

Summary

Houseflies have been collected from 34 spots scattered in 18 prefectures comprising the Kanto and Tokai area as well as Western Japan and Kyushu, and their levels of sensitivity to 8 kinds of insecticides studied. The results are shown in the tables 1, 2 and 3.

It has been found that the houseflies in all the 34 spots show a decline of sensitivity to malat-

hion LD₅₀: Shukune colonie, 10.939 μ g~Ishino coloni, 203.639 μ g) and sumithion LD₅₀: Saimyoyji colonie, 1.235 μ g~Takamatsu Reclaimed land colonie, 194.522 μ g), but don't show any decline of sensitivity to DDVP or resmethrin.

They don't show decline of sensitivity to Diazinon or Baytex, except in some spots, either, indicating that we can continue to expect notable effect of these insecticides in the control of houseflies.

Diurnal Rhythms of the Behavioral Components in the Mating of the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Tomohiro Ono (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya, 464 Japan) Received October 3, 1977. *Botyu-Kagaku*, 42, 203, 1977. (with English Summary 206)

31. ジャガイモガの交尾における各行動の日周期性 小野知洋 (名古屋大学農学部害虫学教室, 名古屋市千種区不老町) 52. 10. 3 受理

ジャガイモガ *Phthorimaea operculella* の交尾における雌雄それぞれの行動の日周期性を観察した。その結果、雌の性フェロモン放出行動である calling, 雌によって放出された性フェロモンに対する雄の反応性のいずれもが日周期性を持ち、それらは circadian rhythm によって支配されていると考えられた。しかしそれとは関係なく明暗条件の直接の影響も受け、暗条件下では雄は性フェロモンに対する反応閾値が低下したり、雌は calling をしていなくても交尾を受け入れやすくなると言った現象が見られた。ジャガイモガの交尾時刻はこれらの要因が総合されたものとして決定されていると思われた。

昆虫の交尾時刻に関しては多くの報告がある。多くの鱗翅目昆虫においては、その配偶行動に性フェロモンが重要な役割を演じており、従ってその交尾時刻は雌による性フェロモンの放出行動 (calling) の時刻によって強く支配されている^{1,2,3)}。

ジャガイモガ *Phthorimaea operculella* の交尾は主に夜間に見られるが、著者と斎藤はすでにこの交尾時刻が外的な明暗条件によってかなり強く影響されることを報告した⁴⁾。今回はジャガイモガの交尾行動のそれぞれの要素、特に雌の calling, および性フェロモンに対する雄の反応性に注目して、それらの行動の日周期性を観察し、いかにしてジャガイモガの交尾時刻が決定されているかを検討した。

本文に入るに先立ち、本論文を御校閲いただいた当研究室斎藤哲夫教授、ならびに本実験遂行に当って数々の御援助をいただいた当研究室本多八郎文部技官に深く感謝する。

材料および方法

実験に使用したジャガイモガは 25°C, 16時間照明下でジャガイモ塊茎を用いて飼育した。飼育はプラス

チック箱 (30×23×6cm) で行ない、底に蛹化場所とするために細断したダンボールをならべた。蛹化後にこのダンボールから蛹を集め、供試した。

すべての観察は 25°C 恒温室で行なった。暗条件下での観察には赤色灯 (110V, 7W) を用いたが、これは予備観察より暗条件下での成虫の行動にほとんど影響しないことがわかっているものである。

Calling の日周期性の観察は、ガラス箱 (25×40×40cm または 15×20×30cm) の中で行なった。この箱の中に雌を20から30頭放し、腹部を上げる特有の calling 姿勢を示している個体を1時間ごとに52から72時間にわたって数えた。

雄の反応性の日周期性はテトロンゴースで口を被ったガラス製腰高シャーレ (直径 6cm, 高さ 6cm) の中で行なった。この中に雄を3頭ずつ入れてシャーレの口を下向きにして置き、テトロンゴースの中央に作った切り込みから雌の塩化メチレン抽出物 (4雌当量/ml) をつけたガラス棒を静かにさし込み、中の雄の反応を観察した。これらのシャーレは金網の台 (3cmの目) の上に置いて中の空気の流通をよくするよう心掛けた。観察は2時間間隔で行ない、ガラス棒そう入

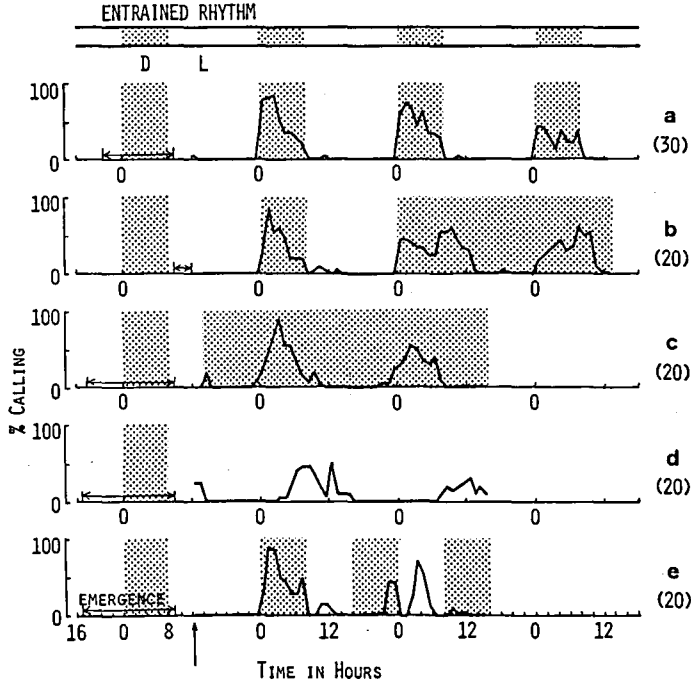


Fig. 1 Diurnal rhythm of female calling under some light: dark schedules. Numbers of female observed are shown in parentheses. Arrow indicates the time of initiation of observation.

5秒後から15秒間に性フェロモンに対する特有の反応であるはたきを伴った歩行探索をする個体を数えた。

交尾行動の観察はそれぞれの条件の雌雄1頭ずつを入れたプラスチック製カップ(直径6cm, 50ml)の中で行なった。所定の時間の後に暗条件にして、その中の雌雄の行動を観察した。

結果および考察

雌の calling の日周期性

さまざまな明暗条件下での雌の calling の状況は Fig. 1 に示すとおりである。まず飼育期間中と同じ明暗周期下での calling 状況を観察した(a)。この条件下では雌は明瞭な周期性を示し calling はほとんど暗条件下に限られていた。そこでこのような周期性が外的な条件への直接の反応であるのか、あるいは内因的な周期によっているのかを見るため以下の条件で観察を行なった(b, c, d)。その結果この周期性は羽化までに entrain された内因的な周期性であって、外的な条件が周期的でなくてもこの周期が維持されることがわかった。さらにこの点を確認するために8時間明、8時間暗の周期下での calling 状況を観察した(e)。ここでは第3回目の暗が終了する52時間後ま

で観察を打ち切ったため、この周期に同調可能であるか否かを判断するのは困難であるが、この結果から見る限り基本的には内因的なリズム(circadian rhythm)を維持していて、それにある程度の外的条件の変化に応じて行動に変更を加えているように思われた。

このような観察結果より、ジャガイモガ雌の calling は Sower *et al.* (1970)²⁾, Fatzinger (1973)³⁾ 等の報告例と同様基本的には circadian rhythm によって支配されており、それが外的な明暗条件によって明確化されているらしいことが推察された。特に明条件によって calling が抑制されることは Fig. 1. d の結果や、また a, b のような点灯によって calling が完全になくなることから明らかである。

性フェロモンに対する雄の反応の日周期性

雄の反応状況の観察結果は Fig. 2 に示すとおりである。まず飼育条件と全く同じ明暗周期下で雄の反応性を見ると(a)、明条件下では低く暗条件下では高いとの傾向が明瞭に見られ、Shorey and Gaston (1965)⁴⁾, Bartell and Shorey (1969)⁵⁾, Fatzinger (1973)³⁾ 等の報告例と同様明条件による反応の抑制があると考えられた。

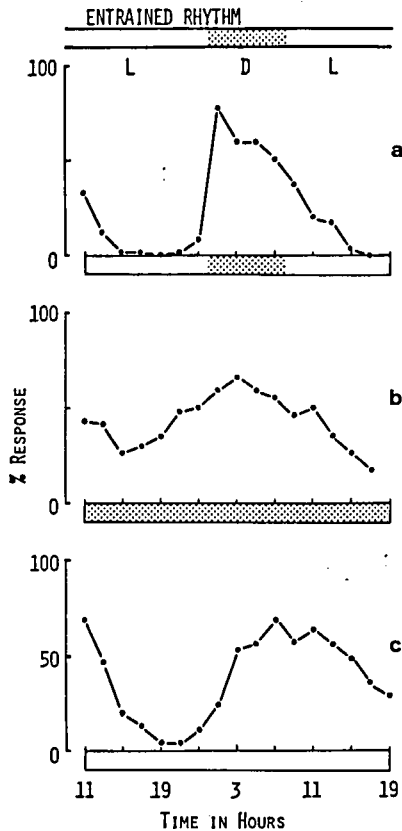


Fig. 2. Diurnal change of male responsiveness to the pheromone under three light:dark schedules. 45 males were tested in each schedule. Males used in a and b were 1 day old, and c were 2 days old.

次に同様の条件下で飼育、保存した雄を全暗、全明の両条件下で観察した (b, c)、その結果この両条件とも一応 a とほぼ対応した反応性の変化が見られ、このような変化が内因的に支配されたものである可能性が示唆された。しかし今回の観察は 1 周期しか行なっていないので、これが内因的なリズムに支配されたものであると結論することはできない。この点を確認するためには、このような周期性が恒常条件下でくり返されることを見る必要がある。いずれにしてもこれらの観察結果からも雄の反応性が明条件ではある程度抑制されることが示された。

Hindenlang *et al.* (1975)⁷⁾ はジャガイモガを用いて明暗周期の条件下での性フェロモンに対する雄の反応性の変化を観察したが、この場合も今回と同様の日周変化が見られると報告している。このような例は他種でも報告されており^{8,9)}、それらにおいても内因的な周期性の支配があると言われている。このような周期性がどの生理的段階におけるものであるかについて

は、これまであまり研究されていないが、前述の Shorey and Gaston (1965)⁹⁾ の結果に基づいて Payne *et al.* (1970)⁸⁾ は触覚電図 (EAG) で反応性を見た結果、行動と対応した EAG の日周変化は全くなく、性フェロモンに対する雄の反応性が行動として日周変化を示すような場合にも、受容器レベルではそれと対応した日周期が見られないとの興味ある事実を報告している。ジャガイモガにおいても今後このような面を含めて検討が必要であろう。

暗条件下での交尾行動の観察

以上述べたように雌雄の交尾行動にそれぞれ明暗条件によって entrain される内因的な周期性の存在が示唆された。しかし著者と斎藤はすでにジャガイモガの交尾行動が内因的な周期性とは関係なく、外的な明暗条件の変化にも直接に影響されることを示した。そこでここではそれらの間の関係を知るために小野・斎藤 (1973)¹⁰⁾ の報告と対応した条件下での行動を観察した。

その観察結果は Table 1 に示すとおりである。この表からまずわかることは、いずれの組み合わせにおいても明暗条件の直接の影響が見られ、暗条件になると雌の calling がかなり起こり、雄はそれに反応して結局交尾に至る例が相当数あることである。しかしそれに加えて、この表で特に注目すべき点は、雌の calling と雄のそれに対する反応と言う正常な過程を経ない交尾が多数見られたことである。すなわち雄は雌が明瞭な calling を行なっていないにもかかわらず雌に対して交尾を試み、また一方雌は交尾受け入れ可能であることを示す calling をしていないにもかかわらず雄の交尾の試みを受け入れた。これらの事実はジャガイモガにおいては雌は交尾受け入れ幅が広く、また雄は自発的とも言えるような状態で交尾を試みることが可能であることを示していると言えよう。雌の明瞭な calling が見られないことは性フェロモンが全く放出されていないことを意味するか否かは検討を要するし、これらの観察がごく限られた容器内で行なわれたことは留意すべき点ではあるが、暗条件になることによって雌雄の行動の活性化が促進され、性フェロモンに対する雄の反応閾値が低下したり、雌が calling をしていなくても交尾を受け入れやすくなることは興味深い事実にある。

以上の観察結果をまとめるとジャガイモガの交尾時刻は次のようにして決定されていると考えられる。

ジャガイモガの雌雄の交尾行動は基本的に明暗周期によって entrain される circadian rhythm によって支配されており、夜間にそれらの活性が上昇するこ

Table 1. Copulatory behavior of 10 hours old female and male moths under the dark condition.

	Combinations (♀ × ♂)			
	10hr × 10hr	10hr × 1day	1day × 10hr	
No. of pair tested	41	68	40	
No. of copulation	12	37	18	
Behavioral processes of copulated pairs	♀ calling → ♂ response → copulation	8	9	5
	copulation without ♀ calling	2	12	2
	unknown	2	5	2
	copulation before light off	0	11	9
Behavioral processes of uncopulated pairs	♀ calling → no response	6	1	15
	♀ calling → ♂ response → ♀ rejection	2	0	1
	♂ copulation attempt without ♀ calling	0	9	1
	no behaviors were observed in ♀ & ♂	21	21	5

とによって交尾が成立する。しかし、それに加えて明暗条件の直接の影響もかなり受け、雌雄の交尾行動の活性が circadian rhythm とは関係なく上昇するだけでなく、雄の活動が活発化することによって calling をしていない雌に対しても交尾を試みる行動が現われ、また雌も calling をしていないにもかかわらず交尾を受け入れやすくなることによって交尾は成立する。従って実際の交尾時刻はこれらの反応が総合されたものとして決定されていると思われる。

文 献

- 1) 玉木佳男・野口浩・湯嶋健：防虫科学，34，97 (1969)。
- 2) Sower, L. L., H. H. Shorey and L. K. Gaston: *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 63, 1090 (1970)。
- 3) Fatzinger, C. W.: *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 66, 1147 (1973)。
- 4) 小野知洋・斎藤哲夫：応動昆，17, 127 (1973)。
- 5) Shorey, H. H. and L. K. Gaston: *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 58, 597 (1965)。
- 6) Bartell, R. J. and H. H. Shorey: *J. Insect Physiol.*, 15, 33 (1969)。
- 7) Hindenlang, D. M., J. R. McLaughlin, R. M.

Guiliano and L. B. Hendry: *J. Chem. Ecol.*, 1, 465 (1975)。

- 8) Payne, T. L., H. H. Shorey and L. K. Gaston: *J. Insect Physiol.*, 16, 1043 (1970)。

Summary

Diurnal rhythms of the female and male behavioral components in the mating of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, were observed under the laboratory condition.

Both of female calling and male responsiveness to the sex pheromone showed the diurnal rhythms remarkably, and they were thought to be controlled endogenously. The mating behaviors of female and male were also affected by the light condition independently of the endogenous rhythms. In the dark condition, the threshold of male responsiveness to the pheromone lowered, or females became to be able to accept the copulation without calling.

The mating time of the potato tuber moth seems to be decided as the result of the integration of these factors.