

イモゾウムシの寿命及び産卵に及ぼす成虫用人工飼料の 交換間隔の影響

榊原 充隆*
(沖縄県農業試験場)

Effects of diet change interval on reproductive performance of West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera : Curculionidae).
Mitsutaka Sakakibara* (Okinawa Agricultural Experiment Station, Naha, 903-0814 Japan)

Adults of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus*, were reared on a meridic diet, in order to evaluate the effects of diet change interval on longevity and fecundity of adults and hatchability of eggs. Longevity was shortened and fecundity was lowered when diets were changed every 10 days, compared when they were changed at much shorter intervals. Absence of diet and/or water shortened the longevity of adults and lowered the hatchability of eggs.

Key words : *Euscepes postfasciatus*, fecundity, longevity, meridic diet, West Indian sweet potato weevil

緒 言

イモゾウムシ (*Euscepes postfasciatus*) は、サツマイモなどのヒルガオ科植物を広く加害する重要害虫であり、わが国では植物防疫法でその移動が寄主植物ともども禁止されている。そのため、本種が定着している沖縄県久米島では不妊虫放飼法 (SIT) によって本種の根絶を行っているが、サツマイモ塊根で不妊虫を増殖している現状にある。しかし、サツマイモ塊根による飼育では大量増殖に限界がある。宮地ら (2000) はサツマイモ塊根を用いたアリモドキゾウムシの大量増殖に関して、①すべての工程が手作業で行われるため多大な労力とスペースが必要である、②周年を通して一定品質のイモが得られないため歩留まりが安定しない、③カルチャーが大きくなるほど病気が多発しやすい、といった問題点を指摘し、これらを解決し、不妊虫を安定的に大量生産するためには、早急な人工飼料育の確立と機械化への転換が必要であるとした。これと同じことがイモゾウムシにも当てはまる。今後、久米島よりはるかに広大な沖縄本

島でSITを行うにはサツマイモ塊根を人工飼料育に転換する必要がある。本種の幼虫用人工飼料はすでに開発され (Shimoji and Kohama, 1996)、成虫用飼料も試作されている (榊原, 2003)。しかし成虫用飼料は、10日ごとの飼料交換では交換直前に産下された卵の孵化率が低下するなど、まだ改善の余地がある。

不妊虫大量増殖は、人的な制約から作業工程の基本単位を1週間とするのが便利である。また、頻繁な飼料交換は労力的なロスが大きく、また日別産卵数が低下する恐れもある。そこで、イモゾウムシ成虫の寿命及び産卵にイモゾウムシ成虫用人工飼料の交換が及ぼす影響について検討した。

本文にはいるに先立ち、大量増殖用のイモゾウムシを快く供試して下さった沖縄県ミバエ対策事業所の金城邦夫氏、下地幸夫氏ほか、増殖スタッフの方々に感謝申し上げます。

材 料 と 方 法

供試した人工飼料とイモゾウムシ成虫は榊原 (2003) に示した条件と同様とした。すなわち、人工飼料はサツマイモ粉末50g、寒天20g、しょ糖20g、カゼイン12g、セルロース粉末10g、酵母5g、Vanderzantのビタミン混合物2.5g、Wessonの塩混合物1.5g、KOH2.24g、p-ヒドロキシ安息香酸メチル1g、ソルビン酸1g、コ

*現在 東北農業研究センター

*Present address : Department of Biology and Environmental Sciences, National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Kuriyagawa-Akahira 4, Morioka, Iwate 020-0198, Japan

レステロール0.4g, クロラムフェニコール0.2g, 強酸性電解水 (pH2.7) 500ml を混合し, 加熱後冷却時に練って整形したものである。イモゾウムシ成虫は, ミバエ対策事業所において生イモで増殖し, Hiroyoshi et al. (1996) の方法で蛹期に雌雄鑑別した個体を供試し, 試験開始まで餌として生イモを与えた。上面に1cm四方程度のメッシュを張り付けた空気穴をあけた円筒型のポリプロピレン製小型密閉容器 (外寸で直径60mm, 高さ50mm, 容量約90ml) を飼育容器に用いた。飼育条件は $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 湿度約70%, 14時間明・10時間暗の長日条件とした。

羽化後46日に生イモ育から人工飼料育に切り替え, 雌雄成虫に交尾を開始させた。飼料交換は作業工程上便利と考えられる7日間ごとの交換間隔に若干の余裕を持たせ, 10日ごとの飼料交換を基本として試験区を設定した。すなわち, 飼料を10日間隔で交換する「10d」区, 飼料を7日後に取り替えたのち, 再び3日後に取り替える「7d + 3d」区, 7日後に飼料を除去し, それ以後3日間は水だけを与える「7d + W」区, 7日後に飼料を除去し, それ以後3日間水も与えない「7d + ϕ 」区, 合計4区を設定した。この飼料交換サイクルを6回, すなわち羽化後106日まで繰り返した。羽化後106日以降の生存個体には羽化後106日に飼料を与えた後, 飼料を交換せず, 水も与えないで生存虫数を羽化後116日まで調べた。飼料は各容器に投与期間中の摂食量よりはるかに多い, 1.5cm立方のキューブとして与えた。各区とも6連制とし, それぞれ最初に雌は10頭, 雄は3頭とした。死亡個体は毎日調査し, 採卵時に除去し, 補充はしなかった。

採卵は各交換サイクルの7日後と10日後ごとにどの区も行ない, 産卵数を数えた。採卵後, 卵を6連の区全部をあわせて蒸留水で何回か洗浄したのち, ガラスシャーレ内の湿らせた濾紙上に $26 \pm 1^\circ\text{C}$ で保持し, 最低2週間, 孵化幼虫が7日間出現しなくなるまで, 孵化の有無を毎日調査した。

飼育成績は, 雌雄成虫の推定寿命や産卵数, 生存雌個体数と産卵数から算出した日別産卵数, 孵化虫数, 孵化虫数と産卵数から算出した孵化率, 総孵化虫数などで評価した。寿命はKaplan-Meier法によって推測し, ワイブル分布の特異値である63.2%死亡日 (α 値) で示した。日別産卵数や孵化率は, 飼料投与期間中に飼料が劣化し, これらに影響を及ぼす可能性が高いため (榊原, 2003), 飼料交換サイクルの最初の7日間の産下卵とその後の3日間の産下卵とに分けて評価した。統計処理は市販の統計パッケージ (Microsoft社Excel 2000及びSAS Institute

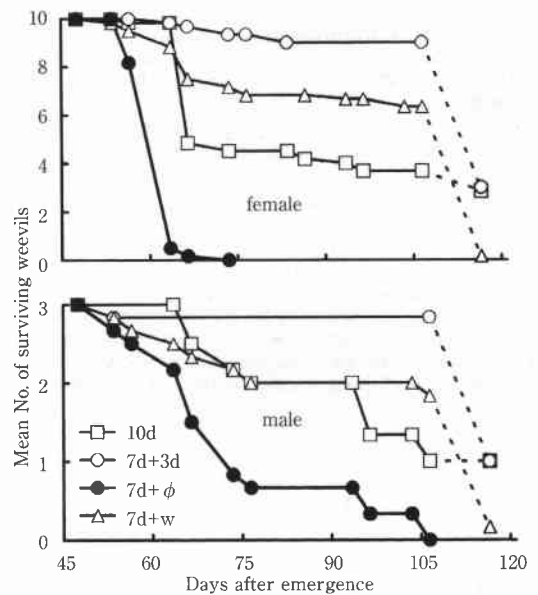


Fig. 1 Survivorship of the West Indian sweetpotato weevil, *E. postfasciatus*, under four diet change regimens.

Mean numbers of females and males. 10d: Diets were changed every 10 days. 7d + 3d: Every 10 days, diets were changed after 7 days then after 3 days. 7d + ϕ : Every 10 days, food and water were given for 7, for 3 days. 7d + w: Every 10, food and water were given for 7 days after, then water but no food was given for 3 days. From 106 d, diets were not changed in all regimens.

Inc. JMP 5.0.1 J) を用いて行った。

結 果

投与した人工飼料は交換後10日にはかなり縮小し, 硬くなった。また, 飼料交換サイクルの最後の3日間にはほとんど排糞をせず, 交換直前にはイモゾウムシ成虫は飼料を摂食していないようであった。

寿命は飼料交換条件で著しく異なった (雌雄とも $p < 0.0001$; Log-Rank test) (Fig. 1, Table 1)。「7d + ϕ 」区では, 雌雄とも速やかに死亡した。2回目の絶食期間を終えた羽化後66日には雌の死亡率は平均83%に達し, 生存した個体も飼料を投与した7日以内に全滅した。雄の死亡率は雌ほど高くなく, 「7d + ϕ 」区でも羽化後100日に約10%が生存した (Fig. 1)。「10d」区では交換後2回目に雌成虫のほぼ半数が死亡したが, その後の死亡個体は少なかった。「7d + 3d」区では雌雄とも死亡率は低く, 調査を終了した羽化後106日にも雌の

Table 1 Reproductive performances of *E. postfasciatus* with varying adult diet changing pattern.

Diet change regimen ^{a)}	Survival time of females ^{b)}	Survival time of males	Mean No. of eggs/female/day			Hatchability (%)		No. of offspring ^{d)}
			on first 7d	on second 3d	Fecundity ^{c)}	on first 7d	on second 3d	
10d	108.8 (97.2-124.9)	111.1 (97.1-133.6)	1.184	0.466	24.6±9.8 a	50.9± 7.3	53.6±3.8 a	12.8
7 d+ 3 d	149.9(132.7-191.3)	1,035.7(175.0- ?)	0.543	0.641	35.6±8.6 a	58.9± 7.3	55.0±3.8 a	19.2
7 d+ φ	80.2(71.5- 64.3)	80.2(71.8- 89.4)	0.414	0.614	9.4±4.6 b	57.8± 7.3	37.6±3.8 b	4.0
7 d+w	155.7(115.3-321.6)	155.7(115.3-321.6)	2.425	0.405	28.0±6.0 ab	21.5±12.8	37.9±6.5 ab	11.8

Means ± SEM followed by the same letters are not significantly different by the Tukey-Kramer HSD test ($p < 0.05$).

a) Diet change regimens are shown in Fig. 1.

b) Survival time is shown by the alpha parameter of the Weibull distribution, expected by the Kaplan-Meier method. The numbers in parentheses are the lower and higher 95% profile likelihoods.

c) Fecundity is shown by the total number of eggs per female collected from 47 to 106d.

d) Number of offspring is shown as the total number of hatched larvae per total collected eggs.

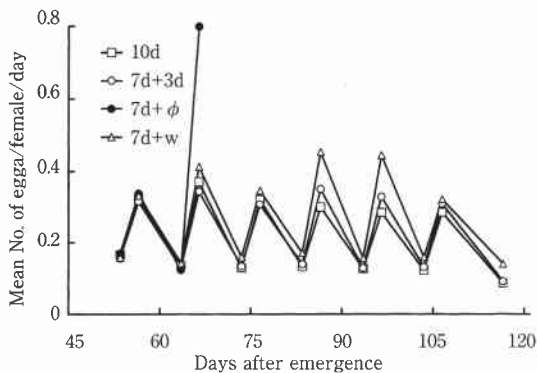


Fig. 2 Mean daily oviposition number per surviving female under the four diet change regimens. Diet change regimens are shown in Fig. 1.

90%, 雄の94%が生存した。

羽化後106日までの生存個体に飼料を投与し、その後の死亡率を調べた結果、「10d」区では10日後（羽化後116日）に雌は77% (17/22), 雄は100% (6/6) の生存率を示したが、「7 d + 3 d」区の生存率は雌で33% (18/54), 雄で65% (11/17) となり、「7 d + W」区では雌で3% (1/38), 雄で9% (1/11) の生存率しか示さなかった。

日別産卵数には、飼料交換パターンと雌成虫の日齢のそれぞれが影響を及ぼしていた (Fig. 2)。共分散分析の結果、飼料交換サイクルの後半3日間の日別産卵数には、飼料交換パターンと日齢の相互作用にも有意差が認められた (Table 2)。日別産卵数は、飼料交換後の7日間では「7 d + φ」区と「10d」区で高く、投与条件を変えたその後の3日間では「7 d + 3 d」区と「7 d

Table 2 ANCOVA test results of *E. postfasciatus* daily oviposition number and egg hatchability on different diet change patterns.

Traits	Egging ^{a)}	Source	SS	df.	F	P
No. of eggs /female/day	0 - 7 days	Age ^{b)}	0.498	1	4.36	0.0392
		Change ^{c)}	8.624	3	25.19	<0.0001
		Age × Change	2.246	3	6.56	0.0004
		Error	0.114	97		
	8 - 10 days	Age	0.687	1	7.48	0.0073
		Change	1.172	3	4.25	0.0071
		Age × Change	0.304	3	1.11	0.3506
Hatchability of eggs laid	0 - 7 days	Age	0.115	1	4.20	0.0630
		Change	0.195	3	2.38	0.1204
		Age × Change	0.151	3	1.84	0.1933
		Error	0.027	12		
	8 - 10 days	Age	0.002	1	0.20	0.6624
		Change	0.109	3	4.35	0.0272
		Age × Change	0.033	3	1.31	0.3156
		Error	0.008	12		

a) Eggs were collected every 7 and 10 days after diet change.

b) Weevils were treated 46-106 days after emergence.

c) The four patterns of diet change are shown in Table 2.

+ W]区で高かった (Table 1)。ただし「7d + ϕ 」区では、個体数が急減した2回目の絶食期間の羽化後64~66日に、きわめて高い日別産卵数を示した (Fig. 2)。

生存率の差を反映して総産卵数にも飼料の交換パターンによる差が認められた (Table 1)。「7d + 3d」区の総産卵数は雌あたり平均35.6個と、「7d + ϕ 」区 (9.4個) のほぼ4倍も多かった ($p < 0.0001$; 1-way ANOVA)。総産卵数と各区の累積雌成虫数 (日ごとの生存雌成虫数の総和) との間には高い相関が認められた ($r = 0.854$; $p < 0.0001$)。

孵化率は、共分散分析では飼料交換サイクルの後半3日間に、飼料交換パターンによる有意差が認められた (Table 2)。孵化率は「7d + 3d」区で高く、「7d + ϕ 」区で低かった (Table 1, Fig. 3)。最初の7日に産卵させた卵では、飼料交換パターンによる差が認められなかったが、「7d + ϕ 」区では $21.5 \pm 12.7\%$ と、かなり低かった。有意差が得られなかったのは、「7d + ϕ 」区で雌成虫が早期に死亡し、得られたデータが2回分と、他区 (6回) より少ないためであると考えられた。

雌1頭あたりの孵化幼虫数は「7d + 3d」区で最も多く、60日間で19.2頭となった。10日間ごとに3日の絶食を入れた「7d + W」区では11.8頭、「7d + ϕ 」区では4.0頭と、得られた孵化幼虫数は少なかった (Table 1)。

考 察

以上の結果から、10日間隔の飼料交換 (「10d」区) では、途中7日後に一度飼料を交換した場合 (「7d + 3d」区) と比較して雌成虫の生存率と産卵数が低下することが判明した。また、絶食と渇水 (「7d + ϕ 」区) は雌雄成虫の寿命を短縮させるだけでなく、産下卵の孵化率をも低下させていた。

Shimoji and Kohama (1996) によれば、イモゾウムシが産んだ卵の孵化率は生イモで育てたイモゾウムシは95%を超えるが、今回の孵化率はこれより劣った。その原因として榊原 (2003) は、人工飼料育では飼料交換直前の産下卵に変形したり、卵殻だけとなったものが多かったことをあげ、雌成虫が生理状態の悪化によって卵の栄養分を再吸収し、その結果、卵殻だけを産み捨てた可能性を指摘した。今回の試験で雌個体が死亡直前に孵化率の低い卵をかなり産卵したことは、これを裏付けている。

安田 (1996) は、幼虫期を生イモで育てたイモゾウムシは羽化後水も餌もない状態で雄は平均15.4日、雌は平均16.9日、生存すると報告した。すなわち、幼虫期に蓄えた栄養分だけで過半数の個体が2週間以上生存できる

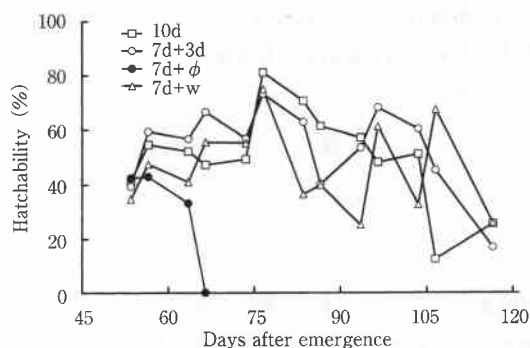


Fig. 3 Changes of hatchability under the four diet change regimens. Diet change regimens are shown in Fig. 1.

ことになる。今回の試験ではこれよりかなり早く飢餓の影響が現れた。羽化後に摂食のほか、交尾や産卵もさせたため、直接的な比較はできないが、供試した人工飼料が生イモより栄養的に劣っている可能性も高い。

成虫の生理状態が10日間で悪化することは、人工飼料が10日間より短い期間で劣化することを示している。この劣化は飼料成分の変性に起因したとも考えられる。しかし、飼料が明らかに縮小すること、7日以降に水だけを与えた区のほうが飼料を入れ続けた区より雌雄とも生存率が高かったこと、「7d + W」区で水分投与を中止した羽化後113日以降の3日間に死亡率が急増したこと等から、飼料中の水分蒸発に起因する渇水が死亡の原因になったと考えられる。安田 (1996) も、水だけを羽化成虫に与えると、水も餌も与えない場合より雌雄とも寿命が8日ほど延長したと報告している。従って、保湿剤を混ぜるなど、飼料自体の組成を改善するか、飼育容器の密閉度を高めるかして、飼料の乾燥化を防ぐ必要がある。

「7d + 3d」区では、比較的高齢の雌成虫 (46~106日齢) から1頭あたり平均19.2頭の次世代孵化幼虫が得られた。これは10日ごとの交換とした「10d」区 (12.8頭) の1.5倍である。従って、飼料の交換は10日より早めに交換したほうがよいと判断される。さらに、「7d + 3d」区において飼料を7日間置いた期間のほうが3日間置いた期間より日別産卵数が高かったことから、飼料が7日目までに劣化し、雌成虫が絶食状態となって産卵数を増加させたと考えられる (Shimoji and Kohama, 1996)。雌成虫に負荷を与え、短期間に若干の卵を回収するより、長期間かけて累積採卵数を増やしたほうが大量増殖の効率がよいと考えられるため、現状では飼料の交換間隔は4~5日が望ましいと考えられる。しかし、

飼料の乾燥化を防いだ飼育体系に改良することで、7日おきの飼料交換を基本とした生産ラインの確立は可能だと思われる。

摘 要

イモゾウムシ成虫に対する人工飼料の交換間隔が、雌成虫の寿命及び産卵に及ぼす影響について検討した。その結果、飼料を10日間隔で交換した場合には、7日後に飼料を交換し、ついで3日後に交換する場合と比較して、雌成虫の生存率と産卵数が低下した。人工飼料育条件下では、生イモ育に比べ、雌雄成虫の寿命が短く、産下卵の孵化率も低くなった。これらは飼料中の水分蒸発に起因する渇水が原因しているものと思われる。

引用文献

- Hiroyoshi, S., S. Moriya and Y. Shimoji (1996) A method for sexing aged individuals of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 311-313.
- 宮地克彦・西原 悟・原 洋一・徳永太蔵・鳩野哲也・上門隆洋・伊藤俊介・岩本順二・荒巻弥弘・金城邦夫・祖慶良尚 (2000) 不妊虫放飼法によるゾウムシ類の根絶 (6) アリモドキノウムシの大量増殖・不妊化・マーキング・輸送・放飼. 植物防疫 54: 472-475.
- 榊原充隆 (2003) イモゾウムシ成虫用人工飼料の開発. 応動昆 47: 67-72.
- Shimoji, Y. and T. Kohama (1996) A simple method for collecting eggs of the West Indian sweetpotato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 37-42.
- 安田慶次 (1996) 飢餓条件下におけるイモゾウムシ成虫の寿命, 脂質含量, 乾燥重及び交尾・卵巣発育. 応動昆 40: 273-278.
- (2003年4月30日受領; 7月4日受理)