

スジマダラメイガの増殖に及ぼす性フェロモンの影響

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	若村, 定男 北村, 実彬 高橋, 正三
巻/号	19巻3号
掲載ページ	p. 182-186
発行年月	1975年9月

スジマダラメイガの増殖に及ぼす性フェロモンの影響¹

若村 定男²・北村 実彬・高橋 正三

京都大学農学部農薬研究施設

(1975 年 5 月 12 日受領)

Effects of the Synthetic Sex Pheromone, *cis*-9, *trans*-12-Tetradecadien-1-ol Acetate, on the Reproduction of the Almond Moth, *Cadra cautella* WALKER (Lepidoptera : Pyralidae). Sadao WAKAMURA*, Chikayoshi KITAMURA and Shozo TAKAHASHI (Pesticide Research Institute, College of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606. *Present address: Shikoku Agricultural Experiment Station, Zentsuji, Kagawa 765) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **19** : 182~186 (1975)

Two pairs of newly emerging *Cadra cautella* females and males were confined in a glass pot (11-cm diameter, 7-cm height) with a pheromone holder impregnated with 100 μ g of *cis*-9, *trans*-12-tetradecadien-1-ol acetate (*c*-9, *t*-12-TDDA), the synthetic sex pheromone of *C. cautella*. The oviposition into the pheromone-treated pot was delayed for ca. 2.8 days from that into the untreated pot, and the total number of eggs laid in the treated pot was decreased, though this difference was not significant. However, the oviposition of more than 5 pairs in a pot was not delayed with 100 μ g of *c*-9, *t*-12-TDDA. When 2 pairs of *C. cautella* were confined in a pot with the different amounts of *c*-9, *t*-12-TDDA (12.5, 25, 50, 100 and 200 μ g respectively), the number of laid eggs was significantly decreased from that in the untreated pot for the first 3 days, except the case of 12.5 μ g. However, there were no significant differences among the total numbers of oviposited eggs, though their decreasing tendency was apparent. Therefore, the mating of *C. cautella* was disturbed more or less even in a limited space such as the glass pot with the synthetic sex pheromone. The reason why the mating disturbance was not attained to 100% was possibly ascribed to the population density in the pot. The synthetic sex pheromone may have no effect on the eggs laid by the mated females, because of normal adults emerging from them.

スジマダラメイガ (*Cadra cautella* WALKER) の雌の性フェロモンは, KUWAHARA *et al.* (1971) によって単離され, *cis*-9, *trans*-12-Tetradecadien-1-ol acetate (以下, *c*-9, *t*-12-TDDA と略記する。) と同定された。10⁻¹¹ mg/ml の性フェロモン溶液に先端を浸したのち, 溶媒を揮散させたガラス棒に対し, スジマダラメイガの雄成虫は, 雌に対する交尾行動と同様な性的行動を行なう (KUWAHARA *et al.*, 1971)。このように, 微量で生物活性を示す性フェロモンが, 限られた空間に多量に存在するとき, それがスジマダラメイガの増殖にどのような影響を及ぼすかについては, これまでの研究では, 明らかにされていない。

著者らは, 限られた空間内のスジマダラメイガの増殖に及ぼす *c*-9, *t*-12-TDDA の影響を, 成虫の密度を変え

た場合, および, *c*-9, *t*-12-TDDA の供試量を変えた場合について調べた。また, それに関連して, 交尾の時期が遅れることが, スジマダラメイガの増殖にどのような影響があるかについても実験を行った。

材料と方法

実験に使用したスジマダラメイガは, 京都大学農薬研究施設で継代的に飼育されてきたものを使用した。飼育法は, 常法に従った。すなわち, 大きさ 26×20×11 cm のプラスチック容器 (シールバット) に, スジマダラメイガの卵を約 4000 個と米ぬかを約 200 g 入れた。シールバットのふたの中央には, 通気のために, 11×15.5 cm の穴があり, テトロンゴース布が張られている。飼育条件は, 室温 25°C, 14 時間明期 : 10 時間暗期であ

1 本報は, 昭和 49 年度日本応用動物昆虫学会 (札幌) で報告した。昭和 49 年度文部省科学研究費の一部を使用した。

2 現在 農林省四国農業試験場

る。この条件におくと、飼育を始めて約 40 日後に成虫の羽化がみられる。

未交尾成虫は、次の方法によって得た。実験 1 の場合には、明期の終わる直前から暗期の始めに羽化してくる成虫を 1 時間毎に集めた。スジマダラメイガは、平均 100 分、短くても 60 分間は、交尾を継続することが知られている (桑原ら, 1968) ので、このようにして集めた成虫は、すべて未交尾であるといえる。実験 2 と 3 の場合には、蛹の段階で米ぬか中より取り出し、雌雄を区別し、それぞれ別の容器に収容し、羽化してくる成虫を供試した。

合成性フェロモン *c*-9, *t*-12-TDDA は、桑原 (1971) の方法に従い、ズベリン酸、アセチレン、およびクロトルプロミドを主原料として合成した。化合物の純度は、GLC 分析によると 93% であった。

実験に使用した容器は、直径 11 cm、高さ 7 cm の腰高シャーレである。この容器の上部は直径 12 cm のガラス円板 (中央に径 3 cm の穴があり、これは上質紙片をはって閉じる) でふたをした。

1×1×3 cm のケント紙の筒の中に脱脂綿を入れ (以下、これを単にホルダーと呼ぶ) *c*-9, *t*-12-TDDA のエーテル溶液 1 ml、あるいは、エーテルのみ 1 ml (対照区) を浸み込ませ、約 15 分間室温でエーテルを揮散させた後、腰高シャーレのふたの中央内側にとりつけた。このホルダーに *c*-9, *t*-12-TDDA 100 μg を浸み込ませ腰高シャーレ内にとりつけると、2 日後にほぼ 1/2 になるが、5 日後でもなお約 1/3 量が残っていることを本実験に先立ち GLC 分析により確認した。

実験と結果

実験 1. 異った成虫密度において *c*-9, *t*-12-TDDA が増殖に及ぼす影響

本実験では、高濃度の合成性フェロモンがスジマダラメイガの増殖に与える影響を、成虫密度との関連において、産卵数と次世代成虫の羽化数を指標として調べた。

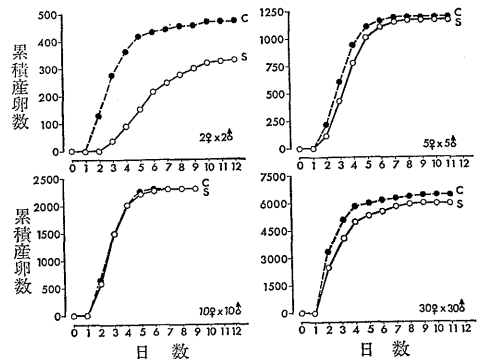
腰高シャーレ内に羽化後 1 時間以内の未交尾の雌雄をそれぞれ 2 対 (11 回反復)、5 対 (6 回反復)、10 対 (3 回反復)、および 30 対 (2 回反復) 入れた。合成フェロモン 100 μg を 1 ml のエーテル溶液としてホルダーに浸み込ませ、エーテル揮散後、腰高シャーレのふたの中央内側にとりつけた。比較のために、合成性フェロモンをホルダーに含まない点を除けば、他の要因ができるだけ等しくなるように、同数の対照区を設定した。また、1 日ですべてのフェロモン処理区と対照区を設定で

きなかったので、何日かに分けて実験を開始したが、その場合対応するフェロモン処理区と対照区は、同じ日に設定してできるだけ等しい条件の虫を使用した。

実験を始めて 2 日後の正午に最初の採卵を行ない、供試した雌が全部死亡するまで、毎日同じ時刻に採卵を行った。卵は計数後、同一の腰高シャーレから得た卵をまとめて一つのシールバットに入れ、十分量の米ぬかを与えて飼育した。約 40 日後に羽化する成虫を雌雄に分けそれぞれ計数した。なお、実験は、約 25°C、12 時間明期: 12 時間暗期で行った。

各フェロモン処理区と対照区の平均累積産卵曲線を第 1 図に示した。5 対区以上には、フェロモン処理区と対照区の差は、ほとんど認められないが、2 対区では、フェロモン処理区は対照区に比べ、産卵曲線の立ち上がりが 3 日程度遅れ、また総産卵数も減少している。2 対区の累積産卵数の、処理区と対照区の差は、実験開始 4 日後まで 95% の信頼度を持って有意であった (*t*-検定)。また、総産卵数の 1/2 を産むまでの日数 (以下、1/2 産卵日という) を小数点以下 1 桁まで計算により求め対応する処理区と対照区との間の差について有意差検定 (*t*-検定の応用) を行った (第 1 表)。フェロモン処理区の 1/2 産卵日の遅れは、2 対区と 5 対区で、それぞれ 2.8 ± 1.5 日、0.9 ± 1.0 日という値を得た。2 対区の 1/2 産卵日の差 2.8 ± 1.5 日は、その値に差がないことを意味する 0 日を含まないで、フェロモン処理区の 1/2 産卵日の遅れは、95% 信頼度で有意であると言える。

羽化数、羽化率、および羽化成虫の性比を産卵数と共に第 2 表に示した。2 対区では、フェロモン処理区の羽化数と羽化率が対照区に比べて低下していたが、その差は、統計的に有意な差ではなかった。5 対区以上の羽化



第 1 図 合成フェロモン存在下における累積産卵数 (平均)。S: 合成フェロモン処理区 (供試量 100 μg), C: 対照区。

数と羽化率には、ほとんど差がなかった。一方、羽化成虫の性比には、処理区と対照区でほとんど差はなかった。

第1表 1/2産卵日の差の有意差検定
(合成フェロモン 100 μ g で処理)

2 対 区*1			5 対 区		
1/2 産卵日*2		差*3	1/2 産卵日		差
処理区	対照区		処理区	対照区	
3.5日	2.2日	1.3日	3.1日	1.9日	1.2日
2.6	1.8	0.8	3.8	1.8	2.0
4.7	3.4	1.3	3.2	3.5	-0.3
7.5	4.2	3.3	4.7	3.0	1.7
9.4	2.8	6.6	3.8	3.8	0.0
7.5	1.6	5.9	3.3	2.7	0.6
3.5	2.2	1.3			
4.9	3.9	1.0			
5.3	2.4	2.9			
5.8	2.6	3.2			
平均		2.8	平均		0.9
95%信頼限界		1.5	95%信頼限界		1.0

*1 2対区11回反復のうち、次世代羽化成虫数が0であったフェロモン処理区と対照区の組合せ1例を除外した。

*2 全産卵数のちょうど1/2を産下するまでの日数、小数点以下は計算により求めた。

*3 (処理区)-(対照区)=(差)

第2表 合成フェロモンを 100 μ g 供試した場合の産卵数、次世代成虫数、羽化率および性比
(平均 \pm 95% 信頼限界)

供試対数	産卵数	次世代成虫数	羽化率	性比(♀/♀+♂)
2対 処理区	331 \pm 134	144 \pm 92	33.9 \pm 19.7%	52.3 \pm 7.8%
(11)* 対照区	466 \pm 137	280 \pm 103	55.3 \pm 14.6	52.9 \pm 4.8
5対 処理区	1200 \pm 459	643 \pm 244	54.1 \pm 7.8	52.5 \pm 5.5
(6) 対照区	1200 \pm 163	656 \pm 176	54.6 \pm 9.2	55.9 \pm 4.1
10対 処理区	2322	1383	59.3	51.5
(3) 対照区	2321	1284	55.0	50.3
30対 処理区	6009	2014	34.1	58.5
(2) 対照区	6477	2097	33.0	51.8

* () 内は反復回数

第3表 合成フェロモン供試量を変えた場合の累積産卵数 (平均 \pm 95% 信頼限界)

日数	合成フェロモン処理区*1					対照区*2
	12.5 μ g	25 μ g	50 μ g	100 μ g	200 μ g	
1						
2	87 \pm 110	52 \pm 62*3	81 \pm 53*3	42 \pm 89*3	10 \pm 19*3	219 \pm 66
3	201 \pm 114	171 \pm 73*3	153 \pm 74*3	90 \pm 166*3	97 \pm 89*3	323 \pm 65
4	300 \pm 103	287 \pm 106	316 \pm 108	235 \pm 105	187 \pm 152	394 \pm 66
5	358 \pm 77	347 \pm 92	357 \pm 124	317 \pm 130	235 \pm 177	416 \pm 68
6	382 \pm 76	370 \pm 95	395 \pm 82	355 \pm 154	268 \pm 171	419 \pm 68
9	385 \pm 78	372 \pm 96	407 \pm 69	366 \pm 159	317 \pm 125	420 \pm 68

*1 2対, 8回反復

*2 2対, 17回反復

*3 対照区との差が、95%信頼度を持って有意である。

実験 2. 合成フェロモン量を変えた場合の増殖への影響

実験1において、2対のフェロモン処理区で、1/2産卵日が遅れたものは、腰高シャーレ内のフェロモン供試量に関係があると思われた。すなわち、もっと多量の合成フェロモンを供試すると、より1/2産卵日が遅れ、産卵数も減少し、逆に、より少ない量のフェロモンでは、対照区との差が小さくなるのではないかと考えられた。そこで、フェロモン量と増殖に及ぼす影響の大きさとの関係を調べるために、この実験を行った。

スジマダラメイガは、蛹の段階で雌雄を分け、羽化後24時間以内のものを用いた。合成性フェロモン、200 μ g、100 μ g、50 μ g、25 μ g、12.5 μ gを、それぞれ、ホルダーに1ml エーテル溶液として浸み込ませ、実験1と同様に、腰高シャーレのふたの中央内側にとりつけた。その中に、上記のスジマダラメイガ成虫雌雄各2対を入れた。フェロモン処理区は、各供試量毎に8回反復、対照区は、17回反復した。産卵数、および、次世代成虫数は、実験1と同様の方法で調べた。なお、次世代成虫数については、特に雌雄の区別は行わなかった。

各処理区および対照区の累積産卵数を、第3表に示し

第4表 合成フェロモン供試量を変えた場合の産卵数および次世代成虫数, 羽化率 (平均 ± 95% 信頼限界) 2対, 各8回反復 (対照区は17回反復)

供試量	産卵数	次世代成虫数	羽化率
12.5 μg	385 ± 73	141 ± 64	36.7 ± 15.2%
25 μg	372 ± 90	193 ± 109	45.5 ± 24.5
50 μg	407 ± 64	224 ± 72	53.8 ± 11.3
100 μg	366 ± 149	158 ± 99	40.8 ± 22.4
200 μg	317 ± 117	129 ± 126	27.9 ± 26.3
対照区	420 ± 60	206 ± 53	48.0 ± 10.1

た。合成フェロモン処理区の累積産卵数は、対照区に比べ減少の傾向を示し、特に、実験開始2日後と3日後のそれは著しかった。2日後と3日後の累積産卵数に、25 μg 以上供試した区では、対照区との差が95%信頼度を持って有意であった (*t*-検定)。しかし、供試量を200 μg にしても、著しく産卵が遅れたり、産卵数が激減するようなことはなかった。

次世代成虫の羽化数については、合成フェロモン供試量との関係が、明瞭でなかったが、全体として、対照区より少なくなる場合が多かった (第4表)。

実験 3. 羽化後の日齢と増殖能力との関係

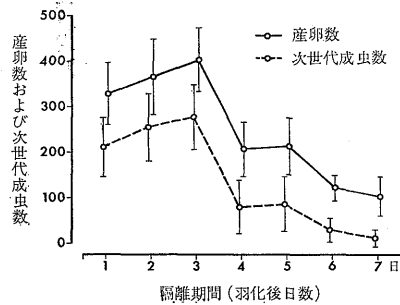
実験1の2対区において、合成フェロモン処理区の1/2産卵日が対照区より約3日遅れた。1/2産卵日の遅れは交尾時期の遅れに起因するとの推察に基き、交尾時期が増殖にどのように関係しているかを調べるために、成虫羽化後、雌雄を一定期間隔離して、その産卵数と次世代成虫数とを調べた。

供試虫は、蛹の時期に雌雄を分け、羽化後24時間以内のものを集め、雌雄それぞれ別のシールバットに収容した。これらの成虫の中から、雌雄それぞれ2対を選び腰高シャーレに入れた。この操作を毎日1回、同じ時刻に7日目まで行った (毎日8回反復)。腰高シャーレに虫を入れた翌日から、供試した雌が全部死亡するまで毎日採卵し、計数した。次世代成虫数の調査は、実験1に準じて行ったが、雌雄の区別は行わなかった。

羽化後の雌雄の隔離日数と、産卵数および次世代成虫数の関係を第2図に示した。それによると、羽化後3日目まで隔離された雌雄は、最高の増殖能力を示した。しかし、羽化後4日以上隔離された雌雄には、3日以上の隔離の虫に比べて、産卵数および次世代成虫数の著しい減少が認められた。

考 察

SHOREY *et al.* (1967) は、2l 容の広口びんに、未交尾のイラクサギンウワバ (*Trichoplusia ni* HUBNER) 10



第2図 羽化後の雌雄隔離期間と産卵数および次世代成虫数との関係 (2対, 8回反復の平均) 図中の垂直な線は、95% 信頼限界を示す。

対を合成性フェロモンと共にに入れて、ほとんど密閉した状態で交尾率が低下したことを報告している。著者らはスジマダラメイガの増殖に主眼において、合成性フェロモンが増殖に及ぼす影響について、産卵数と次世代成虫数を指標として調べた。

実験1でスジマダラメイガ未交尾成虫2対を合成フェロモン 100 μg で処理した腰高シャーレに入れたとき、1/2産卵日が約3日遅れ、また総産卵数も減少することが認められた (第1表, 第1図)。1/2産卵日の遅れは、合成性フェロモンにより、交尾時期が3日前後遅らされたことを示唆している。また、実験3の結果 (第2図) が示すように、羽化後3日目までに交尾できなかった雌の産卵数と次世代成虫数は、3日目までに交尾できた雌にくらべて、著しく減少する。したがって、合成性フェロモン 100 μg で処理した2対区の1/2産卵日の遅れ、および産卵数、次世代成虫数の減少は、始めの3日間に交尾の阻害が起ったためであろうと推察される。

一方、2対区で認められた1/2産卵日の遅れや、産卵数、次世代成虫の減少は、5対以上のフェロモン処理区では認められなかった (第1表, 第1図)。その原因として、腰高シャーレ内に5対、あるいはそれ以上という高密度では、合成性フェロモンが多量に存在するにもかかわらず、雌雄が偶然出会って交尾が可能になる機会が少なくなかったと考えられる。実験2の結果 (第3表) によれば、雌雄2対に、合成フェロモン 200 μg を供試したときでも、雌に受精卵の産下が認められたので、2対区でも、初期の交尾は阻害されているものの、偶然に出会って交尾ができる機会があったと考えられる。

また、5対以上のフェロモン処理区には、産卵数、次世代成虫数の減少が認められなかったことは、合成フェロモンが多量に存在する容器内で行われた交尾が正帯であったことと、受精した雌の産卵にもフェロモンの影響

がなかったことを暗示している。

腰高シャーレ内で、 $12.5 \mu\text{g}$ ～ $200 \mu\text{g}$ の範囲で供試量を変えた場合（第3表）、実験開始2日後と3日後の累積産卵数は減少し、 $25 \mu\text{g}$ 以上の場合には、対照区との間に、95%信頼度で有意な差が認められた。また産卵数は、供試量を増すと減少する傾向にあるが、本実験の範囲では、明瞭な関係は得られなかった（第4表）。しかし、 $200 \mu\text{g}$ を供試しても、産卵数や次世代成虫数は、あまり著しく減少しなかった。この原因として、先の項でも述べたように、高濃度の合成フェロモンが存在するにもかかわらず、腰高シャーレに2対という成虫密度でも、偶然の出会いによる交尾の機会が存在することが考えられる。

以上の考察から、腰高シャーレに2対という成虫密度では、合成フェロモンの供試量をこれ以上増しても、本実験で認められた以上の交尾阻害は、期待できないものと思われる。したがって、完全な交尾阻害を起こすにはスジマラメイガの密度がより低くなるよう（たとえば、容器の大きさを増す）、実験条件を設定しなおす必要があろう。

摘 要

羽化直後のスジマラメイガ未交尾成虫2対を、腰高シャーレ（径11 cm、高さ7 cm）に入れ、合成性フェロモン *cis*-9, *trans*-12-Tetradecadien-1-ol acetate $100 \mu\text{g}$ を浸み込ませたホルダーを容器内側にとりつけた。2日後から毎日一定時刻に卵を採取し産卵数を調べたところフェロモン処理区には、対照区に比べて1/2産卵日に平均2.8日の遅れが認められた。また、総産卵数は、統計

的に有意な差ではなかったが、減少した。フェロモン処理区で産まれた卵からも、対照区と同様に、正常な成虫の羽化が性比ほぼ1対1で認められた。したがって、受精雌への合成フェロモンの影響はほとんどないと考えられる。また、フェロモン量を増しても、ある程度以上の1/2産卵日の遅れや、産卵数の減少は、認められなかった。一方、腰高シャーレに5対、10対、30対と成虫を入れ、同様に処理した場合には、2対の場合に認められたような対照区との差は認められなかった。2対合成フェロモン処理区における産卵の遅れの原因は、合成フェロモンにより交尾、特に初期の交尾がある程度阻害されたことによると考えられる。一方、交尾阻害が完全でなかったのは、腰高シャーレに2対という成虫密度では、偶然の出会いによる交尾が可能であったことを示唆している。

引用文献

- 桑原保正・北村実彬・高橋史樹・深海 浩 (1968) メイガ科の性誘引物質に関する研究 (第1報) スジマダラメイガの性誘引物質含有量の変動. 防虫科学 **33**: 158~162.
- 桑原保正 (1971) 博士論文 (京都大学)
- KUWAHARA, Y., C. KITAMURA, S. TAKAHASHI, H. HARA, S. ISHII and H. FUKAMI (1971) Sex pheromone of the almond moth and the Indian meal moth: *cis*-9, *trans*-12-Tetradecadienyl acetate. Science **171**: 801~802.
- SHOREY, H. H., L. K. GASTON and C. A. SAARIO (1967) Sex pheromones of noctuid moth. XIV. Feasibility of behavioral control by disrupting pheromone communication in cabbage loopers. J. econ. Ent. **60**: 1541~1545.