

was maintained until the 4th day after the emergence. Under the conditions of artificial illumination (16-hrs. light, 8-hrs. dark), however, mating activity was sharply declined on the 4th day after the emergence.

Mating behaviors of the moths are characterized by calling of females and mating dance of males. Presence of male moths was not necessary for exhibition of the calling by females. Mating dance of males, however, occurs under the presence of a female which is in the calling

position. Furthermore, synchronization of mating activities in female and male moths is a prerequisite to the success of mating.

The fact that methylene chloride extract of virgin female moths elicited an characteristic mating dance of the male moths was indicating secretion of a sex pheromone from the females. This extract, at an amount from 1×10^{-6} to 1×10^{-5} female equivalent, caused 5 to 10% of males to respond.

Attractiveness of Black-light, Virgine Female and Sex Pheromone Extract for the Smaller Tea Tortrix, *Adoxophyes orana* Fischer von Röslerstamm. Yoshio TAMAKI, Hiroshi NOGUCHI and Takeshi YUSHIMA (National Institute of Agricultural Sciences, Nishigahara, Kita-ku, Tokyo) Received May 6, 1969. *Botyu-Kagaku*, 34, 102, 1969. (with English Summary 106).

12. コカクモンハマキに対するブラックライト、処女雌および性フェロモン抽出物の誘引効果 玉木佳男・野口 浩・湯嶋 健 (農林省農業技術研究所) 44. 5. 6 受理

コカクモンハマキ雄成虫に対するブラックライト、処女雌、および両者併用の誘引効果を調査した結果、処女雌単用に比較してブラックライト単用および両者併用の効果が大きかったが、ブラックライト単用と両者併用の間には有意差が認められなかった。

ブラックライトに飛来するコカクモンハマキ成虫の誘殺曲線における雄のピークは午前2～4時に認められ、これは処女雌単用のトラップへの誘殺曲線と一致することから、雄の交尾活動の現われであると考えられた。

メチレンクロライドによる処女雌からの性フェロモン抽出物は野外においても雄に対する誘引性を有することが示された。この誘引性は生存している処女雌と同等の効果をもち、その効果は24時間後にも消失していなかった。

イラクサキンウワバ *Trichoplusia ni* の雄成虫の雌に対する定位が、光の存在によってこの光に対する定位に変換されることが確認されて以来 (Shorey & Gaston, 1965), 数種の昆虫で処女雌とブラックライトの組合わせの誘引効果が検討され、その有効性が示されている (Henneberry & Howland, 1966; Henneberry ら 1967 a, b; Hoffman ら, 1966; Guerra & Ouye, 1967; 湯嶋・野口, 1968)。

コカクモンハマキ *Adoxophyes orana* F.von R. については、その雄の交尾行動が雌の生産する性フェロモンによって解発されることが室内試験の結果から明らかとなった (玉木ら, 1969)。本報ではコカクモンハマキに対するブラックライトと処女雌の併用の誘引効果と、性フェロモン抽出物の野外における誘引性について調査した結果について報告する。本文に入るに先立ち、この試験を行なうにあたってお世話いただいた農林省茶業試験場の金子武博士をはじめ虫害研究室のかたがたに深く感謝する。

材料と方法

供試虫：茶樹に寄生していたコカクモンハマキを Tamaki (1966) の方法により室内で継代的に大量飼育しているものを用いた。雌雄の区別は蛹期に行なった。誘引試験および性フェロモンの抽出に用いた雌成虫はいずれも羽化後1～2日目の未交尾のものである。

性フェロモンの抽出：雌成虫を再蒸溜によって精製したメチレンクロライドに浸漬し、5°Cに数日間放置した後、虫体を磨砕することなくそのまま吸引し過した。母液はロータリーエバポレーターによって30°C以下で濃縮し、1 mlが20頭の雌抽出物を含む溶液を調製し、使用時まで5°Cに冷蔵した。

トラップ：2種類の基本型をもつトラップを作製した。その1は、径30 cm、深さ15 cmのプラスチック製丸桶を針金によって木板 (6×28 cm) に固定したものである (第1図A)。この木板下面には6 Wのブラックライトを固定し、上面には処女雌を収容した網籠

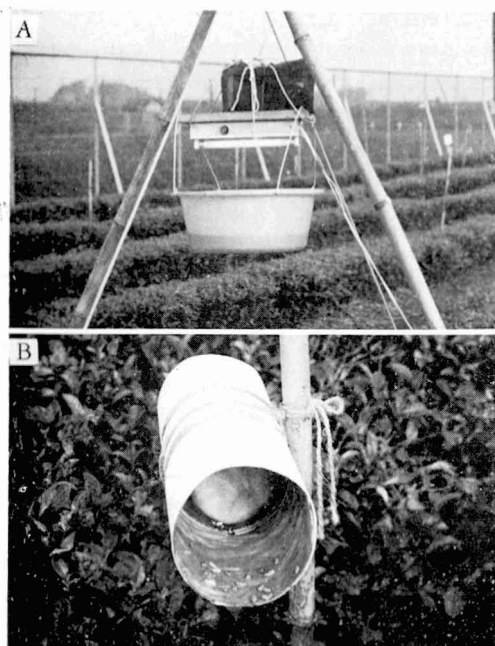


Fig. 1. Traps for male moths of the smaller tea tortrix.

A, Tub-type black-light trap baited with virgin females.

B, Cylinder-type sticky trap baited with sex pheromone extract.

を固定できるようにしてある。丸桶内には洗剤を溶解させた水を入れ、誘引された成虫の逃亡を防いだ。このトラップを以後水盤トラップと称する。その2は厚紙を直径8.5 cm、長さ27 cmの円筒状に巻き、この円筒の中央部に両面金網製の丸籠を装着し、この中に処女雌または抽出物を含ませた脱脂綿を入れるようにした。厚紙製円筒の内面にはタンゲルフート（富士タンゲル製）を均一に塗布した（第1図B）。この型のトラップを以後円筒トラップと称する。

ほ場試験：農林省茶業試験場のほ場を使用し1968年8月3日～8月7日に行なった。この時期はコカクモンハマキ第3世代の発蛾最盛期に一致していた。

ブラックライト、処女雌および両者併用の効果の調査には水盤トラップを使用した。いずれの処理も3回のくり返しとし、合計9点のトラップを各トラップ間距離を50mとし、ラテン方格法にもとづいて配置した。トラップは地表面から1～1.5mに固定したが、各トラップ地点の茶樹の樹高は一定してないので茶樹摘採面からトラップまでの距離も一定ではない。さらに各トラップ地点の茶樹の品種および仕立法も同一ではない。これらのことから各トラップ地点におけるコカクモンハマキの誘殺数に場所による差が生ずることが考えられたので、各処理が任意のトラップ地点に1回ずつ現われるようにして3日間のくり返しを行なった。すなわち各処理とも1日3回3日間のくり返しで合計9回の反覆を行なった。なお、使用した処女雌はトラップ当たり50頭とし、毎日新しい個体と交換した。

抽出物の誘引効果は円筒トラップを用いて試験した。使用した茶園は在来種成木園で樹高は約1mであった。トラップは株間に竹ざおを用いて地表面から約1mすなわち茶株の最上部摘採面とほぼ平行した位置に固定した。

結果と考察

1. ブラックライト、処女雌および両者併用の誘引効果

ブラックライト、処女雌および両者併用の各トラップによるコカクモンハマキ雄成虫の誘殺数を第1表にまとめて示す。3日間の平均値を見ると処女雌50頭による誘引効果は1日1トラップ当たり雄11.7頭であったが、ブラックライト単用およびこれに50頭の処女雌を併用した場合はそれぞれ雄132.3頭、および135.6頭となっている。分散分析の結果処女雌単用に比較してブラックライト単用および両者併用の効果は有意に高いことは明らかであったが、ブラックライト単用とこれに処女雌を併用したものの間には有意差が認められなかった。さらに詳細な分析の結果、これら処理間の効果が日によって変化する傾向が危険率5%水準で認められた。すなわち、ブラックライトと処女雌を併用することにより、第1日では明らかに誘引効果の増大が

Table 1. Mean numbers of male and female of the smaller tea tortrix caught in traps baited with 50 caged virgin females and in black-light-traps (6-w) with and without 50 caged virgin females.

	Day					
	1st		2nd		3rd	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Virgin female only	11.7	0	14.3	0.7	9.0	0.3
Black-light without females	59.0	19.0	224.0	35.0	114.0	63.3
Black-light with females	105.3	33.7	240.3	54.3	61.3	32.3

認められているのに、第2日ではこれがほとんど認められず、第3日にはむしろ効果の逆転が起つていた。このような効果の変動傾向がそのときの天候条件によるのか、あるいはコカクモンハマキ雄成虫の行動上の性質に変化が生じているのか現在のところは不明である。

処女雌とブラックライトの併用による誘引については現在までに数種のりん翅目昆虫について調査がある。これらの結果を詳細に検討することにより、処女雌とブラックライトの併用効果には4種の型があることが考えられる。

第Ⅰの型は処女雌とブラックライトの併用効果がそれぞれの単用における効果を単純に加算した値よりもはるかに大きな効果をもたらす場合である。この型の昆虫の場合雌単用では雄の誘殺数がきわめて少ないか、またはしばしばまったく雄を捕えることができない。イラクサキンウワバ (Henneberry & Howland, 1966), スズメガの一種 (Hoffman ら, 1966) およびアメリカシロヒトリ (湯嶋・野口, 1968) がこの型の例である。いずれも処女雌とブラックライトの併用効果は各単用の加算値の10~30倍の効果を示している。

第Ⅱの型は処女雌とブラックライトの併用効果がそれぞれの単用効果を単純に加算した程度の値を示すものである。この場合、それぞれの単用でいずれもほぼ同程度の数の雄を誘殺している。ワタノアカミムシ (Guerra & Ouye, 1967) がこの型の例である。また、処女雌単用の場合の成績がないので詳細は不明であるが *Heriothis virescens* (F.) (Hendricks, 1968) もおそらくこの型に入るものと推察される。

第Ⅲと第Ⅳの型は処女雌とブラックライトの併用効果が処女雌あるいはブラックライトのいずれか一方の単用の場合とほぼ同等の値を示す場合である。この場合処女雌とブラックライトのいずれの効果も大きいことによって2つの型に分けられる。すなわち第Ⅲの型はブラックライトに比較して処女雌単用の効果が非常に大きく、ブラックライトと処女雌併用の効果が処女雌単用の効果とほとんど変わらない場合である。ハスモンヨトウの場合 (湯嶋ら, 1969) がこの型を示す。第Ⅳの型は、第Ⅲ型とは逆にブラックライトの誘引効果がきわめて高く、処女雌とブラックライトの併用効果がブラックライト単用とほとんど変わらない場合であり、本報で述べたコカクモンハマキがこの型を示している。

雌成虫または性フェロモンの雄成虫に対する誘引性が光の存在によって高まるという現象については、光エネルギーによるフェロモン分子の励起による誘引効果の増大と、誘引された雄成虫複眼の明適応による飛翔行動の停止という面から説明した Callahan (1967)

の説は興味深い。しかし、上に述べたように光と処女雌との組合わせの誘引効果は昆虫の種によって異なっており、これはそれぞれの昆虫の感光性、性フェロモンの活性度、雄成虫の行動半径、および交尾行動などのいろいろな条件によって決定されるものであると考えられる。

2. ブラックライトによる時刻別誘殺数と交尾活動時刻

夜行性昆虫の誘殺灯への飛来数の時間的経過は、その昆虫の夜間における飛行活動の一つの表われであると考えられる。したがって誘殺曲線の解析はその昆虫の活動性についての重要な知見を与えるはずである。

コカクモンハマキの誘殺灯への飛来時刻についてはすでに南川 (1953) によって調査された。20W青色蛍光灯への飛来は日没直後と午前3~4時との2つの時間帯にピークが見られ、前者には雌が多く後者には雄が多いことが判っている。

第2図はブラックライトと処女雌の誘引効果を検討するために設定した水盤トラップへの飛来数を経時的に示したもので、データは3個のトラップの合計値の3日間の平均である。図からわかるとおりブラックライトへの飛来時刻は雌雄によって著しく異なる。すなわち雌は20~21時に最も飛来が多く、その後は時間の経過とともに減少しているが、雄は夜明け前の2~4時の間に最も飛来数が多い。このデータは南川 (1953) の観察を確認するものである。

第2図には処女雌に誘引される雄の数の経時変化も示してある。50頭の処女雌を収容した網籠を固定した水盤トラップへの雄の誘殺数は2~4時に最も多かった。すなわち雄の交尾活動時刻は2~4時であり、ブラックライトへの雄の誘殺曲線のピークは雄の交尾活動を示すものであると考えられる。この時刻におけるブラックライトへの雌の飛来は非常に少なく、雌はこの時刻にはほとんど飛行しないと考えられる。このことは交尾活動期の雌がいわゆる calling position をとり一種の静止状態にあるという観察結果 (玉木ら, 1969) と一致する。なおブラックライトへの雌の誘殺曲線における20~21時のピークは、この時刻における雌の活発な活動を示すものと考えられ、羽化場所から交尾場所へ、あるいは交尾場所から産卵場所への移動時刻としての意味を持つと思われる。

3. 雄に対するフェロモン抽出物の誘引効果

コカクモンハマキの雄の交尾行動が雌の放出する性フェロモンによって解発されることは室内における観察の結果から明らかとなった (玉木ら, 1969) が、この事実をさらに野外において実証するために円筒トラップを用いて試験を行なった。その結果を要約して第2表に示す。各処理はいずれも3回のくり返しとし、そ

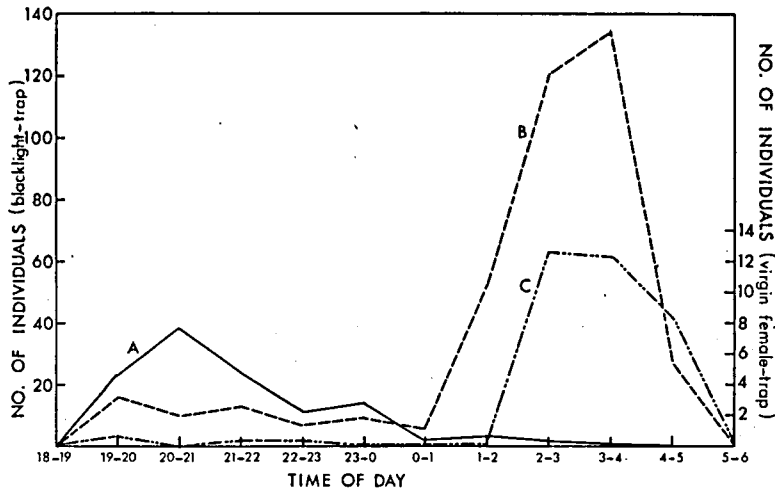


Fig. 2. Number of male and female moths caught in traps for each one-hour-period of night.

A, Females caught in black-light-traps.

B, Males caught in black-light-traps.

C, Males caught in virgin female-traps.

Table 2. Field tests of the attractiveness of sex pheromone extract and virgin females by means of cylinder-type trap. Mean values of three replications.

Treatment	No. captured/trap/night	
	Male	Female
Experiment 1		
Extract, 100 equivalent	22.0	0
Residue, 100 equivalent	1.0	0
Control	1.3	0.7
Experiment 2		
Extract, 100 equivalent	30.0	0
Virgin females, 50	15.0	0
Control	0	0
Experiment 3		
Extract, 100 equivalent	15.7	0
Extract, 100 equivalent, after 24-hours-exposure	7.7	0

の平均を示した。

試験Ⅰは処女雌100頭に相当する抽出物とその残液について検討したものである。その結果抽出物は22頭の雄を捕えたが、その残液はわずか1頭しか捕えなかった。すなわちコカクモンハマキ雌成虫の性フェロモン抽出物は野外においても雄成虫に対して誘引性を示すことが明らかとなった。同時にこの場合の抽出法および抽出効率が満足すべきものであることが示された。

試験Ⅱは抽出物の効果を処女雌と比較したものである。処女雌100頭に相当する抽出物の誘引効果は、生存している処女雌50頭の誘引効果の2倍の値を示した。すなわち抽出された性フェロモンは生存している処女雌とまったく同等の誘引効果をもっていることが明らかである。

また、この性フェロモンの誘引効果は脱脂綿に浸みこませた状態で室温下24時間経過した後でもかなりの効果を有していることが試験Ⅲの結果から明らかである。

る。Wolf ら (1967) はイラクサキンウワバの性フェロモンの活性有効期間が濾紙に附着された状態では7時間しかないことを述べている。コカクモンハマキの性フェロモンはこれに比較して有効期間が長いとも考えられるが、この点に関しては性フェロモン抽出物の純度および吸着剤の種類によってその有効期間は大きく変わることが想像されるので純粋な性フェロモンを用いた詳細な検討が必要である。

引用文献

- Callahan, P. S.: *Miscellaneous Publ. Ent. Soc. Amer.* 5, 315~347 (1967).
 Guerra, A. A. and M. T. Ouye: *J. Econ. Ent.* 60, 1046~1048 (1967).
 Henneberry, T. J. and A. F. Howland: *J. Econ. Ent.* 59, 623~626 (1966).
 Henneberry, T. J., A. F. Howland and W. W. Wolf: *J. Econ. Ent.* 60, 152~156 (1967a).
 Henneberry, T. J., A. F. Howland and W. W. Wolf: *J. Econ. Ent.* 60, 532~537 (1967b).
 Hendricks, D. E.: *J. Econ. Ent.* 61, 1581~1585 (1968).
 Hoffman, J. D., F. R. Lawson and B. Peace: *J. Econ. Ent.* 59, 809~811 (1966).
 南川仁博: 茶技研. 9, 18~23 (1953).
 Shorey, H. H. and L. K. Gaston: *Ann. Ent. Soc. Amer.* 58, 833~836 (1965).
 Tamaki, Y.: *Appl. Ent. Zool.* 1, 120~124 (1966).
 玉木佳男・野口 博・湯嶋 健: 防虫科学, 34, 97~102 (1969).
 Wolf, W. W., A. N. Kishaba, A. F. Howland and T. J. Henneberry: *J. Econ. Ent.* 60, 1182~1184 (1967).
 湯嶋 健・野口 浩: 応動昆昭和43年大会講演(1968).
 湯嶋 健・野口 浩・玉木佳男: 応動昆 昭和44年大会講演 (1969).

Summary

Effects of black-light, virgin females and their combinations on attractiveness to the smaller tea tortrix, *Adoxophyes orana* Fischer von Röslerstamm, were evaluated in a tea garden in Shizuoka Prefecture. Experiments were conducted three times in the field in Latine square designs of 3 replications. Tub-type traps fitted with a 6-w fluorescent black-light lamps baited with 50 virgin females caught more males than the traps baited with 50 virgin females without black-light lamp. Attractiveness to male moths was not different between baited and unbaited black-light traps.

From the number of individuals caught in black-light traps for each one-hour-period of night, flight activity of male moths attained maximum between 2:00 a.m. and 4:00 a.m. Numbers of male moths caught in the traps baited with virgin females without the presence of black-light showed high values between 2:00 a.m. and 4:00 a.m., when the mating activity of the smaller tea tortrix became a maximum. Thus, flight of male moths in dawn was suggested to be a mating behavior of the males.

Attractiveness of sex pheromone extract was examined in the field by cylinder-type sticky traps. The traps with methylene chloride extract of 100 female equivalent caught twice as much number of males as traps with 50 virgin females. Sex pheromone extract placed in absorbent cotton retained its activity for at least 24 hours under the room temperature.