人工飼育によるアルファルファタコゾウムシの簡易採卵法と給餌法

章 秉興・桜井宏紀¹⁾・土田浩治

岐阜大学農学部昆虫学研究室

Simple Methods for Egg Collection and Diet Replacement in Artificial Rearing of the Alfalfa Weevil, *Hypera postica*. Bingxing Wei, Hironori Sakurai and Koji Tsuchida (Laboratory of Entomology, Faculty of Agriculture, Gifu University, Yanagido, Gifu 501-1193, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 46: 67-71 (2002)

Abstract: Oviposition habits on artificial diet and efficient methods for egg collection and diet replacement were studied in the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal). The eggs were laid inside both the block type artificial diet and alfalfa fresh leaf stem, while abundantly laid on the surface of the flake type artificial diet. Both egg collection and diet replacement were the easiest when the insects were fed on granular diet using a cup with a gauze bottom. The eggs were collected most efficiently, when the female adults were supplied the diet during the light period (8 h) and allowed to oviposit in empty cups during the dark period (16 h).

Key words: Alfalfa weevil, *Hypera postica*, artificial diet, diet replacement, egg collection

緒 言

アルファルファタコゾウムシ *Hypera postica* Gyllenhal はヨーロッパ原産と考えられ、西アジア、南アジア、北アフリカ、北アメリカなどの地域にひろく分布し、アルファルファなどマメ科牧草の大害虫である(秋山・小田, 1989)。日本では1982年に福岡県と沖縄県への侵入が確認されて以来、九州、四国、近畿以西の本州に分布を拡大し、近年は愛知県、岐阜県でも分布が確認されている(奥村・佐土嶋, 1986; 桜井ら, 1998, 1999)。本種はレンゲを激しく食害し、九州ではレンゲからの採蜜を断念する養蜂業者も出ており、またエンドウ、インゲン、ダイズ、ソラマメなどのマメ科農作物も食害する(山田ら, 1996)。本種の発育には20℃程度の比較的冷涼な気温が最適であり、また越冬明け成虫の1回の飛翔距離は1km以上と飛翔分散能力も高く、今後北方へ分布を拡大することが懸念される(桜井ら, 1997)。レンゲは蜜源植物や緑肥としてばかりでなく、田園景観の一部としても重要な役割を果たしており、本種に対する防除対策の確立は緊急課題となっている。防除対策と関連して、化学農薬や微生物農薬による殺虫試験、寄生蜂の増殖試験、生理生態学的研究などを行う上で、年間を通じて大量に供試虫を確保する必要がある。そのためには人工飼料の開発は重要な研究課題である。著者らは、イモゾウムシとシバオサゾウムシの人工飼料の組成を参考にしてアルファルファタコゾウムシの人工飼料を調製し、飼育実験を行った結果、3~4日毎の飼料交換だけで

継代飼育することに成功した(章ら, 2001)。一方、本種の人工飼育を行う上で、効率的な採卵法と飼料交換法を確立することは重要である。そこで、本研究ではアルファルファタコゾウムシの人工飼育における簡易採卵法と給餌法について検討し、有効な知見が得られたので報告する。

本研究にあたり、統計処理について御教示頂いた岐阜大学農学部教授前澤重禮博士、ならびに実験に際し御協力頂いた日本農産工業(株)朝見恭裕氏、農林水産省門司植物防疫所木村秀徳氏および社団法人日本養蜂はちみつ協会に感謝申し上げる。

材料および方法

1. 供試虫

1998年春期に奈良県東吉野郡吉野町にある吉野川の川岸に自生するカラスノエンドウ群落とレンゲ圃場から、アルファルファタコゾウムシの1~3齢幼虫を採集し、18℃、8時間明期:16時間暗期(8L:16D)の条件下でアルファルファの茎葉を与えて累代飼育した。

2. 試験区の設定

産卵習性の調査のため、4つの試験区を設けた。すなわち、A:塊状人工飼料・24時間給餌区、B:粒状人工飼料・24時間給餌区、C:粒状人工飼料・8時間給餌区、D:アルファルファ生茎葉・24時間給餌区である。人工飼料は章ら(2001)の開発したアルファルファタコゾウムシ成虫用の人工飼料(きなこアルファルファミールを主成分とした固形状のもの)を使用し、塊状飼料(長さ

¹⁾連絡者 E-mail: Sakuraih@cc.gifu-u.ac.jp

2001年5月20日受領(Received 20 May 2001)

2001年12月26日登載決定(Accepted 26 December 2001)

1.3~1.8 cm, 幅 1.0~1.5 cm, 厚さ 0.3~0.5 cm) と粒状飼料 (同量の塊状飼料を直径 1 mm 以下の粒状にしたもの) を薬さじで調製した。

3. 成虫の飼育と給餌の方法

羽化後 10 日以内の 3 ペアの雌雄個体 (各区とも同様) を, 一緒にプラスチック製のアイスクリームカップ (上部内径 6 cm, 下部内径 4.5 cm, 高さ 4 cm) に入れて, 18°C, 8 時間明期:16 時間暗期 (8L:16D) の条件下で飼育した (各区とも 3 反復)。A, D 区では, 成虫とともに塊状人工飼料を 1 個, または長さ約 5 cm のアルファルファ生茎葉 1 本をそれぞれカップの中に入れ, 摂食, 産卵させた。B 区では, 第 1 図のように成虫を入れた金網底 (7 メッシュ) の同サイズのカップを, 粒状人工飼料の入ったカップに挿入し, 摂食, 産卵させた。C 区では明期中は B 区と同様の方法で粒状人工飼料を与え, 暗期には成虫の入った金網底カップを取りはずし, 空のカップに挿入し, 飼料を与えず,

第 1 図 試験区 B, C における給餌と採卵の模式図。試験区 B では, 明期と暗期ともに金網底のカップに成虫を入れ, 粒状人工飼料の入ったカップに挿入し, 摂食, 産卵させた。試験区 C では, 明期に B 区と同様の方法で粒状人工飼料を与え, 摂食, 産卵させた。暗期に成虫カップを粒状人工飼料カップから取りはずし, 空のカップに挿入し, 産卵させた。

産卵させた。A, D 区の餌の交換は, 新しい飼料を入れたカップ内に成虫を移して行い, B, C 区では, 成虫の入った金網底カップを新しい飼料の入ったカップに移して行った。すべての実験区とも毎日, 明期開始時点に採卵をした後, 飼料を交換し, カップあたりの飼料交換の所要時間を計測した。

4. 産卵数調査と採卵の方法

産卵数は毎日明期と暗期の開始時点に 2 回調査した。A 区と D 区では, 飼料と茎葉の内部についても産卵数を調査するため, ピンセットで飼料と茎を切開し, 面相筆を使って採卵した。B 区では金網底のカップ内に湿らせたろ紙 (0.5 cm×1.0 cm) 1 枚と, 薄く伸ばしたパラフィルム (0.5~0.7 cm×0.5~0.7 cm を引き伸ばしたもの) (Parafilm M, American Can Comp. 製) で作った小円筒 (直径 0.3~0.5 cm, 長さ 1.0~1.5 cm) 1 個を産卵基質として入れ, 飼料交換前にパラフィルム小円筒内部, ろ紙表面, 粒状飼料間の間隙, 容器壁面ならびに金網底上の産卵数を調査して採卵した。C 区では, 明期開始時に暗期に金網底カップ内に産みつけられた卵を外側の空のカップ内に掃き落とし, 空のカップ内に産み落とされた卵とともに卵数を調査した後, 明期にカップ内に産下された卵数を暗期開始時に調査し, 採卵した。すべての実験区とも供試後 10 日間調査を行い, 100 卵あたりの採卵所要時間と孵化率を算出した。

結 果

1. 各試験区における産卵数と産卵部位との関係

各試験区における産卵数と産卵部位との関係を第 1 表に示す。A 区における 10 日間の産卵数 (1 雌あたり) は, 塊状飼料内部の方が塊状飼料内部以外の場所よりも有意に多かった ($p<0.01$, χ^2 検定)。また, D 区における 10 日間の産卵数 (1 雌あたり) は, 茎葉内部の方が茎葉内部以外の場所よりも有意に多かった ($p<0.01$, χ^2 検定)。一方, B 区と C 区における 10 日間の産卵数 (1 雌あたり) は, と

第 1 表 餌の種類と給餌時間を異にした 4 試験区におけるアルファルファタコゾウムシの産卵数と産卵部位との関係

試験区	餌の種類	給餌時間	供試雌数	産卵部位	産卵数/雌/10 日間 ^a	χ^2 値 ^b
A	塊状人工飼料	24	9	飼 料 内 部 飼料内部以外の場所	39.4±14.2 7.6±5.1	10.15**
D	アルファルファ	24	9	茎 葉 内 部 茎葉内部以外の場所	45.7±7.7 7.8±6.5	13.70**
B	粒状人工飼料	24	9	飼 料 部 分 飼料部分以外の場所	12.6±5.9 36.8±11.0	5.14*
C	粒状人工飼料	8	9	飼 料 部 分 飼料部分以外の場所	4.2±2.8 28.2±14.6	8.80**

^a 平均値 ± 標準偏差。

^b *: $p<0.05$, **: $p<0.01$ で有意差あり。

もに粒状飼料部分の方が飼料部分以外の場所よりも有意に少なかった ($p<0.05$, χ^2 検定; $p<0.01$, χ^2 検定)。

2. 粒状人工飼料区 (B) における産卵数と産卵基質との関係

粒状人工飼料区 (B) における産卵数と産卵基質との関係を第 2 表に示す。1 日あたりの産卵数 (1 雌あたり) は、粒状人工飼料、パラフィルム小円筒、容器の壁面と金網底の 3 者の間で有意差は認められなかったが、これらの 3 者に比べて半湿ろ紙上への産卵は有意に少なかった ($p<0.05$, Scheffé の多重比較検定)。

3. 各試験区における産卵数と光周期との関係

各試験区における産卵数と光周期との関係を第 3 表に示す。塊状人工飼料区 (A) とアルファルファ生茎葉区 (D) における 10 日間の産卵数 (1 雌あたり) は、明期と暗期の間で有意差は認められなかった ($p>0.05$, χ^2 検定)。一方、粒状人工飼料を明暗期とも給餌した区 (B) および明期の 8 時間のみ給餌した区 (C) における 10 日間の産卵数 (1 雌あたり) は、明期と暗期の間で有意差も認められなかつ

た ($p>0.05$, χ^2 検定)。

4. 各試験区間における産卵状況と飼料交換ならびに採卵所要時間の比較

各試験区間における産卵状況 (産卵数と孵化率)、飼料交換ならびに採卵所要時間を第 4 表に示した。1 日あたりの産卵数 (1 雌あたり) は、24 時間給餌した A 区と B 区および 8 時間給餌した C 区の間で、有意差は認められな

第 2 表 粒状人工飼料区 (B) における産卵数と産卵基質との関係

産卵基質	供試雌数 ^a	産卵数/雌/日 ^b
粒 状 人 工 飼 料	9 (3)	1.3±0.6 a
パラフィルム小円筒	9 (3)	1.6±0.7 a
半 湿 ろ 紙	9 (3)	0.1±0.1 b
容器壁面と金網底	9 (3)	2.0±0.8 a

^a () 内は繰り返し数を示す。

^b 平均値 ± 標準偏差、同一英小文字間で Scheffé 多重比較検定 ($p<0.05$) で有意差のないことを示す。

第 3 表 餌の種類と給餌時間を異にした 4 試験区におけるアルファルファタコソウムシの産卵数と光周期との関係

試験区	餌の種類	給餌時間	供試雌数	産卵時の光周期 ^a	産卵数/雌/10 日間 ^b	χ^2 値 ^c
A	塊 状 人 工 飼 料	24	9	明期 8 暗期 16	11.0±4.8 36.0±11.4	0.83 ns.
D	アルファルファ	24	9	明期 8 暗期 16	13.1±6.4 40.3±10.7	0.63 ns.
B	粒 状 人 工 飼 料	24	9	明期 8 暗期 16	18.4±8.8 30.9±8.0	0.04 ns.
C	粒 状 人 工 飼 料	8	9	明期 8 暗期 16	13.4±8.6 19.0±14.2	0.13 ns.

^a 8 時間明期 : 16 時間暗期 (8L:16D)。

^b 時間あたりの平均産卵数 ± 標準偏差。

^c ns.: $p>0.05$ で有意差なし。

第 4 表 4 試験区におけるアルファルファタコソウムシの産卵状況および飼料交換と採卵の所要時間

試験区 ^a	飼料の種類	給餌時間 (時間)	供試雌数 ^b	産卵数/雌/日 ^{c,d}	孵化率 (%) ^e	飼料交換時間 ^{d,f} (分/1 カップ)	採卵所要時間 ^d (分/100 卵)
A	塊 状 人 工 飼 料	24	9 (3)	4.7±1.9 (423) ab	59.1 a	3.0±0.3	15.3±2.5
B	粒 状 人 工 飼 料	24	9 (3)	4.9±2.2 (444) ab	62.6 a	0.4±0.2	9.1±2.2
C	粒 状 人 工 飼 料	8	9 (3)	3.3±2.0 (292) b	56.8 a	0.5±0.1	5.4±0.7
D	アルファルファ	24	9 (3)	5.4±1.5 (481) a	66.1 a	2.8±0.3	26.6±3.8

^a 4 試験区は 8 時間明期 : 16 時間暗期の条件下で飼育し、C 区では 8 時間明期の間のみ給餌した。

^b () 内は繰り返し数を示す。

^c () 内の数字はサンプルの卵数を示し、10 日間の合計値である。

^d 平均値 ± 標準偏差。また、日あたり雌あたりの産卵数については同一英小文字間で、Scheffé の多重比較検定 ($p<0.05$) で、有意差のないことを示す。

^e 卵孵化率については同一英小文字間で、Fisher 正確確率検定 ($p<0.05$) で有意差のないことを示し、データの有意水準は sequential Bonferroni 法で補正した。

^f カップあたりの雌雄個体のペア数は、各試験区とも 3 である。

かったが、アルファルファを24時間給餌したD区に比べて、C区の産卵数は有意に低かった ($p < 0.05$, Scheffé の多重比較検定)。孵化率は各試験区間で有意差は認められなかった ($p < 0.05$, Fisher 正確確率検定)。一方、カップあたりの飼料交換所要時間はB区とC区の方が、A区とD区に比べて5~7倍短かった。また、100卵あたりの採卵所要時間はB区とC区が、A区とD区に比べて2~5倍短く、C区は最短であった。

考 察

アルファルファタコゾウムシは交尾、産卵活動を夜間に活発に行い、雌はアルファルファの茎葉に口吻で穴を開けてその中に産卵する習性を有する(奥村ら, 1986; 奥村・佐土嶋, 1986; 秋山・小田, 1989)。本実験でも雌は塊状人工飼料およびアルファルファの茎葉の内部に、それ以外の場所に比べて約5倍および6倍それぞれ多く産卵したが、明暗期の間には産卵数に有意差はなかった。一方、塊状人工飼料を粒状人工飼料に変えた場合、逆に飼料部分よりも飼料部分以外の場所への産卵数の方が24時間給餌区では3倍、暗期に飼料を与えない区では7倍多かった。また、明暗期間の産卵数には有意差もなかった。

昆虫を大量に人工飼育する上で、簡便な採卵方法の確立は重要である。産卵培地として塊状人工飼料やアルファルファ茎葉を使用した場合、雌成虫は飼料や茎葉の内部に産卵するため、採卵に非常に時間がかかり、また採卵の際に使用する筆やピンセットで卵を損傷させる危険性がある。本種と同様な産卵習性をもつシバオサゾウムシ(清水, 1993)やイモゾウムシ(Shimoji and Kohama, 1996)においても、人工飼料培地や寄主植物から産下卵を回収する際の困難性が指摘されている。本実験では、イモゾウムシの金網底容器による採卵の方法(Shimoji and Kohama, 1996)を参考にし、作製した金網底の容器に成虫を入れて、この成虫入りの容器を粒状人工飼料の入った容器に挿入して給餌、産卵させた結果、飼料内部に産卵する習性が抑制でき、さらに飼料以外の基質に産卵させることにより、卵の発見効率が良くなり、卵を損傷させる危険性も低下させることができた。また、パラフィルム小円筒内に比較的多くの卵をまとめて産下したことから、形状と硬さがアルファルファの茎と類似するパラフィルム小円筒を産卵基質として使用することにより、採卵を効率的に行うことができる可能性が示唆された。

餌交換に際して、塊状人工飼料区やアルファルファ茎葉区では成虫と飼料が混在しているため、古い飼料より新しい飼料上に成虫を1頭ずつ移す必要があり、餌の交換に時間を要した。同様に、Hsiao and Hsiao (1974)も本種の人工飼育について、餌交換中に虫を1頭ずつ移す必要があるため、大量の人工飼育は煩雑で不可能であることを指摘して

いる。一方、試験区B, Cでは、虫と飼料が分離されているため、この2区の餌交換所要時間がA区とD区に比べて大幅に短縮できた。特に、明期の8時間のみ粒状人工飼料を摂食させた後、暗期に空の容器に産卵させた試験区Cでは、採卵所要時間が塊状人工飼料のA区の1/3程度しかかからなかった。粒状人工飼料を24時間摂食させた試験区Bとの間で産卵数に有意差はなく、卵の孵化率にもアルファルファ茎葉区との間で有意差が示されなかった。このことから、アルファルファタコゾウムシの人工飼育に際して、試験区Cの方法は採卵および餌交換を効率的に行うことができるため、利用価値が高いと考えられる。

摘 要

人工飼育におけるアルファルファタコゾウムシの産卵習性と簡便な採卵と飼料交換の方法について検討し、以下の結果が得られた。

- 1) 雌は塊状人工飼料とアルファルファ生葉茎の内部に産卵し、粒状人工飼料区に対しては飼料の外部に多く産卵した。
- 2) 金網底の容器に成虫を入れて、粒状人工飼料の入った容器にセットし、給餌する方法により、飼料の交換と採卵を簡単に効率的に行うことができた。
- 3) 上記の方法で明期の8時間のみ給餌をさせた後、雌成虫の入った金網底の容器を空の容器にセットし産卵させることにより、最も効率的に採卵することができた。

引 用 文 献

- 秋山博志・小田義勝 (1989) 北米におけるアルファルファタコゾウムシの生態. 植物防疫 43: 218-221. [Akiyama, H. and Y. Oda (1989) Ecology of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal) in North America. *Shokubutsu Boeki (Plant Protect.)* 43: 218-221.]
- Hsiao, T. H. and C. Hsiao (1974) Feeding requirements and artificial diets for the alfalfa weevil. *Entomol. Exp. Appl.* 17: 83-91.
- 奥村正美・馬場興市・岡本敏治 (1986) 室内飼育条件下におけるアルファルファタコゾウムシの諸行動の日周リズム. 植防研報 22: 97-99. [Okumura, M., K. Baba and T. Okamoto (1986) Daily behavioral rhythms of adults of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyll.) (Coleoptera: Curculionidae), under the laboratory conditions. *Res. Bull. Pl. Prot. Jpn.* 22: 97-99.]
- 奥村正美・佐土嶋敏明 (1986) アルファルファタコゾウムシ *Hypera postica* (Gyll.) の生態に関する研究. 1. 生活史に関する室内観察結果. 植防研報 22: 35-41. [Okumura, M. and T. Sadoshima (1986) Studies on the ecology of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyll.) (Coleoptera: Curculionidae). 1. Life history in laboratory. *Res. Bull. Pl. Prot. Jpn.* 22: 35-41.]
- 桜井宏紀・高橋絵里・浅野貴博・井上敦夫 (1998) 土壌より分離された糸状菌のアルファルファタコゾウムシに対する生物の防除効果. 岐大農研報 63: 25-30. [Sakurai, H., E. Takahashi, T. Asano and A. Inoue (1998) Biological control effect of the fungi isolated from the soil against alfalfa weevil, *Hypera postica*. *Res.*

Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. 63: 25–30.]

桜井宏紀・高野雅信・井上敦夫 (1999) アルファルファタコゾウムシの休眠の誘起条件について. 岐大農研報 64: 45–52. [Sakurai, H., M. Takano and A. Inoue (1999) Effect of photoperiodic condition related to diapause induction of alfalfa weevil, *Hypera postica*. *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 64: 45–52.]

桜井宏紀・山田芳樹・岩附のり子・井上敦夫 (1997) アルファルファタコゾウムシの生活史と飛翔活動について. 岐大農研報 62: 23–31. [Sakurai, H., Y. Yamada, N. Iwatsuki and A. Inoue (1997) Life cycle and flight activity of the alfalfa weevil, *Hypera postica*. *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 62: 23–31.]

清水喜一 (1993) シバオサゾウムシの飼育テクニック. 技術成果情報 (千葉県ゴルフ場等無農薬化推進連絡協議会) 4: 25–34. [Shimizu, K. (1993) Rearing technique of *Sphenophorus venatus vestitus* Chittenden. *The Green Challenge* (Dept. Agr. and Forestry,

Chiba Prefectural Government) 4: 25–34.]

Shimoji, Y. and T. Kohama (1996) A simple method for collecting eggs of the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire). *Appl. Entomol. Zool.* 31: 37–42.

章 秉興・桜井宏紀・土田浩治 (2001) アルファルファタコゾウムシ *Hypera postica* の人工飼料. 応動昆 45: 117–121. [Wei, B., H. Sakurai and K. Tsuchida (2001) Artificial diets for the alfalfa weevil, *Hypera postica*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 117–121.]

山田芳樹・桜井宏紀・土田浩治・井上敦夫 (1996) アルファルファタコゾウムシの発育に及ぼす温度及び餌植物の影響. 岐大農研報 61: 39–44. [Yamada, Y., H. Sakurai, K. Tsuchida and A. Inoue (1996) Effects of temperature and food plants on development of alfalfa weevil, *Hypera postica*. *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 61: 39–44.]