チャノコカクモンハマキの 4 成分系合成性フェロモンの 野外条件下における誘引性

玉木佳男*・野口 浩*・杉江 元*・刈屋 明**¹⁾・新井 茂***

大場正明†・寺田考重††・勝呂利男†††・森 謙治†††

* 農業技術研究所

† 静岡県茶業試験場

** 茶業試験場

†† 奈良県農業試験場茶業分場

*** 東京都農業試験場

††† 東京大学農学部

Four-component Synthetic Sex Pheromone of the Smaller Tea Tortrix Moth: Field Evaluation of its Potency as an Attractant for Male Moth. Yoshio TAMAKI, Hiroshi NOGUCHI, and Hajime SUGIE (National Institute of Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan), Akira KARIYA²⁾ (Tea Research Station, Kanaya, Shizuoka 428, Japan), Shigeru ARAI (Tokyo Agricultural Experiment Station, Tachikawa, Tokyo 190, Japan), Masaaki OHBA (Shizuoka Tea Experiment Station, Kikugawa, Shizuoka 439, Japan), Takashige TERADA (Tea Branch, Nara Agricultural Experiment Station, Nara-shi, Nara 630, Japan), and Toshio SUGURO and Kenji MORI (Tokyo University, Yayoi, Tokyo 113, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **24**: 221-228 (1980)

R-isomer of 10-methyldodecyl acetate (10-Me-12Ac), a minor component of the female sex-attractant pheromone of the smaller tea tortrix moth, has a slightly higher activity than the *S*-isomer though the difference is not significant. Racemic 10-Me-12Ac can be used as a component of synthetic lure. Optimum dose of 10-Me-12Ac is 10 to 100 times that of the natural ratio. Optimum ratio of (*Z*)-9- and (*Z*)-11-tetradecenyl acetates (Z9-14Ac and Z11-14Ac), major components of the pheromone, ranged from 70 : 30 to 30 : 70. Optimum dose of (*E*)-11-tetradecenyl acetate (E11-14Ac), another minor component, was 1 to 40% that of the major components. Addition of (*E*)-9-tetradecenyl acetate (E9-14Ac) at amounts exceeding 1% of that of the major components inhibited remarkably the activity of the lure. A standard mixture composed of 0.63 mg Z9-14Ac, 0.31 mg Z11-14Ac, 0.04 mg E11-14Ac, and 2.0 mg 10-Me-12Ac (*R*, *S*, or racemic) loaded on a plastic dispenser was more potent as an attractant lure for male moth than a virgin female.

緒 言

茶樹の主要害虫であるチャノコカクモンハマキの雌が放出する誘引性の性フェロモンは (*Z*)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14Ac), (*Z*)-11-tetradecenyl acetate (Z11-14Ac), (*E*)-11-tetradecenyl acetate (E11-14Ac), および 10-methyldodecyl acetate (10-Me-12Ac) の 4 成分からなることが明らかとなっている (TAMAKI *et al.*, 1971, 1979)。そして、処女雌体内におけるこれら 4 成分の存在比は 63 : 31 : 4 : 2, 1 頭当たり含有量は合計 16.1 ng であり、合成品混合物についての予備的な野外誘引試験の結果、4 成分の 70 : 30 : 10 : 10 混合物総量 1.2 mg をプラスチックカプセルに処理した誘引源は、羽化 2 日

目の処女雌 1 匹とほぼ同等の誘引性を少なくとも 30 日持続することを明らかにした (TAMAKI *et al.*, 1979)。しかし、10-Me-12Ac の 2 種の光学異性体の生物活性、各成分の最適混合比、および最適使用量などについては未検討であった。ここではこれらの問題を含め、誘引用製剤開発に必要な知見を得るためにおこなった野外誘引試験の結果を報告する。本文に入るに先だち、試験用は場使用にあたっての便宜をはかっていただいた茶業試験場虫害研究室金子 武博士、供試化合物の一部を提供いただいた武田薬品工業株式会社および大塚製薬株式会社に謝意を表する。

1) 現在: 農薬検査所生物課

2) Present address: Agricultural Chemicals Inspection Station, Kodaira, Tokyo 187, Japan
1980 年 6 月 2 日受領 (Received June 2, 1980)

材料と方法

1. 合成品

Z9-14Ac は武田薬品製の化合物 (Lot No. Ado A-6) を硝酸銀含浸シリカによる カラムクロマトで精製したもので、キャピラリー GC (CHDMS, $\phi 0.24$ mm $\times$ 120 m) 分析による Z 体純度が 99.5% 以上のものを用いた。Z11-14Ac は Storey Corp., Farchan Division 製の Z 体純度 99.5% 以上のものを使用した。E11-14Ac および E9-14Ac は武田薬品製の Z11-14Ac および Z9-14Ac (Lot No. Ado B-6 および Ado A-6) を SGOUTAS and KUMMEROW (1969) の方法でそれぞれ E 体に変換し、硝酸銀含浸シリカクロマトで精製した純度 99.5% 以上のものである。

10-Me-12Ac のラセミ体は 9-bromooctanol と methylethyl ketone から Wittig 反応によって 10-methyl 9-dodecenol を得、これを水素添加後 酢酸エステルに導いて得た。純度は約 95% である。光学活性 10-Me-12Ac の合成はすでに報告したとおりであり (SUGURO and MORI, 1979), R および S 体の化学純度は R 体 99%, S 体 100%, 光学純度は R 体, S 体ともに 92~95% である。

これらの合成品はヘキサン溶液として一定量をプラスチックカプセル (電子顕微鏡切片調製用包埋カプセル, YK-1, 8 mm $\times$ 17.8 mm, 安元化成, 東京) に注入し, 室温下でヘキサンを揮発させたのちふたをして野外試験に供試した。また, 誘引性持続効果の検討にはプラスチックカプセルの他に径 9 mm 長さ 15 mm のゴムセプタム (武田薬品製 f) も使用した。

2. 処女雌

合成性フェロモンと誘引性を比較するために用いた処女雌は農業技術研究所で累代飼育 (山谷・玉木, 1972) している系統の処女雌 (累代飼育処女雌), 野外で採集した幼虫に人工飼料を与えて飼育し, 得られた蛹から羽化した処女雌 (1 世代飼育処女雌), および野外で採集した蛹から得た処女雌 (野生処女雌) で, いずれも羽化 2 日以内のものを用いた。

3. 野外誘引試験

誘引性比較のための野外誘引試験は 1978 年および 1979 年の成虫発生期に, 静岡県榛原郡金谷町, 静岡県小笠郡菊川町, 奈良県奈良市, および東京都西多摩郡瑞穂町の茶園でおこなった。使用したトラップはプラスチック製の入口 2 方向の粘着式 (武田薬品製) で粘着板の大きさは 25 $\times$ 30 cm である。誘引源のプラスチックカプ

セルまたはゴムセプタムは粘着板の中央に置き, 処女雌を用いる場合は, トラップの屋根中央下部に小型の網かごをとりつけ, その中に通常 1 匹を収容した。トラップは茶株上面の肩の部分の摘採面に固定した。トラップ間隔は約 10 m とし各トラップへの誘殺数は 1~3 日ごとに記録し, 同時にトラップの設置場所を順次変更して, 場所による誘殺数の変動がたがいに相殺されるように考慮した。また, 同一サンプルのトラップ数は 3 台とし, 最低 3 日間の誘殺をおこない, 誘殺数は $\sqrt{x+0.5}$ 変換のち Duncan's new multiple range test によって比較検討した。

結 果

1. 10-methyldodecyl acetate の添加量と誘引性

10-Me-12Ac の添加量と誘引性との関係を知るための試験はラセミ体について 1978 年 8 月に金谷で, R 体および S 体については 1978 年 9 月~10 月に金谷, および 1979 年 5 月~6 月に奈良でおこなった。これらの結果を Table 1 と Table 2 に示す。

Z9-14Ac, Z11-14Ac および E11-14Ac の 3 成分混合物にラセミ体の 10-Me-12Ac を添加すると主成分 (Z9-14Ac と Z11-14Ac) の 2% 相当量 (0.02 mg) の添加で無添加の約 15 倍の誘引性を示し, 20% 相当量 (0.2 mg) の添加で約 30 倍の誘引性を示した。しかし, それ以上の量の添加はとくに誘引性を増大させることなく, むしろ若干低下させる傾向が認められた (Table 1)。

R- および S-10-Me-12Ac についての金谷での試験結果 (1978 年 9~10 月) では, これらを主成分に対して 0.6%~200% 相当量に添加した場合, R, S とともに 200

Table 1. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone with various amounts of racemic 10-methyldodecyl acetate (10-Me-12Ac)

Racemic 10-Me-12Ac added to basal bait	Mean no. of males/trap/night
0 mg	0.7 ^d
0.02	10.7 ^c
0.2	23.1 ^a
0.4	18.2 ^b
0.6	17.8 ^b

Kanaya, 15 days, August 1978.

Basal bait: 0.67 mg Z9-14Ac, 0.33 mg Z11-14Ac, and 0.05 mg E11-14Ac in plastic dispenser (electromicroscopic capsule, Yasumoto Kasei, YK-1).

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Table 2. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone with various amounts of *R*- or *S*-10-methyl-dodecyl acetate

<i>R</i> -10-Me-12Ac	<i>S</i> -10-Me-12Ac	Mean no. of males/trap/night
Kanaya, 15 days, September to October 1978 Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac = 0.6/0.4/0.05 mg		
0.006 mg	— mg	7.2 <i>def</i>
0.02	—	8.8 <i>cde</i>
0.06	—	13.1 <i>bc</i>
0.2	—	10.8 <i>bcd</i>
0.6	—	12.7 <i>bc</i>
2.0	—	18.8 <i>a</i>
—	0.006	2.0 <i>g</i>
—	0.02	2.4 <i>g</i>
—	0.06	4.7 <i>f</i>
—	0.2	5.6 <i>ef</i>
—	0.6	9.0 <i>cde</i>
—	2.0	12.9 <i>b</i>
—	—	1.4 <i>g</i>
Nara, 12 days, May to June 1979 Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac = 0.63/0.32/0.04 mg		
0.2	—	3.3 <i>a</i>
0.6	—	3.4 <i>a</i>
2.0	—	2.3 <i>ab</i>
6.0	—	0.9 <i>bc</i>
—	0.2	1.1 <i>bc</i>
—	0.6	1.6 <i>abc</i>
—	2.0	1.8 <i>abc</i>
—	6.0	1.8 <i>abc</i>
1.0	1.0	1.6 <i>abc</i>
—	—	0.3 <i>c</i>

Dispenser : plastic capsule.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

% 添加が最も誘引性高く、同量による比較では *R* の効果が *S* にまさっていた (Table 2)。1979 年の第 1 回成虫発生期 (奈良, 5~6 月) の試験では発生虫数が比較的少なかったが、10-Me-12Ac の最適添加量は *R* が 0.2 mg (主成分に対して 20%) 以上、*S* が 0.6 mg 以上であり、やはり *R* の *S* にまさる効果がうかがわれた。

以上の結果、10-Me-12Ac はラセミ、*R*, *S* いずれにも活性があり、主成分の Z9-14Ac と Z11-14Ac の量が合計で 1 mg, E11-14Ac が 0.04~0.05 mg の混合物に対して 10-Me-12Ac を 0.2~2.0 mg 添加すれば十分な誘引性を発揮しうるといえる。

2. *R*- および *S*-10-methyldodecyl acetate の混合比と誘引性

R-および *S*-10-Me-12Ac の混合割合と誘引性の関係

Table 3. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone with various combination of *R*- and *S*-10-methyldodecyl acetates

<i>R</i> -10-Me-12Ac	<i>S</i> -10-Me-12Ac	Mean no. of males/trap/night
Kanaya, 15 days, September to October 1978 Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac = 0.6/0.4/0.05 mg		
0.20 mg	— mg	17.6
0.15	0.05	15.6
0.10	0.10	13.6
0.05	0.15	15.6
—	0.20	10.0
Tokyo, 24 days, April to May 1979 Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac = 0.63/0.32/0.04 mg		
0.020	—	5.1 <i>b</i>
0.015	0.005	3.5 <i>c</i>
0.010	0.010	4.9 <i>b</i>
0.005	0.015	2.9 <i>c</i>
—	0.020	2.0 <i>c</i>
0.20	—	8.8 <i>a</i>
0.15	0.05	5.2 <i>b</i>
0.10	0.10	3.9 <i>bc</i>
0.05	0.15	6.0 <i>ab</i>
—	0.20	3.2 <i>c</i>
Kanaya, 3 days, August 1979 Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac = 0.63/0.32/0.04 mg		
2.0	—	21.2
1.5	0.5	12.8
1.0	1.0	24.4
0.5	1.5	24.4
—	2.0	16.6

Plastic capsules were used as dispensers throughout the experiments.

Means followed by the same letters are the significantly different at the 5% level.

を知るために主成分を約 1 mg, E11-14Ac を 0.04~0.05 mg 量の混合物にいろいろな混合比の *R*- および *S*-10-Me-12Ac を 0.02, 0.2, および 2.0 mg の 3 段階で添加して誘引試験をおこなった。1978 年 9~10 月の金谷, 1979 年 4~5 月の東京, 1979 年 8 月の金谷の結果を Table 3 に示す。

0.2 mg および 2.0 mg 量の金谷の試験結果では各混合比の誘殺数間に全く有意差が認められなかった。また, 0.02 mg および 0.2 mg 量でおこなった東京の結果では各試料の誘殺数間に有意差は認められたが, *R* と *S* の混合比にともなう一定の関係は認められなかった。したがって, 前項での結果と合せて *R*-および *S*-10-Me-12Ac の混合比は誘殺数に重大な影響を与えるものではなく, *R*, *S* の 1 : 1 混合物 (ラセミ体) でも誘引用製剤

の調製にはほとんど支障ないといえる。

3. 主成分 (Z9-14Ac と Z11-14Ac) の混合比と誘引性

主成分の Z9-14Ac と Z11-14Ac の混合比をいろいろ変えて合計量を 1 mg とし、これに E-11-14Ac 0.05 mg, ラセミ体の 10-Me-12Ac を 0.2 mg 加えて調製した試料について 1978 年 8 月に金谷で試験した。結果は Table 4 に示したとおり、主成分のいずれか一方を欠い

Table 4. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone with various combination of Z9- and Z11-14Ac, the major components of the pheromone

Z9-14Ac	Z11-14Ac	Mean no. of males/trap/night
1.00 mg	— mg	0.1 d
0.95	0.05	1.6 c
0.82	0.18	14.7 b
0.70	0.30	24.4 a
0.67	0.33	28.8 a
0.63	0.37	30.8 a
0.50	0.50	27.6 a
0.30	0.70	26.1 a
—	1.00	0.2 d

Kanaya, 15 days, August 1978.

Dispenser : plastic capsule.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

Basal bait : E11-14Ac/Racemic 10-methyldodecyl acetate=0.05/0.2 mg.

Table 5. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone with various amounts of E11-14Ac

E11-14Ac	Mean no. of males/trap/night
Kanaya, 22 days, June to July 1978	
Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/racemic 10-Me-12Ac=0.7/0.3/0.1 mg	
— mg	10.7 b
0.01	26.0 ab
0.04	33.4 a
0.40	20.6 ab
Kanaya, 3 days, August 1979	
Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/R-10-Me-12Ac=0.63/0.31/2.0 mg	
—	16.9 b
0.01	20.8 ab
0.02	29.3 ab
0.04	27.2 ab
0.08	43.8 ab
0.16	45.4 a

Dispenser : plastic capsule.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

たものでは著しく誘引性が劣るが、Z9-14Ac と Z11-14Ac が 70 : 30 から 30 : 70 の範囲ではいずれも同等のすぐれた誘引性を示した。

4. (E)-11-tetradecenyl acetate の添加量と誘引性

1978 年 6 月～7 月の試験は Z9-14Ac, Z11-14Ac, およびラセミ体の 10-Me-12Ac をそれぞれ 0.7, 0.3, 0.1 mg の混合物に E11-14Ac の 0.01～0.4 mg を添加しておこない、1979 年 8 月の試験では Z9-14Ac, Z11-14Ac, および R-10-Me-12Ac を 0.63, 0.31, 2.0 mg の混合物に E-11-14Ac の 0.01～0.16 mg を添加しておこなった。その結果、Table 5 に見られるとおり、E-11-14Ac の添加は明らかに誘引性を増大させた。しかし、E11-14Ac の添加量 0.01～0.4 mg の間では誘殺数に統計的有意差は認められなかった。

5. (E)-9-tetradecenyl acetate の添加量と誘引性

主成分の 1 つ Z9-14Ac の幾何異性体である E9-14Ac の混入が誘引性にどのように影響するか調べるために Z9-14Ac, Z11-14Ac, E11-14Ac および R-10-Me-12Ac のそれぞれ 0.63, 0.31～0.32, 0.04, および 2.0 mg からなる混合物 (以後これを標準混合物という) に E9-14Ac を 0.005～0.16 mg 添加して試験した。1979 年 8 月の金谷での試験結果を Table 6 に示す。

E9-14Ac は 0.005 mg (主成分に対して約 0.5% 相当量) の添加では無添加の場合と同等の誘引性であったが 0.01 mg (同じく 1% 相当量) の添加では明らかに誘引性の阻害が認められ、添加量を増すにしたがって阻害の度合は増加した。

6. 蒸発源当たりの使用量と誘引性

蒸発源としてのプラスチックカプセル当たりの混合物量と誘殺数との関係を知るために、標準混合物およびそ

Table 6. Effect of E9-14Ac added to 4-component sex pheromone on trap catches of male *Adoxophyes* sp.

E9-14Ac	Mean no. of males/trap/night
— mg	89.6 a
0.005	83.3 a
0.01	52.3 b
0.02	30.4 bc
0.04	39.6 bc
0.08	24.2 c
0.16	22.1 c

Kanaya, 3 days, August 1979.

Dispenser : plastic capsule.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

Basal bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac/R-10-Me-12Ac=0.63/0.32/0.04/2.0 mg.

の 1/10, 1/3, 3 倍, 10 倍の各量について比較した。1979 年 5 月の菊川町の結果を Table 7 に示す。

混合物のカプセル当たり使用量が増加するとともに誘殺数は増加したが、増加の程度は標準混合物の 3 倍量でほぼ上限を示し、3 倍量と 10 倍量間では誘殺数に差が認められなかった。また、この試験には参考のために大塚製薬製のコカクモンハマキ誘引剤 P-7516 を同時に組み入れて比較した。この製剤は Z9-14Ac, Z11-14Ac, をそれぞれ 7 および 3 mg の他に 11-methyl(Z)-9,12-tridecadienyl acetate および (Z, E)-9,12-tetradecadienyl acetate をそれぞれ 0.2 mg と 3 mg をプラスチ

Table 7. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. with various amounts of 4-component sex pheromone on plastic capsule

Amounts on dispenser	Mean no. of males/trap/night
0.3 mg	18.1 <i>e</i>
1	32.2 <i>c</i>
3 (std.)	40.3 <i>b</i>
9	54.6 <i>a</i>
30	55.9 <i>a</i>
P-7516 ^a	21.3 <i>d</i>

Kikugawa, 14 days, May 1979.

Std. bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/R-10-Me-12Ac=0.63/0.32/0.04/2.0 mg.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

^a P-7516 is a product of Otsuka Pharmach. Co. composed of 7 mg Z9-14Ac (2% E9), 3 mg Z11-14Ac (4-5% E11), 3 mg Z9, E12-14Ac, and 0.2 mg 11-Me-Z9,12-13Ac on a plastic dispenser.

Table 8. Persistency of trap catches of male *Adoxophyes* sp. using 4-component sex pheromone emitted from plastic and rubber dispensers

Days of exposure	Mean no. of males/trap/night	
	plastic	rubber
July 3 to 11, 1979, 9 days		
0— 9	9.0 <i>a</i>	1.5 <i>bc</i>
18— 27	1.9 <i>b</i>	2.6 <i>b</i>
48— 57	1.0 <i>bc</i>	3.1 <i>b</i>
77— 86	0.2 <i>c</i>	0.8 <i>bc</i>
July 29 to August 10, 1979, 12 days		
26— 38	2.8 <i>b</i>	8.0 <i>a</i>
44— 56	1.9 <i>bc</i>	5.5 <i>a</i>
74— 86	0.3 <i>cd</i>	2.3 <i>b</i>
103—115	0.0 <i>d</i>	3.1 <i>b</i>

Bait : Z9-14Ac/Z11-14Ac/E11-14Ac/10-Me-12Ac=0.63/0.32/0.04/2.0 mg.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

ックカプセルに注入したものである。この P-7516 製剤の誘引性は Table 7 に見られるとおり、標準混合物の 1/10 量と 1/3 量の間と相当すると判定された。

7. 誘引性の持続効果

標準混合物の誘引性持続効果を知るために野外条件下への露出日数の異なるプラスチックカプセルおよびゴムセプタム製剤を同一条件下で比較した。すなわち標準混合物をプラスチックカプセルおよびゴムセプタムに注入したものを冷蔵庫に保存し、成虫発生期の約 2 ヶ月前から一定の日数ごとに直射日光を避けた野外の条件下に露出し、1979 年の第 2 回成虫発生期にこれらを一斉には場に設置して一定期間 (7 月 3 日～11 日) 誘殺数を調査した。これらの誘引源はそのまま場に露出をつづけ同年の第 3 回成虫発生期の一定期間 (7 月 29 日～8 月 10 日) 同様に誘殺数を比較した。その結果を Table 8 に示す。

7 月 3～11 日の誘殺結果によるとプラスチックカプセルの場合は初期の誘引性がゴムセプタムにくらべて明らかにまざるが、この誘引性は露出日数の経過とともに急速に低下した。ゴムセプタムの場合は初期の誘引性がとくに高いことはなく、その誘引性は約 2 ヶ月にわたってほぼ安定して持続した。継続露出した後の 7 月 29 日～8 月 10 日の誘殺結果を見ると、プラスチックカプセルではもはやゴムセプタムほどの誘引性を示さず、露出 3 ヶ月を越えると全く誘引性を示さなくなった。しかしゴムセプタムでは約 2 ヶ月まではほぼ同等の誘引性を持続していた。

8. 合成品製剤と処女雌の誘引性の比較

数種の合成品製剤と処女雌とで誘引性の比較をおこなうために 1979 年の第 1 回, 第 2 回, および第 3 回成虫発生期に金谷で試験をおこなった。その結果を Table 9 に示す。

まず 4 成分中の 2 種の微量成分 E11-14Ac と 10-Me-12Ac についての再検討の結果では、これら微量成分のいずれか一方を欠くと誘引性が著しく低下することが再確認された。この場合 10-Me-12Ac を欠いた場合のほうが E11-14Ac を欠いたときよりも低下の程度は著しい。また 10-Me-12Ac の R と S およびラセミ体での比較では S 体の使用が若干誘引性で劣る傾向もうかがえるが、3 者間に有意差は認められなかった。Z9-14Ac, Z11-14Ac, E11-14Ac および R-10-Me-12Ac を 0.63, 0.31, 0.04, 2.0 mg とした標準混合物にくらべて、これら 4 成分中の前 3 成分を 0.65, 0.35, 0.05 mg としラセミ体の 10-Me-12Ac を 0.1 mg とした製剤 As (f-1)-C は若干劣る傾向を示すものの有意差は認められな

Table 9. Trap catches of male *Adoxophyes* sp. using various combinations of synthetics and virgin females from various sources

Bait used	Mean no. of males/trap/night
Kanaya, May 8 to 10, 1979, 3 days	
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg	19.4 <i>de</i>
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; R-10-Me, 2.0 mg	64.4 <i>bc</i>
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; R-10-Me, 2.0 mg	150.8 <i>a</i>
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; S-10-Me, 2.0 mg	123.7 <i>ab</i>
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; R-10-Me, 1.0 mg; S-10-Me, 1.0 mg	153.1 <i>a</i>
P-7516 ^a	45.7 <i>cd</i>
As(f-1)-C ^b	100.4 <i>ab</i>
As(f-1)-K ^c	74.1 <i>bc</i>
Five virgin females from laboratory colony	2.8 <i>e</i>
Kanaya, June 26 to 28, 1979, 3 days	
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; R-10-Me, 2.0 mg	12.9 <i>a</i>
As(f-1)-C ^b	8.2 <i>b</i>
As(f-1)-K ^c	9.0 <i>b</i>
One virgin female reared for 1 generation in the laboratory	5.5 <i>c</i>
One wild virgin female	7.5 <i>bc</i>
Kanaya, August 6 to 8, 1979, 3 days	
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; R-10-Me, 2.0 mg	111.4 <i>a</i>
Z9, 0.63 mg; Z11, 0.31 mg; E11, 0.04 mg; R-10-Me, 2.0 mg on rubber dispenser	69.8 <i>ab</i>
As (f-1-2) ^d	32.1 <i>b</i>
One wild virgin female	45.7 <i>b</i>

Dispensers used are plastic capsules unless indicated.

Bait "As" is produced by Takeda Chemical Ind.

Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

^a See the foot note of Table 7.

^b Rubber dispenser containing Z9-14Ac, Z11-14Ac, E11-14Ac, and racemic 10-Me-12Ac at the amounts of 0.65, 0.35, 0.05, and 0.10 mg, respectively.

^c Same as As(f-1)-C except for Z9-14Ac which contains a small amount of *E*-isomer.

^d Same as As(f-1)-C except for racemic 10-Me-12Ac which was used at the amount of 2.0 mg per dispenser.

かったが、同様の製剤でも幾何異性体含量の高い Z9-14Ac を用いた As(f-1)-K は明らかに誘引性が劣り、10-Me-12Ac のかわりに (Z, E)-9, 12-tetradecadienyl acetate と 11-methyl(Z)-9, 12-tridecadienyl acetate を含む製剤 P-7516 も明らかに誘引性が劣った。なお、5月8~10日の野外試験では処女雌として累代飼育系統のものをトラップ当たり5匹使用したがこの誘引性は上に述べた各種製剤に著しく劣った。

第2回成虫発生期の6月26~28日の試験では比較対象の処女雌として野外で採集した中令幼虫を人工飼育して得た成虫(1世代飼育処女雌)と野外で採集した蛹から羽化した成虫(野性処女雌)をトラップ当たり各1匹使用した。その結果でも標準混合物製剤は処女雌よりも明らかに誘引性がまざっていた。なお As(f-1)-C および K は標準混合物に劣った。

第3回成虫発生期の8月6~8日には標準混合物をゴムセプタムとプラスチックカプセルの両者を用いて製剤とし、これらを野性雌と比較した。その結果、標準プラ

スチック製剤は処女雌の誘引性を上まわったが、ゴムセプタム製剤および As(f-1-2) 製剤は処女雌とほぼ同等の誘引性を示した。

考 察

チャノコカモンハマキの性フェロモンの第4成分 10-Me-12Ac は 10 位の不斉炭素のために *R* および *S* の 2 つのエナンチオマーが存在しうが、天然物がそのいずれに該当するかは不明である。昆虫フェロモン成分としての光学活性物質は近年キクイムシの集合フェロモン成分を中心として多く知られており、それらの多くは昆虫が特定のエナンチオマーのみを生産分泌し、このエナンチオマーの生物活性が別のエナンチオマーよりも高い場合であるが、なかには *R* および *S* の特定の混合物を生産し、生物活性もこの一定の比率の混合物で最も高い場合もある (SILVERSTEIN, 1977)。 *R*-および *S*-10-Me-12Ac についての野外誘引試験の結果では *R* 体の活性が *S* 体の活性より高いとはいえ、*S* 体にも一定の活性があ

り、*R*と*S*の1:1混合物(ラセミ体)にも十分な活性があった。このことはチャノコカクモンハマキを対象とした誘引用製剤の成分として通常の合成法によるラセミ体の使用が可能であることを示している。

りん翅目昆虫の性フェロモン成分として生物活性の確認がなされた飽和化合物はそれほど多くない。その中でもチャノコカクモンハマキの10-Me-12Acは側鎖をもつ飽和化合物としてきわめて特異な最初の例である(TAMAKI *et al.*, 1979)。ハマキガ科昆虫の性フェロモン成分としての飽和化合物はこの他に *Argyrotaenia velutinana* の dodecyl acetate (12 Ac) (ROELOFS *et al.*, 1975), *Archips argyrospilus* の 12 Ac (ROELOFS *et al.*, 1974) および ナシヒメシノクイ *Grapholita molesta* の dodecyl alcohol (12 OH) (CARDÉ *et al.*, 1979) などがある。これらのハマキガではそれぞれの飽和成分の添加によってフェロモンの誘引性は3~4倍に増大している(ROELOFS and COMEAU, 1968, 1971; ROELOFS *et al.*, 1973, 1974)。チャノコカクモンハマキでの10-Me-12Acの添加の効果は上記ハマキガよりも顕著であり、これの添加による誘引性の増大は6~30倍の範囲であった。本虫の場合処女雌が放出しているフェロモン・ブレンド中の10-Me-12Acの混合比は未測定であるが、トラップ捕獲数の最高値を与える10-Me-12Acの相対量が処女雌体内混合比の10~100倍であった。誘殺最適混合比と自然混合比との違いは他のハマキガフェロモンの飽和成分についても見られている。*A. velutinana* の12 Acでは自然混合比の1.3~1.7倍でそれほど大きくないが、*G. molesta* の12 OHでは50~70倍、*A. argyrospilus* の12 Acでは自然混合比では主成分にくらべてこん跡程度にすぎないにもかかわらず誘殺最適混合比は主成分の2~4倍量となっている(ROELOFS *et al.*, 1973, 1974, 1975; ROELOFS and CARDÉ, 1974; CARDÉ *et al.*, 1977)。

チャノコカクモンハマキの性フェロモン主成分 Z9-14Ac と Z11-14Ac の誘殺最適混合比は、微量2成分が明らかとなった今回の時点での再検討の結果 70:30~30:70 という広い範囲にあることが明らかとなり、主成分混合比のこの範囲での違いに対しては本種雌成虫の識別能力が充分とはいえないようである。微量成分の1つである E11-14Ac の誘殺最適混合比の範囲も同様にかなり広い。

チャノコカクモンハマキ誘殺用製剤としては主成分の Z9-14Ac と Z11-14Ac の 65:35 前後の混合割合のものに E11-14Ac を5% 前後、10-Me-12Ac (ラセ

ミ体)を主成分の20~200% 加えた4成分混合物をプラスチックまたはゴムに吸着させたものが使用できる。この場合の誘殺最適吸着量はプラスチックの場合、主成分量で3mgであったが、これについてはディスペンサーの形状により変化することが当然考えられる。なお第1成分の Z9-14Ac に関しては幾何異性体である E9-14Ac の含有量を0.5% 以下に抑えることが高い誘引性を望む場合には必要となる。

ディスペンサーとしては比較した2種のうち、プラスチックは短期間の誘殺数が多いことを利用して大量誘殺用に適しており、ゴムの場合は初期誘殺数がプラスチックに劣るものの長期間安定した効力を示すことから発生消長調査用に適していると考えられる。これらの特性はフェロモン成分の蒸発速度によって規定されていると考えられるので、今後さらに検討のうえ改良の可能性がある。また、今回の野外誘引試験にあたって調製されたいくつかの製剤の誘殺効力が処女雌と比較されたが、これらの比較も各製剤における蒸発速度が明らかにされないかぎり、厳密な比較は不可能であり、今後さらに検討されるべきものである。ただし、今回の一連の試験によって、野外条件下で処女雌を上まわる誘殺性能をもつ合成性フェロモン製剤が開発されたことは、今後の各種の試験研究の遂行を可能にするという意味でその意義は大きいと考えられる。

摘 要

チャノコカクモンハマキの4成分系合成性フェロモンによる野外誘殺試験により、以下の結果を得た。

1. 微量成分の1つである 10-methyldodecyl acetate は*R*体が*S*体よりも活性が若干高い傾向が認められたが、その差は顕著ではなく、ラセミ体にも十分な活性があり実用に供せられる。

2. 10-methyldodecyl acetate の誘殺最適混合比は主成分の20~200% であり、自然混合比の2% より著しくはずれていた。

3. 主成分の (Z)-9-tetradecenyl acetate と (Z)-11-tetradecenyl acetate の誘殺最適混合比は 70:30~30:70 の範囲にあった。

4. 微量成分の1つである (E)-11-tetradecenyl acetate の誘殺最適混合比の範囲も比較的広く主成分に対して 1~40% であった。

5. (E)-9-tetradecenyl acetate の混入は主成分に対して 0.5% まで許容できるが、1% 以上の混入は誘殺効力を著しく低下させた。

6. 以上の結果からチャノココクモンハマキ雄誘殺用合成品混合物としては (Z)-9-tetradecenyl acetate と (Z)-11-tetradecenyl acetate の 65 : 35 前後の混合比のものに 5 % 前後の (E)-11-tetradecenyl acetate および 20~200% の 10-methyldodecyl acetate ラセミ体を添加したものが使用できる。

7. 上記混合物のディスペンサーへの使用量はプラスチックカプセルを使用した場合は主成分量で 3 mg が最も誘殺効力が大であった。プラスチックディスペンサーは初期の誘殺効力が大であるが短期間で効力が失われるに反し、ゴム製ディスペンサーはその効力が長期にわたって安定していた。

8. 今回開発された誘殺用製剤の誘殺効力は処女雌のそれを上まわることが示された。

引用文献

- CARDÉ, A. M., T. C. BAKER, and R. T. CARDÉ (1979) Identification of a four-component sex pheromone of the female oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Lepidoptera : Tortricidae). J. Chem. Ecol. 5 : 423—427.
- CARDÉ, R. T., A. M. CARDÉ, A. S. HILL, and W. L. ROELOFS (1977) Sex pheromone specificity as a reproductive isolating mechanism among the sibling species *Archips argyrospilus* and *A. mortuanus* and other sympatric tortricinae moths (Lepidoptera : Tortricidae). J. Chem. Ecol. 3 : 71—84.
- ROELOFS, W. L. and A. COMEAU (1968) Sex pheromone perception. Nature 220 : 600—601.
- ROELOFS, W. L. and A. COMEAU (1971) Sex pheromone perception : synergists and inhibitors for the red-banded leafroller attractant. J. Insect Physiol. 17 : 435—448.
- ROELOFS, W. L., R. T. CARDÉ, and J. P. TETTE (1973) Oriental fruit moth attractant synergists. Environ. Entomol. 2 : 252—254.
- ROELOFS, W., A. HILL, and R. CARDÉ (1975) Sex pheromone components of the red-banded leafroller, *Argyrotaenia velutinana* (Lepidoptera : Tortricidae). J. Chem. Ecol. 1 : 83—89.
- ROELOFS, W., A. HILL, R. CARDÉ, J. TETTE, H. MADSEN, and J. VAKENTI (1974) Sex pheromones of the fruittree leafroller moth, *Archips argyrospilus*. Environ. Entomol. 3 : 747—751.
- SGOUTAS, D. S. and F. A. KUMMEROW (1969) Cis, trans isomerization of unsaturated fatty acid methyl ester without double bond migration. Lipids 4 : 283—287.
- SILVERSTEIN, R. M. (1979) Enantiomeric composition and bioactivity of chiral semiochemicals in insects. In : Chemical ecology : odour communication in animals. (F. J. RITTER ed.), Amsterdam : Elsevier, pp. 133—146.
- SUGURO, T. and K. MORI (1979) Synthesis of optically active forms of 10-methyldodecyl acetate, a minor component of the pheromone complex of the smaller tea tortrix moth. Agric. Biol. Chem. 43 : 869—870.
- TAMAKI, Y., H. NOGUCHI, T. YUSHIMA, and C. HIRANO (1971) Two sex pheromone of the smaller tea tortrix : isolation, identification, and synthesis. Appl. Ent. Zool. 6 : 139—141.
- TAMAKI, Y., H. NOGUCHI, H. SUGIE, R. SATO, and A. KARIYA (1979) Minor components of the female sex-attractant pheromone of the smaller tea tortrix moth (Lepidoptera : Tortricidae) : isolation and identification. Appl. Ent. Zool. 14 : 101—113.
- 山谷絹子・玉木佳男 (1972) ハマキガ類の大量増殖法. 植物防疫 26 : 165—168.