



松斑天牛(*Monochamus alternatus* Hope)

誘引劑之研發

黃振聲^{1*} 劉嘉慧¹ 蕭祺暉²

¹台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

²台北市 行政院農業委員會林務局

(接受日期：89年3月28日)

摘 要

黃振聲、劉嘉慧、蕭祺暉 2000 松斑天牛(*Monochamus alternatus* Hope)誘引劑之研發 植保會刊 42: 115-123

松斑天牛 (*Monochamus alternatus* Hope) 是松材線蟲 (*Bursaphelenchus xylophilus*(Steiner & Buhner) Nickle) 引起松樹萎凋病 (pine wilt disease) 的主要媒介昆蟲。因此，本研究擬研發松斑天牛的誘引劑配方，用以監測松斑天牛的發生時期、發生數量及遷移行為習性，並能進一步誘殺該媒介昆蟲，以便有效地減緩松樹萎凋病之蔓延。經於南投縣仁愛鄉親愛村奧萬大森林遊樂區之松林內進行誘蟲試驗，結果顯示供試 10 餘種自製誘引劑配方及 2 種日本商品化誘引劑 (Madalacol 及 Hodron) 中，以自製誘引劑配方 H-8 及 H-9 對松斑天牛之誘引效果較 2 種日本商品化的誘引劑為佳，且價格較便宜，未來在松斑天牛防治上頗有應用潛力。另誘引劑除可誘捕松斑天牛外，尚可捕獲台灣矢尾天牛 (*Uraecha angusta* (Pascoe))、大白天牛 (*Olenecamptus cretaceus marginatus* Schwarzer)、臺灣紅星天牛 (*Rosalia (Euybatus) formosa conviva* Csik)、甲仙虎天牛 (*Xylotrechus atronotatus* Pic) 等。由誘捕試驗與網室調查結果顯示於台灣中部地區，松斑天牛成蟲主要發生期為 4 至 9 月間，且一年只發生一代。

(關鍵詞：松斑天牛、誘引劑)

緒 言

松材線蟲 (*Bursaphelenchus xylophilus*

(Steiner & Buhner) Nickle) 所引起的松樹萎凋病 (pine wilt disease)，自民國 74 年於台灣台北縣石門鄉首次發生，經十餘年的傳播

蔓延，至今已擴展包括桃園、新竹、苗栗、台中、嘉義、台南、花蓮、台東等縣均傳出發生該病害的報導，甚至金門與馬祖離島亦難逃本病的侵害，受害樹種從早期的琉球松和黑松擴展到台灣二葉松和濕地松，受害松林面積至少有四千公頃，若無適當的防治對策，目前國有松林面積約十一萬公頃將面臨遭受松材線蟲危害而萎凋枯死的命運^(4, 6, 7, 10, 11, 12)。松材線蟲必需依賴主要的媒介昆蟲—松斑天牛 (*Monochamus alternatus* Hope) 始能在松樹間傳播病害^(6, 7, 18)，因此，有效控制松樹萎凋病蔓延的方法，除了需從松材線蟲著手外，如何控制松斑天牛的族群發生亦是重要課題。

前人曾發現剛罹病的松樹或新鮮的伐木對松斑天牛雌、雄成蟲具誘引性，因此，日本早先曾利用伐木來做為作物陷阱 (crop trapping)，並於伐木誘餌週圍 5 m 之範圍內撒佈殺蟲劑以殺死誘引來的松斑天牛成蟲⁽²⁾。後來則改用巴拉刈 (paraquat)、乙醇 (ethanol) 及丙酮 (acetone) 處理活的松樹的樹幹，以使松樹能對松斑天牛產生誘引性，以誘殺松斑天牛^(2, 13, 14, 15, 16)。日本自

1967 至 1980 年間，曾陸續發展商品化的松斑天牛誘引劑，包括:T-7.5-E (松脂油+有機溶劑)、T-7.5-G (松脂油+ γ -BHC+有機溶劑)、Hodron HA-1 (benzoic acid + eugenol + isopropanol)、Madalacol (pinene + ethanol) 等，以供誘殺天牛之用⁽³⁾。Ikeda *et al.* (1980)更進一步報告松木中對松斑天牛有誘引作用的揮發性物質，主要是 11 種單帖類 (monoterpene) 及乙醇，而乙醇是作為增效劑 (synergist)⁽¹⁷⁾。中國大陸自 1982 年首次於江蘇省南京市發生松材線蟲造成松樹萎凋病後，亦積極研發松斑天牛的誘引劑，據報告稱其自行配製的誘引劑較日本商品化的誘引劑 (Hodron) 誘捕松斑天牛之效果更佳⁽⁹⁾。

因此，本研究擬參考前述已商品化的誘引劑及根據已報告有誘引作用的組成分，自行配製各種松斑天牛的誘引劑配方，於松林中進行誘蟲試驗，期能研發可資應用的松斑天牛誘引劑，用以監測松斑天牛的發生時期、發生數量及遷移行為習性，並能進一步以誘引劑來誘殺防治該媒介昆蟲，以便有效地減緩松樹萎凋病之蔓延。

表一、供試化學品及其來源

Table 1. Sources and purity of chemicals used

Chemicals	Purity (%)	Sources
1. Rosin	-	Aldrich
2. Ethanol	99.5	Showa
3. 1-Heptanol	99.0	Lancaster
4. Heptane	HPLC grade	Tedia
5. Benzoic acid	99.5	Showa
6. Eugenol	99.0	Aldrich
7. Isopropanol	ACS grade	Fisher
8. α -Pinene	98.0	Aldrich
9. β -Pinene	98.0	Aldrich
10. Madalacol	Commercialized	サンケイ化學
11. Hodron	Commercialized	井筒屋化學
12. Turpentine	-	Tian-Feng Brand
13. Rosin water	-	Let-Jiuh Brand

材料與方法

供試化學品及誘引劑配製：

供試化學品及商品化誘引劑來源如表一所示。自製誘引劑係將前述化學品依表二所列各種供試誘引劑配方調配後，以 1 ml 劑量裝填於小塑膠管內 (AxyGen, Inc. USA, MCT-175, 1.7 ml microtubes)，小塑膠管之瓶蓋中央打一 0.5 mm 小洞，使誘引物質可

發散出來，做成誘引源。或者將調配好的誘引劑配方 (H-4~H-9)，以 20 ml 劑量裝填於直徑 3 cm 高 5 cm 之黑色塑膠盒內，盒內置放適量的脫脂棉花以吸附誘引劑，另於塑膠盒周邊打 1~3 mm 小洞，使誘引物質可發散出來；有時視需要將前述塑膠盒二個 (內含不同誘引劑配方) 重疊，重疊處以膠帶黏合固定，做成誘引源。

表二、供試自製誘引劑配方¹⁾

Table 2. Composition of self-prepared attractants used for field test¹⁾

1. Turpentine
2. Rosin water
3. Rosin/Ethanol=1/1
4. 1-Heptanol/Heptane=1/1
5. Benzoic acid/ α -Pinene/1-Heptanol/Heptane=1/4/4/4
6. Rosin/Ethanol/ Turpentine=1/1/2
7. H-1~H-3²⁾
8. H-4~H-9²⁾

¹⁾ The tested attractants of 1 to 7 were applied by 1cc, and those of 8 were applied by 20 ml.

²⁾ The composition of H-1~H-9 attractants included α -pinene, β -pinene, (+)camphene, β -myrcene, α -terpinene, (R)-(+)-limonene, γ -terpinene, *p*-cymene, ethanol, benzoic acid, eugenol, 2-propanol, etc.

誘蟲器組合及設置：

將前述自製的誘引劑懸掛於黏膠盒型誘蟲器 (台北甲富公司出品) (圖一、A)；日本商品化誘引劑則依說明書將誘引劑裝置於各自的誘蟲器內 (圖一、B 和 C)。誘蟲試驗係於南投縣仁愛鄉親愛村奧萬大森林遊樂區之松林內進行，於選定位置地上先豎立可伸縮之鋁製桿子，並以膠帶將桿子固定於松樹樹幹上，將含誘引劑之誘蟲器懸掛於桿子掛鉤上，再伸長鋁製桿子達 2~3 m 高，不同誘蟲器間相距約 10~20 m。每次試驗每一地點設立含供試誘引劑之誘蟲器各一個，並以空白誘蟲器做對照組，試驗開始後每個月定期做調查，依天牛圖鑑鑑定記錄各誘蟲器所誘捕之天牛種類及蟲數^(1, 5)，更新誘引劑及誘蟲器，同時輪換誘蟲器之位

置。

網室內為害松木昆蟲種類及其羽化期調查：

民國 87 年 10 月 1~12 日於仁愛鄉大同村濁水溪事業區 36 林班地，砍伐枯木二葉松 5 株 (材積共 1.76 m³)，將砍伐木鋸成 60~100 cm 斷木，運至南投林區管理處埔里工作站，存放於網室內 (長 3 m，寬 2.5 m，高 2 m)，任由斷木內昆蟲自然生長發育，並以溫濕度自計器記錄網室內溫濕度，待有成蟲羽化則記錄羽化日期及昆蟲種類。

結果與結論

不同誘引劑對松斑天牛之誘捕效果：

表二中 1-6 共六種供試誘引劑於民國

86 年 9 月 5 日至 11 月 5 日 (調查 3 次) 分別於奧萬大森林遊樂區的平台區及松林區進行誘蟲試驗, 結果顯示六種供試誘引物質均無誘捕到天牛類昆蟲, 惟可誘捕到其他鞘翅目昆蟲, 如小蠹蟲、象鼻蟲、叩頭蟲、吉丁蟲、步行蟲、金龜子等, 且可誘捕到虎頭蜂。另於民國 86 年 11 月 5 日至 87 年 3 月 23 日 (調查 3 次), 將含誘引劑配方 H-1、H-2、H-3 及日本商品化誘引劑 Madalacol (有棉球及腊塊兩種劑型) 等五種誘蟲器及空白對照組, 設立於松林區進行誘蟲試驗, 結果顯示五種供試誘引劑均無誘捕到天牛類昆蟲, 惟可誘捕到前述各種鞘翅目昆蟲, 此時未能誘捕到虎頭蜂, 可能係因時值冬季天氣寒冷之故。再次於民國 87 年 3 月 23 日至 7 月 2 日 (調查 3 次), 將含誘引劑配方 H-4、H-5、H-6、H-7 及日本商品化誘引劑 Madalacol (腊塊劑型) 等五種誘蟲器及空白對照組, 設立於松林區進行誘蟲試驗, 結果顯示五種供試誘引劑中, H-5 曾於 7 月 2 日誘捕 1 隻台灣矢尾天牛 (*Uraecha angusta* (Pascoe)), H-7 曾於 5 月 14 日誘捕

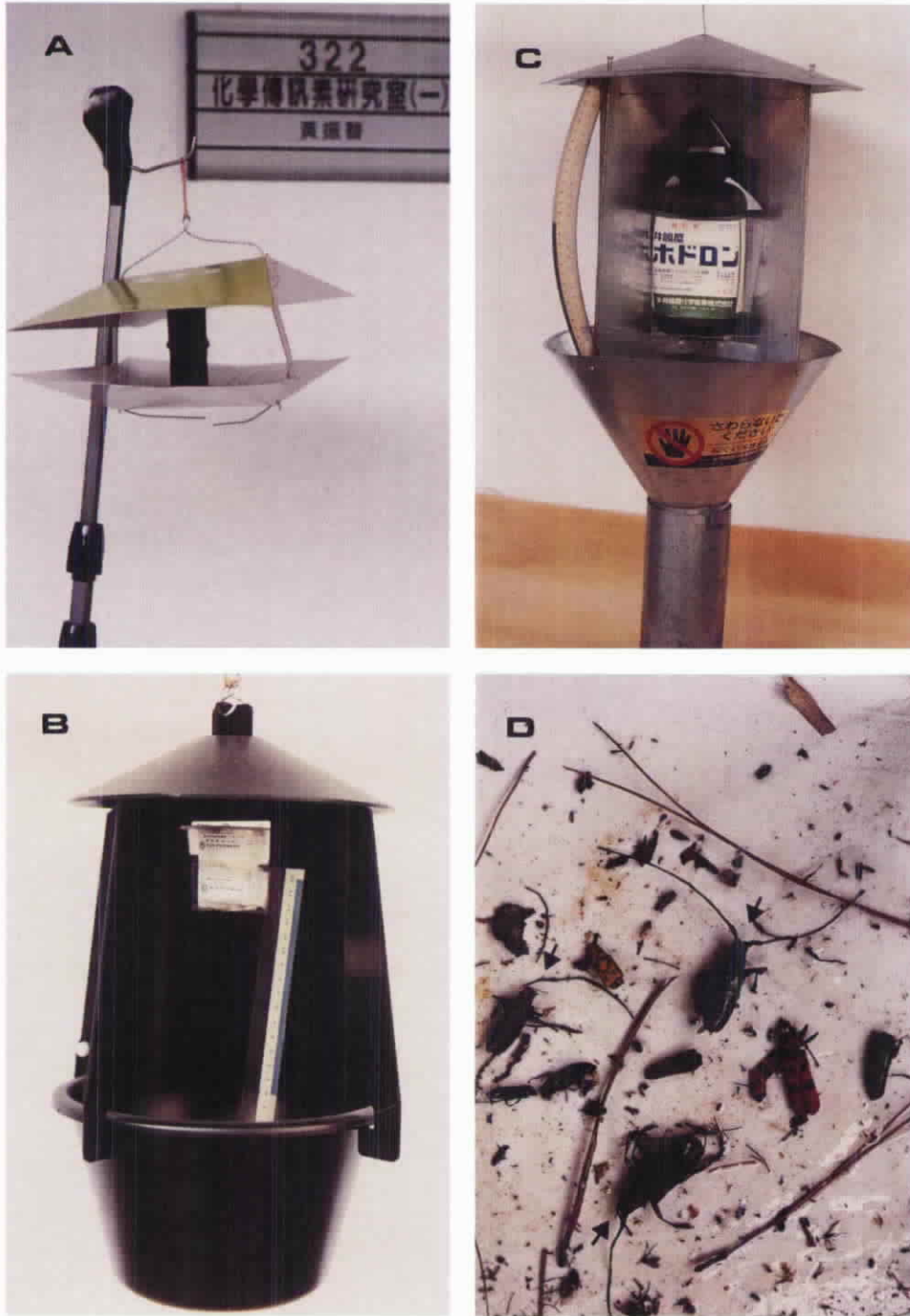
1 隻虎天牛, 其餘誘引劑均無誘捕到天牛類昆蟲, 惟可誘捕到前述各種鞘翅目昆蟲, 此時可誘捕到虎頭蜂。

由於前述三次試驗的結果與經驗, 乃調整自製誘引劑的配方為 H-8 及 H-9, 並與購自日本二種商品化的誘引劑 Madalacol 及 Hodron, 共四種誘引劑及一空白對照組, 於民國 87 年 3 月 23 日至民國 88 年 11 月 5 日, 分別於奧萬大松林區、楓林區及溪邊區, 進行誘蟲試驗。H-8、H-9、Madalacol 及 Hodron 等四種誘引劑於奧萬大地區誘捕天牛結果如表三。概括而言, 四種誘引劑除可誘捕到如前述誘引劑配方可誘捕到的多種鞘翅目昆蟲外, 對誘捕天牛種類而言, 可誘捕到松斑天牛 (圖一、D)、台灣矢尾天牛、大白天牛 (*Olenecamptus cretaceus marginatus* Schwarzer)、臺灣紅星天牛 (*Rosalia (Euybatus) formosa conviva* Csik)、甲仙虎天牛 (*Xylotrechus atronotatus* Pic)、胸紋赤虎天牛 (*Xylotrechus atronotatus* Pic) 及多種未知名天牛與虎天牛等。

表三、於奧萬大以不同誘引劑誘捕天牛結果

Table 3. Numbers of cerambicid species caught by different attractants on Ouwanta forest recreation area in 1998 and 1999

Species	No. cerambicid beetle caught by attractants in different year				
	H8	H9	Madalacol	Hodron	Total
	1998/1999	1998/1999	1998/1999	1998/1999	1998/1999
<i>Monochamus alternatus</i> Hope	1/7	8/6	1/0	0/0	10/13
<i>Uraecha angusta</i> (Pascoe)	1/2	3/2	2/0	16/13	22/17
<i>Olenecamptus cretaceus marginatus</i> Schwarzer	2/3	1/0	0/0	4/0	7/3
<i>Rosalia (Euybatus) formosa conviva</i> Csik	0/0	0/0	0/0	2/6	2/6
<i>Xylotrechus atronotatus</i> Pic	0/0	0/0	0/0	6/4	6/4



圖一、供試三種誘蟲器型式：A 為含自製誘引劑的誘蟲器；B 為含日本商品化 Madalacol 的誘蟲器；C 為含日本商品化 Hodron 的誘蟲器；D 為松斑天牛被誘捕狀。

Fig. 1. Three types of trap designs used to catch *Monochamus alternatus*. (A: Wing sticky trap baited with self-prepared attractants; B and C: Commercialized Madalacol and Hodron traps from Japan; D showed that *M. alternatus* adults were trapped.)

比較 H-8、H-9、Madalacol 及 Hodron 等四種誘引劑對松斑天牛的誘捕效果如表四，表四中民國 87 年結果顯示誘引劑配方 H-9 誘捕松斑天牛最高為 8 隻，H-8 及 Madalacol 分別誘捕到 1 隻松斑天牛，Hodron 及空白對照組則未誘捕到松斑天牛；表四誘捕資料亦顯示奧萬大溪邊區之松斑天牛之族群密度較其它試驗區為高之現象。民國 88 年四種誘引劑誘捕天牛的結果與民國 87 年者相似，針對松斑天牛而言，自製誘引劑配方 H-8 及 H-9 分別誘捕松斑天牛 7 及 6 隻（表四），Madalacol、Hodron 及空白對照組則未能誘捕到松斑天牛（表四）；民國 88 年誘捕結果亦顯示奧萬大溪邊區之松斑天牛之族群密度較其他試驗區為高之現象（表四）。奧萬大森林遊樂區內之松林區、楓林區及溪邊區均遠離遊客住宿區約 1-2 公里，且誘蟲器均懸掛於松林內，因此，推測溪邊區誘捕較多的松斑天牛成蟲，

不受到燈光誘集及地處空曠的影響。

誘引劑於奧萬大於不同時間誘捕松斑天牛之族群動態如表五。表五結果顯示民國 87 年 5 月下旬至 6 月間誘捕到第 1 隻松斑天牛，7 月間誘捕到 2 隻松斑天牛，8 月上旬誘捕到 3 隻松斑天牛，8 及 9 月間誘捕到 4 隻松斑天牛，9 月 17 日以後至 12 月 28 日均無誘捕到松斑天牛。民國 88 年松斑天牛之族群動態與民國 87 年者相似，民國 88 年 5 月下旬至 6 月上旬第一次誘捕到 4 隻松斑天牛，6 月中、下旬誘捕到 1 隻松斑天牛，7 及 8 月間分別誘捕到 3 及 1 隻松斑天牛，9 月間誘捕到 4 隻松斑天牛，以後則無誘到松斑天牛。因此推測於台灣中部地區松斑天牛成蟲發生期約在 5~9 月間，且一年只發生一代。楚南仁博亦報告於台北地區松斑天牛一年發生一代，惟報告成蟲發生期在 6~10 月間⁽⁸⁾。

表四、於奧萬大以不同誘引劑誘捕松斑天牛結果

Table 4. Results of various attractants used to catch *Monochamus alternatus* in Ouwanta forest recreation area

Attractant	No. <i>M. alternatus</i> caught			
	Pine area	Maple area	Riverside area	Total
(May to Sept., 1998)				
H-8	1	0	0	1
H-9	1	0	7	8
Madalacol	1	0	0	1
Hodron	0	0	0	0
Blank	0	0	0	0
Total	3	0	7	10
(May to Sept., 1999)				
H-8	0	1	6	7
H-9	1	0	5	6
Madalacol	0	0	0	0
Hodron	0	0	0	0
Blank	0	0	0	0
Total	1	1	11	13

表五、於奧萬大以誘引劑誘捕松斑天牛之族群動態

Table 5. Numbers of *Monochamus alternatus* caught by attractant on different time in Ouwanta forest recreation area

Trapping period	No. <i>M. alternatus</i> caught		
	Female adult	Male adult	Total
1998/03/23~05/14	0	0	0
05/14~05/25	0	0	0
05/25~07/02	1	0	1
07/02~07/15	1	0	1
07/15~07/29	0	1	1
07/29~08/17	2	1	3
08/17~09/17	2	2	4
09/17~10/23	0	0	0
10/23~11/25	0	0	0
11/25~12/28	0	0	0
Total	6	4	10
1999/03/03~04/05	0	0	0
04/05~05/05	0	0	0
05/05~05/25	0	0	0
05/25~06/10	1	3	4
06/10~06/29	1	0	1
06/29~07/26	2	0	2
07/26~08/05	1	0	1
08/05~08/31	1	0	1
08/31~09/24	3	1	4
09/24~11/05	0	0	0
Total	9	4	13

網室內為害松木昆蟲種類及其羽化期調查結果：

民國 87 年 10 月 1~12 日於仁愛鄉大同村砍伐的二葉松，於民國 88 年 4 月 20 日第一隻松斑天牛羽化出現，4 月 24 與 26 日、5 月 11 與 20 日、6 月 7 日、7 月 15 日及 9 月 3 與 22 日各有 1 隻松斑天牛羽化出現，以後則無松斑天牛羽化出現。

綜合上述民國 87 及 88 年二年誘蟲試驗結果均顯示，自製誘引劑配方 H-8 及 H-9 對松斑天牛之誘引效果顯著較二種日本商品化的誘引劑為佳，自製松斑天牛誘引劑價格約新台幣 100 元，而日本商品化的誘引劑價格約 1,000 元，顯然自製誘引劑較日本商

品化的誘引劑便宜且有效，未來在松斑天牛防治上頗有應用潛力，如可利用松斑天牛的誘引劑用來監測松林內松斑天牛的發生時期及飛行分散距離，以決定採行防治之時機及處理之範圍；用來標定松林內松斑天牛的發生區域，再檢測捕獲的松斑天牛是否攜帶線蟲，以預測松樹萎凋病可能發生的區域；用來調查施藥前、後之松斑天牛之族群密度，以評估防治處理之有效程度；用來誘殺部份的松斑天牛，以降低減緩松樹萎凋病之蔓延等。

另外，誘蟲資料顯示奧萬大溪邊區之松斑天牛之族群密度較松林區及楓林區為高之現象，需注意該地區松樹萎凋病疫情之發生。誘蟲資料亦顯示松斑天牛成蟲發生期約

在5月下旬至9月下旬間，而網室調查結果顯示松斑天牛成蟲羽化期約在4月下旬至9月下旬間，兩種調查結果顯然有一個月時差，推測是埔里地區氣溫較奧萬大為高，致松斑天牛成蟲自松木羽化出現提早，或因松斑天牛成蟲自松木羽化出現後需經一個月的取食成熟，始對誘引劑有反應而被誘捕之故，此有待將來試驗證實。由誘蟲資料與網室調查結果推測於台灣中部地區，松斑天牛成蟲發生期約在4~9月間，且一年只發生一代。

謝 辭

本研究承行政院農業委員會林務局補助部份經費，本所李國欽所長提供寶貴意見，試驗期間承吾師台灣大學朱耀沂教授與農業試驗所顏志恒博士提供日本方面的文獻與寶貴意見及林務局南投林區管理處王金利課長及林斯幹先生鼎力協助，謹此一併誌謝。

引用文獻

1. 余清金、奈良一。1998。台灣的天牛(彩色圖鑑)。木生昆蟲博物館印行，埔里，台灣，111頁。
2. 岸洋一。1988。フツ材線蟲病-松くソ蟲-精説。二鶴堂印刷所，東京都，292頁。
3. 林業科學技術振興所。1982。森林病蟲獸害防除技術。全國森林病蟲獸害防除協會，東京都，351頁。
4. 張東柱。1997。林木病蟲害研討會論文集。中華林學會、台灣省林試所，105頁。
5. 張書忱。1969。台灣產為害松樹天牛類。中華林學季刊 2(4)10-34。
6. 張瑞璋、曾顯雄、顏志恒。1997。松材線蟲防治手冊。台灣省林試所，42頁。
7. 曾顯雄、朱耀沂。1986。松材線蟲病及防治對策。台灣省林務局，28頁。
8. 楚南仁博。1925。害虫とレこ新に追加する四種天牛。台灣農事報 19: 770-780。
9. 楊寶君、朱克恭、周元生、朱正昌、嚴敖全。1995。中國松材線蟲病的流行與治理。中國林業出版社，南京林業大學印刷廠，319頁。
10. 顏志恒、曾顯雄。1996。黑松萎凋病複合病因之探討。植保會刊 38: 215-224。
11. 顏志恒、曾顯雄。1996。松樹萎凋病藥劑防治之探討。植保會刊 38: 225-234。
12. 蕭祺暉。1995。松材線蟲引起松樹萎凋病害之探討。台灣農業 31: 83-89。
13. Goldman, S. E., Cleveland, G. D., and Parker, J. A. 1978. Beetle response to slash pines treated with paraquat to induce light wood formation. *Enviro. Ent.* 7: 372-374.
14. Ikeda, T. 1984. Integrated pest management of Japanese pine wilt disease. *Eur. J. For. Pathol.* 14: 398-414.
15. Ikeda, T., and Oda, K. 1980. The occurrence of attractiveness for *Monochamus alternatus* Hope. in nematode-infected pine trees. *J. Jap. For. Soc.* 64: 201-207.
16. Ikeda, T., Yamane, A., Enda, N., and Matsuura, K. 1981. Attractiveness of chemically-treated pine trees for *Monochamus alternatus* Hope. *J. Jap. For. Soc.* 63: 201-207.
17. Ikeda, T., Enda, N., Yamane, A., Oda, K., and Toyoda, T. 1980. Attractants for the Japanese sawyer *Monochamus alternatus* Hope. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 15: 358-361.
18. Kobayashi, F., Yamane, A., and Ikeda, T. 1984. The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease. *Ann. Rev. Ent.* 29: 115-135.

ABSTRACT

Hwang, J. S.^{1*}, Liu, C. H.¹, and Hsiao, C. H.² 2000. Studies on attractants for the pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope. Plant Prot. Bull. 42: 115 - 123 (¹Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, COA, Wufeng, Taichang, Taiwan, R. O. C. ²Forestry Bureau, COA, Taipei, R. O. C.)

The pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope, is well known as a major vector insect of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle, which causes pine wilt disease. Therefore, the purpose of this study is to develop an effective attractant for monitoring the occurrence of *M. alternatus*, and to be used in the integrated pest management of this vector insect. More than ten kinds of self-prepared attractants and two commercialized attractants (Madalacol and Hodron) were tested for their attractiveness in pine plantation located at Owanta forest recreation area. Results showed that the H-8 and H-9 formulations of self-prepared attractants were more attractive to *M. alternatus* than other tested attractants. In addition the attractants can also attract *Uraecha angusta* (Pascoe) · *Olenecamptus cretaceus marginatus* Schwarzer · *Rosalia (Euybatus) formosa conviva* Csik · *Xylotrechus atronotatus* Pic etc. According to field trapping results and net-house investigation, *M. alternatus* has only one generation in a year, and the adults mainly occurred during April to September in central Taiwan area.

(Key words: pine sawyer, *Monochamus alternatus*, attractant)

*Corresponding author. E-mail: jshwang@tactri.gov.tw