

粗腳姬捲葉蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower)) 雌蛾 腹末萃取液中酯類及醇類化合物成分之鑑定及其生物活性

洪銘德 洪靜宜 農委會農業藥物毒物試驗所農藥化學組 台中縣霧峰鄉光明路 11 號
洪巧珍* 王文龍 農委會農業藥物毒物試驗所生物藥劑組 台中縣霧峰鄉光明路 11 號

摘 要

本試驗將粗腳姬捲葉蛾(*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower))雌蛾性費洛蒙粗萃取物經矽膠管柱層析，並以不同濃度之正己烷及乙醚混合液沖提收集，分離為 64 個部分，再選取含酯類及含醇類化合物之收集液，以氣相層析(GC)、氣相層析電子游離質譜(GC-EIMS)、氣相層析化學游離質譜(GC-CIMS)、及 DMDS (dimethyl disulfide) 衍生物之氣相層析電子游離質譜比對，結果顯示粗腳姬捲葉蛾雌蛾性費洛蒙粗萃取液含有乙酸(Z)-8-十二烯-1-基酯((Z)-8-dodecen-1-yl acetate, Z8-12:Ac)、乙酸(E)-8-十二烯-1-基酯((E)-8-dodecen-1-yl acetate, E8-12:Ac)、乙酸1-十二酯(1-dodecyl acetate, 1-12:Ac)、乙酸1-十四酯(1-tetradecyl acetate, 1-14:Ac)、乙酸1-十六酯(1-hexadecyl acetate, 1-16:Ac)、乙酸1-十八酯(1-octadecyl acetate, 1-18:Ac)、(Z)-8-十二烯-1-醇((Z)-8-dodecen-1-ol, Z8-12:OH)、(E)-8-十二烯-1-醇((E)-8-dodecen-1-ol, E8-12:OH)、1-十二醇(1-dodecanol, 1-12:OH)及1-十八醇(1-octadecanol, 1-18:OH)等 10 個成分，其比例為 Z8-12:Ac/E8-12:Ac/1-12:Ac/1-14:Ac/1-16:Ac/1-18:Ac/Z8-12:OH/E8-12:OH/1-12:OH/1-18:OH = 96/4/30/5/5/5/10/1/2/1。經六角形木質網箱轉盤生物檢定發現萃取液中含酯類及醇類之部分分離液對粗腳姬捲葉蛾具誘蟲活性。標準品單成分中僅 Z8-12:Ac 對粗腳姬捲葉蛾有誘蟲活性，顯示 Z8-12:Ac 為粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙主成分。

關鍵詞：粗腳姬捲葉蛾、性費洛蒙鑑定、乙酸(Z)-8-十二烯-1-基酯((Z)-8-dodecen-1-yl acetate, Z8-12:Ac)。

前 言

粗腳姬捲葉蛾(*Cryptophlebia ombrodelta*

(Lower))屬鱗翅目、捲葉蛾科(Lepidoptera: Tortricidae)。分布於台灣、華南、華北、日本、馬來西亞、印度、澳洲、夏威夷及大洋洲

*論文聯繫人
e-mail: hccjane@tactri.gov.tw

等地。為害寄主有胡桃、荔枝、羅望子、楊桃、皇帝豆、阿勃勒(臘腸樹)、橙、豆科之決明屬及合歡屬等(Ho, 1985; Ironside, 1974; Jones, 1994a, b; Lingappa and Siddappaji, 1981; McQUATE *et al.*, 2000)。粗腳姬捲葉蛾的危害狀主為鑽入果實中取食，致使果實內含蟲糞、畸形、落果，影響果品品質與產量。在澳洲、夏威夷粗腳姬捲葉蛾主要危害荔枝和胡桃，有荔枝果蛀蟲(Litchi fruit moth)及胡桃果蛀蟲(Macadamia nut borer)之稱。在夏威夷，以輻射檢疫 Sapindaceous fruits 上之 *Cryptophlebia* spp.，使用 250 Gy 強度即可達檢疫目標(Follett and Lower, 2000)。另夏威夷荔枝及龍眼出口以 49°C 熱水浸漬處理 20 min 檢疫果實蠅的方法，對 *C. illepidata* 及 *C. ombrodelta* 亦可達到完全檢疫之目標(Follett and Sanxter, 2001)。於澳洲曾報導胡桃因其危害損失率高達 60%。於印度報導其亦能危害羅望子，有羅望子果蛀蟲(Tamarind fruit borer)之稱，由於鑽入果實危害的習性，藥劑防治不易(Jones, 1994a, b; Lingappa and Siddappaji, 1981)。於台灣粗腳姬捲葉蛾的發生數量少，有報導指出其危害楊桃、桃、荔枝、龍眼、皇帝豆等作物(Ho, 1985; Chang and Chen, 1989)。

許多報導顯示乙酸(*Z*)-8-十二烯-1-基酯((*Z*)-8-dodecen-1-yl acetate, *Z*8-12:Ac)為粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑(Hwang *et al.*, 1987; Ando *et al.*, 1977; Mitchell, 1973)。其相近種類 *Cryptophlebia batrachopa* 及 *C. leucotreta* 其性費洛蒙成分經鑑定，兩者皆含 *Z*8-12:Ac 及乙酸(*E*)-8-十二烯-1-基酯((*E*)-8-dodecen-1-yl acetate, *E*8-12:Ac)兩種成分，比例分別為 99.5/0.5、10/90 (Hall *et al.*, 1984)。又含 *Z*8-12:Ac、*E*8-12:Ac、*Z*8-12:OH、1-12:OH 等成分之桃折心蟲(*Grapholita*

molesta)性費洛蒙誘餌對粗腳姬捲葉蛾具有誘蟲效果(Hung and Chiang, 2002; Chang, 1995; Jones and Caprio, 1992; Sinclair and Sinclair, 1980)。報告顯示多數的鱗翅目昆蟲的性費洛蒙成分多屬長碳鏈的醇、醛、酯類化合物(Howse *et al.*, 1998; Kydonieus *et al.*, 1982a,b)，為釐清本蟲之真正性費洛蒙組成成分，本試驗針對雌蟲腹末浸漬液含酯類及醇類分離液進行分析、鑑定及生物檢定試驗，確定其性費洛蒙成分，以作為改進其誘蟲配方的參考。

材料與方法

一、試驗蟲源、化學標準品來源與費洛蒙之萃取

試驗所需之粗腳姬捲葉蛾係採自彰化縣八卦山地區楊桃園，於 25 ± 2°C、70 ± 5% RH 及 12 小時光照期之養蟲室內，以玉米人工飼料大量繁殖(Hung and Hwang, 1991; Hung *et al.*, 1998)，供作試驗蟲源。於蛹期分雌、雄後，置於養蟲室內，待成蟲羽化供作試驗蟲源。

供試性費洛蒙標準品種類與來源列於表一。性費洛蒙鑑定比對用之標準品有乙酸 1-癸酯(1-decyl acetate, 1-10:Ac)、1-癸醇(1-decan-ol, 1-10:OH)、乙酸 1-十二酯(1-dodecyl acetate, 1-12:Ac)、1-十二醇(1-dodecanol, 1-12:OH)、乙酸(*Z*)-7-十二烯-1-基酯((*Z*)-7-dodecen-1-yl acetate, *Z*7-12:Ac)、乙酸(*Z*)-8-十二烯-1-基酯((*Z*)-8-dodecen-1-yl acetate, *Z*8-12:Ac)、乙酸(*Z*)-9-十二烯-1-基酯((*Z*)-9-dodecen-1-yl acetate, *Z*9-12:Ac)、乙酸(*E*)-8-十二烯-1-基酯((*E*)-8-dodecen-1-yl acetate, *E*8-12:Ac)、(*Z*)-8-十二烯-1-醇((*Z*)-8-dodecen-1-ol, *Z*8-12: OH)、(*E*)-8-十二烯-1-醇((*E*)-8-dodecen-1-ol, *E*8-12:OH)、乙酸 1-十四酯(1-

表一 粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙成分鑑定研究用之標準品來源與純度

Table 1. Sources and purity of the chemical compounds for research of the sex pheromone of *Cryptophlebia ombrodelta*

Standard compounds (abbreviation)	Chinese name	Sources (purity %)
1-decyl acetate (1-10:Ac)	乙酸 1-癸酯	Synthesized from 1-10:OH
1-decanol (1-10:OH)	1-癸醇	Lancaster Synthesis Ltd., Lancashire, United Kingdom
1-dodecyl acetate (1-12:Ac)	乙酸 1-十二酯	Aldrich Chemical Company, Inc., Milwaukee, Wisconsin, USA (97%)
1-dodecanol (1-12:OH)	1-十二醇	Lancaster Synthesis Ltd., Lancashire, United Kingdom (97%), Fluka Chemie AG, Buchs, Switzerland (99.5%)
(Z)-7-dodecen-1-yl acetate (Z7-12:Ac)	乙酸(Z)-7-十二烯-1-基酯	Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, the Netherlands (IPO) (>99%)
(Z)-8-dodecen-1-yl acetate (Z8-12:Ac)	乙酸(Z)-8-十二烯-1-基酯	Sigma Chemical Company, St. Louis, Missouri, USA (95%, 96.8%), IPO (>99%), Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Japan (96.06%)
(Z)-9-dodecen-1-yl acetate (Z9-12:Ac)	乙酸(Z)-9-十二烯-1-基酯	IPO (>99%)
(E)-8-dodecen-1-yl acetate (E8-12:Ac)	乙酸(E)-8-十二烯-1-基酯	Sigma Chemical Company, St. Louis, Missouri, USA
(Z)-8-dodecen-1-ol (Z8-12:OH)	(Z)-8-十二烯-1-醇	Chemtech B. V. Ltd., the Netherlands (93%), IPO (>99%)
(E)-8-dodecen-1-ol (E8-12:OH)	(E)-8-十二烯-1-醇	Synthesized from E8-12:Ac, Chemtech B. V. Ltd., the Netherlands (94%)
1-tetradecyl acetate (1-14:Ac)	乙酸 1-十四酯	Synthesized from 1-14:OH
1-tetradecanol (1-14:OH)	1-十四醇	Fluka Chemie AG, Buchs, Switzerland
1-hexadecyl acetate (1-16:Ac)	乙酸 1-十六酯	Synthesized from 1-16:OH
1-hexadecanol (1-16:OH)	1-十六醇	Aldrich Chemical Company, Inc., Milwaukee, Wisconsin, USA
1-octadecyl acetate (1-18:Ac)	乙酸 1-十八酯	Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., Tokyo, Japan (99%)
1-octadecanol (1-18:OH)	1-十八醇	Lancaster Synthesis Ltd., Lancashire, United Kingdom (97%)

tetradecyl acetate, 1-14:Ac)、1-十四醇(1-tetradecanol, 1-14:OH)、乙酸 1-十六酯(1-hexadecyl acetate, 1-16:Ac)、1-十六醇(1-hexadecanol, 1-16:OH)、乙酸 1-十八酯(1-octadecyl acetate, 1-18:Ac)、1-十八醇(1-octadecanol, 1-18:OH)等 16 種化合物(表一)。

費洛蒙萃取係取 0-2 日齡粗腳姬捲葉蛾處女雌蟲，於黑暗後 30 min 剪其腹末(Hung et

al., 1998)，於 *n*-hexane 中浸漬約 5 sec，共收集 1,794 隻雌蟲腹末萃取液供化學成分鑑定用；1,630 隻雌蟲腹末萃取液供生物檢定用。

二、粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物之分離與分析

(一)費洛蒙萃取液之分離

進行分離與化學分析試驗時，先將 1,794 隻雌蟲腹末萃取液經玻璃過濾器過濾及除去

溶劑後，得0.15 g萃取出物。取0.06 g萃取出物以矽膠管柱層析分離，管柱長18 cm，內徑1.2 cm，充填10 g矽膠(silica gel 60, 0.040-0.063 mm, E. Merck, Darmstadt, Germany)。費洛蒙萃取出物依次以正己烷(*n*-hexane) (No.1-4)，含1% (No.5-8)、2% (No.9-12)、3% (No.13-16)、4% (No.17-20)、5% (No.21-24)、10% (No.25-28)、15% (No.29-32)、20% (No.33-36)、25% (No.37-40)、30% (No.41-44)、35% (No.45-48)、40% (No.49-52)、45% (No.53-56)、50% (v/v) (No.57-60)乙醚之Et₂O/*n*-hexane沖提液，及純乙醚(No.60-64)沖提，每8 ml收集1瓶，每一種沖提液收集4瓶，共收集64瓶。使用氣相層析(GC)、氣相層析電子游離質譜(GC-EIMS)、氣相層析化學游離質譜(GC-CIMS)、及DMDS (dimethyl disulfide, Merck KGaA, Darmstadt, Germany)衍生物之氣相層析電子游離質譜分析及鑑定。1,630隻雌蟲腹末萃取出液供生物檢定用。

(二)氣相層析分析

經矽膠管柱層析分離出之各瓶，以氮氣吹除溶劑至約0.15 ml，以氣相層析儀分析，並與前述之標準品比較其滯留時間。所使用之儀器為惠普5890A氣相層析儀附火焰離子化偵測器(FID)及7673自動樣品注入器，其分析條件使用DB-WAX層析管(30 m(L) × 0.25 mm (ID)，0.25 μm film thickness, fused silica capillary column)，注入口溫度：240°C、偵測器溫度：250°C、層析管升溫程式：150°C (20 min)，8°C/min，240°C (2 min)。前述以矽膠管柱層析分離，經氣相層析儀分析之各瓶，若有尖峰滯留時間與標準品一致者，再以氣相層析質譜儀分析其質譜，並與標準品之質譜比較。

(三)氣相層析質譜分析

前述經矽膠管柱層析分離方法所得之第14瓶至第16瓶(3% Et₂O/*n*-hexane)及第17瓶至第19瓶(4% Et₂O/*n*-hexane)含有酯類化合物；第35瓶至第36瓶(20% Et₂O/*n*-hexane)及第37瓶至第40瓶(25% Et₂O/*n*-hexane)含有醇類化合物。取第15瓶，及將第35至40瓶合併，進行氣相層析質譜(GC-EIMS)分析，所使用之儀器為Finnigan GCQ氣相層析質譜儀(附quadrupole ion trap mass analyzer)，其分析條件使用DB-WAX層析管(30 m(L) × 0.25 mm(ID)，0.25 μm film thickness, fused silica capillary column)，攜帶氣體為氮氣(線性流速35 cm/sec)；注入口溫度：230°C、層析管升溫程式：140°C (20 min)，8°C/min，230°C (100 min)、傳導管(transfer line)溫度：240°C、離子源溫度：200°C、離子化型態：EI，70 eV、質量範圍：40-500 amu。進行氣相層析化學游離質譜(GC-CIMS)分析其CI質譜，可知其分子量。所使用之儀器及條件大部分同上，僅離子化型態為CI，使用的試劑氣體為甲烷。

(四)DMDS (dimethyl disulfide)衍生物之氣相層析電子游離質譜分析

DMDS 衍生物之製備，系參考 Buser 等(1983)之方法，取前述分離所得之第14瓶至第19瓶(3及4% Et₂O/*n*-hexane)及第35瓶至第40瓶(20及25% Et₂O/*n*-hexane)合併，製備DMDS 衍生物，其步驟為將此分離後合併之萃取出物溶於1 ml正己烷，置於反應瓶中，加入1.25 ml含6%碘(I₂)之乙醚溶液、12.5 ml DMDS 及攪拌子，上接冷凝管，下置電磁攪拌器，於40°C攪拌隔夜(15 hr)後，加入10 ml正己烷稀釋，及25 ml含5% Na₂S₂O₃之水溶液以除去碘。攪拌至碘顏色消失後，移入分液

漏斗分層，取有機層，經濾紙過濾後，以氮氣吹除溶劑，並以適量之正己烷溶殘留物，以 GC-EIMS 分析之。

標準品 DMDS 衍生物之製備，同上法取 *E8-12:Ac*、*Z8-12:Ac*、*E8-12:OH* 及 *Z8-12:OH* 等 4 種標準品各 250 μg 製備其 DMDS 衍生物，以 GC-EIMS 分析。

GC-EIMS 分析所使用之儀器為 Finnigan GCQ 氣相層析質譜儀，使用 CP-SIL 8 CB 層析管 (30 m(L) \times 0.25 mm (I.D.))，0.25 μm film thickness, fused silica capillary column)，其分析條件為攜帶氣體：氮氣(線性流速 35 cm/sec)、注入口溫度：240°C、層析管升溫程式：80°C 持續 1 min，再以 4°C/min 升溫至 140°C 後，轉以 1°C/min 升溫至 162°C，再轉以 8°C/min 升溫至 240°C，240°C 持續 20 min。傳導管溫度：275°C、離子源溫度：200°C、離子化型態：EI，70 eV、質量範圍：40-500 amu。

三、粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物分離液之生物活性檢定

檢定用之誘餌，係將 1,630 隻雌蟲腹末萃取液以前述方法分離為 64 部分，再將各分離液以氮氣濃縮，再將濃縮液注入塑膠微管中製成誘餌，供作試驗用。粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物各分離液之生物活性檢定係使用六角型木質網箱轉盤生物檢定法，其設計係參考花姬捲葉蛾性費洛蒙檢定方法(Hung *et al.*, 1999)。於溫度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $70 \pm 5\%$ RH 及 12 小時光照周期之走入式生長箱或自然條件下之實驗室中進行。試驗時，將邊長 50 cm 及高 50 cm 之六角型木質網箱內部以水噴濕後，放入 2-3 日齡雄蟲 50-100 隻。再於網箱每側中央位置開一直徑 9 cm 之孔洞上，插入內含不同配方誘餌之布丁杯誘蟲器。多於六處理時，則將布

丁杯固定於網箱側邊之塑膠網上。布丁杯底部開有 5 個約 0.6 \times 0.6 cm 的孔洞，讓反應的雄蟲可進入布丁杯中。將前述六角型木質網箱置於電動轉盤上，轉盤轉速設定為 0.67 rpm。每次試驗於下午約 4:00 釋放雄蟲，經一晚後，於翌日早上 9:00 觀察記錄誘蟲數。每次試驗均含有空白誘蟲器為對照組。試驗所得誘蟲數換算為百分率，經 $\sin^{-1}\sqrt{x}$ 轉值，行變方分析及鄧肯氏測驗比較各處理之差異性。分別進行下列生物檢定試驗：

(1)分離液編號 1-4 (*n*-hexane)、5-8 (1% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、9-12 (2% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、13-16 (3% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、17-20 (4% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、及 2♀對照等六個處理。5 重複。(2)分離液編號 21-24 (5% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、25-28 (10% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、29-32 (15% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、33-36 (20% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、37-40 (25% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、及 2♀對照等六個處理。5 重複。(3)分離液編號 41-44 (30% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、45-48 (35% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、49-52 (40% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、53-56 (45% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、57-60 (50% $\text{Et}_2\text{O}/n$ -hexane)、61-64 (Et_2O)及 2♀對照等七個處理。5 重複。

四、鑑定的酯類及醇類化合物對粗腳姬捲葉蛾雄蛾之生物活性檢定

鑑定的酯類及醇類化合物對粗腳姬捲葉蛾雄蛾之生物活性檢定方法與數據分析同上。分別進行下列生物檢定試驗：

由費洛蒙萃取液中鑑定的 10 個成分為 A : 1-12:Ac、B : *E8-12:Ac*、C : *Z8-12:Ac*、D : 1-14:Ac、E : 1-16:Ac、F : 1-18:Ac、G : 1-12:OH、H : *E8-12:OH*、I : *Z8-12:OH*、J : 1-18:OH 等。配製含 1 mg 單成分於紅色橡皮帽中之誘餌，以前述六角型木質網箱轉盤生物檢定方法，測試各成分對粗腳姬捲葉蛾之誘蟲

活性。本試驗分成三組試驗檢測，試驗一測試成分 A、B、C、D、E。試驗二測試成分 F、G、H、I、J 等。試驗三測試成分 F、G、H、I、J、2♀。本試驗以空白者為對照，試驗一、二、三分別重複 6、4、5 次。

另為確認乙酸(Z)-十二烯-1-基酯雙鍵位置，乃進行雙鍵不同位置之乙酸(Z)-十二烯-1-基酯類似物對粗腳姬捲葉蛾之誘引試驗。試驗時，先配製各含 Z7-12:Ac、Z8-12:Ac、Z9-12:Ac 1 mg 之誘餌，依前述六角型木質網箱轉盤生物檢定法，試驗雙鍵不同位置之乙酸(Z)-十二烯-1-基酯類似物對粗腳姬捲葉蛾雄蟲之誘引性。本試驗 6 重複。

結 果

一、粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物之分離與分析結果

(一)氣相層析分析結果

未經分離之萃取物其 GC 圖譜如圖一(I)。由於其所含成分複雜，未能由此樣品中分析其所含成分之 GC、EI 及 CI 質譜。因此，本試驗以下之分析均經分離的步驟。

萃取物經矽膠管柱層析分離之各瓶，經氣相層析分析，結果顯示第14瓶至第16瓶(3% Et₂O/*n*-hexane)，第17瓶至第19瓶(4% Et₂O/*n*-hexane)，第35瓶及第36瓶(20% Et₂O/*n*-hexane)，以及第37瓶至第40瓶(25% Et₂O/*n*-hexane)，含有與標準品之滯留時間一致之成分。其中第15瓶(3% Et₂O/*n*-hexane)含有成分A、B、C、D、E及F分別與標準品1-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:Ac、1-14:Ac、1-16:Ac、及1-18:Ac之滯留時間一致(圖一(II)、表二)，而第36瓶(20% Et₂O/*n*-hexane)則有成份G、H、I及J分別與標準品1-12:OH、E8-12:OH、Z8-12:OH、及1-18:OH之滯留時間一致(圖一(III)、表二)。其面積之比例約

為Z8-12:Ac/E8-12:Ac/1-12:Ac/1-14:Ac/1-16:Ac/1-18:Ac/Z8-12:OH/E8-12:OH/1-12:OH/1-18:OH = 96/4/30/5/5/5/10/1/2/1。

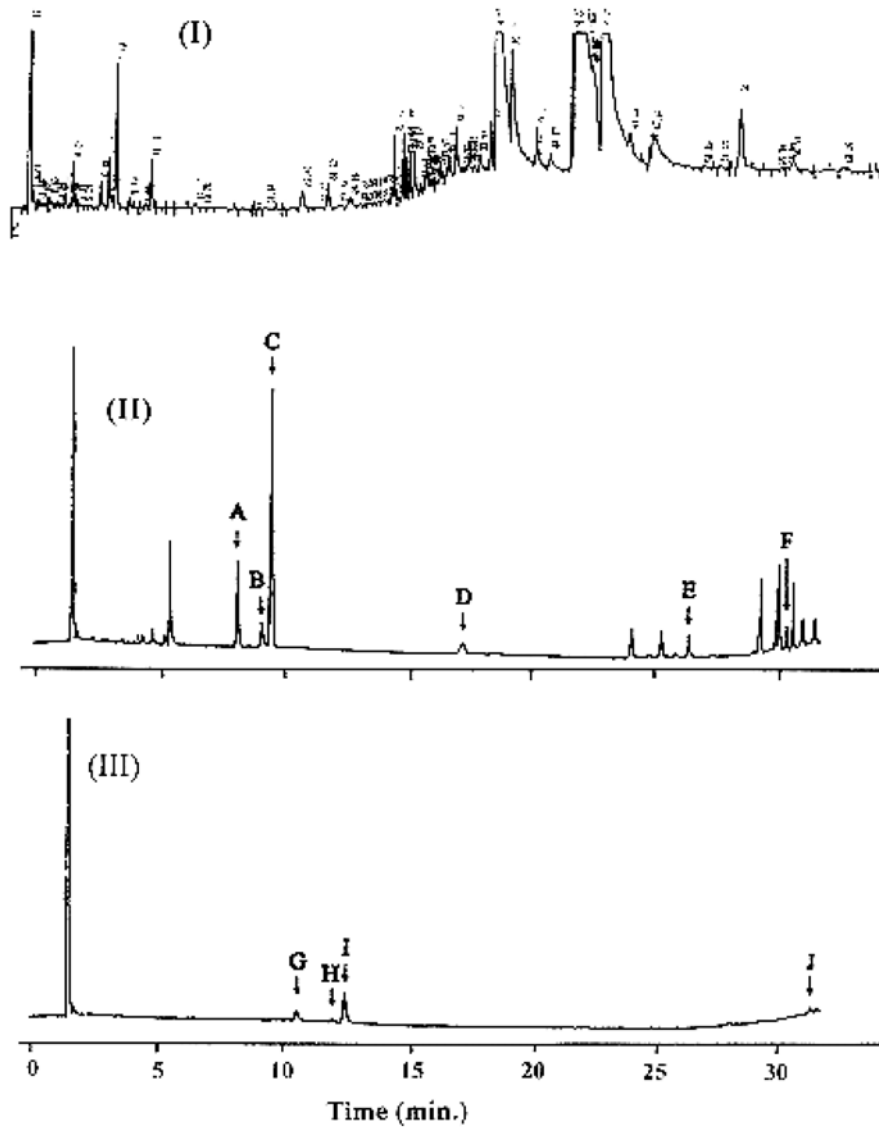
(二)氣相層析EI及CI質譜分析結果

萃取物經矽膠管柱層析分離後所得之第15瓶(3% Et₂O/*n*-hexane)，再經氣相層析質譜(EI, 70 eV)分析，結果顯示其成分A、B、C、D、E及F之滯留時間及質譜分別與標準品1-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:Ac、1-14:Ac、1-16:Ac、及1-18:Ac一致(圖二)。而第35瓶至第40瓶(20%及25% Et₂O/*n*-hexane)經合併後，再經氣相層析質譜分析，結果則顯示其成分G、H、I及J之滯留時間及質譜分別與1-12:OH、E8-12:OH、Z8-12:OH、及1-18:OH一致(圖三)。

成分A之EI質譜有 m/z 166([M-AcOH]⁺) 與 m/z 61(AcOH₂⁺)之特性離子，其CI質譜有 m/z 229(MH⁺)之特性離子(Harrison, 1992)，分子量為228。成分A與標準品1-12:Ac有一致之EI與CI質譜(圖二、圖四)，及一致之層析滯留時間(表二)，證實其為1-12:Ac。

成分B之EI質譜有 m/z 166([M-AcOH]⁺) 與 m/z 61(AcOH₂⁺)之特性離子，其CI質譜有 m/z 227(MH⁺)之特性離子(Harrison, 1992)，分子量為226。成分B與標準品E8-12:Ac有一致之EI與CI質譜(圖二、圖四)，及一致之層析滯留時間(表二)。推測其結構可能為E8-12:Ac，然仍須再分析其雙鍵位置及(Z)-或(E)-結構加以確定。

成分C之EI質譜有 m/z 166([M-AcOH]⁺) 與 m/z 61(AcOH₂⁺)(圖七)之特性離子，其CI質譜有 m/z 227(MH⁺)之特性離子(Harrison, 1992)，分子量為226。成分C與標準品Z8-12:Ac有一致之EI與CI質譜(圖二、圖



圖一 粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙萃取液及其分離液之 GC 圖譜。(I)性費洛蒙粗萃取液。(II)性費洛蒙萃取物分離液第 15 部分。(III)性費洛蒙萃取物分離液第 36 部分。

Fig. 1. GC chromatograms of pheromone extract and the 15th and 36th fraction of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta*; (I) pheromone extract, (II) the 15th fraction of pheromone extract, and (III) the 36th fraction of pheromone extract.

四)，及一致之層析滯留時間(表二)。推測其結構可能為 Z8-12:Ac，然亦仍須再分析其雙鍵位置及(Z)-或(E)-結構加以確定。

成分 D 之 EI 質譜有 m/z 196($[M-AcOH]^+$)

與 m/z 61($AcOH_2^+$)之特性離子，與標準品 1-14:Ac 有一致之 EI 質譜(圖二)，及一致之層析滯留時間(表二)。因此成分 D 之分子量應為 256，推測其為 1-14:Ac。

表二 粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物部分成分及標準品之氣相層析滯留時間

Table 2. Retention time (Rt) of standard compounds and sex pheromone extract produced by *Cryptophlebia ombrodelta* in GC analysis¹⁾

Compound name	Standard compounds		Pheromone extract	
		Rt (min)	Peak ²⁾	Rt (min)
1-dodecyl acetate		8.11	A	8.11
(E)-8-dodecen-1-yl acetate		9.07	B	9.07
(Z)-8-dodecen-1-yl acetate		9.44	C	9.45
1-tetradecyl acetate		17.04	D	17.04
1-hexadecyl acetate		26.32	E	26.32
1-octadecyl acetate		30.24	F	30.24
1-dodecanol		10.51	G	10.51
(E)-8-dodecen-1-ol		11.90	H	11.90
(Z)-8-dodecen-1-ol		12.41	I	12.41
1-octadecanol		31.32	J	31.32

¹⁾ GC analyses were performed on a HP5890A GC with a capillary DB-WAX column (30 m x 0.25 mm, 0.25 μ m). The oven temperature was set at 150°C for 20 min, then increased at 8°C/min to the final temperature of 240°C for 2 min.

²⁾ Peaks in Fig. 1.

成分 E 之 EI 質譜有 m/z 224([M-AcOH]⁺) 及 m/z 61(AcOH₂⁺) 之特性離子，其 CI 質譜有 m/z 285(MH⁺) 之特性離子(Harrison, 1992)，推測其分子量為 284 且為乙酸酯類之化合物，此成分與標準品 1-16:Ac 亦有一致之 EI 質譜與 CI 質譜(圖二、圖四)，及一致之層析滯留時間(表二)，證實成分 E 為 1-16:Ac。

成分 F 之 EI 質譜有 m/z 252([M-AcOH]⁺) 及 m/z 61(AcOH₂⁺) 之特性離子，推測其分子量為 312 且為乙酸酯類之化合物，此成分與標準品 1-18:Ac 有一致之 EI 質譜(圖二)，及一致之層析滯留時間(表二)，因此推測成分 F 為 1-18:Ac。

成分 G 之 EI 質譜有 m/z 168([M-H₂O]⁺) 之特性離子而無 m/z 61(AcOH₂⁺) 之離子，推測其分子量為 186 且為醇類之化合物，此成分與標準品 1-12:OH 有一致之 EI 質譜(圖三)，及一致之層析滯留時間(表二)，因此推測成分 G 為 1-12:OH。

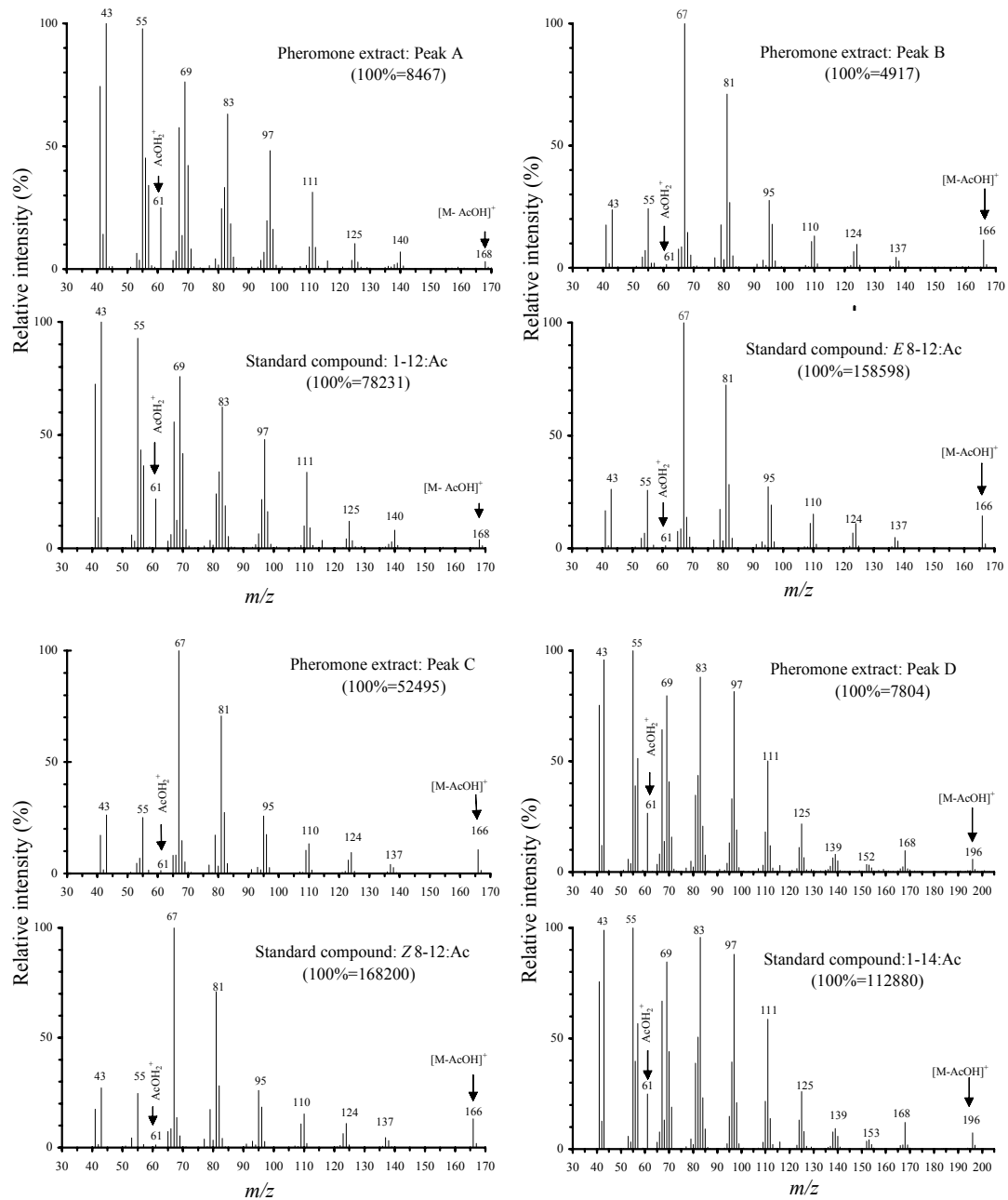
成分 H 之 EI 質譜有 m/z 166([M-H₂O]⁺) 之

特性離子而無 m/z 61(AcOH₂⁺) 之離子，推測其分子量為 184 且為醇類之化合物。此成分與標準品 E8-12:OH 有一致之 EI 質譜(圖三)，及一致之層析滯留時間(表二)，因此推測成分 H 為 E8-12:OH。

成分 I 之 EI 質譜有 m/z 166([M-H₂O]⁺) 之特性離子而無 m/z 61(AcOH₂⁺) 之離子，推測其分子量為 184 且為醇類之化合物，此成分與標準品 Z8-12:OH 有一致之 EI 質譜(圖三)，及一致之層析滯留時間(表二)，因此推測成分 I 可能為 Z8-12:OH。

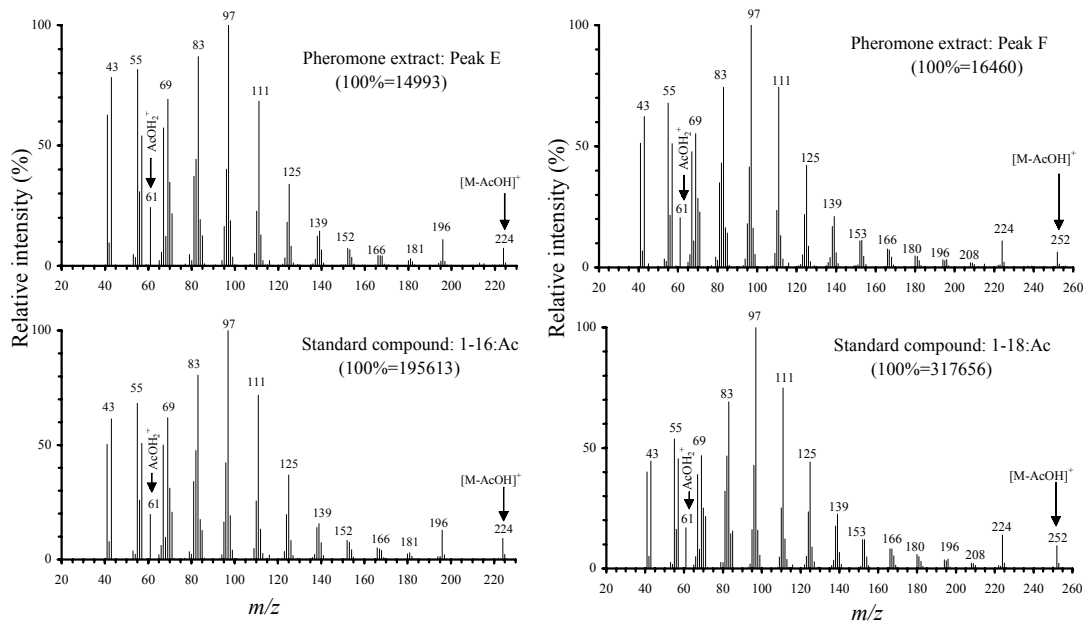
成分 J 之 EI 質譜有 m/z 252([M-H₂O]⁺) 之特性離子而無 m/z 61(AcOH₂⁺) 之離子，推測其分子量為 270 且為醇類之化合物，此成分與標準品 1-18:OH 亦有一致之 EI 質譜(圖三)，及一致之層析滯留時間(表二)，因此推測成分 J 為 1-18:OH。

(三)DMDS (dimethyl disulfide) 衍生物之氣相層析電子游離質譜比對



圖二 粗腳姬捲葉蛾雌蛾性費洛蒙萃取物所含之成分 Peak A、B、C、D、E 及 F 分別與標準品 1-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:Ac、1-14:Ac、1-16:Ac 及 1-18:Ac 之 EI 質譜(70eV)之比對

Fig. 2. Comparison of EI (70eV) mass spectra of the peak A, B, C, D, E, and F of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to those of the standard compounds of 1-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12:Ac, 1-14:Ac, 1-16:Ac, and 1-18:Ac, respectively.



圖二 粗腳姬捲葉蛾雌蛾性費洛蒙萃取物所含之成分 Peak A、B、C、D、E 及 F 分別與標準品 1-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:Ac、1-14:Ac、1-16:Ac 及 1-18:Ac 之 EI 質譜(70eV)之比對(續)

Fig. 2. Comparison of EI (70eV) mass spectra of the peak A, B, C, D, E, and F of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to those of the standard compounds of 1-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12:Ac, 1-14:Ac, 1-16:Ac, and 1-18:Ac, respectively (continued).

成分 B 其 DMDS 衍生物之 EI 質譜有 m/z 320(M^+)、 m/z 217($CH_3S^+=CH(CH_2)_7OCOCH_3$)、 m/z 157($CH_3S^+=CH(CH_2)_7OCOCH_3-60$)及 m/z 103($CH_3(CH_2)_2CH=S^+CH_3$)之特性離子(圖五)(Buser *et al.*, 1983), 顯示其為 8-dodecen-1-yl acetate, 其 DMDS 衍生物與標準品 E8-12:Ac 之 DMDS 衍生物有一致之層析滯留時間(表三), 及一致之 EI 質譜(圖五), 證實其為 E8-12:Ac。

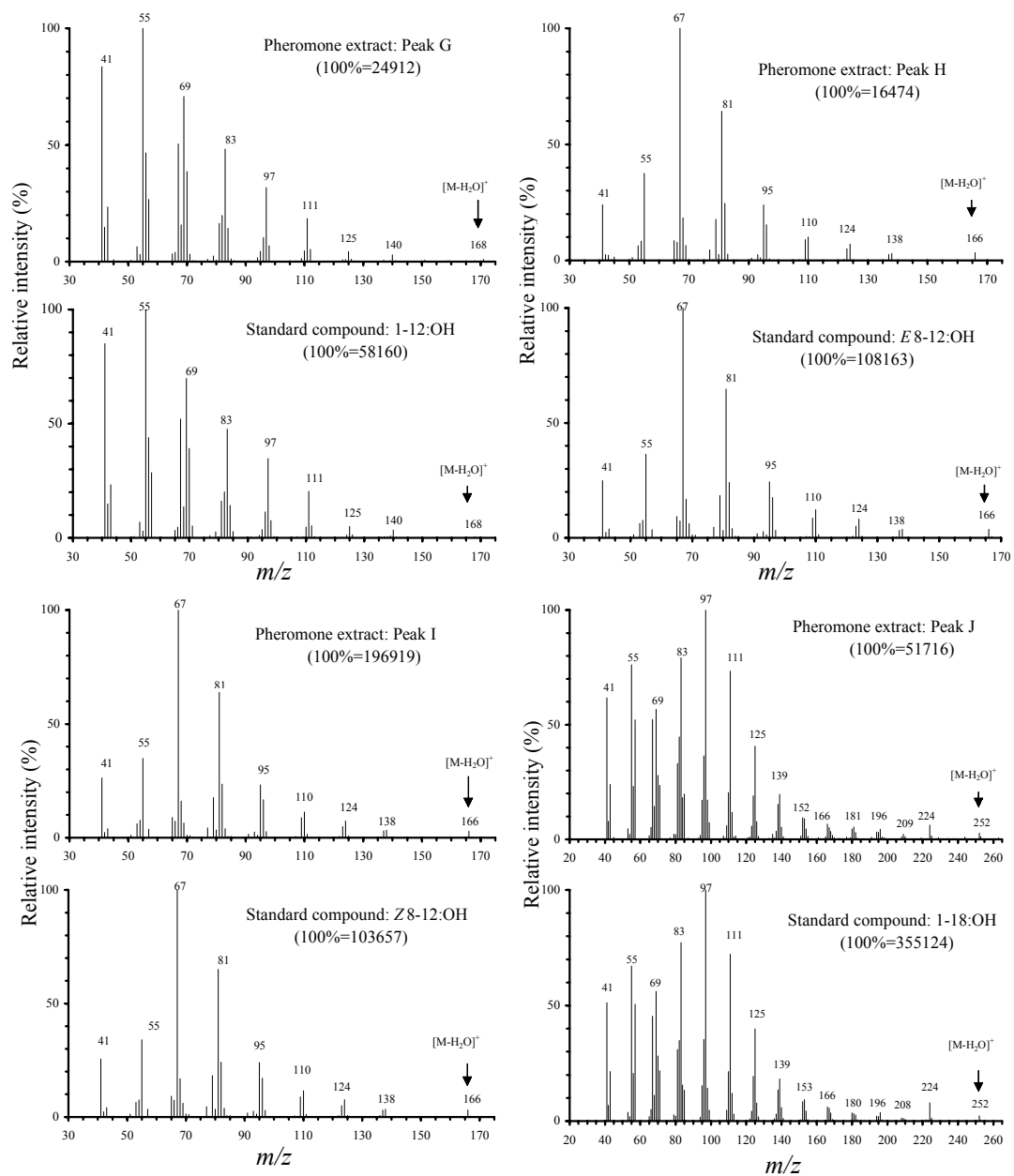
成分 C 之 DMDS 衍生物之 EI 質譜有 m/z 320(M^+)、 m/z 217($CH_3S^+=CH(CH_2)_7OCOCH_3$)、 m/z 157($CH_3S^+=CH(CH_2)_7OCOCH_3-60$)及 m/z 103($CH_3(CH_2)_2CH=S^+CH_3$)之特性離子(圖六)(Buser *et al.*, 1983), 顯示其為 8-dodecen-1-yl acetate, 其 DMDS 衍生物與標準品 Z8-12:Ac 之 DMDS 衍生物有一致之層析滯

留時間(表三), 及一致之 EI 質譜(圖六), 證實其為 Z8-12:Ac。

成分 I 之 DMDS 衍生物有 m/z 278(M^+)、 m/z 175($CH_3S^+=CH(CH_2)_7OH$)及 m/z 103($CH_3(CH_2)_2CH=S^+CH_3$)之特性離子(Leonhardt and DeVilbiss, 1985), 顯示其為 8-dodecen-1-ol, 其 DMDS 衍生物與標準品 Z8-12:OH 之 DMDS 衍生物有一致之層析滯留時間(表三), 及一致之 EI 質譜(圖七), 證實其為 Z8-12:OH。

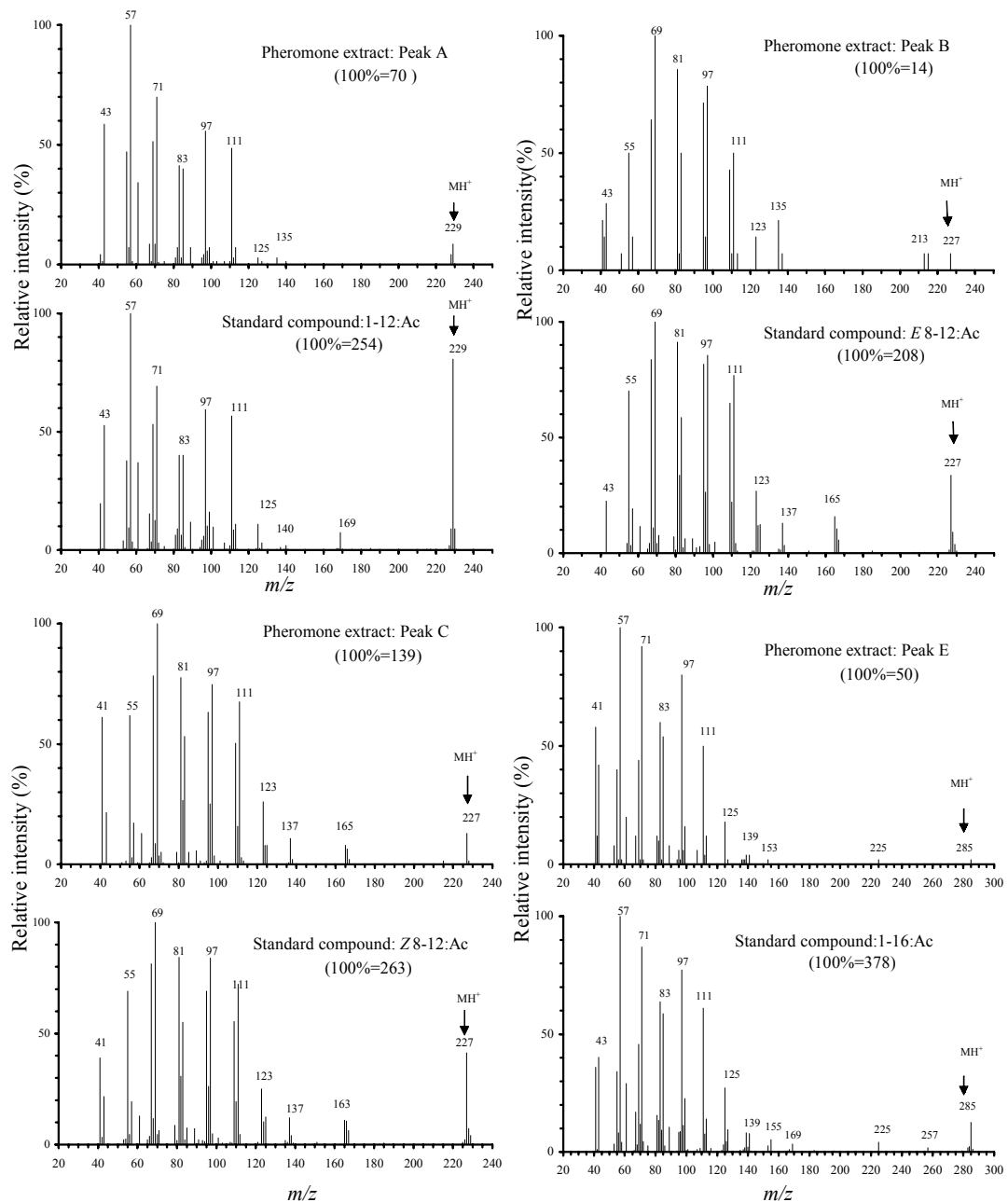
二、粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物分離液之生物活性檢定結果

由 16 種極性溶液分離粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物之 64 瓶分離液, 對雄蛾之誘蟲活性結果如表四。結果顯示萃取物分離液對雄蟲有不



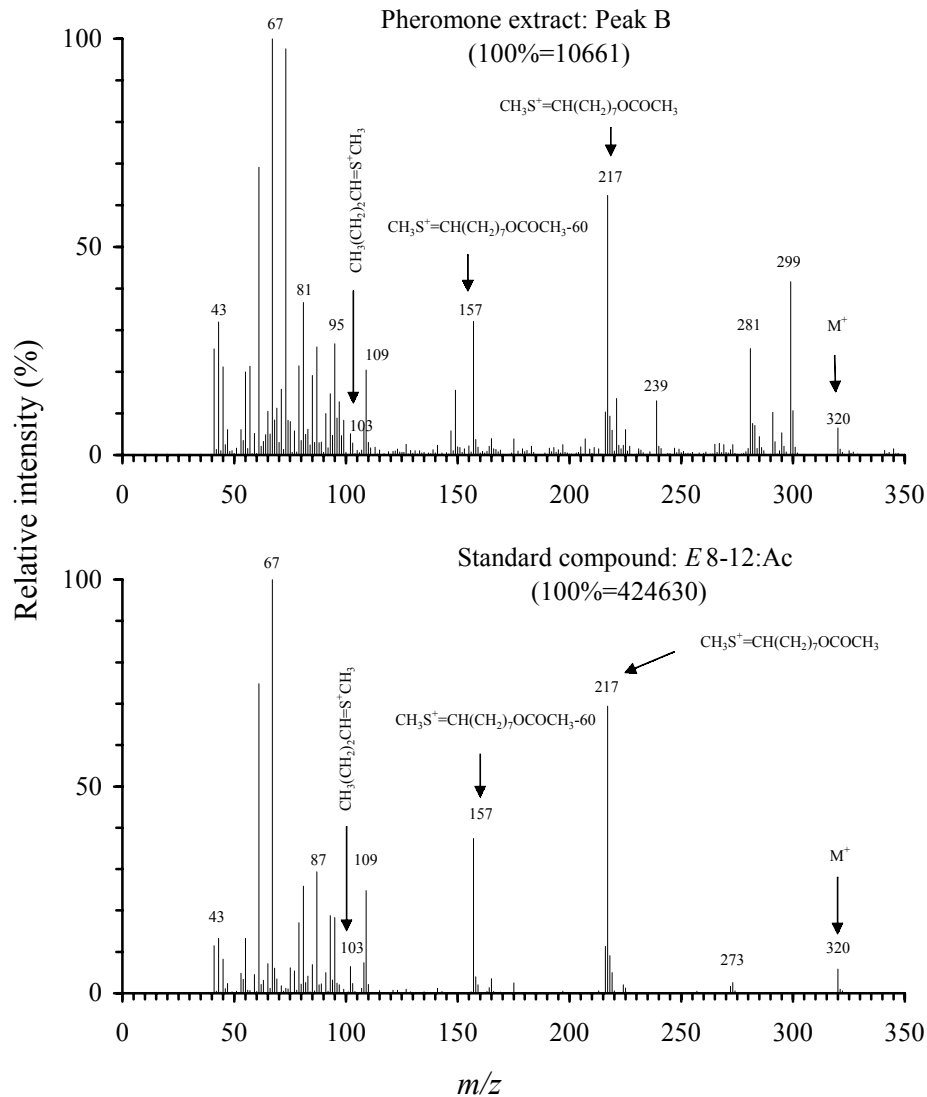
圖三 粗腳姬捲葉蛾雌性費洛蒙萃取物所含之成分 Peak G、H、I 及 J 分別與標準品 1-12:OH、E8-12:OH、Z8-12:OH 及 1-18:OH 之 EI 質譜(70eV)之比對。

Fig. 3. Comparison of EI (70eV) mass spectra of the peak G, H, I, and J of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to those of the standard compounds of 1-12:OH, E8-12:OH, Z8-12:OH, and 1-18:OH, respectively.



圖四 粗腳姬捲葉蛾雌性費洛蒙萃取物所含之成分 Peak A、B、C 及 E 分別與標準品 1-12:Ac、E-8-12:Ac、Z-8-12:Ac 及 1-16:Ac 之 CI 質譜(CH₄)之比對。

Fig. 4. Comparison of CI (CH₄) mass spectrum of the peak A, B, C, and E of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to those of the standard compounds of 1-12:Ac, E-8-12:Ac, Z-8-12:Ac, and 1-16:Ac, respectively.



圖五 粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物所含之 Peak B 及標準品 E8-12:Ac 之 DMDS 衍生物之 EI 質譜(70eV)。

Fig. 5. Comparison of EI (70eV) mass spectrum of DMDS derivative of the peak B of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to that of DMDS derivative of standard E8-12:Ac.

同的誘蟲活性，於 Test 1 結果顯示萃取物分離液對雄蟲之誘蟲活性表現於 2% Et₂O/*n*-hexane、3% Et₂O/*n*-hexane 及 4% Et₂O/*n*-hexane 者，誘蟲百分率分別為 50.4、16.3、及 32.0%，以 2% Et₂O/*n*-hexane 處理者顯著

較其他者為佳 ($F=52.32338$, d.f.=24, $p=.000000^*$) (表四)。於 Test 2 結果顯示以 20% Et₂O/*n*-hexane 處理者，其誘蟲百分率 63.6%，顯著高於其他處理 ($F=8.869425$, d.f.=24, $p=.000071^*$) (表四)。於 Test 3 結果顯

表三 粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物成分 B、C、I 之 DMDS 衍生物及標準品之 DMDS 衍生物層析滯留時間

Table 3. Retention time (Rt) of DMDS derivatives of standard compounds and peak B, C and I of sex pheromone extract produced by *Cryptophlebia ombrodelta* in GC-EIMS analysis¹⁾

Standard compounds	Pheromone extract		
	Compound name	Rt (min)	Peak ²⁾
(E)-8-dodecen-1-yl acetate	49.45	B	49.32
(Z)-8-dodecen-1-yl acetate	49.22	C	49.13
(Z)-8-dodecen-1-ol	47.33	I	47.33

¹⁾ GC-EIMS analyses were performed on a Finnigan GCQ GC with a capillary CP-SIL 8 CB column (30 m (L) × 0.25 mm (I.D.), 0.25 μm). The oven temperature was set at 80°C for 1 min, then increased at 4°C/min to the final temperature of 240°C for 20 min.

²⁾ Peaks in Fig. 1.

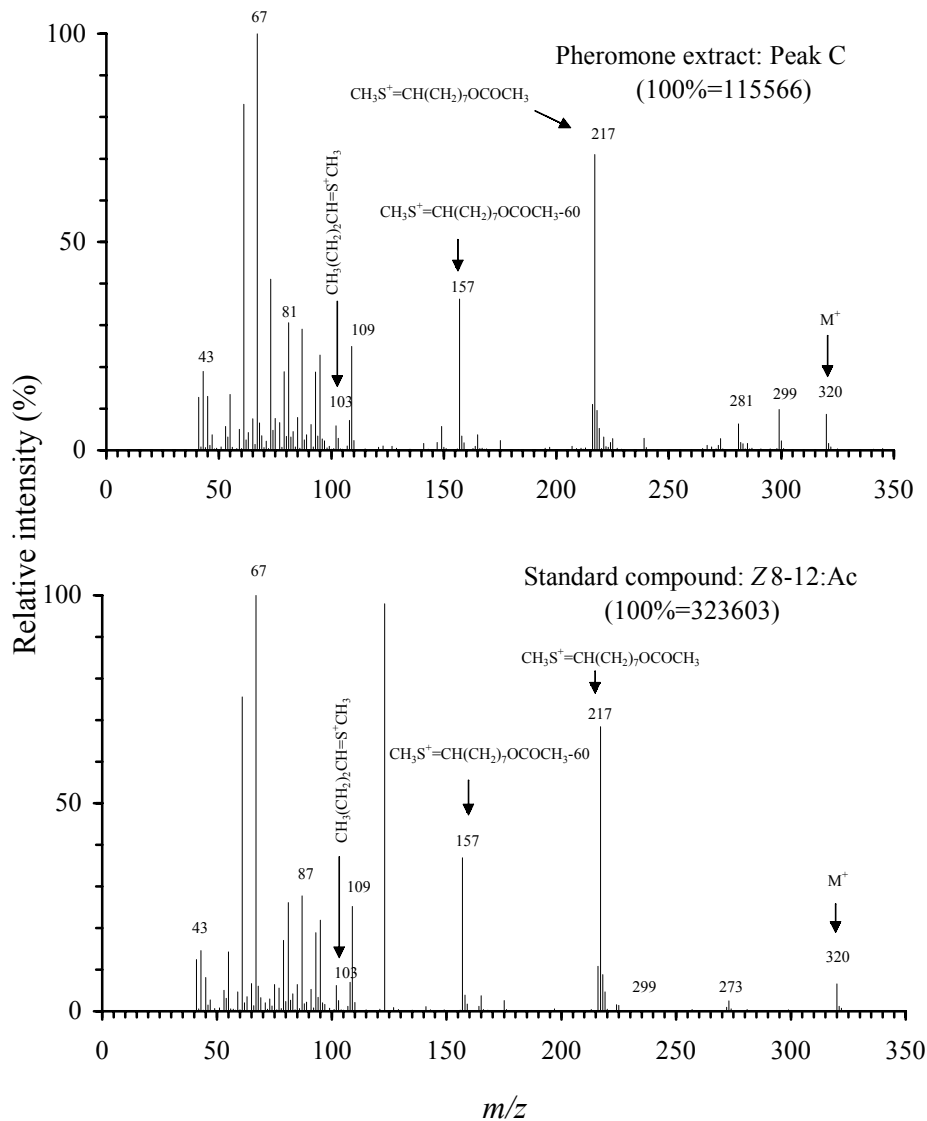
表四 粗腳姬捲葉蛾雌蛾性費洛蒙萃取物分離液對雄蛾之誘蟲活性

Table 4. Catches of male *Cryptophlebia ombrodelta* in traps baited with different fraction of pheromone extract produced by the female in a turn-table bioassay

Fraction	Total males caught	% of males caught
Test 1 (n=5)		
No.1-4 (Hexane)	0	0 d ¹⁾
No.5-8 (1% Et ₂ O/ n-hexane)	0	0 d
No.9-12 (2% Et ₂ O/ n-hexane)	104	50.4 ± 17.2 a
No.13-16 (3% Et ₂ O/ n-hexane)	37	16.3 ± 8.7 c
No.17-20 (4% Et ₂ O/ n-hexane)	60	32.0 ± 8.8 b
2♀	1	1.3 ± 3.0 d
Test 2 (n=5)		
No.21-24 (5% Et ₂ O/ n-hexane)	8	2.9 ± 6.4 b
No.25-28 (10% Et ₂ O/ n-hexane)	4	6.3 ± 8.2 b
No.29-32 (15% Et ₂ O/ n-hexane)	0	0 b
No.33-36 (20% Et ₂ O/ n-hexane)	86	63.6 ± 26.1 a
No.37-40 (25% Et ₂ O/ n-hexane)	12	12.8 ± 15.8 b
2♀	5	14.4 ± 29.3 b
Test 3 (n=5)		
No.41-44 (30% Et ₂ O/ n-hexane)	74	20.4 ± 4.7 b
No.45-48 (35% Et ₂ O/ n-hexane)	30	7.0 ± 5.2 c
No.49-52 (40% Et ₂ O/ n-hexane)	69	17.4 ± 5.4 b
No.53-56 (45% Et ₂ O/ n-hexane)	152	44.7 ± 12.6 a
No.57-60 (50% Et ₂ O/ n-hexane)	2	0.5 ± 0.7 d
No.61-64 (Et ₂ O)	32	7.3 ± 8.1 c
2♀	9	2.7 ± 0.8 cd

¹⁾ Mean ± S.D. was derived from 10 replications. Data were transformed to arc sin √x prior to analysis, and the means followed by the same letter were not significantly different at 5% level according to DMRT.

示以 45% Et₂O/n-hexane 處理者，其誘蟲百分率 44.7%，顯著高於其他處理 ($F=24.67986$, d.f.=28, $p=.000000^*$)(表四)。



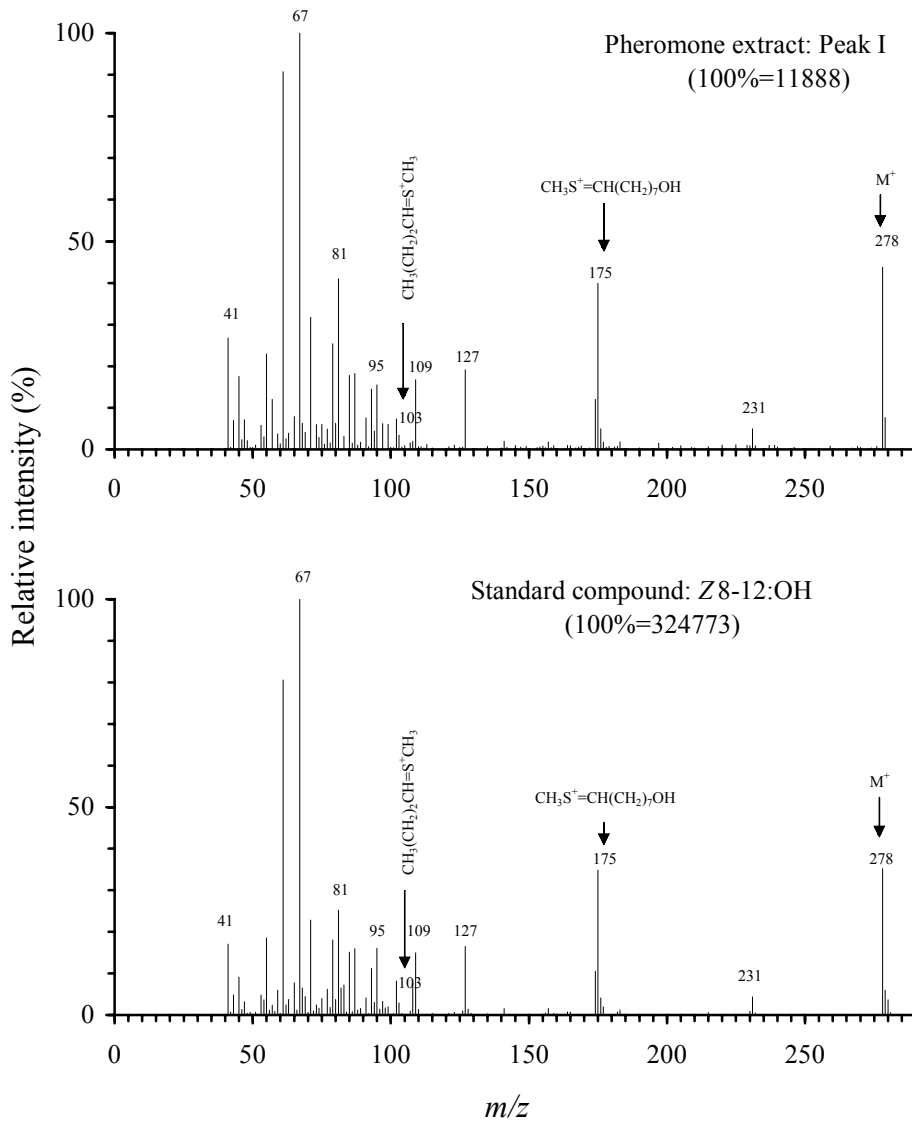
圖六 粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物所含之 Peak C 及標準品 Z8-12:Ac 之 DMDS 衍生物之 EI 質譜(70eV)。

Fig. 6. Comparison of EI (70eV) mass spectrum of DMDS derivative of the peak C of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1 to that of DMDS derivative of standard Z8-12:Ac.

三、鑑定的酯類及醇類化合物對粗腳姬捲葉蛾雄蛾之生物活性檢定

由費洛蒙萃取液中鑑定的 10 個成分為
A : 1-12:Ac、B : E8-12:Ac、C : Z8-12:Ac、
D : 1-14:Ac、E : 1-16:Ac、F : 1-18:Ac、G :

1-12:OH、H : E8-12:OH、I : Z8-12:OH、J :
1-18:OH 等。經六角型木質轉盤生物檢定，試驗一結果顯示成分 C (Z8-12:Ac)對粗腳姬捲葉蛾具誘蟲活性，六次重複誘蟲總數為 237 隻；成分 A、B、D、E 經六次重複均未誘到



圖七 粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物所含之 Peak I 及標準品 Z8-12:OH 之 DMDS 衍生物之 EI 質譜(70eV)。
 Fig. 7. Comparison of EI (70eV) mass spectrum of DMDS derivative of the peak I of the pheromone extract produced by the female of *Cryptophlebia ombrodelta* in Fig. 1. to that of DMDS derivative of standard Z8-12:OH.

蟲子。成分 F、G、H、I 於第二及三次試驗中僅分別抓到 1、4、2、1 隻，成分 J 未誘到蟲子，處女雌蟲共抓到 70 隻，顯示成分 A、B、D、E、F、G、H、I、J 對粗腳姬捲葉蛾不具誘蟲活性(表五)。

不同雙鍵位置之乙酸(Z)-十二烯-1-基酯

類似物對粗腳姬捲葉蛾之誘引性結果如表六。試驗結果顯示僅雙鑑位置在“8”者之成分 Z8-12:Ac 對粗腳姬捲葉蛾雄蛾具誘引性，此結果更進一步證實 Z8-12:Ac 為粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙成分之一。

表五 經鑑定雌蛾性費洛蒙萃取物內之十種成分對粗腳姬捲葉蛾雄蛾之誘蟲活性

Table 5. Catches of males in traps baited with 10 compounds identified from pheromone extract produced by females of *Cryptophlebia ombrodelta* in a turn-table bioassay

Compound	Total males caught
Test 1 (n=6)	
A: 1-dodecyl acetate (1-12:Ac)	0
B: (<i>E</i>)-8-dodecen-1-yl acetate (<i>E</i> 8-12:Ac)	0
C: (<i>Z</i>)-8-dodecen-1-yl acetate (<i>Z</i> 8-12:Ac)	237
D: 1-tetradecyl acetate (1-14:Ac)	0
E: 1-hexadecyl acetate (1-16:Ac)	0
Blank	0
Test 2 (n=4)	
F: 1-octadecyl acetate (1-18:Ac)	1
G: 1-dodecanol (1-12:OH)	2
H: (<i>E</i>)-8-dodecen-1-ol (<i>E</i> 8-12:OH)	2
I: (<i>Z</i>)-8-dodecen-1-ol (<i>Z</i> 8-12:OH)	0
J: 1-octadecanol (1-18:OH)	0
Blank	0
Test 3 (n=5)	
F: 1-octadecyl acetate (1-18:Ac)	0
G: 1-dodecanol (1-12:OH)	2
H: (<i>E</i>)-8-dodecen-1-ol (<i>E</i> 8-12:OH)	0
I: (<i>Z</i>)-8-dodecen-1-ol (<i>Z</i> 8-12:OH)	1
J: 1-octadecanol (1-18:OH)	0
Blank	0
2♀	70

表六 以六角型木質轉盤檢定乙酸(*Z*)-十二烯-1-基酯雙鍵不同位置對粗腳姬捲葉蛾之誘引力

Table 6. Catches of male *Cryptophlebia ombrodelta* moths in traps baited with a red septum containing 1 mg of *Z*-12:Ac with double bond at different sites in a turn table bioassay

Compound	Total male moth catch	% of total males caught
<i>Z</i> 7-12:Ac	1	0.2 ± 0.5
<i>Z</i> 8-12:Ac	327	99.8 ± 0.5
<i>Z</i> 9-12:Ac	0	0
Blank	0	0

討 論

在粗腳姬捲葉蛾雌蛾萃取物之分離與分析，共有 10 個成分由性費洛蒙萃取物分離出來，其中成分 A、B、C、D、E、F 為酯類化合物，成分 G、H、I、J 為醇類化合物。兩類

成分與標準品比對，有完整的層析滯留時間對照及 EI 質譜比對資料。惟由於性費洛蒙萃取物量少，僅成分 A、B、C、E 有完整的 CI 質譜比對資料與成分 B、C、I 有 DMDS 衍生物 EI 質譜比對資料。雖然如此，綜合以上試驗結果顯示粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙萃取物酯類

及醇類化合物成分 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J 等分別證實為 1-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:Ac、1-14:Ac、1-16:Ac、1-18:Ac、1-12:OH、E8-12:OH、Z8-12:OH、及 1-18:OH 等。

多篇文獻報導桃折心蟲性費洛蒙誘餌對粗腳姬捲葉蛾具誘蟲效果(Hung and Chiang, 2002; Chang, 1995; Jones and Caprio, 1992; Sinclair and Sinclair, 1980)。桃折心蟲性費洛蒙成分, Roelofs 等(1969)首先鑑定 Z8-12:Ac 為其性費洛蒙, Cardé 等(1979)於雌蛾分泌性費洛蒙時段, 以氣體吸附於玻璃管壁收集法, 分析鑑定含有四種成分 Z8-12:Ac、E8-12:Ac、Z8-12:OH 及 1-12:OH, 經生物檢定測試第四種成分 1-12:OH 不具誘蟲活性, 所以不認為是其性費洛蒙。Lacey 和 Sanders (1992)利用毛細管收集法, 分析單雌之分泌量與成分亦證實含有此四種成分, 唯主成分為 Z8-12:Ac 及 E8-12:Ac, 其比率為 95.8/4.2, 揮發速率為 8.48 ± 7.26 ng/hr, Z8-12:OH 及 1-12:OH 兩成分則相當微量。花姬捲葉蛾性費洛蒙成分經鑑定含有 Z8-12:Ac 及 Z8-12:OH, 其比例約為 1/2.7 (Hung *et al.*, 2001; Chu *et al.*, 2005)。粗腳姬捲葉蛾相近種類 *C. batrachopa* 及 *C. leucotreta* 其性費洛蒙成分, 兩者皆含 Z8-12:Ac 及 E8-12:Ac 兩種成分, 比例分別為 99.5/0.5、10/90 (Hall *et al.*, 1984)。胡桃果蛀蟲 *Ecdytoplopha torticornis* 其性費洛蒙主成分為 E8-12:Ac, 其餘成分 1-12:Ac、Z8-12:Ac、及 E8-12:OH 分別佔主成分的 11.3、4.1、及 2.5% (Chamberlain *et al.*, 2003)。由本試驗化學鑑定結果顯示粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙萃取液中亦含有 Z8-12:Ac、E8-12:Ac、1-12:Ac、Z8-12:OH、E8-12:OH 及 1-12:OH 等六種已證實為其他害蟲之費洛蒙成分, 其中以成分 Z8-12:Ac 含量最多, 六種成分比例約為 96/4/30/10/1/2。本

試驗由轉盤生物檢定法已證實 Z8-12:Ac 為粗腳姬捲葉蛾性費洛蒙主成分, 其他 5 種成分是否亦為粗腳姬捲葉蛾費洛蒙成分, 有待進一步誘蟲活性檢定試驗來釐清。

由化學分析之費洛蒙萃取液分離液顯示含酯類化合物出現於 3% Et₂O/*n*-hexane 及 4% Et₂O/*n*-hexane 之分離液, 含醇類化合物出現於 20% Et₂O/*n*-hexane 及 25% Et₂O/*n*-hexane 之分離液。由萃取物分離液生物檢定結果顯示具有誘蟲活性的分離液, 於 test 1 有 2% Et₂O/*n*-hexane、3% Et₂O/*n*-hexane 及 4% Et₂O/*n*-hexane。於 test 2 有 20% Et₂O/*n*-hexane 及 25% Et₂O/*n*-hexane。於 test 3 有 30% Et₂O/*n*-hexane、40% Et₂O/*n*-hexane 及 45% Et₂O/*n*-hexane 等費洛蒙分離液對粗腳姬捲葉蛾具誘蟲活性。以在含酯類 2% Et₂O/*n*-hexane 及含醇類 20% Et₂O/*n*-hexane, 以及在 45% Et₂O/*n*-hexane 之費洛蒙分離液對粗腳姬捲葉蛾具較佳之誘蟲活性(表四)。而由合成品生物檢定結果顯示僅雙鍵位置在“8”的 Z8-12:Ac 對粗腳姬捲葉蛾才具誘蟲活性(表六), 醇類化合物對雄蟲不具誘蟲活性(表五)。因此, 進一步將已作成之含費洛蒙萃取液分離液之塑膠微管誘餌, 再經沖提, 經以 GC 比對滯留時間, 初步顯示在 2、20 及 45% Et₂O/*n*-hexane 似均含 Z8-12:Ac 成分, 惟真正的誘蟲成分仍需進一步確認之。

綜合以上化學分析及生物檢定結果, 證實 Z8-12:Ac 為粗腳姬捲葉蛾的性費洛蒙主成分。至於另五個成分 E8-12:Ac、1-12:Ac、Z8-12:OH、E8-12:OH 及 1-12:OH 曾被報導為其他害蟲費洛蒙(Roelofs *et al.*, 1969; Cardé *et al.*, 1979; Lacey and Sanders, 1992; Hung *et al.*, 2001; Chu *et al.*, 2005; Hall *et al.*, 1984; Chamberlain *et al.*, 2003), 其是否為粗腳姬捲葉蛾的性費洛蒙成

分，另其他四個成分 1-14:Ac、1-16:Ac、1-18:Ac 及 1-18:OH 等是否為其性費洛蒙成分，對性費洛蒙的誘引影響如何，均需進一步進行生物檢定及田間誘蟲試驗，或利用氣體吸附方法收集性費洛蒙氣體深入探討。

致 謝

本研究承本所 1997 (八六藥試-藥-28)、1998、1999、2004 (93 農科-1.8.1-藥-P3)及 2005 (94 農科-13.2.1 藥-P2)等科技計畫補助經費。試驗期間承本所試驗人員林信宏、洪舜仁先生協助試驗蟲源飼育及化合物生物活性檢定，謹此一併致謝。

引用文獻

- Ando, T., S. Yoshida, S. Tatsuki, and N. Takahashi.** 1977. Sex attractants for male Lepidoptera. *Agr. Biol. Chem.* 41: 1485-1492.
- Buser, H. R., H. Arn, P. Guerin and S. Rauscher.** 1983. Determination of double bond position in mono-unsaturated acetates by mass spectrometry of dimethyl disulfide adducts. *Anal. Chem.* 55: 818-822.
- Cardé, A. M., T. C. Baker, and R. T. Carde.** 1979. Identification of a four-component sex pheromone of the female oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Chem. Ecol.* 5: 423-427.
- Chamberlain, D. J., P. S. Beevor, A. Cork, and D. R. Hall.** 2003. (*E*)-8-dodecenyl acetate: major component of the female sex pheromone of a macadamia nut borer, *Ecdytolopha torticornis*. *Entomol. Exp. Appl.* 107: 91-93.
- Chang, V. C. S.** 1995. Trapping *Cryptophlebia illepidata* and *C. ombrodelta* (Lepidoptera: Tortricidae) in macadamia in Hawaii. *Int. J. Pest Manage.* 41: 50-54.
- Chang, T. C. and C. C. Chen.** 1989. Observation of three lepidopterous pests attacking leguminous vegetables in Taiwan. *Res. Bull. Taichung District Agr. Res. Ext. S.* 24: 21-29. (in Chinese)
- Chu, T. Y., C. C. Hung, C. Y. Hsu.** 2005. Solid-phase microextraction for the investigation of sex pheromone of *Eucosma notanthes* Meyrick. *Talanta* 65: 743-749.
- Follett, P. A. and R. A. Lower.** 2000. Irradiation to ensure quarantine security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in Sapindaceous fruits from Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 93: 1848-1854.
- Follett, P. A. and S. S. Sanxter.** 2001. Hot water immersion to ensure quarantine security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in Lychee and Longan exported from Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 94: 1292-1295.
- Hall D. R., P. S. Beevor, A. Cork, B. F. Nesbitt, and E. La Croix.** 1984. (*Z*)-8-Dodecenyl acetate: the major component of the female sex pheromone of *Cryptophlebia batrachopa*, a tortricid pest of macadamia in Malawi. *Entomol.*

- Exp. App. 35: 33-36.
- Harrison, A. G.** 1992. Chemical ionization mass spectrometry. CRC Press Inc. U. S. pp. 125-137.
- Ho, K. Y.** 1985. Preliminary report on the carambola fruit borers and their control. Plant Prot. Bull. (R. O. C.) 27: 53-62. (in Chinese)
- Howse, P., I. Stevens, and O. Jonse.** 1998. Insect Pheromone and Their Use in Pest Management. London, Chapman and Hall Press, 369pp.
- Hung, C. C. and B.Y. Chiang.** 2002. Trapping effect of different formulation lures and various trap forms on three species olethreutid moths at peach orchards in Taiwan. Plant Prot. Bull. (R. O. C.) 44: 353. (in Chinese)
- Hung, C. C. and J. S. Hwang.** 1991. Mass rearing method of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Chinese J. Entomol. 11: 204-212. (in Chinese)
- Hung, C. C., J. S. Hwang, M. D. Hung, Y. P. Yen, and R. F. Hou.** 2001. Isolation, identification and field tests of the sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*. J. Chem. Ecol. 27: 1855-1866.
- Hung, C. C., J. S. Hwang, and R. F. Hou.** 1998. Artificial rearing of macadamia nut borer (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower)) and its eclosion and mating behavior. Plant Prot. Bull. (R. O. C.) 40: 297-307. (in Chinese)
- Hung, C. C., J. S. Hwang, and R. F. Hou.** 1999. Comparison of bioassay methods for attractiveness of sex pheromone components to carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick. Plant Prot. Bull. (R. O. C.) 41: 165-177. (in Chinese)
- Hwang, J. S., C. C. Hung, C. C. Lo and M. D. Hung.** 1987. Sex attractant for two carambola fruit borers, *Eucosma notanthes* Meyrick and *Cryptophlebia ombrodelta* Lower. Plant Prot. Bull. (R. O. C.) 29: 321-323. (in Chinese)
- Ironside, D. A.** 1974. Biology of macadamia nut borer (*Cryptophlebia ombrodelta*). Queensland J. Agric. Anim. Sci. 31: 201-212.
- Jones, V. P.** 1994a. Feeding by *Cryptophlebia illepida* and *C. ombrodelta* (Lepidoptera: Tortricidae) on macadamia nut abortion. J. Econ. Entomol. 87: 781-786.
- Jones, V. P.** 1994b. Oviposition patterns of koa seedworm and litchi fruit moth on macadamia and litchi in Hawaii. J. Econ. Entomol. 87: 1278-1284.
- Jones, V. P. and L. C. Caprio.** 1992. Damage estimates and population trends of insects attacking seven macadamia cultivars in Hawaii. J. Econ. Entomol. 85: 1844-1890.
- Kydonieus, A. F., M. Beroza, and G. Zwig.** 1982a. Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. I. CRC Press, Inc. 274pp.
- Kydonieus, A. F., M. Beroza, and G. Zwig.** 1982b. Insect suppression with controlled release pheromone systems.

- Vol. II. CRC Press, Inc. 312pp.
- Lacey, M. J. and C. J. Sanders.** 1992. Chemical composition of sex pheromone of Oriental fruit moth and rates of release by individual female moths. *J. Chem. Ecol.* 18: 1421-1435.
- Leonhardt, B. A. and E.D. DeVilbiss.** 1985. Separation and double-bond determination on nanogram quantities of aliphatic monounsaturated alcohols, aldehydes and carboxylic acid methyl esters. *J. Chromatogr.* 322: 484-490.
- Lingappa, S. and C. Siddappaji.** 1981. Note on the biology of tamarind fruit-borer, (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower) (Lepidoptera: Olethreutidae) in India. *India J. Agr. Sci.* 51: 467-470.
- McQUATE, G. T., P. A. Follett, and J. M. Yoshimoto.** 2000. Field infestation of rambutan fruits by internal-feeding pests in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 93: 846-851.
- Mitchell, W. C.** 1973. Pheromones and insect control. Proceedings of 13th Annual Meeting of Hawaii Macadamia Nut Association, pp. 29-33.
- Roelofs, W. T., Comeau, A. and Selle, R.** 1969. Sex pheromone of the Oriental fruit moth. *Nature* 224: 723.
- Sinclair, E. R. and P. Sinclair.** 1980. Trapping adult macadamia nut borer, *Cryptophlebia ombrodelta* (Lower) (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Aus. Entomol. Soc.* 19: 211-216.

收件日期：2006年10月12日

接受日期：2007年5月16日

Identification of Ester and Alcohol Components from the Extract of a Female's Abdominal Tip of the Macadamia Nut Borer, *Cryptophlebia ombrodelta*(Lower), and its Attractiveness to Males

Ming-Der Hung, Ching-Yi Hung Division of Pesticide Chemistry, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, COA, Wufeng, Taichung, Taiwan 41358, ROC

Chau-Chin Hung*, Wen-Lung Wang Division of Bio-pesticide, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, COA, Wufeng, Taichung, Taiwan 41358, ROC

ABSTRACT

Identification of ester and alcohol components from the extract of the female's abdominal tip of the macadamia nut borer (MNB), *Cryptophlebia ombrodelta* (Lower), was conducted by GC, GC-EIMS, and GC-CIMS, and DMDS derivatives analysis. Ten compounds were identified as follows: (*Z*)-8-dodecen-1-yl acetate (*Z*8-12:Ac), (*E*)-8-dodecen-1-yl acetate (*E*8-12:Ac), 1-dodecyl acetate (1-12:Ac), 1-tetradecyl acetate (1-14:Ac), 1-hexadecyl acetate (1-16:Ac), 1-octadecyl acetate (1-18:Ac), (*Z*)-8-dodecen-1-ol (*Z*8-12:OH), (*E*)-8-dodecen-1-ol (*E*8-12:OH), 1-dodecanol (1-12:OH), and 1-octadecanol (1-18:OH). Results of the turntable bioassay showed that fractional collections from the extract of the female's abdominal tip of the MNB have significant attractiveness on the male MNB. However, when ten authentic compounds identified from the extract of the female's abdominal tip of MNB were further tested by turntable bioassay, only *Z*8-12:Ac was found to be effective on the male MNB. Consequently, *Z*8-12:Ac can be concluded to be a major component of the sex pheromone of the female MNB.

Key words: *Cryptophlebia ombrodelta*, identification of sex pheromone, (*Z*)-8-dodecen-1-yl acetate (*Z*8-12:Ac)