

# 利用性費洛蒙防治甘藷蟻象

黃振聲 洪巧珍

臺灣省農業藥物毒物試驗所

## 摘 要

蟻象性費洛蒙配方研製及誘蟲器設計，經檢測結果每一誘餌以 1 mg 裝填於塑膠微管之劑型具高誘引力又經濟原則，其誘引力約為 20 隻雌女蟲的 10 倍以上，且持效力可達 2~3 個月之久。雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器較其他型式的誘蟲器具優異捕蟲效果，並兼具價廉及操作簡易之特性。性費洛蒙誘蟲器之有效距離約在 10~15m 範圍內，其總再捕率平均為 82%，最高可達 97%，主要受溫度影響。蟻象誘蟲器之材質、顏色、直徑大小、誘餌及誘蟲器設置高度、助滑劑及加置藥劑等因素，對蟻象誘殺效能之影響均做測試並獲結果，可作為蟻象誘蟲器模式化及田間應用時之參考。於台中大度山地區及全省七個鄉鎮地區，利用性費洛蒙誘殺配合殺蟲劑對甘藷蟻象進行綜合防治效益評估，結果顯示每分地設置四個性費洛蒙誘蟲器，可有效減少甘藷被害率達 55~65%；放誘蟲器並於作畦時施用陶斯松粒劑 2.25 kg ai/ha 一次，可減少甘藷被害率 67~75%；前述處理效果與於作畦及中耕培土時共施藥二次的防治效果 (80~85%)，並無顯著差異。依相關性分析顯示，調查甘藷被蟻象侵害程度時，可僅以藪塊被害率為評估標準；蟻象性費洛蒙誘蟲器亦可用來偵測蟻象於甘藷田的發生狀況。試驗顯示，陶斯松之藥效較其他農民慣用藥劑為佳，持效性較長，且應著重植前施藥。另外耕作措施包括：輪作、植前浸水、採用無病蟲藪苗、清除田間殘藪及中間寄主、加強覆土（培土）與灌溉、及提早採收等，均有助抑制蟻象之發生為害。估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器可減少施用殺蟲劑 1~3 次，則每公頃甘藷的防治成本可節省 3,100~12,100 元，故前述蟻象誘殺綜合防治技術，值得政府擴大推廣應用。

## 前 言

甘藷 (*Ipomoea batatas* (L.)) 是世界上第七大重要作物，在中國大陸甘藷栽植面積廣達 650 萬公頃，占世界第一<sup>(2,12)</sup>。台灣甘藷栽培面積及產量曾僅次於水稻，以往甘藷除了作為人們食用外，多作為飼料、或製造澱粉及酒精的主要原料。目前因人們對天然高纖維健康食物的重視，以及稻田轉作及食用甘藷品種之推廣，本省甘藷再度受到重視，種植面積仍達一萬五千餘公頃<sup>(1)</sup>。蟻象 (sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* Fabricius) 多年來一直是甘藷生育與儲藏期間最重要的害蟲，蟻象年發生 7~8 代，成蟲多潛藏於甘藷田土壤與葉

蔓之間，嚙食莖葉或諸塊，成蟲產卵時，可自土壤裂縫潛入土中，將卵產於甘藷主蔓基部或塊根表皮內，幼蟲則於諸蔓及塊根內蛀食為害，造成甘藷塊根變黑褐色、木質化、發臭而不能食用<sup>(3)</sup>。自從有機氯殺蟲劑被禁止使用後，目前一般殺蟲劑很難對潛藏土中的蟻象發揮安全又有效的防治效果，在長達5~6個月的甘藷生育期間，農民常需施藥3~5次，始能稍加控制蟻象的為害<sup>(4)</sup>。由於農民常感於甘藷收益不高，而疏於防治，全省甘藷被蟻象為害的百分率平均為18%，嚴重者可高達88%<sup>(10)</sup>。

最近Heath等人已鑑定並初步合成蟻象性費洛蒙(順)-3-十二烯-1-醇-(反)-2-丁烯酯((Z)-3-dodecen-1-ol(E)-2-butenolate)，提供蟻象防治工作嶄新的途徑<sup>(13)</sup>。在行政院農業委員會支助下，國內對蟻象性費洛蒙的人工合成技術已研究成功<sup>(11)</sup>，而且合成性費洛蒙的誘餌配方及簡易的誘蟲器設計，經試驗結果，對蟻象誘殺效果甚為優異<sup>(6)</sup>，在全省各地區實際利用性費洛蒙於甘藷蟻象綜合防治體系中，亦顯現優良成效<sup>(5,7,8,14,16)</sup>。因此，本文就利用性費洛蒙來大量誘殺蟻象有關的綜合防治技術研究結果，報告於後，作為未來政府擴大推廣及農友利用之參考。

### 性費洛蒙誘餌配方及生物活性

美國農部Heath等人將蟻象合成性費洛蒙裝載於橡皮帽(rubber septa)內<sup>(13)</sup>，惟估計橡皮帽一個約需新台幣5元。為研製有效價廉的誘餌，乃將靜宜大學顏教授提供的蟻象性費洛蒙合成品(純度>90%)，以1 $\mu$ g~4mg多種劑量，分別裝載於塑膠微管(polyethylene microtube)及橡皮帽(rubber septa)等二種載體內，經於室內及甘藷田進行多次生物檢定試驗結果，均顯示蟻象性費洛蒙合成品，以1mg劑量裝填於塑膠微管之劑型，最符合具高誘雄效力又經濟的原則，其誘引力約為20隻處女蟲的10倍以上，且性誘餌的誘蟲持效性約可達2~3個月之久(表一)。因此，田間使用時，性費洛蒙誘蟲器每2個月加置新誘餌一條，於6個月甘藷生育期間，共使用3條誘餌即可。

表一、甘藷蟻象性費洛蒙誘餌之持效性

Table 1. Persistence of synthetic sex pheromone of *C. formicarius*

Lure age (month)	% of total males attracted <sup>1</sup>
0	29.4 $\pm$ 5.3 c
1	27.5 $\pm$ 5.4 c
2	12.1 $\pm$ 5.9 b
3	7.1 $\pm$ 3.4 ab
4	8.5 $\pm$ 3.4 ab
5	6.1 $\pm$ 2.3 a
20 females	4.7 $\pm$ 1.5 a
Blank	4.6 $\pm$ 2.8 a
Total males attracted <sup>1</sup>	309.2 $\pm$ 31.4

1. Mean  $\pm$  S.D. derived from 5 trials.

## 性費洛蒙誘蟲器設計及改進

美國農部 Proshold 等人曾發展一種不銹鋼網製成的性費洛蒙誘蟲器<sup>(15)</sup>，作為調查偵測甘藷蟻象危害的工具，唯該型誘蟲器體積較大、構造複雜，且造價昂貴，估計約需新台幣三百元以上。為開發簡易、有效又價廉的蟻象性費洛蒙誘蟲器，以作為田間誘蟲所需，乃依據蟻象爬行鑽土的習性，利用廢棄的寶特瓶為材料，研製出雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器，本誘蟲器具備只讓蟻象進入而不能逃出的設計，其造型低廉且田間應用時操作簡便<sup>(6)</sup>。經於室內及田間試驗比較自製雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器與類似 Proshold 使用的 AFT 誘蟲器，二者對蟻象雄蟲的誘捕效能，結果二種型式誘蟲器的誘蟲效果均良好且無顯著性差異<sup>(6)</sup>。尤其在台中縣龍井鄉甘藷田，因該處蟻象為害特別嚴重，蟻象族群相當高，雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器經常可捕獲上萬隻的蟻象成蟲<sup>(6)</sup>，顯見雙層漏斗型誘蟲器對蟻象成蟲具優異的誘殺效果。

進一步對蟻象誘蟲器之材質、顏色、直徑大小、誘餌及誘蟲器設置高度、助滑劑及誘餌與殺蟲劑合用等因素，對蟻象誘殺效果之影響做改進試驗<sup>(9)</sup>。結果顯示：白色透明及綠色二種雙層漏斗型誘蟲器對蟻象雄蟲誘捕力分別為48及52%，二者無顯著性差異。直徑8.8及12cm二種雙層漏斗型誘蟲器的誘雄百分率分別為59及41%，二者無顯著性差異。蟻象性誘餌吊掛於距離誘蟲器瓶口4cm高度時，其誘雄效力顯著地較其他吊掛距離為0及8cm者為優。田間設置誘蟲器時，誘蟲器瓶口與甘藷葉面距離為4、8及16cm等三種處理，對蟻象誘捕效果無顯著性差異。蟻象性費洛蒙誘蟲器內置含DDVP殺蟲劑棉繩，對蟻象誘捕力（48%）稍有影響，惟與無放殺蟲劑誘蟲器的誘捕力（57%）無顯著性差異。另外，蟻象在玻璃、塑膠、鋁及不銹鋼等不同材質表面上之爬行速度分別為2.5、2.4、2.2及1.9cm/sec，無顯著性差異。塑膠斜面為45、60及90度角時，蟻象由下往上爬行速度分別為1.7、1.4、及1.2cm/sec；蟻象由上往下爬行速度則分別為1.6、1.9、1.3cm/sec。塑膠斜面60度角且塗佈滑石粉或鐵弗龍助滑劑時，蟻象在其上爬行速度降為0.9cm/sec；雙層漏斗型誘蟲器內面塗佈一圈鐵弗龍助滑劑對蟻象逃亡率顯著降低為0.7~3.5%。上述各因子對蟻象誘捕效果的影響及測試結果，將來可作為蟻象誘蟲器模式化及田間應用時之參考。

## 性費洛蒙誘蟲器之有效距離及誘捕效率

以釋放再捕法 (release-recaptured method) 測試蟻象性費洛蒙誘蟲器之有效距離及誘捕效率<sup>(6)</sup>，結果顯示距離釋放點5m處的誘蟲器誘捕雄蟲百分率最高，平均為69.1%；其次為距離釋放點10m處的誘蟲器，平均誘雄百分率為10.7%；距離釋放點20~40m處的誘蟲器，其誘雄百分率則降為1.5~0.4%。總再捕率平均為81.9%，唯每次試驗結果變異很大，似受溫度影響，如溫度17~18°C時，再捕率為54~62%，溫度23~24°C時，再捕率為72~80%，溫度26°C以上時，總再捕率最高可達97.1%。統計分析結果，總再捕率(Y)與試驗期間的平均溫度(X)兩者間具極顯著正相關關係，其直線迴歸式為 $Y = -12.366 + 3.463X$ ， $r = 0.941^{**}$ 。因此，顯見蟻象性費洛蒙誘捕效率較其他昆蟲種類優異，且受溫度影響很大，而其誘捕有效距離概在10m範圍內。

## 利用性費洛蒙防治蟻象效益評估

### (一)台中大度山小區域試驗：

爲了評估利用性費洛蒙防治蟻象的效益，及於民國78年4月至10月間，於台中縣沙鹿鎮大度山地區，選定四處各約一公頃的甘藷田，進行小區域試驗。每處甘藷田相距約300公尺以上，每處甘藷田於「井」字的四個角落，設置四區約一分地的處理調查田，包括：(A)全期僅放性費洛蒙誘蟲器的田，(B)放誘蟲器並於作畦時施藥一次的田，(C)於作畦及中耕培土時共施藥二次的田，(D)全期不放誘蟲器也不施藥的對照田；另將中間地帶由農民施用托福松(Terbufos)三次防治的田視爲(E)處理。

使用性費洛蒙誘蟲器誘殺蟻象時，係將蟻象費洛蒙誘餌繫掛於雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器瓶口上面約5cm高處，每分地平均設置4個誘蟲器，相距約15m，誘蟲器底部埋入畦土中固定，並使誘蟲器瓶口離開甘藷葉蔓約5~10cm以上。誘蟲器自甘藷插植後立即設置到收穫爲止，每兩週檢視並記錄誘捕蟲數；另外，每月加置新誘餌一條並更換誘蟲器位置。至於施用土壤殺蟲劑時，每公頃使用5%陶斯松(Dursban)粒劑45 kg。

防治效益評估項目包括：(1)誘捕蟲數：在甘藷採收前二週左右，於每種處理調查田(包括原先不放誘蟲器的C、D、E處理)，均設置4個誘蟲器，經4~6日，即檢視記錄不同處理田的誘蟲數，以便偵測不同處理田內蟻象的相對密度。(2)被害株率：甘藷收穫時，每種處理調查田逢機取樣6點，每點調查10株甘藷，檢視每一植株地上部約10cm長的主莖是否被害，再統計每處理田的被害株率。(3)蔴塊被害率及蔴重被害率：收穫時，如前述方法取樣調查，計算及秤量每一取樣點被害蔴塊數目與重量，及健全蔴塊數目與重量(30公克以下不算)，再換算並統計不同處理田甘藷蔴塊被害率及蔴重被害率。

台中大度山地區利用性費洛蒙與殺蟲劑對蟻象防治之效益評估結果見表二。僅放性費洛蒙誘蟲器的處理田(A)在甘藷生育期間總共誘殺1,547至21,722隻蟻象雄蟲；在放誘蟲器並於作畦時施藥一次的處理田(B)則誘殺1,877至18,290隻蟻象；全期誘殺蟻象蟲數似乎與甘藷田受蟻象爲害程度無明顯關聯。甘藷收穫前二週的誘蟲數，以全期不放誘蟲器及不施藥的對照田(D處理)的誘蟲數最多爲59.5隻，其他處理田的誘蟲數依序爲C(26.8) > A(22.5) > E(17.2) > B(13.8)，經統計分析，處理田與對照田的誘蟲數有顯著性差異，但不同處理田的誘蟲數之間則無顯著性差異(表二)。因此，蟻象性費洛蒙誘蟲器亦可用來偵測評估防治效果。

由被害株率評估，以全期不放誘蟲器及不施藥的對照區(D)的被害株率最高達32.1%，其他處理區的被害株率依序爲A(25.4) > B(25.0) = E(25.0) > C(19.6)，經分析，處理區與對照區的被害株率無顯著性差異(表二)。由蔴塊被害率評估，仍以對照區(D)的被害率最高爲14.2%，並與其他處理區的被害率呈顯著性差異；其他處理區的蔴塊被害率依序爲A(5.4) > B(4.8) > E(4.4) > C(2.5)，且不同處理區的被害率之間無顯著性差異。再由蔴重被害率評估，亦以對照區(D)的被害率最高爲20%，其他處理區的被害率依序爲A(5.7) > E(5.3) > B(4.6) > C(3.0)，經分析，處理區與對照區的蔴重被害率具顯著性差異，不同處理區的被害率則不具顯著性差異。至於

十株甘藷的薯塊個數及重量(含健全與受害者)，於不同處理與對照區間無顯著性差異，推測蟻象為害甘藷主要造成品質的降低而不影響產量，無論如何，對照區十株甘藷塊根的重量較農民傳統施用3次托福松的田減少27%。

為了方便比較不同處理對蟻象防治效果，乃以不放誘蟲器與不施藥的對照區為基準，將不同處理區的甘藷被害率轉換為防治率，則得表三結果。表三顯示，依不同評估項目換算所得的防治率略有不同，惟不同處理區的防治率之間均無顯著性差異。平均而論，全期僅放性費洛蒙誘蟲器的田(A處理)對蟻象的防治率可達65%，放誘蟲器並於作畦時施藥一次的田(B)的防治率為75.4%，作畦及中耕培土時共施藥二次的田(C)的防治率最高為84.5%(表三)。

另外，從效益評估中各種調查項目之相關係數分析結果顯示(表四)，誘蟲數與甘藷被害率之間呈現低正相關性，因此蟻象費洛蒙誘蟲器或可作為調查、偵測田間蟻象發生之工具，但僅以誘蟲數作為預測蟻象為害程度的指標，則較不適宜。甘藷被害株率、薯塊被害率及薯重被害率三者之間，彼此具顯著或極顯著正相關性，因此，將來在調查評量甘藷受蟻象為害損失時，可以前述任一調查項目為評估標準，惟考量調查之簡易、經濟及準確性，應以薯塊被害率為單一調查估計標準。

表二、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估結果<sup>1</sup>

Table 2. The effect of integrated application of sex pheromone and insecticide on the control of *C. formicarius* in Taichung<sup>1</sup>

Treatment	% plants damaged	% roots damaged		No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants	No. of weevils per trap
		Measured by number	Measured by weight			
A	25.4a	5.4a	5.7a	28.6a	7.1a	22.5a
B	25.0a	4.8a	4.6a	37.2a	9.0ab	13.8a
C	19.6a	2.5a	3.0a	38.9a	8.3ab	26.8a
D	32.1a	14.2b	20.0b	29.4a	6.9a	59.5b
E	25.0a	4.4a	5.3a	40.8a	9.5b	17.2a

1. A : use of pheromone-baited traps ; B : use of pheromone-baited traps and Dursban before planting ; C : application of Dursban before planting and at the time of earthing-up ; D : untreated control ; and E : conventional insecticide as applied by farmers. Data were transformed to  $\text{arc sine} \sqrt{x}$  prior to analysis, and means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

農民一般施藥的田(E處理)的防治率約為23.9%。另外，防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析結果顯示(表七)，甘藷被害株率、藪塊被害度、藪塊被害率及藪重被害率四者之間，

表三、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象之防治率

Table 3. Percent control of *C. formicarius* obtained with different treatments in Taichung

Treatment <sup>1</sup>	Percent control(%) <sup>2</sup>		
	% root damage by number	% root damage by weight	mean
A	62.6a	67.4a	65.0
B	70.5a	80.3a	75.4
C	83.3a	85.7a	84.5
D	0	0	0
E	69.7a	72.3a	71.0

1. See footnote of Table 2.

$$2. \text{Percent control} = \frac{\% \text{ damage in check} - \% \text{ damage in treatment}}{\% \text{ damage in check}} \times 100$$

表四、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析

Table 4. Correlation coefficients for parameters used in evaluation of the control of *C. formicarius* in Taichung

Evaluated measure(x)	Evaluated measure(Y) <sup>1</sup>				
	% plant damage	% root damage by no.	% root damage by wt.	No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants
No. of weevils trapped	-0.03	0.17	0.28	-0.18	-0.28
% plant damage		0.72*	0.62**	-0.64**	-0.32
% root damage by no.			0.96**	-0.56*	-0.31
% root damage by wt.				-0.48*	-0.27
No. of roots per 10 plants					0.69**

1. The marks "\*" and "\*\*" indicate significant correlations at the 5 and 1% levels, respectively.

## (二)全省大區域試驗：

爲了進一步了解全省甘藷田利用性費洛蒙防治蟻象的效果，另於民國77年7月至78年8月間，洽請各地區農改場分別於台北縣三芝鄉與金山鄉、苗栗縣後龍鄉、彰化縣芳苑鄉、雲林縣元長與水林鄉、澎湖縣白沙鄉等七個鄉鎮地區，進行大區域試驗。於前述七個鄉鎮地區，每處設置四種處理調查田，每種調查田面積0.1公頃且與附近甘藷田相距 100 公尺以上。調查田包括(A)、(B)、(C)、(D)四種處理方式與於大度山地區試驗者相同，有些地區則增設處理(E)：農民一般防治的田，及處理(F)：中耕培土時施藥一次的田。防治效果調查評估項目及方法亦如大度山地區試驗者，惟增加調查甘藷塊根被害度一即於甘藷收穫時，每處調查田取樣5點，每點取樣10株甘藷，評量每一塊根受蟻象爲害等級：無蟲害爲0級，藪塊1/4以下受害爲1級，1/4至1/2受害爲2級，1/2至3/4受害爲3級，3/4以上受害爲4級，再統計每處調查田的塊根被害度。被害度計算公式爲：被害度(%) =  $\Sigma [(被害等級 \times 該等級被害藪塊數) / (總調查藪塊數 \times 4)] \times 100$ 。

全省七個鄉鎮地區的甘藷田，以性費洛蒙與殺蟲劑防治蟻象效益評估結果顯示，大多數試驗地區設置性費洛蒙誘蟲器或施用藥劑的田較無處理的對照田，對抑制甘藷蟻象的發生爲害，確有防治效果，有些試驗地區不同處理間甚至達顯著性差異<sup>(8)</sup>。由於試驗地區廣佈全省，調查田面積及取樣點數目受經費及人力的限制，致各個試驗地區效益評估結果變異稍大，爲了節省篇幅及簡便說明，僅就七個鄉鎮地區的資料綜合分析結果(表五)，討論如下。

表五顯示，僅放誘蟲器的田(A處理)及放誘蟲器並於作畦時施藥一次的田(B處理)，二者全期蟻象誘蟲數無顯著性差異。由被害株率評估，以全期不放誘蟲器及不施藥的對照田(D)的被害株率最高，達23.6%；其次爲僅放誘蟲器(A)及放誘蟲器並施藥一次的田(B)，被害株率分別爲14.0及8.8%；作畦及中耕培土時共施藥二次的田(C)的被害株率最低爲6.4%；統計分析結果，處理田與對照田的被害株率具顯著性差異，A與B處理及B與C處理的被害株率則不具顯著性差異。由藪塊被害度評估，仍以對照區(D)的被害度最高達4.0%；其他處理的藪塊被害度依序爲A(2.0) > B(0.9) > C(0.8)，惟A、B、C處理之間無顯著性差異。至於十株甘藷的藪塊個數及重量，於不同處理與對照組間，則無顯著性差異，推測蟻象爲害甘藷主要造成品質的降低而不影響產量。由藪塊被害率評估，以對照區(D)的被害率最高爲12.3%，其他處理的藪塊被害率依序爲A(5.3) > B(4.7) > C(2.4)，且A、B、C處理之間無顯著性差異。再由藪塊被害率評估，亦以對照區(D)的被害率最高爲12.3%，其他處理的藪塊被害率依序爲A(5.3) > B(4.8) > C(2.6)；統計分析結果，處理田與對照田的藪重被害率具顯著性差異，A、B、C不同處理田的藪重被害率則不具顯著性差異。另外，增加調查的農民一般防治田(E)受蟻象爲害程度較僅放費洛蒙誘蟲器的田(A)爲嚴重，但較不施藥對照田(D)爲輕微；至於，中耕培土時施藥一次的田(F)受蟻象爲害程度則較僅放誘蟲器的田(A)爲輕微。

將表五中不同處理的甘藷被害率轉換爲防治率，則得表六之防治效果。表六顯示，依不同評估項目換算而得的防治率略有所不同，平均而論，則以作畦及中耕培土時共施藥二次的田(C處理)的防治率最高爲79.8%；其次爲放誘蟲器並於作畦時施藥一次的田(B)及中耕培土時施藥一次的田(F)，二者防治率分別爲66.8及66.7%；僅放誘蟲器的田(A)的防治率可達54.6%；

表五、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象綜合防治效益評估結果<sup>1</sup>Table 5. The effect of integrated application of sex pheromone and insecticide on the control of *C. formicarius* in Taiwan<sup>1</sup>

Treatment	% plants damaged	Degree of root damaged	% roots damaged		No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants	No. of weevils per trap
			Measured by number	Measured by weight			
A	14.0b	2.0ab	5.3ab	5.3a	51.5a	9.1a	1,046
B	8.8ab	0.9a	4.7ab	4.8a	51.8a	8.5a	954
C	6.4a	0.8a	2.4a	2.6a	55.6a	9.8a	n.s.
D	23.6c	4.0b	12.3b	12.3b	50.3a	7.9a	
E	14.5	3.6	9.1	7.9	37.7	5.7	
F	10.7	1.0	2.9	6.3	72.2	14.1	

1. A : use of pheromone-baited trap ; B : use of pheromone-baited traps and Dursban before planting ; C : application of Dursban before planting and at the time of earthing-up ; D : untreated control ; E : conventional insecticide as applied by farmers ; and F : application of Dursban at the time of earthing-up. Data were transformed to arc sine $\sqrt{x}$  prior to analysis, and means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

表六、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象綜合防治之防治率<sup>1</sup>Table 6. Percent control of *C. formicarius* obtained with different treatments in Taiwan<sup>1</sup>

Treatment	Percent control <sup>2</sup>			
	Degree of root damaged	% root damage by number	% root damage by weight	mean
A	50.0	56.9	56.9	54.6
B	77.5	61.8	61.0	66.8
C	80.0	80.5	78.9	79.8
D	0	0	0	0
E	10.0	26.0	35.8	23.9
F	75.0	76.4	48.8	66.7

1. See footnote of Table 5.

2. Percent control =  $\frac{\% \text{ damage in check} - \% \text{ damage in treatment}}{\% \text{ damage in check}} \times 100$

表七、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析

Table 7. Correlation coefficients for parameters used in evaluation of the control of *C. formicarius* in Taiwan

Evaluated measure (X)	Evaluated measure (Y) <sup>1</sup>				
	Degree of root damage	% root damage by no.	% root damage by wt.	No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants
% plant damage	0.89*	0.92**	0.96**	-0.33	-0.37
Degree of root damage		0.96*	0.87*	-0.64	-0.66
% root damage by no.			0.92**	-0.61	-0.66
% root damage by wt.				-0.26	-0.31
No. of roots per 10 plants					0.99**

1. The marks "\*" and "\*\*" indicate significant correlations at the 5 and 1 % levels, respectively.

彼此具顯著或極顯著正相關性，此與台中大度山地區試驗結果相同。因此，將來調查及評估甘藷被蟻象為害損失時，可以落塊被害率為單一調查評估標準。

粗略地估算使用性費洛蒙誘蟲器及殺蟲劑防治蟻象的成本差異如表八。係將每條蟻象性費洛蒙誘餌定價為 5 元，每個雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器定價為 20 元，而每公頃每次施藥成本為 4,500 元，且農民於甘藷 6 個月生育期間一般施用藥劑 3~5 次計算，則估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器而減少施用殺蟲劑一次，甘藷每公頃的防治成本可節省 3,100 元，若減少二次用藥則可節省 7,600 元，減少三次用藥可節省 12,100 元(表八)。

表八、使用性費洛蒙誘殺器及殺蟲劑防治甘藷蟻象之成本差異(元/公頃)

Table 8. The cost difference as using sex pheromone trap and insecticide to control *C. formicarius* (NT\$ per ha)

Application no.	Sex pheromone cost lure + trap = total	Insecticide cost	Difference
1	5Yen × 40 × 3 + 20Yen × 40 = 1,400Yen	4,500	-3,100
2	same as above	9,000	-7,600
3	same as above	13,500	-12,100

## 其他甘藷蟻象防治技術

甘藷蟻象成蟲壽命長達百餘日，其主要靠爬行及跳飛方式，自鄰近受害甘藷田，或野生牽牛花及其他雜草叢生處，遷移進入新植甘藷田，亦可藉受害甘藷苗被帶入新植田。試驗顯示<sup>(9)</sup>，蟻象耐飢能力概在1~2週間，其確可取食牽牛花及蕹菜，對紅蘿蔔及青椒亦有取食現象，甘藷表面似含有某種物化因子，可促進蟻象之產卵繁殖，惟目前仍無抗性品系的甘藷被育出，而甘藷種植後24至30週時，甘藷塊根被害率劇增。另外試驗証實蟻象成蟲可自30cm深度無縫隙的土中鑽出於土面，但對埋藏土中5~10cm深度的甘藷無鑽入為害能力，且遇雨蟻象自土中鑽出率明顯降低30~50%。因此，可以輪作、甘藷田植前浸水2至3日、採用無病蟲藷苗、清除田裡殘薯及中間寄主、加強栽培期中覆土(培土)及灌水、及提早採收等耕作措施來抑制蟻象的發生為害。

藥劑對蟻象之毒效試驗結果顯示<sup>(9)</sup>，陶斯松粒劑對蟻象之毒效最佳，且持效性長達10個月以上；其次為繁福松與加保扶，持效性達6~10個月以上；托福松與福瑞松的藥效最差，持效性概在1個月內，惟農友有偏好使用托福松的習慣。土壤含水量為5%以上及pH值在4~8之間時，對供試藥劑之藥效無不良影響，惟土壤含水量為0%時，供試藥劑之殺蟲效果有降低現象。日照對陶斯松、繁福松及好年冬之殺蟲效果無影響，但對托福松與福瑞松則會降低藥效。

田間藥劑對蟻象防治試驗結果顯示<sup>(9)</sup>，目前政府推薦的陶斯松對蟻象之防治率最高為77%，顯著地較其他供試藥劑之防治效果為佳，其他供試藥劑之防治率依序為繁福松>福瑞松>加保扶，農民慣用托福松的防治率最低為38%。陶斯松於作畦時以加倍推薦藥量4.5 kg ai/ha，且全期僅施用一次的防治率最高為81.3%，顯著地較其他施藥方法經濟有效。陶斯松在作畦及中耕培土時，分別以2.3 kg ai/ha藥量共施用二次的防治效果較差為50%；僅在作畦或於中耕培土時施用陶斯松2.3 kg ai/ha藥量一次，二者的防治效果相當也最差，防治率分別為31及27%。因此，宜加強宣導諸農使用政府推薦安全有效的藥劑來防治甘藷蟻象；而且使用藥劑防治蟻象時，宜提早於作畦插植甘藷時即施用藥劑，如果全期預備施藥二次，則可將二次的施藥量集中於插植甘藷時施用一次，不僅可增加蟻象防治效果且節省二次施藥的勞力工資，亦可避免於甘藷生育後期施用粒劑，可能產生殘毒過高的疑慮。

## 結 語

昆蟲性費洛蒙的開發與利用，自基礎研究至實際應用，是一種多種學門合作的研究活動，亦屬高科技整合應用研究，需要長期且多方面的探索才有所成，幸賴各方面的支持及協助，蟻象性費洛蒙誘殺綜合防治技術始能順利研發成功。而利用性費洛蒙來大量誘殺雄蟲以抑制害蟲發生為害，其成效向來是不易評估且效益頗多爭議。經於台中縣大度山地區及全省七個鄉鎮地區，分別進行利用性費洛蒙誘殺甘藷蟻象綜合防治效益評估，結果均顯示蟻象性費洛蒙誘蟲器不僅可發揮大量誘殺蟻象的效果(釋放再捕法推測田間再捕率為82~97%)，而且可有效減少甘藷塊根被害率達55~65%，約相當於施用農藥1~2次的效果。利用性費洛蒙來大

量誘殺蟻象確有實際防治成效，但田間仍有部份蟻象未能被誘殺，且另有其他次要害蟲會為害甘藷；因此，若需兼顧其他害蟲的防除，以放性費洛蒙誘蟲器並於作畦時施藥一次，再輔以其他耕作防治措施包括：輪作、植前浸水、採用無病蟲藷苗、清除田間殘藷及中間寄主、加強覆土(培土)與灌溉、及提早採收等，如此誘殺綜合防治方法將可更徹底防治甘藷蟻象的發生為害。另外，蟻象性費洛蒙誘蟲器可作為田間偵測蟻象發生為害的工具。由相關性分析顯示，調查估計甘藷被蟻象為害損失狀況時，可僅以藷塊被害率為評估標準。

估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器可減少施用殺蟲劑1~3次，則甘藷每公頃的防治成本可節省3,100~12,100元。因此，蟻象性費洛蒙誘蟲器值得政府擴大推廣應用，再促使農民注意其他耕作措施，將可有效抑制甘藷蟻象發生，節省藥劑防治成本，亦可消除消費者對食用甘藷含農藥殘毒的疑懼，以促銷甘藷，增加農民收益。

## 謝 辭

本研究承行政院農委會及農林廳植保科支持補助經費，試驗期間承各區農業改良場王雪香小姐、劉政宗、劉達修、顏福成、賴榮茂等諸位先生，鼎力協助，謹致謝忱。

## 參 考 文 獻

1. 未具名 1989 台灣農業年報。台灣省農林廳編印 372頁。
2. 陳武光譯 1989 中國大陸的甘藷。農友 40:29-31。
3. 洪踵銓、張松壽 1959 甘藷擬蟻象鼻蟲之發生消長與生態觀察。農業發展 8:38-44。
4. 張良傳 1966 甘藷土壤害蟲藥劑防治試驗。植保會刊 8:90-93。
5. 黃振聲 1988 利用性費洛蒙防治甘藷蟻象。豐年 38:20-22。
6. 黃振聲、洪巧珍、顏耀平 1989 甘藷蟻象性費洛蒙配方及誘捕器誘蟲效能之評估。中華昆蟲 9:37-43。
7. 黃振聲、洪巧珍 1990 利用性費洛蒙誘殺甘藷蟻象之綜合防治。農藥世界 79:76-79。
8. 黃振聲 1991 利用性費洛蒙誘殺甘藷蟻象綜合防治效益評估。台灣農業 27(3):56-61。
9. 黃振聲、洪巧珍 甘藷蟻象綜合防治技術之研究(未發表, 1989~1991年農委會計畫報告)。
10. 顏福成、陳學信、陳漢洋 1982 本省甘藷主要產地病蟲為害情況調查報告。台灣農業18: 64-67。
11. 顏耀平、黃振聲 1990 甘藷蟻象性費洛蒙之合成改進及活性。植保會刊 32:239-241。
12. Chalfant, R. B. 1990. Ecology and management of sweetpotato insects. Annu. Rev. Entomol. 35:157-180.
13. Heath, R. R., J. A. Coffelt, P. E. Sonnet, F. I. Proshold, B. Dueben, and J. H. Tumlinson. 1986. Identification of sex pheromone produced by female sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers). J. Chem. Ecol. 12(6):1489-1503.
14. Hwang, J. S., C. C. Hung. 1991. Evaluation of the effect of integrated control of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* Fabricius, with sex pheromone and insecticide. Chi-

nese J. Entomol. 11:140-146.

- 15 Proshold, F. I., J. L. Gonzalez, C. Asencio, and R. R. Heath. 1986. A trap for monitoring the sweetpotato weevil using pheromone or live females as bait. J. Econ. Entomol. 79:641-647.
- 16 Taleker, N. S., R. M. Lai, and K. W. Cheng. 1989. Integrated control of sweetpotato weevil at Penghu island. Plant Prot. Bull. 31:175-184.

# Integrated control of sweetpotato weevil, *Cylas formicarius*, with sex pheromone and insecticide

Hwang J. S. and Hung C. C.

Taiwan Agricultural and Toxic Substance Research Institute

## ABSTRACT

Experiments were conducted in the laboratory and in the field to evaluate the formulations of synthetic sex pheromone and trap designs for trapping sweetpotato weevil (SPW), *Cylas formicarius* Fabricius. Results show the double-funnel PET bottle trap baited with 1 mg of synthetic sex pheromone dispensed in polyethylene microtube was more effective, inexpensive, and ease to use for trapping male weevils than any other designs. The attractiveness of sex pheromone lures was about 10 times higher than the equivalent of 20 virgin females, and it remained effective for more than 2~3 months. The active distance of sex pheromone trap was about 10~15 meters. The total recaptured rate averaged to be 82% and was highest up to 97%, and was mainly affected by the temperature. The effects of pheromone trap material, color, size, lure and trap height, slip helper (Talc powder or PTFE ) and insecticide on capture of male weevils were tested. These results would be important references as pheromone trap is commercialized and utilized in the field. Experiments were also conducted in 4 fields in Taichung Prefecture and 7 country fields of Taiwan to evaluate the integrated effect of sex pheromone and insecticide in the control of sweetpotato weevil. The results show that the use of pheromone-baited traps placed at a density of 4 traps/0.1 ha reduced 55~65% of storage root damage caused by SPW compared with that of the untreated control. Use of pheromone-baited traps in combination with preplant application of Dursban at 2.25 kg a.i./ha reduced storage root damage by 67~75%. These effects are comparable to that from 2 applications of Dursban (80~85%), one before planting and another at the time of earthing-up. Correlation analysis reveal that the best criterion for evaluating the loss of sweetpotato caused by SPW is the number of damaged storage roots. The pheromone trap may also be used as a tool for locating, surveying, and monitoring the occurrence of SPW. Efficacy test on SPW indicate that Dursban is more effective and persistive than other insecticides conventionally used by farmers. The insecticidal application before planting is more effective than that of applying at the time of earthing-up. These foregoing methods in combination with other cultural practices, such as crop rotation, flooding of fields before planting, planting of SPW-free cuttings, control of alternate hosts, earth-

ing-up of vines and harvest in advance after 4~5 months planted, are also suggested as further measures to obtain effective and safe control of SPW. When pheromone-baited traps are used in integrated pest management of SPW, it estimate save 1 to 3 applications of insecticides, and that will save 3,100 to 12,100 NT\$ of insecticidal expenditure per ha. Therefore, the sex pheromone of SPW appear to be a valuable component in integrated management of SPW and should be extensively used further.