 184-188 (1980)

The bean bug, which is a harmful pest of soybeans in Japan, can be reared on artificial solid diet and water. The best diet which is composed of soybean casein, a mixture of 19 amino acids, starch, saccharose, cellulose powder, salt mixture, cholesterol, ascorbic acid and a combination of 9 vitamins, supported the growth and development of the insect from the egg to the adult stage as in the case of soybeans. When one of the nutrients such as starch, casein, mixture of amino acids or cholesterol was omitted from the basal diet, adverse effects appeared on the growth and development, and no adults were obtained. The growth of nymphs reared on the diet which did not include cellulose, saccharose, ascorbic acid or vitamin mixture, was retarded although a few adults appeared. No difference in nymphal growth and development was noted when these were reared on the diet without salt mixture.

はじめに

ホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* THUNBERG は、わが国に広く分布し、ダイズを加害する。最近ダイズ栽培の増加にともない注目されている害虫の一つである。一方、水稲、果樹、ダイズなどでカメムシ類による被害が、最近増大し、これに関与するカメムシの研究が盛んに行われるようになり、飼育方法の確立が望まれている。

カメムシの人工飼料は、昆虫の人工飼料の研究初期にすでに開始され、ナガカメムシ科、メクラカメムシ科、ハナカメムシ科などで試みられた。しかし一世代に亘って飼育に成功した例は非常に少ない。すなわち半固型飼料を用いて *Euschistus variolarius* を (SCHEEL *et al.*, 1957), 水溶性飼料を用い *Lygus hesperus* と *Lygus lineolaris* を (VANDERZANT, 1967), 化学合成飼料を用い *Lygus hesperus* を (STRONG and KRUITWAGEN, 1969) 飼育した例が報告されているに過ぎない。

著者は、先にダイズ乾燥種子と水でホソヘリカメムシが簡易に飼育できることを報告した (釜野, 1978)。この飼育方法を基礎に人工飼料の開発を進め、合成飼料でふ化幼虫から成虫までの飼育に成功した。その合成飼料改良方法ならびに飼料組成各成分の成育への影響について

報告する。

材料および方法

1. 飼育昆虫

1978 年 9 月に茨城県下のダイズ畑で成虫と幼虫を採集した。これらを前報 (釜野, 1978) の方法、すなわちダイズ乾燥種子と水を与えて累代飼育を続け、これらが産下した卵を試験に用いた。

2. ダイズ粉末の調製およびそのエーテル、水抽出

ダイズ種子を 95°C 前後の温度で 6 時間乾燥した後、ウィリーの粉碎器を用いて粉末とした。この粉末をソックスレーにより約 10 時間エーテルで抽出をした。更にエーテル抽出残渣に対し 5 倍量の水を加え、60°C 1 時間の加熱後濾過した。残渣はもう一度水で抽出した。これらの濾液は湯煎上で濃縮し水抽出物として飼料に加えた。水抽出残渣は、デシケータ中で乾燥して用いた。

3. 飼料の組成

合成飼料として第 1 表に示した A, B, C の 3 種の組成を基本的に用いた。ビタミン混合液は、ニカメイガの人工飼料 (KAMANO, 1971) およびヒメトビウンカの人工飼料 (MITSUHASHI and KOYAMA, 1971) に用いられたものを参考に調製した (第 2 表)。またアミノ酸混合物は、ダイズ蛋白の各アミノ酸構成比率の表を参照して、

第1表 合成飼料の組成

物質名	飼料A	飼料B	飼料C
粉末濾紙	0.50 g	1.50 g	1.30 g
でんぷん	1.00	1.34	1.50
サッカロース	1.00	0.51	0.25
グルコース	0.50	0.25	—
ダイズカゼイン	1.00	0.93	1.50
アミノ酸混合 ^a	0.50	0.25	0.25
無機塩混合 ^b	0.30	0.16	0.15
コレステロール	0.10	0.05	0.05
アスコルビン酸液 ^c	1.00ml	1.00ml	1.00ml
ビタミン混合液 ^d	1.00	1.00	1.00
蒸溜水	2.00	4.00	4.50

^a と ^d は第2表, 第3表に示した。

^b Beck *et al.* (1968) の無機塩混合。

^c アスコルビン酸ソーダ 1000mg と L-システイン塩酸塩 200mg を水 10ml に溶解した。

第2表 ビタミン混合液の組成

サイアミン塩酸塩	80mg	葉酸	40mg
リボフラビン	80	ビオチン	4
ニコチン酸	200	イノシトール	2000
ピリドキシン塩酸塩	80	コリンクロライド	2000
パントテン酸カルシウム	200	蒸溜水	1000 ml

第3表 アミノ酸混合の組成

アラニン ^a	200mg	リジン塩酸塩	400mg
アルギニン塩酸塩	400	メチオニン	100
アスパラギン酸	200	フェニルアラニン	400
システイン	100	プロリン	400
グルタミン酸	400	セリン	400
グルタミン	400	スレオニン	200
グリシン	200	トリプトファン	100
ヒスチジン	100	チロジン	200
イソロイシン	200	バリン	200
ロイシン	400		

^a 各アミノ酸はL型を用いた。

第3表のように混合した。

4. 飼料の調製方法

第1表に示した各成分の中, 固型物は直接秤量し, 径 8 cm の蒸発皿に入れてよく混合した。これにアスコルビン酸液 (飼料調製ごとに作る), ビタミン混合液 (あらかじめ調製し低温に保存する) および水を加え, 全体をよくこねた。ダイズ粉末およびその画分もそれぞれこの段階で加えた。この混合物をダイズ種子の半分位の大きさに指で丸めてシャーレ内に並べ, 減圧したデシケーター中で一晩 (約 20 時間) 乾燥させた。以後これを“人工豆”と呼ぶ。飼料組成が大きく変り崩れやすい状態の人工豆には, 表面にコロジオン被膜をかけて, 一部試験に

供した。出来あがった人工豆は, 接着剤で 1×1.5 cm 位のアルミホイルに張り付け, 幼虫が摂食しやすいようにした。アルミホイルに張り付けた人工豆は, 使用するまで冷蔵庫に保存し, 変質を防いだ。

5. 飼育容器

径 9 cm, 高さ 2 cm のプラスチック製シャーレを用い, 底に濾紙を敷き飼育容器とした。この容器に人工豆と給水管を 1 個ずつ入れた。給水管には, 径 1.5 cm 長さ 6 cm のガラスチューブに蒸溜水を一杯に入れ上部を固く綿栓をした。給水管は, コの字に折り曲げた金網 (幅約 1.5 cm, 長さ約 5 cm) ではさみ横に寝かせて綿栓を通しカメムシが水を吸えるようにした。

6. 飼育方法

24 時間以内にふ化した幼虫を飼育容器に 1 匹ずつ入れ, 各試験に 10~20 匹を供した。飼育は, 27°C 16 時間照明下で行い, 毎日死亡および脱皮を記録した。飼料は, 2~3 日間隔で, 水は 7~10 日間隔で取り替えて変質腐敗をさけた。

結果と考察

1. 人工飼料の改良

一般にカメムシ類は種子 (ヒマワリ, ダイズ, ナタネ, 玄米など) と水を与えて飼育ができることが知られている (SWEET, 1960; 清水, 1976; 小林, 1976)。ホソヘリカメムシもダイズ乾燥種子と水でよく育成し, 世代をくり返すことができる (釜野, 1978)。この場合の餌としてのダイズ乾燥種子は, 生でなければならぬのか, 粉碎し人工豆に作り直しても育成できるのかなどを先ず調べた。更にダイズ粉末を基本に合成飼料をいろいろの角度から検討し調製を進めた。それら種々の人工豆での飼育結果を第4表に示した。

95°C で乾燥させたダイズ種子およびそれを粉碎して固めた人工豆では, 生のダイズ種子を餌とした場合より, 幼虫期間がやや長びいたが, ほとんどの個体が成虫となった。しかし, ダイズ種子を 150°C で乾燥した場合は, 2 令で全個体が死亡した。これは高温加熱のためダイズ成分が変質し幼虫が摂食できなくなったことが原因となっているように思われる。

次にこれまでに昆虫飼育用として発表されている人工飼料の組成やダイズの成分表を参考にして, 既知物質からなる合成飼料Aを作った。この飼料では, 2 令期間の平均値が 25.7 日で最長 2 令生存日数は 51 日を示し, その 4 個体は, 2 令期間 14~19 日で脱皮し 3 令となった。しかしそれ以上の発育はみられなかった。ホソヘリ

第4表 各種人工飼料によるホソヘリカメムシの成育

飼 料 の 種 類	生 存 虫 数						平 均 幼虫期間	最 長 生存日数
	1令	2令	3令	4令	5令	成虫		
ダイズ種子 (生)	10	9	9	9	9	8	23.4日	一日
乾燥ダイズ (95°C)	10	10	8	8	8	8	27.3	—
乾燥ダイズ (150°C)	10	6	0	—	—	—	—	28
粉末ダイズ	10	10	9	8	8	8	28.5	—
合成飼料A	10	10	4	0	—	—	—	64
飼料A + 粉末ダイズ (1:1)	10	10	10	10	10	8	24.1	—
飼料A + 粉末ダイズ (3:1)	10	10	8	6	5	5	37.4	—
飼料A + 粉末ダイズ (9:1)	10	10	5	3	3	2	56.0	—
ダイズエーテル抽出残渣	10	10	10	10	8	5	31.6	—
飼料A + ダイズエーテル抽出物	10	10	9	7	6	3	46.0	—
飼料A + ダイズ水抽出物	10	9	9	7	4	3	39.0	—
飼料A + ダイズ水抽出残渣	10	10	10	10	7	2	31.0	—
合成飼料B	10	10	10	9	6	3	36.3	—
合成飼料C	10	10	10	9	9	6	32.0	—

カメムシは、水を与えるだけで脱皮して2令となるが、2令幼虫に水のみを与えた場合は、3～4日で全部死亡した。これらの結果から幼虫は合成飼料Aを摂食していることが確認された。

合成飼料Aとダイズ粉末を種々の割合で混合した飼料を調製した。ダイズ粉末が少なくなり合成飼料の比率が高まる程、幼虫期間が長引き、成虫になる個体も減少した。ダイズ粉末が1/2以上含まれる場合は、ダイズ種子と同様な成育を示した。これらのことから、ダイズ中に幼虫の成育に関与する物質で合成飼料に含まれない未知物質が存在する可能性が考えられた。そこでダイズ粉末をエーテルおよび水で抽出し、大まかに分画した。それらを添加した飼料では、幼虫期間や羽化率に多少の差異はあったが、いずれの画分を加えたものでも2匹以上の成虫が得られた。このようにダイズ中の特定物質がホソヘリカメムシの成育に必要であるという仮定は否定された。

合成飼料にダイズ画分を加える場合にダイズ粉末として飼料の1/2相当量を加えたが、これでは元のダイズ粉末と重量差があり、この差は粉末濾紙を加え重量を調節した。このことは合成飼料Aとは各構成成分の比が変わったことになっている。これがホソヘリカメムシの成育を可能にした原因と考え、粉末濾紙とでんぷん量を多くした合成飼料B組成を調製した。この合成飼料では、4令および5令で死亡する個体が多かったが、ふ化幼虫10匹の中3匹の成虫が得られた。しかし成虫は総て雄であった。また幼虫期間もダイズ種子で成育する場合の約1.5倍を要した。一般に飼料構成成分中で幼虫の発育速度に強く関与するものとして蛋白源の量が考えられる。

そこでダイズカゼイン量を約50%増加させた合成飼料Cを調製し飼育を行った。この合成飼料では、B成分の飼料より幼虫期間がやや短縮され、しかもふ化幼虫10匹中雌成虫2匹、雄成虫4匹と半分以上が羽化した(第4表)。

2. 飼料各成分の成育への影響

既知物質から成る合成飼料で半数以上の成虫が得られたことは、ホソヘリカメムシの成育にこの合成飼料で基本的には十分であることが考えられた。更に飼料を改良するためには、飼料構成成分の個々の栄養的役割を明らかにし、その量を増減させることが考えられた。

合成飼料Cから構成成分の一つずつ除いた飼料を調製した。それらの飼料での成育状況を第5表に示した。

合成飼料の主要成分であるダイズカゼインを除いた場合、2令で死亡し脱皮して3令となるものはなかった。また2令で最も長く生存した個体でも21日間で他の場合に比較して非常に短かった。このダイズカゼインを除いた飼料にはアミノ酸混合を2倍量加えてあったが、その効果もほとんどみられなかったことからホソヘリカメムシは、蛋白源としてダイズカゼインをより多く利用しているようである。このことよりダイズカゼインは、合成飼料の最も基本的物質の一つと考えている。

次にアミノ酸混合を欠いた飼料では、4令まで成育したが、成虫となったものはなかった。ダイズカゼインを除いたものと違って、幼虫はある程度まで成育するし、2令のままの個体も70日以上生存した。これらの理由として、ホソヘリカメムシの成育に遊離アミノ酸が必要であり、ダイズカゼインを分解し吸収するアミノ酸量では量的に足りないこと。もう一つは、吸汁性昆虫モモアカ

第5表 合成飼料構成成分とホソヘリカメムシの成育

除いた成分	生 存 虫 数						平 均 幼虫期間	最 長 生存日数
	1 令	2 令	3 令	4 令	5 令	成虫		
対 照 ^a	10	10	10	9	9	6	32.0日	—
粉末濾紙	10	9	9	7	1	1	33.0	—
でんぷん	10	10	10	7	2	0	—	55.0
サッカロース	10	10	4	3	2	1	47.0	—
ダイズカゼイン	10	8	0	—	—	—	—	21.0
アミノ酸混合	10	10	2	1	0	—	—	70.0
無機塩混合	10	9	8	8	8	7	29.9	—
コレステロール	10	10	8	1	0	—	—	35.0
アスコルビン酸	10	10	9	8	7	3	34.0	—
ビタミン混合	10	10	8	4	3	1	30.0	—

^a 組成は合成飼料Cを用いた。

アブラムシは、特定アミノ酸が摂食刺激として必要であるといわれている (MITTLER, 1967) が、ホソヘリカメムシでも同様に、アミノ酸の一部が摂食刺激となっており、これが欠如した飼料では、摂食量が不十分となることの二つが考えられる。そこでアミノ酸個々の役割を更に調べてみる必要があろう。

粉末濾紙を除いた場合は、1匹であったが成虫が得られた。特に4令まで正常に成育するものが多かった。多くの昆虫でいわれているように粉末濾紙は、栄養として必須なものではなく、飼料の物理性に関与しているようであり、量的面を更に考慮すべきである。

炭水化物源として、でんぷんとサッカロースが含まれている。このうちでんぷんを除いた場合 (飼料中のでんぷん量の比率が大きいのでサッカロースの量を2倍とした)、比較的に初期成育は、影響が少なかった。しかし4令以後の成育が悪くなり、成虫になるものはなかった。サッカロースを除いた飼料では、幼虫初期の2令・3令での死亡が多かったが、わずかの個体は成虫となった。幼虫末期は、多量の栄養を要求するが、基本飼料にはでんぷんを大量に加えてあり、これを除くことは、飼料の構成比を変え、当然物理性も変えることになり、これが原因で摂食が不十分になるのかも知れない。SCHEEL *et al.* (1957) は *Oncopeltus fasciatus* と *Euschistus variolarius* で、でんぷんは摂食刺激として働くが、サッカロースはそのような効果がなかったと述べている。しかし、ホソヘリカメムシでは、サッカロースが欠けると、幼虫初期の死亡が高まることから、一般昆虫でいわれているようにサッカロースが摂食刺激として働いているのではないか。また HORI (1972) はマキバメクラガメにおける炭水化物利用の研究で、でんぷんとサッカロースは同等であったとしている。ホソヘリカメムシでは、栄

養源としては、でんぷんの方がより重要のようであった。

BECK *et al.* (1968) がアワノメイガを飼育するために調製した無機塩混合物を基本飼料に用いた。これを除いた飼料で、幼虫は順調に成育し、大部分が成虫となり、幼虫期間も多少短縮される傾向を示した。このことはホソヘリカメムシが無機塩類を全く必要としないことではなく、飼料の他の組成中にわずかに含まれる無機塩類で十分成育できることを意味している。更に詳細に個々の無機物質の要求を研究してみる必要がある。

コレステロールを除くとほとんど3令までに死亡した。これは他の昆虫で認められていることと同様に、ホソヘリカメムシもステロールの生合成ができないことを示している。

次にビタミン類の中、多くの昆虫で成育に必須とされているアスコルビン酸を除いても成虫になることは興味あることである。しかし成虫になる率が低いことは、幼虫末期になるとある程度アスコルビン酸を要求することを示しているとも考えられる。その他ビタミン混合が含まれない飼料で、成虫が1匹得られた。さらに個々のビタミンの要求を調べることが必要であろう。

これまで述べたように既知物質からなる合成飼料で、ダイズ乾燥種子を餌とした場合に近い飼育結果が得られた。しかしこの合成飼料で成育した成虫は、全く産卵することなく死亡した。これは合成飼料が雌に不適当なのか雄に不適当なのかその原因を詳細に調べ、完全な合成飼料への改良を進めなければならない。

なお、ここで用いた人工豆型の飼料で、アオクサカメムシ、チャバネアオカメムシ、オオトゲシラホシカメムシなどが飼育できた (釜野, 未発表)。このことは合成飼料を改良することによって多くのカメムシ類の一般的

な人工飼料に発展させられる可能性があることを示している。

摘 要

1. ダイズ粉末を固めた人工豆を基本にホソヘリカメムシの人工飼料の開発を進めた。
2. 粉末濾紙, でんぶん, サッカロース, ダイズカゼイン, アミノ酸混合, 無機塩混合, コレステロール, アスコルビン酸, ビタミン混合の既知物質からなる合成飼料を作った。この飼料でふ化幼虫から飼育し, 多数の成虫が得られた。
3. 合成飼料の構成成分の中, でんぶん, ダイズカゼイン, アミノ酸混合, コレステロールのいずれを除いても幼虫期に死亡し成虫は得られなかった。粉末濾紙, サッカロース, アスコルビン酸, ビタミン混合の一つを欠いた飼料では幼虫の成育が悪くなり, わずかの個体しか成虫にならなかった。無機塩混合を除いても成育には影響なく, むしろ幼虫期間は短くなった。

引 用 文 献

- BECK, S. D., G. M. CHIPPENDALE and D. E. SWINTON (1968) Nutrition of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. VI. A larval rearing medium without crude plant fractions. Ann. Entomol. Soc. Am. **61** : 459—462.
- HORI, K. (1972) Utilization of sucrose and starch by the bug, *Lygus disponsi* LINNAVUORI. Appl. Ent. Zool. **7** : 79—82.
- KAMANO, S. (1971) Studies on artificial diets of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* WALKER. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. C **25** : 1—45.
- 釜野静也 (1978) ホソヘリカメムシの簡易飼育法. 応動昆 **22** : 285—286.
- 小林 尚 (1976) 昆虫の大量飼育法. (8) カメムシ. 農薬 **23** (3) : 44—48.
- MITSUHASHI, J. and K. KOYAMA (1971) Rearing of plant-hoppers on a holidic diet. Ent. exp. appl. **14** : 93—98.
- MITTLER, T. E. (1967) Gustation of dietary amino acids by the aphid *Myzus persicae*. Ent. exp. appl. **10** : 87—96.
- SCHEEL, C. A., S. D. BECK and J. T. MEDLER (1956) Nutrition of plant-sucking Hemiptera. Science **125** : 444—445.
- 清水喜一 (1976) カメムシ類の人工飼育における諸問題. 植物防疫 **30** : 142—146.
- STRONG, F. E. and E. KRUITWAGEN (1969) Feeding and nutrition of *Lygus hesperces*. III. Limited growth and development on a meridic diet. Ann. Entomol. Soc. Am. **62** : 148—155.
- SWEET, M. H. (1960) The seed bugs : A contribution to the feeding habits of the Lygaeidae (Hemiptera : Heteroptera). Ann. Entomol. Soc. Am. **53** : 317—321.
- VANDERZANT, E. S. (1967) Rearing lygus bugs on artificial diets. J. Econ. Entomol. **60** : 813—816.