

- 21) Baba, N., A. Nagayasu and M. Ohno: *Agr. Biol. Chem.*, 34, 343 (1970).
- 22) Murano, A., S. Fujiwara, M. Horiba and J. Miyamoto: *Agr. Biol. Chem.*, 35, 1200 (1971).
- 23) Kato, T., J. Hattori, S. Kuramoto and N. Ooi: *Sumitomo Kagaku*, 1965-II, 18 (1965).
- 24) Nakanishi, M., T. Kuriyama and A. Kudo: *Botyu-Kagaku*, 35, 96 (1970).
- 25) Campbell, F. L. and W. N. Sullivan: *Soap and Sanit. Chemicals*, 14, 119 (1938).
- 26) Sawicki, R. M. and M. Elliott: *J. Sci. Food Agric.*, 16, 85 (1965).
- 27) Okuno, Y., K. Fujimoto, T. Kadota, J. Miyamoto and K. Hamuro: *Botyu-Kagaku*, 34, 157 (1969).
- 28) Sun, Y. P. and E. R. Johnson: *J. Econ. Entomol.*, 53, 887 (1960).
- 29) Hayashi, A.: *Japanese J. of Sanit. Zoology*, 20, 261 (1970).

Studies on Sex Pheromone of Pyralididae IV. The Male Response to the Female Sex Pheromone of the Almond Moth, *Cadra cautella* Walker (Phycitinae). Fumiki TAKAHASHI, Akio MASUI, Yasumasa KUWAHARA, Shoziro ISHII and Hiroshi FUKAMI (College of Agriculture, Kyoto University, Kyoto) Received April 20, 1972. *Botyu-Kagaku*, 37, 56 1972. (with English Summary 60).

9. メイガ科の性誘引物質に関する研究 第IV報 スジマダラメイガの性フェロモンに対する雄成虫の行動 高橋史樹, 樹井昭夫, 桑原保正, 石井象二郎, 深海 浩 (京都大学農学部) 47. 4. 20 受理

スジマダラメイガ雌の性フェロモンに対する雄成虫の応答行動を2種の生物試験法によって比較した。生物試験法-1は100×150×160 cm (2.4 m³) の箱の中で、生物試験法-2は径3 cm, 長さ30 cm のガラス管内で一定流量の空気を流した中で行なわれた。雌成虫の粗抽出物はいずれの試験法によっても、供試量が大いほど誘引性は高くなる。一方、精製フェロモン (*cis*-9, *trans*-12-tetradecadienyl acetate) は生物試験法-2では粗抽出物の場合と同じ傾向の結果を示すが、生物試験法-1においては、供試量が一定の限度を越すと、誘引性を示さなくなる結果となった。

さきに、スジマダラメイガ *Cadra cautella* Walker, ノシメダラメイガ *Plodia interpunctella* Hübner, スジコナダラメイガ *Anagasta kuhniella* Zeller の3種の未交尾雌から性フェロモンを抽出単離し、いずれも同じ化合物で、構造は *cis*-9, *trans*-12-tetradecadienyl acetate であることを報告した^{1,2,3,4}。引続いて、チャダラメイガ *Ephestia elutella* Hübner の雌の性フェロモンもまた同一化合物であることが明かにされた⁵。このように、近縁の蛾が同じ性フェロモンを分泌発散している事実が明らかになったことから考えて、これらの蛾が自然の条件下で配偶に際して、たがいに種の識別をしている機構の解明に興味を覚えざるをえない。Brady らはノシメダラメイガの雌成虫あるいはその粗抽出物を誘引源として試験する場合にはノシメダラメイガ雄成虫に比してスジマダラメイガ雄成虫が誘引される度合が極端に低い事実を明かにし、ノシメダラメイガ雌成虫にはスジマダラメイガ雄成虫に対する性フェロモンの活性を阻害する物質の存在を推定している^{2,6}。このような事実はマダラメイガ類の配偶における種の識別の要因の1つを示唆しているが、いまのところでは、これが要因のすべてと切り切るには問題があろう。ここではマダラメイ

ガ類の配偶における種の識別の機構を探る目的で、まず性フェロモン活性の生物試験法を検討した。マダラメイガ類の性フェロモンの単離においては、カイコガの場合の Karlson-Butenandt の方法⁷ に準じて、小さな空間での試料に対して雄成虫が翅を小刻みに振動させる行動(以下、バタツキ行動と略す)を性フェロモン活性の有無の指標とした⁸。今回はさらに大きな空間での生物試験や空気の流れの中での試験を行ない、性フェロモンに対する雄成虫の反応を比較した結果について報告する。

材料と方法

供試雄成虫: 30°Cで長日条件下(16時間明期: 8時間暗期)で腰高シャーレ(径11 cm×高7 cm)内で、米ぬか20 gを飼料として卵約200を用いて継代飼育し、得られたスジマダラメイガ(FT-系統⁹)雄成虫の羽化後3日目の未交尾のものを試験に供した。通常、羽化は夕刻に始まり、暗期開始2時間以内にほとんどが集中する。羽化後1時間以内に雌雄を分けることによって未交尾雄を集めた。雄成虫の性フェロモンに対する感受性は羽化後2日間に急激に増大し、その後死亡するまで徐々に増え続けるが、余り日数が経過すると

死亡率が高まるので⁹⁾、羽化後3日目の雄を使用した。

性フェロモンの試料：未交尾雌成虫から抽出したままの粗製物と、合成によって得られた精製物の2種類の性フェロモン溶液を試料とした。すなわち、

i) 粗製試料液：20°C飼育で得られるFT-系統未交尾雌⁹⁾ 400頭をとり、供試液の均一化をはかるため、100頭毎それぞれ100 mlの塩化メチレンに浸漬抽出し、各抽出液から20 mlずつとり出して混合し、供試原液とした。この原液1 ml中には雌1頭の体内に含まれる性フェロモンが含有されていることとなり、以後1 FE/ml (FE; female equivalent の略) と表示する。原液を塩化メチレンで10倍毎に希釈して、1 FE/ml から 10^{-6} FE/ml までの7段階の供試液を調製した。別に、100頭および1000頭の未交尾雌の腹部末端を切り取り、それぞれ10 mlの塩化メチレンに浸漬し、 10^1 FE/ml および 10^2 FE/ml の供試液とした。

ii) 精製試料液：合成によって得られた *cis*-9, *trans*-12-tetradecadienyl acetate を塩化メチレンに溶解し、 10^{-2} mg/ml から 10^{-7} mg/ml までの10倍ずつ濃度の異なる6段階の供試液を調製した。

各供試液は冷暗所に保存し、生物試験に供するときには、それぞれ1 mlを小型シャーレに採り、1 cm×3 cmの沪紙(東洋沪紙 No. 50)に吸い込ませて風乾したものを性フェロモン源として用いた。

生物試験法：つぎの2つの方法によった。

i) 生物試験法-1——100 cm(幅)×150 cm(奥行)×160 cm(高)(2.4 m³)の木枠にテトロンガーゼを張り、その上からビニールシートで覆い外部からの風の影響を防いだものを用いた。この内部側面の上部にハエトリリボン(4 cm×30 cm)を吊しリボンの上端に性フェロモン試料を含んだ沪紙を固定して、雄成虫の誘引試験を行なった。まず、箱内でのハエトリリボンの位置による選好性を調べるために、Fig. 1に示したa~fの6つの位置にそれぞれ1 FEの粗抽出物を含ませ

た沪紙をつけたハエトリリボンを吊し、雄成虫60~70頭を放って、以下に述べる性フェロモン誘引試験と同じ操作を施した結果、f点以外はいずれも位置による差のないことを認めた。そこで、aとbの中間点Aおよびdとeの中間点Bの2個所にそれぞれハエトリリボンを吊し、一方には試料沪紙を、他方には無処理の沪紙をつける。夕刻5時頃に箱の床中央から供試雄50頭を放ち、20時間後の翌日午後1時頃、両側面のハエトリリボンに付着した雄を数え、供試虫全部に対する百分率で誘引率を示した。試験は $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、60~80% RH、ほとんど暗黒状態で行なった。つぎの試験への影響をさけるため、試験終了後は充分換気を行なうとともに、常に低濃度の試料から高濃度の試料へと試験した。1つの試料について一連の濃度の試験を終えれば、箱を水洗し、日光と外気に曝して、つぎの一連の試験に供した。

ii) 生物試験法-2——Fig. 2に示すように、径3 cm、長さ30 cmのガラス管2本をつなぎ、毎分600 mlの新鮮空気の流れを送る。管Aに試料沪紙を、管BのL₂線より風下側に供試雄20頭を入れ、1分後にa) 翅を特徴的に振動させる(バクツキ行動)、b) L₂線よりも風上側に移動する(定位行動)、c) L₁線より風上に集る(誘引行動)の3種の行動を示す虫数をかぞえ、百分率を求める。試験は30°C、70% RH 下で実施した。

実験結果

生物試験法-1で行なった性フェロモン粗抽出物と精製物の2種類の試料による誘引性をみた結果はFig. 3とFig. 4に示したように、粗抽出物の誘引性は 10^{-2} FEより供試量が大きくなるとともに高くなり、 10^{-1} FE以上では誘引性は高いまま保たれる。そして、対照区に付着する雄の率は試料量を増すにしたがって減少している。ところが一方、精製物の場合には、 10^{-6} ~ 10^{-8} mgのところで最高の誘引率を示すが、それはせいぜい50%程度であって、粗抽出物の場合の70%に

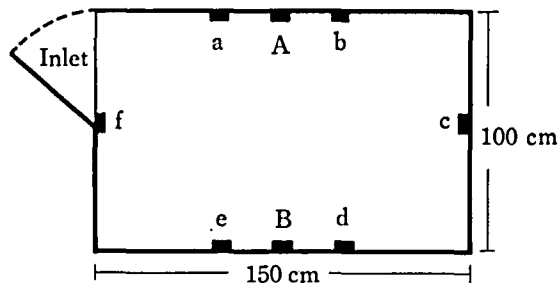


Fig. 1. Setting position of the sticky traps in the assay room for bioassay method-1.

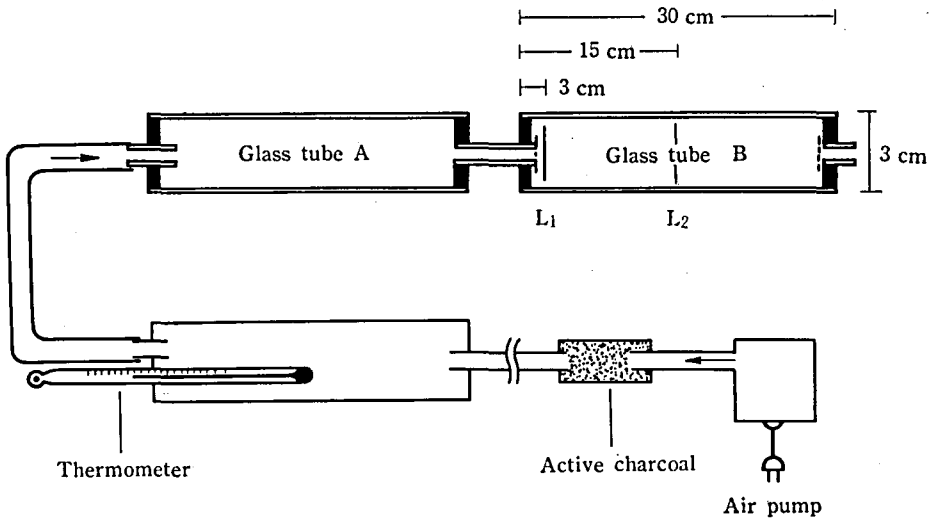


Fig. 2. Apparatus for bioassay method-2. Sex pheromone is set in glass tube A, and male moths are confined in the downwind half of glass tube B.

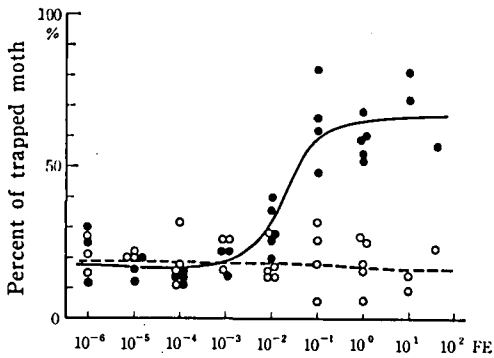


Fig. 3. Response of male moths to the crude extract from female moths when assayed by method-1.

FE ; female equivalent,
● ; pheromone trap,
○ ; control trap.

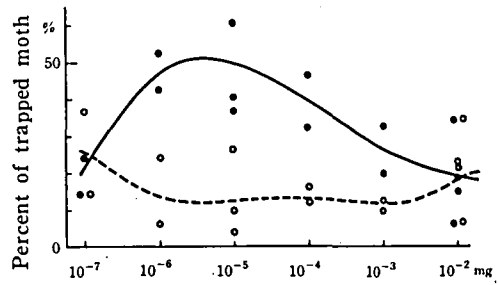


Fig. 4. Response of male moths to the synthesized pheromone when assayed by method-1.

● ; pheromone trap,
○ ; control trap.

は及ばない。10⁻⁴ mg 以上の試料が供試されるときには誘引率は低下してゆき、10⁻² mg にもなれば、あたかも誘引性がないかのような結果を示し、粗抽出物で見られる効果と非常に異なった結果となった。

生物試験法-2では、性フェロモンに対する雄成虫の応答の代表的な行動、すなわち、バツキ行動、定位行動、誘引行動を分析し、それぞれの行動をとる供試虫の数の全体に対する百分率と試料量との関係を求めたもので、Fig.5 に結果をまとめた。粗抽出物と精製物の両試料ともにプロビット変換すると直線関係となり、上記3種の行動の直線は互いに平行になる。生物試験法-1の結果とは異なり、両試料の間に顕著な差が

認められず、多量の精製物を供試しても強い誘引性が認められる。

考 察

性フェロモン粗抽出物と精製物との間に、生物試験法-2によれば効力発現の上にはほとんど差異は認められないが、生物試験法-1では、精製物の場合、供試量が大きくなれば誘引性を失うに至り、粗抽出物の場合とはっきり異なった結果となる。この精製物によって引き起される現象には種々の要因がからんでいると考えられ、その説明は今後の研究にまたなければならないが、生物試験法-1での試験実施中の供試雄の行動を観

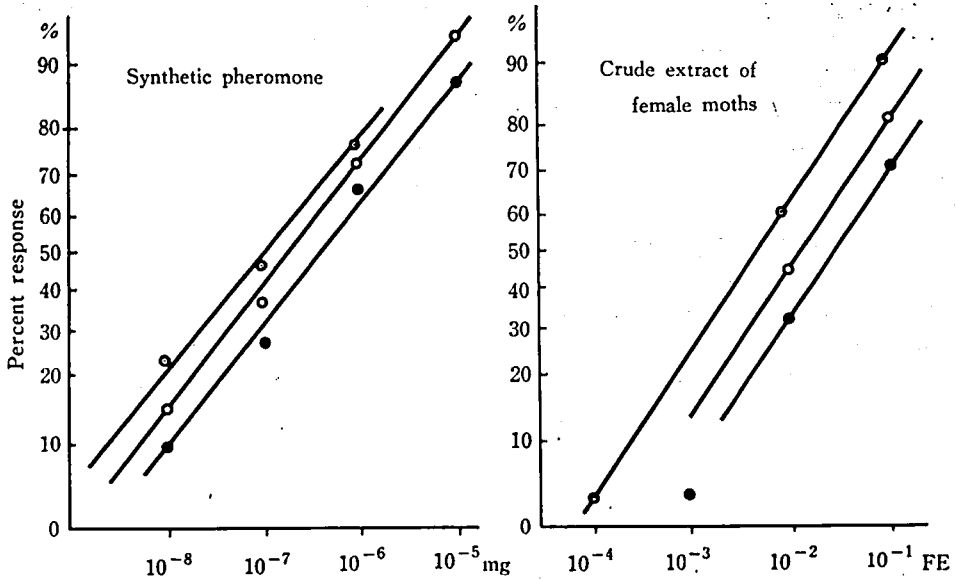


Fig. 5. Correlation between pheromone-dose and three kinds of behaviour of male moths by bioassay method-2.

●● ; wing fluttering, ○● ; orientation,
○● ; attracted to pheromone source.

察すると、両試料とも供試量が大いときでも、箱内で雄成虫は活発に飛びまわり、性フェロモンの影響を受けているとみられ、高濃度の精製物によって行動の抑制を受けている可能性は考えられない。そこで、生物試験法-2を用いて、試料濾紙を常に空気の流れの中におき、一定時間毎に雄に対する作用をみて、誘引性の経時変化を調べてみた。その結果は Fig. 6 に示すように、粗抽出物では3時間の後にも誘引性がまだ認められるのに対して、精製物では急激な減少がみられ、1時間後には消失するに至る。この誘引性の減少消失

は揮散によるものなのか、あるいは化学反応による結果なのかは断定できないにしても、粗抽出物に含まれる性フェロモン以外の物質または物質群が性フェロモンの揮散あるいは化学的变化を遅延させるものと考えてよいであろう。雌虫体から性フェロモンとともに抽出されてくる物質が性フェロモンの活性発現に重要な役割を果しているであろうことは、これ以外の観察結果からもうかがわれる。たとえば、最初に触れた Brady ら^{2,3)} のノシメダラメイガ雌粗抽出物のシマダラメイガ雄に対する誘引性はノシメダラメイガ雄に対するものよりずっと少ない事実を明かにした実験があげられる。いずれにしても、マダラメイガ類の配偶における種の識別の問題と関連して、ここに述べた精製性フェロモンと粗抽出物の作用の差異を明確に説明するためにはさらに詳しい研究が必要と考えられる。

文 献

- 1) Kuwahara, Y., C. Kitamura, S. Takahashi, H. Hara, S. Ishii and H. Fukami: Science, 171, 801 (1971).
- 2) Brady, U. E., J. H. Tumlinson III, R. G. Brownlee and R. M. Silverstein: *Ibid.*, 171, 802 (1971).
- 3) Kuwahara, Y., H. Hara, S. Ishii and H.

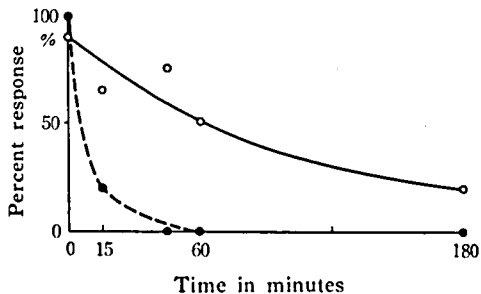


Fig. 6. Decrease of pheromonal activity in air stream (600 ml/min.) by using of the method-2.

Crude pheromone, 10^{-1} FE
Synthetic pheromone, 10^{-6} mg

- Fukami: *Agr. Biol. Chem.*, 35, 447 (1971).
- 4) Dahm, K. H., I. Richter, D. Meyer and H. Röllner: *Life Sci.*, 10, 531 (1971).
 - 5) Brady, U. E., D. A. and D. A. Nordlund: *Ibid.*, 10, 797 (1971).
 - 6) Ganyard, M. C. and U. E. Brady: *Nature*, 234, 415 (1971).
 - 7) Karlson, P. and A. Butenandt: *Ann. Rev. Entomol.*, 4, 39 (1959).
 - 8) 桑原保正, 北村実彬, 高橋史樹, 深海 浩: 防虫科学 33, 158 (1968).
 - 9) 高橋史樹, 六浦 晃: 応動昆 8, 129 (1964).

Summary

Response of the male almond moth *Cadra cautella* Walker to the sex pheromone was tested by the following two methods:

Method 1—Unmated male moths were released in a closed room (100×150 cm, 160 cm in height, 2.4 m³) where sticky pheromone traps were

placed on positions A and B as shown in Fig. 1. Method 2—The pheromone was introduced by air stream into a glass tube in which unmated male moths were confined (Fig. 2). Response of the male moths was classed as to a) wing fluttering, b) orientation, and c) attraction.

The crude extraction from virgin female moths showed strong activity of attraction to male moths by both methods, and the activity increased with the amount of the extract applied. On the contrary, synthesized pure sex pheromone, *cis*-9, *trans*-12-tetradecadienyl acetate, showed the same results as the crude extract by method 2, but it did not show attractiveness by method 1 when the amount of the pheromone exceeded a certain level.

More rapid decrease in activity of attraction to male moths was observed on the synthesized pheromone than on the crude extract from females.

Fecundity of and Hatch of Eggs from Mulberry Leaf Beetle, *Fleutiauxia armata* Baly (Col., Chrysomelidae), Treated with Thiotepa, Metepa, Tepa, and Hempa. Masaki IBA (Kansai Branch, The Sericultural Experiment Station, Ayabe, Kyoto-623) and Chisato HIRANO (Chemistry Department, The Sericultural Experiment Station, Suginami, Tokyo-166)* Received April 24, 1972. *Botyu-Kagaku*, 37, 60 1972. (with English Summary 66)

10. クワハムシにたいする Thiotepa, Metepa, Tepa および Hempa の不妊化作用**

伊庭正樹 (蚕糸試験場関西支場) 平野千里 (蚕糸試験場化学部)* 47. 4. 24 受理

クワハムシ雌雄成虫に thiotepa, metepa, tepa および hempa の希釈液を噴霧したクワ葉を与え、それらの不妊化効果を検討した。雄成虫を処理して、無処理雌成虫と交尾させた実験では、thiotepa (0.01%以上), metepa (0.05%以上), tepa (0.025%以上) で強い不妊化効果がみられた。これらの効果は、主として孵化率の低下として観察され、処理によって誘発された精子核の異常が原因となったものと推定される。一方、hempa は4%液噴霧区でも雄成虫にたいして不妊化作用をもたない。

既交尾雌成虫を処理した場合には、thiotepa (0.002%以上), metepa (0.2%以上), tepa (0.05%以上) で強力な不妊化効果がみられた。これらの不妊化効果は、卵巣の发育抑制による産卵数の減少と、卵における发育異常の複合された結果と考えられる。Hempa 処理でも4%区ではいちじるしい産卵数の減少がみられたが、産下卵の孵化率は高く、卵そのものにたいする特異的な影響はないものと考えられる。

クワ害虫の殺虫剤による防除は、使用薬剤のカイコにたいする毒性、とくに残留毒性への配慮から、薬剤の種類や使用時期に少なからぬ制約を受けており、天敵の導入、誘殺法、不妊化法などをとり入れた、いわゆる総合防除技術体系の確立がいそがれている現状である。本文はこのような背景のもとに、養蚕領域における化学不妊剤の利用可否の目安を得るためおこなった

実験の一部であり、クワハムシ *Fleutiauxia armata* にたいして4種の既知化学不妊剤を経口的に投与し、

* Present address: Pesticide Research Laboratory, Kochi University, Nangoku-shi, Kochi-783. 現在：高知大学農学部。

** 本報の一部は日本蚕糸学会第38回学術講演会において講演した。