

計畫編號：DOH100-DC-1026、DOH101-DC-1307、DOH102-DC-1205

行政院衛生署疾病管制局 2013 年度科技研究發展計畫

# 登革熱及瘧疾病媒昆蟲防治策略研究

## 研究總報告

執行機構：屏東科技大學

計畫主持人：張念台

研究人員：徐爾烈、白秀華、戴淑美、羅怡珮、吳懷慧、林鶯熹

執行期間：2011 年 02 月 01 日至 2013 年 12 月 31 日

\* 本研究報告僅供參考，不代表本署意見，如對外研究成果應事先徵求本署同意\*

### 目 錄

目錄

頁 碼

一、摘要	
中文摘要.....	( 3 )
二、前言.....	( 8 )
三、實施方法及進行步驟.....	( 42 )
四、結果與討論.....	( 78 )
五、參考文獻.....	( 204 )
六、附件	
附件一、登革熱藥劑防治問卷.....	(217)

共( 217 )頁

## 一、中文摘要

### A、南部地區登革熱病媒蚊監測與緊急噴藥防治成效及策略探討(張念台、徐爾烈、羅怡珮)

本子計畫包括(1)病媒蚊密度監測、(2)登革熱疫區病媒蚊密度監測、(3)屏東縣春日鄉登革熱流行區病媒蚊監測、(4)病媒蚊抗藥性監測與藥效測定，不同劑型藥劑防治效果，(5)綠籬噴藥(vegetation barrier spray)試驗，(6)民眾對施藥之認知與配合問卷調查，及(7)淡鹹水對病媒蚊發育之影響等工作，以探討登革熱防治之成效與策略。高雄市鳳山、前鎮、苓雅、三民 15 里的病媒蚊監測顯示，僅五月 1 里、七月 2 里、八月 1 里達布氏指數 4，其他月份各里之布氏指數皆 0~2，而埃及斑蚊五至八月出現較多。屏東市五里稽查，病媒蚊自三月發生，勝利里於五及八月布氏指數高達 6，且誘得埃及斑蚊比率高，應予注意。以誘蚊產卵器進行病媒蚊監測，台南地區 10 里自一月起即可誘得斑蚊產卵，三至九月陽性里的比例在 50%至 80%間，除法華里外其他 9 里均誘得埃及斑蚊。高雄 15 里的一至三月無陽性產卵器，七~十月有一半以上監測里的容器陽性率超過 40%以上。本年度高雄病媒蚊指數與病媒蚊數量較前兩年為低。屏東五里產卵器監測亦顯示一至三月陽性產卵器數為 0，而六至十月監測的 5 里均可誘得斑蚊產卵。本年度疫區病媒蚊監測於四月爆發登革熱的屏東春日鄉進行，四至八月的監測期間，縣府於 4 月 22 日及 6 月 26 日噴藥 2 次，第一次噴藥後二周及第二次施藥後一周，產卵器陽性率即升至 50%，顯然該地區施藥範圍外的病媒蚊孳生源仍未徹底清除。

病媒蚊抗藥性監測顯示，高雄市 13 區的埃及斑蚊野外品系對 5 種除蟲菊酯類、2 種氨基甲酸鹽都有抗藥性，只對供試之有機磷殺蟲劑(撲滅松及馬拉松)具感受性。對高雄 6 區之白線斑蚊野外品系測試，其對除蟲菊酯類及有機磷類殺蟲劑都有感受性，但二種氨基甲酸鹽類的藥效都不佳。另其他地區藥效檢測指出賽飛寧、第滅寧、免敵克、撲滅松及馬拉松普遍對高雄市鳳山區、五甲區、屏東區及台南地區埃及斑蚊仍具防治效果，賽洛寧對部份區域埃及斑蚊具防治效果。所有藥劑對各地區白線斑蚊則均具防治效果。

綠籬施藥模擬試驗指出亞特松、撲滅松、陶斯松及賽飛寧四藥劑對白線斑蚊處理後五週內皆有 60%以上的致死率，對埃及斑蚊則於三週內維持此致死率。高雄田間綠籬施藥測試，因降雨影響效果不佳，第二次試驗顯示陶斯松及賽飛寧對田間斑蚊施藥後二週的防治率可達 60%以上。鳳山田間兩次綠籬施藥試驗，除亞特松外，其他藥劑平均第二週都有 60%以上的防治率，但第三週後最佳的陶斯松防治率僅 55.5%。另外，以賽滅寧不同劑型測試對埃及斑蚊的防治效果，結果發現油劑對埃及斑蚊的防治效果優於乳劑，水基乳劑與液劑效果差不多。

問卷調查屏東縣春日鄉居民對施藥之認知與配合情形，得知孳生源清除

的宣導民眾多已接受，但仍習慣噴殺蟲劑防蚊。約有 76.6% 民眾平日會噴灑殺蟲劑，且以不定時噴灑(40.4%)為主。對於衛生單位的施藥，多數民眾認為家中噴灑殺蟲劑並無影響(53.2%)。雖然該鄉民眾認為登革熱防治最好的方法是孳生源清除(36.7%)，其次是噴藥(31.7%)，但疫情發生時 50% 的居民認為政府應即刻來噴藥。

病媒幼蟲鹽份容忍度測定顯示，鹽度在 10ppt 以上會造成白線斑蚊及埃及斑蚊的化蛹率及羽化率降至 50% 以下，埃及斑蚊對高鹽度(12ppt)的敏感度較白線斑蚊高。

關鍵詞：登革熱、埃及斑蚊、生物檢測、抗藥性、綠籬噴藥

## B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究

### 2.1 應用佈哨式誘蚊產卵器與雄蚊誘引器防治登革熱病媒蚊之策略研究

(國立中興大學 戴淑美)

登革熱是流行於熱帶及亞熱帶地區的傳染病，在台灣主要發生於屏東、高雄與台南縣市。由於目前並無預防或治療登革熱的疫苗或處方，所以必須大量仰賴殺蟲劑撲滅病媒蚊來遏止登革熱疫情的發生與蔓延。然而長期噴灑殺蟲劑，不但容易導致病媒蚊產生抗藥性而威脅登革熱的防疫效果，同時也會對環境與人類健康造成不良影響。為了解決因長期噴灑殺蟲劑而衍生的問題，本計畫擬採用佈哨式誘蚊產卵器與含有誘引劑的毒餌誘蚊器進行病媒蚊的誘殺防治。一方面利用誘蚊產卵器誘引懷卵雌蚊集中產卵、捕殺產卵雌蚊與產下的幼蟲，另一方面藉著毒餌誘蚊器誘殺交配吸血前的雌蚊與雄蚊，雙管齊下達到降低病媒蚊密度、有效控制疫情、不擾民、減少殺蟲劑使用與避免環境汙染等多贏目標的病媒蚊防治策略。本計畫第一年的工作初步確認誘蚊產卵器中的誘引劑與殺幼蟲劑的濃度分別以 1 $\mu$ g/ml 83:16:1 比例混合的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯溶液與 200 ng/ml 的亞培松效果最好，而毒餌誘蚊器中的誘引劑與殺成蟲劑則分別以 1.25% 的蘋果香精或 5 ng/ml 的壬醛與 400 ng/ml 的陶斯松最佳。第二年計畫利用第一年初步確認的誘引劑與殺幼蟲劑濃度進行田間誘殺病媒蚊評估，結果發現蘋果香精、誘卵劑與幼蚊食物的混合物可以誘引最多的成蚊與產卵量。第三年除了再確認蘋果香精(apple flavor, AF)與龍眼蜜(longan honey, H)的最佳誘蚊濃度分別為 0.625% 與 20% 之外，並且擴大試驗範圍進行 16 種誘引組合的田間又引效果評估。結果顯示，綜合 16 種誘引組合在三民區三個里平均每週可誘到約 250 ~ 350 個斑蚊卵與黏獲 2 ~ 8 隻斑蚊成蚊，其中三民區正興里與安和里的斑蚊黏獲量與誘卵量相互呼應，誘卵高峰也是斑蚊成蚊黏獲高峰。另外，在三民區正興里 AF+產卵刺激物(oviposition attractant, OA)+幼蚊食物(mosquito

larval food, MLF)的誘卵效果最好，壬醛(nonanal, N)次之；在安和里H+OA+MLF誘引組合對斑蚊雌蚊誘卵效果最好。對斑蚊成蚊的誘引三民區正興里以龍眼蜜最佳，在安和里N+OA+MLF最好。綜合本年度結果，AF+OA+MLF、H+OA+MLF、N+OA+MLF與龍眼蜜均很有潛力作為未來開發病媒蚊誘殺器中的重要誘引組合。

關鍵詞:登革熱、埃及斑蚊、抗藥性、誘蚊產卵器、毒餌誘蚊器

## 2.2 生物防治技術於登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用研究(白秀華)

人工孳生源之清除很難澈底，因隱藏死角太多，故於登革熱流行區，很難僅憑人工孳生源之清除，而達登革熱流行預防與控制之目的，必須配合其他幼蟲撲滅方案，才能有效遏止病媒蚊之發生。本計畫欲使用對人體無毒性、環境友善之生物製劑如蘇力桿菌(*Bacillus thuringiensis var. israelensis* H-14 型)、賜諾殺(spinosad)及昆蟲生長調節劑百利普芬(pyriproxyfen)，直接投置於暫時無法清除之室內大型孳生源；或使用噴灑於戶外眾多之孳生源中，有效降低病媒蚊密度，為瞭解其於登革熱病媒蚊綜合防治之適用範圍及其定位，研擬防治策略，以期應用新技術於登革熱病媒蚊之綜合防治，故進行本研究。

第一年研究發現高雄市行政區：旗津區、前鎮區、鼓山區、苓雅區、新興區、左營區及楠梓區之登革熱病媒蚊幼蟲對蘇力菌及賜諾殺無抗藥性。百利普芬、蘇力菌、賜諾殺對埃及斑蚊感性品系(Bora Bora)之半數致死濃度(LC<sub>50</sub>)分別為 0.011 ppb、44.9 ppb 及 5 ppb，其均僅需微量濃度便可有效殺滅埃及斑蚊感性品系之幼蟲。以百利普芬及蘇力菌(0.001：4)混合液測試，以百利普芬及蘇力菌(0.001：4)混合液測試，混合液對埃及斑蚊感性品系之LC<sub>50</sub>為 3.12 ppb。百利普芬及賜諾殺(0.01：5)混合液測試，對埃及斑蚊感性品系之LC<sub>50</sub>為 0.369 ppb，進行 combination index (CI) 分析，顯示上述混合液對登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅有相乘作用 (synergism effect)。

第二年研究發現濃度 1 ml/m<sup>2</sup> 單分子膜可使登革熱病媒蚊幼蟲於 24 小時死亡率達 100%，對蚊蛹之半數致死時間 (LT<sub>50</sub>) 為 160 分鐘，蚊蛹全數殺滅時間為 210 分鐘。於模擬試驗研究發現，以濃度 10 及 50 ppb 之百利普芬經室內，外模擬試驗結果，持續 9 週仍有 100% 之幼蟲無法羽化為成蟲；以濃度 50 及 100 ppb 之賜諾殺經室內模擬試驗結果持續有 4 及 5 週之藥效；依據模擬試驗結果，以 5 ppb 百利普芬加上 100 ppb 蘇力菌或 50 ppb 賜諾殺進行登革熱病媒蚊綜合防治，可達 24 小時 100% 病媒蚊幼蟲致死率，且室外病媒蚊幼蟲於防治 4 週，仍可維持 100% 之殘效效果，可作為綜合防治應用之參考。

於高雄市室內地下室積水或室外水溝集水井對登革熱病媒蚊幼蟲進行

實地綜合防治，結果百利普芬及蘇力菌防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 374 ppb 蘇力菌進行綜合防治；百利普芬及賜諾殺防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 250 ppb 賜諾殺進行綜合防治；施藥後 24 小時幼蟲死亡率皆達 100%；由施藥後殘效性實驗結果得知，室內地下室積水至施藥後 10 週其埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲羽化率仍為 0%；室外水溝集水井至施藥後 2 週其埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲羽化率仍為 0%，故上述昆蟲生長調節劑及生物製劑綜合防治技術之應用，可作為相關單位擬定登革熱病媒蚊幼蟲防治之參考。

關鍵詞：登革熱病媒蚊、蘇力菌、賜諾殺、百利普芬、單分子膜、綜合防治

### C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

2011 年 10 月~2013 年 10 月應用成蟲捕蚊燈在南部地區山區與平地之養牛戶，每週掛燈 1 次進行矮小瘧蚊(*Anopheles minimus* Theobald)監測，計於台南區調查 3 處、高雄區 3 處及屏東縣 6 處共 12 處畜舍，結果在高雄內門區、屏東楓港、丹路及滿洲的山區有矮小瘧蚊發生；且瘧蚊種類山區多於平地，而矮小瘧蚊發生環境附近有牛隻與蜿蜒小河，水流速平緩、兩岸有水草及水質清澈無污染處。2012~2013 年恆春半島矮小瘧蚊的發生消長，在 2012 年滿州區的矮小瘧蚊於 6-9 月發生數量高峰，2013 年則發生於 5-8 月間，6 月時蟲數有 96 隻最高；2013 年丹路區的發生高峰於 5-6 月時，數量個有 117 與 76 隻。另大雨後矮小瘧蚊數量增多，在乾旱季時數量比雨季多，主要是大雨破壞幼蟲棲地，影響成蚊之發生。南部常見的中華瘧蚊大量發生於平地農業區中，其發生高峰期為 6-8 月。2012 年滿州與楓港的中華瘧蚊發生高峰期為 6-8 月；但 2013 年兩區的中華瘧蚊發生期提早一個月，數量高峰在 5-7 月時。另 2013 年瘧蚊每月監測數量多於 2011-2012 年間的，再加上地方重視環境保護議題，間接影響水質變好，也造成南部山區瘧蚊數量增加的趨勢。

早期矮小瘧蚊遍布全台，近年調查顯示矮小瘧蚊呈低密度分佈於少數地區。本研究自 2011 年 8 月至 2013 年 7 月間，於花蓮流域和秀姑巒溪流域調查幼蟲孳生源，並於鄰近養牛場或附近有牛隻放牧的地點懸掛誘蟲燈進行成蟲分佈與密度變化調查。結果在花蓮瑞穗鄉、壽豐(水璉村南坑社區、米棧村、吳全村)、光復鄉，包括養牛場、溪流整治區、生態農場，以及保育生態區(如：濕地)等地採得矮小瘧蚊；其中以吳全樣點所獲得的矮小瘧蚊成蟲數量最多，平均 91.3 隻/次，佔全部矮小瘧蚊數量的 88.8%。矮小瘧蚊成蟲整年皆可發生，於冬天(11 月至 1 月)和春末夏初(4 月、5 月)各出現一個高峰期，密度和雨量成反比。自 17:00 至隔天早上 6:00 進行成蚊

吸血活動調查，結果顯示於 18:00 至 22:00 數量最多，凌晨 2:00-3:00 之間次之，為矮小瘧蚊兩個主要吸血高峰。本調查亦發現矮小瘧蚊孳生、棲息及活動範圍，許多鄰近社區或與人群活動範圍重疊。

關鍵詞：矮小瘧蚊、誘蚊燈、監測)

## 二、前言

### 研究主旨

#### A、南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討(張念台、徐爾烈、羅怡珮)

本計畫所要達成之目標

##### 1. 全程計畫之總目標：

登革熱疫情發生時，必須在第一時間撲滅帶病毒之病媒蚊，阻斷病毒擴大傳播，目前所採行之緊急噴藥方法，主要包括 ULV 超低容量及熱霧噴灑法，但亦有縣市採行一次性煙霧罐等方式。但各種緊急噴藥方法之防治成效、利弊得失、成本效益及最佳可行方案等，尚無具體分析資料。且緊急噴藥之範圍、頻率及次數等亦需同時考量到理論與實務運作問題，並進一步探討，以擬定具體可行之緊急噴藥防治策略。

##### 2. 分年計畫之目標：

(1)第一年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及病媒對殺蟲劑感受性評估(1)

(2)第二年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及綠籬噴藥法之綜合評估(2)

(3)第三年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及綠籬噴藥法之綜合評估(3)

##### (一)本計畫要完成的工作項目

1. 第一年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及病媒對殺蟲劑感受性評估 (1)

(1) 選擇重點區域之埃及斑蚊進行生物檢測，測試已確定有效防治藥劑，以決定做為年度有效用藥種類及劑量。

(2) 劑型之選擇與器械之配合:研究煙霧劑與助煙劑之效能及油劑之最佳比例，ULV器械與油劑、液劑、乳劑及超低容量劑之相容性。

(3) 設計問卷調查調查民眾對噴藥配合意願，”民眾為何接受噴藥”，”為何不接受噴藥”，”喜歡煙霧劑或超低容量劑或煙霧罐”，”施藥有無效果”，”對噴藥人員的建議”，”噴藥危害調查，如氣味、沾污、處理、善後”。

- (4) 隨隊噴藥:記錄噴藥員裝備、藥劑種類、配製程序、器材種類、噴藥進行、藥效監測、民眾抱怨及藥害等。
2. 第二年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及綠籬噴藥法之綜合評估 (2)
- (1) 選擇重點區域(與第一年之採樣地點可能不同)之埃及斑蚊進行生物檢測測試以確定有效防治藥，以決定年度用藥種類及有效劑量。
- (2) 篩選新有效藥劑以備不同時間及區域輪替使用。
- (3) 由於蚊蟲羽化後需經吸食碳水化合物，常會棲息於植栽上，因此以綠籬噴藥法(vegetation barrier spray)可收良好防治效果。本年度選擇公園綠地進行初步測試。
- (4) 繼續隨隊噴藥:記錄噴藥員裝備、藥劑種類、配製程序、器材種類、噴藥進行、藥效監測、民眾抱怨及藥害等。是否有實質改善。
3. 第三年：登革熱病媒蚊緊急噴藥方法及綠籬噴藥法之綜合評估 (3)
- (1) 選擇重點區域(與第一年或第二年之採樣地點可能不同)之埃及斑蚊進行生物檢測測試以確定有效防治藥，以決定年度有效藥劑種類及劑量。
- (2) 劑型之選擇與器械之配合:以最佳煙霧劑與助煙劑及油劑之最佳比例，ULV器械與油劑、液劑、乳劑及超低容量劑之相容性，推廣使用前二年度研究之最好使用方式，修正前二年之施藥缺點。
- (3) 如第二年顯示社區綠籬噴藥法(vegetation barrier spray)收良好防治效果，可擴大進行至學校及其他社區使用本技術，並繼續篩選新藥，以為輪替使用之後備藥劑。
- (4) 繼續問卷調查民眾對噴藥技術改進後配合意願，並改進施藥作為。
- (5) 繼續隨隊噴藥:記錄噴藥員裝備、藥劑種類、配製程序、器材種類、噴藥進行、藥效監測、民眾抱怨及藥害等改善狀況。
- (6) 整合三年在三地區之研究結果，及規劃施藥最佳操作手冊(best

practice for dengue control)。

## B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究(白秀華、戴淑美)

### 2.1 生物防治技術於登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用研究(白秀華)

本計畫所要達成之目標

#### 1. 全程計畫之總目標：

瞭解微生物製劑及昆蟲生長調節劑於登革熱病媒蚊綜合防治之適用範圍及其定位，研擬防治策略，以期應用新技術於登革熱病媒蚊之綜合防治。

#### 2. 分年計畫之目標：

- (1) 第一年：登革熱病媒蚊綜合防治新技術之實驗室評估
- (2) 第二年：登革熱病媒蚊綜合防治新技術之模擬實驗
- (3) 第三年：新技術之實地田野綜合防治評估

本計畫要完成的工作項目

#### 1. 第一年：登革熱病媒蚊綜合防治新技術之實驗室評估

- (1). 蘇力菌於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗
- (2). 賜諾殺於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗
- (3). 百利普芬於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗
- (4). 蘇力菌與百利普芬合併使用於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗
- (5). 賜諾殺與百利普芬合併使用於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

#### 2. 第二年：登革熱病媒蚊綜合防治新技術之模擬實驗

- (1). 賜諾殺對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗
- (2). 百利普芬對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗
- (3). 蘇力菌與百力普芬合併使用對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗
- (4). 賜諾殺與百利普芬合併使用對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗

#### 3. 第三年：新技術之實地田野綜合防治評估

依第二年模擬試驗研究結果，選擇防治效果最佳之防治技術，於

高雄市登革熱病媒蚊密度較高之區域，進行實地田野綜合防治，並評估其效果。

## 2.2 應用佈哨式誘蚊產卵器與成蟲誘引器誘殺登革熱病媒蚊之策略研究

(戴淑美)

由於台灣南部每年流行的登革熱均大量仰賴合成除蟲菊酯撲殺病媒蚊成蟲來控制疫情，因此幾乎所有疫區的埃及斑蚊成蟲皆已對目前的防治藥劑產生高低不等的抗藥性，進而影響到疫情的有效控制。為了解決因抗藥性而無法降低病媒蚊密度與抑制疫情的問題，當前亟需研發應用新穎且有效的防治技術。根據最近的研究報告指出：肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯以83:16:1比例混合的溶液可大量誘引埃及斑蚊的懷卵雌蟲集中產卵(Ponnusamy et al., 2007; Barbosa et al., 2010b)。其次亦有研究發現，病媒蚊雄蟲與剛羽化的雌蚊均須仰賴花蜜為生，因此極易受到蜜源或特定花的氣味所誘引(美國昆蟲學年會，2010)。若能利用此特性發展出具有誘殺懷卵雌蚊與雄蚊的誘殺器，即可在不需噴藥的情況下達到降低病媒蚊與控制疫情的目的。有鑒於此，本計畫擬發展應用含有上述產卵刺激物、黏膠片與殺幼蟲劑的誘蚊產卵桶，以及含有誘引劑與毒餌的成蚊誘引器。一方面利用誘引懷卵雌蚊集中產卵、捕殺產卵雌蚊與產下幼蟲來阻止病媒蚊繁衍後代，另一方面藉著誘殺雄蚊來降低病媒蚊的交配率，雙管齊下達到降低病媒蚊密度、有效控制疫情、不擾民、減少殺蟲劑使用與避免環境汙染等多贏目標的病媒蚊防治策略。

### 總目標：

本計畫原以三年規劃近、中、遠程目標，再依此目標由實驗室、田間小區域試驗擴及整個南部主要疫區之病媒蚊成蚊防治應用。首先以誘殺雄蟲降低病媒蚊交配率，再進一步以誘引懷卵雌蚊集中產卵、捕殺產卵雌蚊與產下幼蟲來阻止病媒蚊繁衍後代的策略，雙管齊下達到上述降低病媒蚊

密度與有效控制疫情等多贏目標的病媒蚊防治策略應用。然而因為經費有限，本計畫將先進行近程目標的部份計畫目標與工作項目：

第一年(近程)目標：

- (一) 以83:16:1的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合比例為基準，於實驗室中擴大測試不同比例與濃度的混合物效果，並找出最適於誘引台灣埃及斑蚊懷卵雌蚊集中產卵的比例與使用濃度。
- (二) 根據防治成效良好的東方果實蠅誘殺器，設計開發可以誘殺登革熱病媒蚊的雄蚊誘殺器。
- (三) 篩選檢測分別適用於誘蚊產卵桶中的殺幼蟲劑與毒餌誘蚊器中的殺成蟲劑，並訂定這些輔助藥劑的最低有效致死濃度。

至於原定的田間初步試驗、評估修正與實際佈哨式防治應用則延後至第二年與第三年獲得較充裕計畫經費再進行，因此2011年計劃所欲完成的工作項目如下：

- (一) 訂定最適於誘引台灣埃及斑蚊懷卵雌蚊的產卵刺激物之混合比例與使用劑量。
- (二) 開發以誘引劑與毒餌誘殺登革熱病媒蚊之誘蚊器。
- (三) 篩選輔助用的殺幼蟲劑與殺成蟲劑種類，以及這些藥劑的最低有效致死濃度。

第二年(中程)目標：

- (1) 利用佈哨方式在高雄市三民區廣置含有產卵刺激物、黏膠片與殺幼蟲劑之誘蚊產卵器，誘引懷卵雌蚊集中產卵、捕殺產卵雌蚊與產下幼蟲，並評估其防治效果。
- (2) 以佈哨方式於高雄市鼓山區廣置含有誘引劑與毒餌之誘蚊器誘殺病媒雄蚊，並評估其防治效果。
- (3) 以佈哨方式於高雄市左營區廣置含有誘引劑與毒餌之誘蚊器與含有產卵

刺激混合物之誘蚊產卵器，同時誘殺病媒雄蚊與懷卵雌蚊，並評估其防治效果。

- (4) 綜合評估單獨使用或同時使用誘蚊產卵器與毒餌誘蚊器的防治效果，並視需要調整改良。

第三年(遠程)目標：

- (1) 同時應用誘蚊產卵器與毒餌誘蚊器於高雄市主要疫區，誘殺病媒雄蚊、懷卵雌蚊與產魚產卵桶的幼蟲，並評估整體的防治效果。
- (2) 推廣使用改良後的誘蚊產卵器與毒餌誘蚊器於南台灣各主要疫區。

本計畫所要完成之工作項目：

- (1) 訂定最適於誘引台灣埃及斑蚊懷卵雌蚊的產卵刺激物之混合比例與使用劑量。
- (2) 開發以誘引劑與毒餌誘殺登革熱病媒蚊之誘蚊器。
- (3) 篩選輔助用的殺幼蟲劑與殺成蟲劑種類，以及這些藥劑的最低有效致死濃度。
- (4) 以佈哨方式完成單獨或同時使用誘蚊產卵器與毒餌誘蚊器的成蚊防治效果評估。
- (5) 推廣使用改良後的誘蚊產卵器與毒餌誘蚊器於南台灣各主要登革熱流行疫區。

#### C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

本計畫擬研究台灣地區影響矮小瘧蚊分布的消長因子，以及有效的防治策略，利用綜合防治的方式降低病媒蚊的密度，同時亦減少病媒蚊傳播疾病的風險。

全球經濟與商業的活絡，四面八方發達的交通網，人們生活的空間活動已非侷限於單一小區間，經濟繁榮也因不同地區人類頻繁交流，除商業、人文與物資流動外，同樣的也將不同地域的疾病，也正在散佈中，因

而人、病原、病媒與疾病大幅度擴張，往往造成經營、財力與生命的損失。如 1965 年台灣地區已宣告為瘧疾的根除區，但因開放的社會與人潮流動，台灣疾病管制局的資料顯示，自 1999 年起陸續有瘧疾境外移入報導，雖然台灣本土之瘧原蟲已消除，但因旅遊與商業行為帶入病原，雖然 2000 年病例最多發生有 42 例，但近三年病例少於 20 以下，但仍對台灣地區有莫大的風險存在。

在台灣，矮小瘧蚊的 A 型和 B 型區別仍有疑問，B 型可能是 A 型的變異種。目前主持人已取得來自中國大陸的 *An. minimus* A、*An. minimus* C 標本，和日本的 *An. minimus* E 三型矮小瘧蚊標本，並於本實驗室選殖出三型矮小瘧蚊的 ITS2 片段 clone，約 450 bp。也確認這些 ITS2 片段符合 NCBI 目前所查詢的同型矮小瘧蚊 ITS2 序列，並與其他蚊種相同片段比較。依本實驗室已選殖出來矮小瘧蚊 A、C、E 三型的 ITS2 片段，及花蓮縣壽豐鄉的矮小瘧蚊 ITS2 片段初步結果，與其他蚊種同時分析，以釐清台灣地區矮小瘧蚊的分類地位及鑑定。由疾管局的資料則發現孳生的村里數有增加的情形，因此本研究擬探討矮小瘧蚊的消長因子。我們以誘蟲燈採集與調查，同時記錄採集點的定位、環境微氣候資料，和分析幼蟲孳生場所的水質，以探討影響微小瘧蚊發生的消長因子。

誘蚊燈的監測效果受寄主、氣候、環境等因子所影響，若進一步使用誘蚊燈作防治效益仍需評估，本研究亦希望找尋最佳的設置誘蚊燈方式以獲得最好的防治成效，同時達到監測與防治的目的。另外，我們除了評估設置誘蚊燈方式外，如何可以減少用藥，改善用藥的方法，合理且有效地利用化學防治，也是我們積極努力的方向。本研究引進 WHO 建議且大量用於瘧蚊防治的藥劑處理蚊帳，藉由物理防治(蚊帳)加上化學藥劑的紗網材質，運用於野外(WHO, 2005)。WHO 建議使用的長效藥劑紗網以合成除蟲菊類殺蟲劑處理，長效藥劑紗網是將適當濃度的殺蟲劑包埋於塑膠纖維

中，讓病媒蚊停留於含藥的紗網上，直接毒殺病媒蚊。藥劑固著於紗網上，可避免人為漫無目的地大量噴灑藥劑，而擔心過度用藥造成環境殘留及破壞。長效藥劑紗網可直接毒殺病媒蚊，不但達到良好的防治效果，亦可減少抗藥性產生的機會，也為國內提供新的可行防治方法選項。

另外我們也利用誘蚊燈評估長效藥性紗網效果，除了希望可提供國內新的且防治有效的方法外，也可以積極改善藥劑的噴灑的問題，及減少抗藥性的產生。可利用綜合防治的概念，依不同地區的文化及環境特性，由幾種不同的防治方式互相配合，以達到良好的防治效果。而緊急防治時仍需以化學防治為主，才能迅速殺死帶瘧原蟲的病媒蚊，有效的控制疫情。全程計畫之總目標：

本計畫為找尋影響矮小瘧蚊分布的消長因子，以及建立最佳防治方式。

- (一)、矮小瘧蚊型別確認及鑑定。
- (二)、消長因子：探討南部與東部地區矮小瘧蚊消長與分布因子。
- (三)、防治方法：提供國內新的防治方法選擇，以誘蚊燈誘殺與長效藥劑紗網防治病媒蚊，提供最佳的監測及防治效果。
- (四)、共同防治：結合誘蚊燈和長效藥劑紗網共同防治病媒蚊，以達最好的共同防治方式。

### 3.1 台灣南部地區矮小瘧蚊消長因子和防治策略研究(吳懷慧)

分年計畫之目的：本計畫共分三年：

2011 年計劃目標：

- 1、建立矮小瘧蚊棲息地生態資料。
- 2、了解屏東地區矮小瘧蚊發生分布。
- 3、利用誘蚊燈監測與防治矮小瘧蚊。
- 4、研究誘蚊燈防治成蚊效應。
- 5、探討矮小瘧蚊發生消長分布的條件(環境生長、水質分析、食物調查)

等分析)。

6、歷年台灣矮小瘧蚊的地理分布因子分析。

7、建立 2011 年境外移入病例資料。

2012 年計劃目標：

1、持續建立矮小瘧蚊棲息地生態資料。

2、模擬矮小瘧蚊幼蟲棲息地資料建立室內品系。

3、持續調查南部地區矮小瘧蚊發生分布。

4、探討誘蚊燈監測與防治效應。

5、研究誘蚊燈防治成蚊效應。

6、探討矮小瘧蚊發生環境因子。

7、持續分析歷年台灣矮小瘧蚊的地理分布因子。

8、建立 2012 年境外移入病例資料。

2013 年的目標如下

1、建立 2006~2013 年台灣南部地區矮小瘧蚊生態資料。

2、建立 2006~2013 年台灣南部地區矮小瘧蚊發生分布資料。

3、建立矮小瘧蚊防治對策。

4、分析矮小瘧蚊發生與氣候變遷關係。

5、持續分析歷年台灣矮小瘧蚊的地理分布因子。

6、建立 2013 年境外移入病例資料。

### 3.2 台灣花東地區矮小瘧蚊消長因子和防治策略研究(林鶯熹)

第一年(2011 年度)：

(一)、野外懸掛誘蚊燈監測成蟲，以長柄勺採集幼蟲，定位及評估可能影響其發生的環境因子。

(二)、確認採回的蚊種及矮小瘧蚊型別確認及鑑定。

(三)、長效藥劑紗網實驗室內初步測試。

第二年(2012 年度)：

(一)、持續監測野外成蟲和幼蟲，評估可能影響其發生的環境因子。

(二)、確認採回的蚊種及矮小瘧蚊型別確認及鑑定。

(三)、野外懸掛誘蚊燈監測，與評估長效性紗網野外測試成效。藉由第一年室內測試長效藥劑紗網結果，運用於野外。若無室內測試結果，則直接建立長效藥劑紗網在野外的使用方法，讓病媒蚊停留於含藥的紗網上，達到直接毒殺的效果。

第三年(2013 年度)：

(一)、持續監測野外成蟲和幼蟲，評估可能影響其發生的環境因子。

(二)、確認採回的蚊種及矮小瘧蚊型別確認及鑑定。

(三)、依第二年長效藥劑紗網野外測試結果，評估結合其他防治方法(如添加誘引物質或加入其他種類誘蚊燈)共同防治效果。

## 背景分析

人類的病媒傳播疾病(vector-borne diseases)中重要的病媒昆蟲包括雙翅目(Diptera)的蚊類、白蛉、蠓類、蚋類、虻類、蠅類，半翅目(Hemiptera)的臭蟲與錐椿，蟲目(Anoplura)的蝨類與蚤目(Siphonaptera)的蚤類。這些病媒可傳播病毒性、細菌性、真菌性甚至原生動物等病原所致的疾病，一直是公共衛生與人類疾病流行的禍首。對於病媒傳播流行性疾病的防治可分別針對病原、病媒與寄主人類進行處理，然而除了發展預防疾病的疫苗外，最有效的疾病防治策略應是切斷病媒與病原間的關聯，降低或滅絕病媒已證實能抑制這類疾病的流行與蔓延。

WHO (1972)年對於病媒與疾病的關係提出了如下之訊息流程(information flow chart)，其包含四個模組，即病媒幼期生命預算、病媒對病媒的感染情況、病原的外潛伏週期及寄主感染情況。由此可知，疾病控制的要件中，對病媒昆蟲生物、生態甚至習性的了解確實相當重要。

我國法定傳染病依照致死率、發生率及傳播速度等危害風險高低的程度的分類中，與病媒昆蟲相關的有西尼羅熱(由家蚊 *Culex* 與斑蚊 *Aedes* 傳播)、屈公病、登革熱、登革出血熱/登革休克症候群、瘧疾(由瘧蚊 *Anopheles* 傳播)等疾病屬第二類法定傳染病。至於主要由埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 傳播的黃熱病則因發生率甚低列屬第五類法定傳染病。至於主要由埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 傳播的黃熱病則因發生率甚低列屬第五類法定傳染病。

台灣之登革熱流行始自於 1981 年琉球鄉，1986 年蔓延至台灣南部迄今每年都有病例發生，其發生主要病媒斑蚊為埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)，而 1995 後在台中市、彰化市、台北縣、台北市陸續都有病例報告，確認登革熱在台灣亦可經由白線斑蚊(*Aedes albopictus*)傳播。

2006 年登革熱疫情升高，確定病例高達 1074 例。本土病例為 965 例，境外 109 病例，登革出血熱則有 19 例，其中 4 人死亡。主要流行地區在高

雄縣市、屏東縣、台南縣市。除南部登革流行高危險區外，北部地區亦發生本土確定病例，如台中縣、台北縣、基隆市和桃園縣。登革熱的發生流行確實嚴重且值得關注。近年來登革熱疫情的日益嚴重，歸納原因包括(一)人口集中、居家和都市型態改變，(二)人口移動與東南亞國家交流頻繁，(三)病媒蚊產生抗藥性防治效果降低，(四)民眾配合度低且社區動員力不足，(五)隱性個案不易發覺疫情監控困難，(六)不同病毒型出現導致登革出血個案增多，(七)全球暖化病媒蚊與病毒可越冬跨年流行。

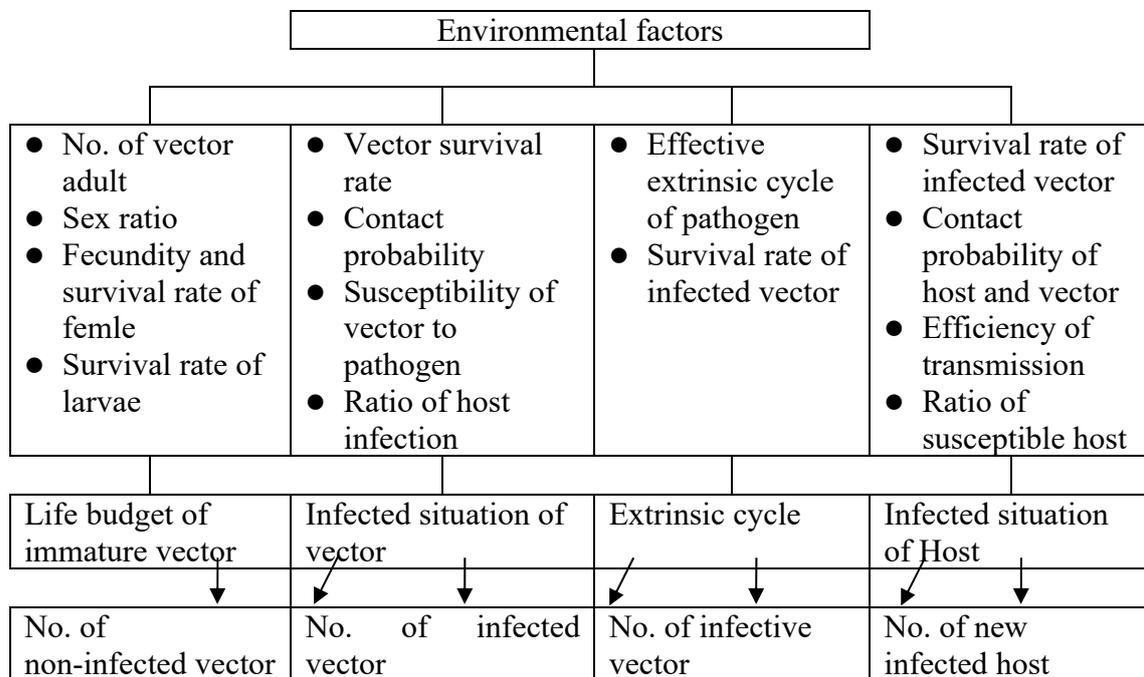


Fig. 1. Information flow chart of vector-disease system.

在多年登革熱病媒的監測與防治後，是否還有更準確的病媒族群調查法，是否有如橈足類的劍水蚤、蘇利菌等的其他可行防治法，是否可配合協力劑來做更有效的藥劑防治，這些都值得進一步探討，因此包括以新的誘蚊產卵器進行登革熱病媒之分布與消長監測、病媒抗藥性監測及添加協力劑提升防治效果，以及其它病媒蚊生物防治新技術的開發及綜合防治方法的應用與效果評估等工作，目前所採行防治登革熱疫情之緊急噴藥方法，主要包括 ULV 超低容量及熱霧噴灑法，但亦有縣市採行一次性煙霧罐等方式。但各種緊急噴藥方法之防治成效、利弊得失、成本效益及最佳可行方案等，尚無具體分析資料，擬就此部分進行具體可行之緊急噴藥防治策略研究。此為本計畫對登革熱部分擬進行與探討的主題。

瘧疾於本省已絕滅多年，然而一方面近年來國際交流頻繁，民眾往國外旅遊與商業活動頻繁，感染此病機率增加，常有境外移入病例發生，另一方面，本省過去瘧疾主要病媒蚊-矮小瘧蚊(*Anopheles minimus*)因農業生產環境的改變，而轉至山區乾淨水域孳生，又因水災、颱風、地震等氣候異常因子的影響，致使矮小瘧蚊幼蟲孳生處改變且有擴大趨勢，增加瘧疾流行之機會。因此本計畫擬進行重新調查病媒矮小瘧蚊之生態與分布、對藥劑的感受性、影響病媒族群相關因子之分析與進行防治策略研究等極待加強的工作，以期更瞭解矮小瘧蚊孳生環境及其族群動態的關係與過程，作為因應此病媒對策擬定的基準，此為本計畫第三部分的重點。

綜合言之，本計畫目的即擬針對目前本省南部這些重要的病媒昆蟲，包括埃及與白線斑蚊與矮小瘧蚊，進行族群消長、防治技術、風險評估及因應對策等整合性之研究。期望能對登革熱與瘧疾等台灣地區威脅公共衛生最重要之流行疾病的抑制，提供適宜的防治策略與有效的防治方法，以降低疾病流行的風險。

#### A、南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討(張念台、徐爾烈、羅怡珮)

## (一)政策或法令依據

全球登革熱發生的地區，主要在熱帶及亞熱帶有埃及斑蚊及白線斑蚊分布的國家，特別是埃及斑蚊較多之地區，包括亞洲、中南美洲、非洲及澳洲北部，以及部分太平洋地區島嶼。自 1980 年代後，登革熱似有向全球各地蔓延的趨勢，並在部分地區如斯里蘭卡、印度、孟加拉、緬甸、泰國、寮國、高棉、越南、馬來西亞、新加坡、印尼、新幾內亞、菲律賓、密克羅西亞、大溪地、加勒比海群島，以及若干中南美洲國家，已生根成為地方性傳染病。

登革熱早年曾在 1915、1931、1942 年發生三次的全島性登革熱流行；1942 年的流行約有六分之五人口(約 500 萬)感染，之後沉寂將近 40 年，於 1981 年屏東縣琉球鄉發生第二型登革熱流行，而台灣本島於 1987、1988 年在大高雄地區爆發登革熱流行後，在中北部也有零星的病例，如台北縣中和市(1995 年，179 例)、台中市(1995 年，8 例)、台北市(1996 年，10 例)、台北市(2008 年，20 例)、台北縣(2008 年，12 例)、台北市(2010 年，2 例)、台北縣(2010 年，15 例)、桃園縣(2010 年，1 例)、新竹縣(2012 年，1 例)。由於登革熱境外移入病例逐年攀升，2010 年境外移入病例達 292 例，已再創新高(99 年 12 月 24 日止的資料)。經病毒基因親緣性分析顯示，每年流行之病毒株均與當年東南亞病毒株相近，可見東南亞登革熱疫情日趨嚴重，境外移入病例逐年增加，登革病毒侵入台灣的相對危險性也隨之提高。因此根據重要蟲媒傳染病防治政策研究重點，本整合型計畫即以「**登革熱病媒緊急防治成效及策略探討**」為研究重點，致力於阻斷傳染病病原及蟲媒防治技術的研究，研發並評估登革熱緊急噴藥防治效益，提供行政單位擬定防治策略的參考。

## (二)問題狀況或發展需求

登革熱及登革出血熱全球超過 100 個國家盛行，威脅熱帶及亞熱帶 25

億人的健康，台灣近 20 年每年均有病例發生，病例分布以高雄居多，其中 2002 年有五千多名確定病例，且有登革出血熱病例 241 名之報告，故我們不僅對於登革熱病例的增加需加以防治，更需要注意的是未來出現登革出血熱流行之預防。今年度(2010)台灣地區登革熱第 52 週之病例達 1826 例，本土病例有 1537 例，佔全部病例 84%，可見帶病毒之病媒蚊仍猖獗。未能及時消滅帶病毒的病媒蚊，疫情自然不能阻斷。根據疾管局之資料，今年高雄市的病例佔高屏區之 90%(986/1094)，防治技術上有待加強。

登革熱及曲躬病(chikungunya)(Chevillon et al ,2008)主要是由埃及斑蚊 (*Aedes aegyti*) 及白線斑蚊(*A. albopictus*)傳播，上述二種蚊蟲在本省均有分佈，白線斑蚊分佈遍及全島，而埃及斑蚊分佈則在北迴歸線以南(登革熱防治手冊)。

迄今仍無有效的疫苗可預防登革熱感染，也無有效的治療藥劑，可治療登革熱病毒。唯一可行的只能減少病媒蚊密度，降低傳播流行之機率。而防治登革熱病媒蚊絕不能僅依賴單一之方法，必須儘可能採取一切可用之資源。有流行發生時，噴灑殺蟲劑，儘可能消滅帶病毒之病媒蚊，乃為不可避免之手段。登革熱的防治工作重點可分成兩大項：1.環境衛生維護，減少病媒孳生源(Pai et al., 2005) 2.民眾個人健康的維護，及早發現病例並接受醫療以及做好個人防護措施(1)。病媒蚊之孳生源清除，實為登革熱防治之最根本的辦法(Pai et al., 2006)，然於登革熱未有疫情之時，若能於平時即進行登革熱病媒蚊之監測，保持登革熱病媒孳生源清除之警覺與習慣，即可避免登革熱之發生，真正做到防患於未然，但病媒蚊之幼蟲孳生源非常廣泛，即使幼蟲孳生源清除後，已羽化的成蚊仍可傳播疾病，因之除了加強幼蟲防治外(Zhou et al. 2009)。當有病例發生時，為防疫情擴散，登革熱病媒蚊成蚊的殺滅即成為防治重點，此時最快速有效之策略即是使用殺蟲劑來消滅成蚊(Osaka et al.,1999)；在台灣用於蚊蟲防治的藥

物在環保署登記的也有 438 筆，多數也是神經毒劑如氨基甲酸殺蟲劑，有機磷殺蟲劑、合成菊酯殺蟲劑。過去當有疫情發生，相關單位派員至病例家戶及其周圍半徑 50 公尺範圍進行噴藥(登革熱防治手冊)，由於化學性之殺蟲劑具有異味及污染不受居民歡迎，常有藉故拒絕噴藥之情況；且因長期使用，蚊蟲亦有抗藥性之發生(Lin *et al.*,2002)(12)，以致噴藥無法達到預期之效果。

登革熱疫情發生時，必須在第一時間撲滅帶病毒之病媒蚊阻斷病毒擴大傳播，目前所採行之緊急噴藥方法，主要包括 ULV 超低容量及熱霧噴灑法，但亦有縣市採行一次性煙霧罐等方式。但各種緊急噴藥方法之防治成效、利弊得失、成本效益及最佳可行方案等，尚無具體分析資料。且緊急噴藥之範圍、頻率及次數等亦需同時考量到理論與實務運作問題，並進一步探討，以擬定具體可行之緊急噴藥防治策略。故本計畫擬針對登革熱病媒蚊進行緊急防治時南部地區登革熱病媒緊急噴藥防治成效及策略探討。

### (三)國內外相關研究之文獻探討

#### 1 成蟲抗藥性監測的重要性：

美國環保署(U.S. Environmental Protection Agency)肯定殺蟲劑在公共衛生所扮演的角色，化學藥劑施用應該被列為蚊蟲綜合防治體系的重要部分，殺蟲劑可用來防治騷擾性的昆蟲和公共衛生害蟲，可大大降低人類罹患疾病的風險(Rose, 2001)。因此針對台灣地區登革熱病媒蚊對化學藥劑的感藥性監測，仍應列為研究項目之一。但是在實際施用，應重新檢討評估化學藥劑防治的措施及策略。世界衛生組織(WHO)於1960年建立以薦別濃度(diagnostic dose)，依照標準作業流程進行成蟲對殺蟲劑的抗藥性。薦別濃度的是依照蚊蟲對化學藥劑感受性的差異，得以薦別出感性品系及抗性品系。如果死亡率達98-100%稱為感性品系，若死亡率低於80%則為抗性品系，若死亡率介於80-97%，則屬於中等程度的抗性(Davidson and Zahar, 1973)。1998年則提出死亡率介於80-95%即可被視為抗性品系的昆蟲。但是WHO仍建議在各個國家及區域，應是當地蚊蟲對藥劑感受性的差異，以造成感性品系100%死亡濃度的兩倍做為薦別濃度，例行性的進行田間品系的監測(Macoris et al., 2005)。為凸顯緊急噴藥防治的效益，對於田間抗藥性的監測，將是緊急噴藥防治成功的要件。

#### 2 登革熱成蟲化學防治：

在2010年登革熱防治手冊指出，國內噴灑殺蟲劑防治多年以來，常因環境或技術等因素，限制了化學防治的成效，且噴灑殺蟲劑滅蚊之效果非常短暫，病媒蚊的族群通常在噴藥後1-2週就會恢復；另一方面，在社區中實施噴藥，往往使社區民眾認為病媒蚊已被消滅，而忽略社區動員及澈底清除孳生源的重要性。因此，成蟲化學防治非屬必要之防疫措施，建議防疫單位於進行強制孳生源清除後，依相關資料綜合研判後，經評估有必要時才實施成蟲化學防治措施。且在實施同時，仍應積極動員社區民眾澈底落實孳生源

清除工作，方能有效遏止疫情擴散。此最高指導原則是否因此延誤防治時機，讓帶病毒的病媒蚊持續叮咬民眾而造成群聚感染，有待進一步分析探討。

WHO 認為在登革熱流行地區採用空間噴灑法防治登革熱之時間已達 25 年以上，但依同時期該地區登革熱發生率仍逐年增加之情況來看，實施空間噴灑殺蟲劑之方式並無法有效控制登革熱疫情，但是造成無法有效防治主要的原因在於完全依賴化學藥劑防治，完全忽略孳生源清除的環境管理 (WHO,1990)。1971 年在泰國進行馬拉松(Malathion)的超低容量(Ultra-low volume, ULV)噴灑試驗，可降低 99%的埃及斑蚊，且斑蚊族群則在 2 週後才回復至噴藥前的密度(Pant, et.al., 1971)。而以 ULV 噴灑撲滅松(Fenitrothion)的效果更好，噴藥 5 次以後可持續控制斑蚊族群達 4-5 個月(Pant, et.al., 1973)。如以連續方式實施 ULV 噴灑後，將立即且持續的具有防治成效 (Gratz,1999)。在宏都拉斯利用 ULV 及熱霧機在戶內噴灑賽洛寧 (Lambda-cyhalothrin)，可以使開放區域及隱密處蚊籠蚊子的死亡率達 97-100%，噴藥效果可維持 4 週之久(Perich, et.al., 2001)。於戶外施藥，是無法使藥劑透過門窗的隙縫，達到防治室內蚊蟲的密度。研究顯示噴藥後戶外埃及斑蚊雌蚊平均死亡率較高，戶內則較低，但戶外埃及斑蚊誘蚊產卵數量並無明顯減少(Perich, et.al., 1990)。成功的化學防治應包括擬定防治目標，正確的評估技術，適時適量的施藥。以蚊蟲驚人的繁殖力量，單純藉由化學防治，絕對無法降低野外的棲群密度。若以阻斷病毒傳播路徑為前題進行緊急防治，正確判斷噴藥地點是成功防治的第一步。

### 3 社區綠籬噴灑法：

根據最近的研究以賽洛寧(cyhalothrin)在住宅區附近進行綠籬噴灑在施藥九週後可降低 83-89%之斑蚊成蚊密度(Li,2010)，這項研究成果證實綠籬噴灑賽洛寧可維持二個月之藥效。超低容量噴藥常用於緊急防治疫情或幼蟲

孳生源清除有困難時(WHO 1997)。綠籬噴藥法已在部分地區證實是安全、快速、有效及長殘效性的防治白線斑蚊的方法。綠籬噴藥法可以防止或減少蚊子自一處侵入另一處的方法。在澳洲昆士蘭的住宅區以拜芬寧(bifenthrin)進行綠籬噴藥法結果蚊蟲六週內密度降低了 94%(Royal,2004)。以三種合成菊酯處理綠籬結果白線斑蚊及熱帶家蚊也得到良好控制(Cilek and Hallmon, 2008)。以拜芬寧及賽洛寧殘效性噴灑綠籬的測試也有六週以上的效果(Trout et al. 2007)。不過 Doyle et al (2009)的研究顯示不同的植物種類會影響殘留效果，因之在不同的地方測試會有不同的藥效。綠籬噴藥法尚未在台灣測試對白線斑蚊及埃斑蚊的效果有待驗證。

#### 4 緊急噴藥防治效益評估：

近年來在南部地區所進行的緊急噴藥藥效評估報告指出，由於防疫人員的噴灑技術未臻成熟，導致殺蟲效果不彰；同一家戶(區塊)反覆多次噴藥，招致民眾反彈、干擾民生；甚至劑量使用不當、噴霧機具性能良莠不齊及使用保養不當，將造成病媒蚊產生抗藥性、環境污染等後果(夏,2006,2007)，在此凸顯緊急噴藥防治的縱向及橫向緊密聯繫的重要性。另外亦證實即使地區蚊蟲已產生抗藥性的情形，仍可藉由正確落實的噴灑技術而提高防治成效，故應確立各型噴霧機具與各種殺蟲藥劑之最佳噴灑組合，建立正確有效的噴灑技術，提升防疫人員噴灑技能，俾能以精準科學的方法實施化學防治(夏,2007,2008)。

疾病管制局在高雄縣、市進行登革熱病媒蚊採樣方法的評估，比較傳統調查斑蚊指數(布氏指數、住宅指數及成蚊指數)、改良誘蚊產卵器、BG-Sentinel™誘蚊器及CDC背負式吸蟲機等五種採樣，其中布氏指數、住宅指數、誘蚊產卵器指數及背負式吸蟲指數間有很高的顯著性正相關，誘蚊器與傳統斑蚊指數間亦有顯著正相關，因此利用誘蚊產卵器可做為評估緊急噴藥防治效益的工具，此評估方法可正確評估田間蚊蟲棲群動態，並預估再

進行化學防治的時機。

#### (四)本計畫與防疫工作之相關性等

登革熱防治工作應以永續經營為出發，採行綜合防治技術。現行台灣地區行政單位及社區民眾對登革熱防治工作動員系統已趨成熟，雖然民眾對噴藥頻仍而出現抱怨的聲浪，但是在沒有其他方法能有效殺滅帶病毒病媒蚊時，「登革熱緊急噴藥防治」仍為絕對必要的手段。實施殺蟲劑空間噴灑之目的，在於已發現登革熱病例狀況下，立即對病例可能的感染地點及病毒血症期間曾停留的地點，迅速實施噴灑殺蟲劑，以殺死帶病毒之成蚊，快速切斷傳染環，避免疫情擴散。唯針對「登革熱緊急噴藥防治」進行時所引起的諸多問題，宜重新檢討及評估防治策略。包括：

- 1、蚊蟲抗藥性的監測，得採取有效的藥劑進行化學防治。
- 2、評估進行緊急防治噴藥的適當時機，對登革熱疫情的控制時效。
- 3、提高正確施藥的技術，發揮化學防治的藥效。
- 4、積極檢討評估施藥範圍、次數及頻率，確實掌控切斷傳染病的傳染環，避免疫情擴大。
- 5、評估阻隔帶噴灑法實際應用的可行性。

#### B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究(白秀華、戴淑美)

##### 2.1 生物防治技術於登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用研究(白秀華)

登革熱及登革出血熱全球超過 100 個國家盛行，威脅熱帶及亞熱帶 25 億人的健康，台灣近 20 年每年均有病例發生，病例分布以高雄居多，其中 2002 年有五千多名確定病例，且有登革出血熱病例 241 名之報告，故我們不僅對於登革熱病例的增加需加以防治，更需要注意的是未來出現登革出血熱流行之預防。

登革熱主要是由斑蚊屬 (*Aedes*) 之室蚊亞屬 (*Stegomyia*) 蚊蟲傳播，1906 年，Bancroft 即證明埃及斑蚊 (*A aegypti*) 為主要傳播本病之病媒，1923

年，Simon 等人證實白線斑蚊(*Aedes albopictus*)亦為本病之病媒，上述二種蚊蟲在本省均有分佈，白線斑蚊分佈遍及全島，而埃及斑蚊分佈則在北迴歸線以南。<sup>(1)</sup>

迄今仍無有效的疫苗可預防登革熱感染，也無有效的治療藥劑，可治療登革熱病毒。唯一可行的只能減少病媒蚊密度，降低傳播流行之機率。而防治登革熱病媒蚊絕不能僅依賴單一之方法，必須儘可能採取一切可用之資源。有流行發生時，噴灑殺蟲劑，儘可能消滅帶病毒之病媒蚊，乃為不可避免之手段，但對環境及健康有負面之影響。如果病媒蚊孳生源清除工作能持續及徹底，則可減少病媒蚊之發生，但因環境上複雜的因素很難達到理想目的，必須有其他配合措施。

一般登革熱的防治工作重點可分成兩大項：1.環境衛生維護，減少病媒孳生源<sup>(2-4)</sup> 2.民眾個人健康的維護，及早發現病例並接受醫療以及做好個人防護措施<sup>(1)</sup>。病媒蚊之孳生源清除，實為登革熱防治之最根本的辦法<sup>(4-6)</sup>，然於登革熱未有疫情之時，若能於平時即進行登革熱病媒蚊之監測，保持登革熱病媒孳生源清除之警覺與習慣，即可避免登革熱之發生，真正做到防患於未然。另有生物防治法<sup>(7,8)</sup> 或藉由衛生教育發動社區共同參與，一起進行登革熱防治工作<sup>(9)</sup>當有病例發生時，為防疫情擴散，登革熱病媒蚊成蚊的殺滅即成為防治重點，此時最快速有效之策略即是使用殺蟲劑來消滅成蚊<sup>(10)</sup>；在臺灣用於蚊蟲防治的藥物在環保署登記的也有 438 筆，多數也是神經毒劑如氨基甲酸殺蟲劑，有機磷殺蟲劑、合成菊酯殺蟲劑。過去當有疫情發生，相關單位派員至病例家戶及其周圍半徑 50 公尺範圍進行噴藥<sup>(11)</sup>，由於化學性之殺蟲劑具有異味及污染(溶劑或粉劑)不受居民歡迎，常有藉故拒絕噴藥之情況；且因長期使用，蚊蟲亦有抗藥性之發生<sup>(12)</sup>，以致噴藥無法達到預期之效果。

另外，最常被提到的防治策略就是孳生源清除，依筆者過去研究得

知，常在布氏指數很低的情形下仍有登革熱流行，且以誘蚊產卵器尚可誘致斑蚊產卵<sup>(13)</sup>，顯然有很多蚊蟲孳生源未發現，如樹洞、矮樹叢、植物凹陷葉腋、屋頂隔熱裝置、排水管、地下室、地下蓄水池等。現今民眾非常反對有機殺蟲劑的噴灑，但在防疫的訴求下又非防治不可。現今有用的生物防治法很多，例如食蚊魚的利用，水生捕食性昆蟲(蜻蜓、豆娘、水黽、龍蝨等) (Ram and Hwang 2006)<sup>(14)</sup>。

到目前為止，登革熱仍無預防疫苗及治療藥劑，因之登革熱的流行控制，其防治工作重點在於平時要清除病媒孳生源<sup>(2-4)</sup>，減少病媒蚊的發生，降低傳播機率。並做好個人防護措施<sup>(1)</sup>，避免蚊蟲叮咬。發生本土病例時則立即進行噴藥消滅帶病毒之病媒蚊，實為登革熱防治之最根本的辦法<sup>(4-6)</sup>。然於登革熱未有疫情之時，若能於平時即進行登革熱病媒蚊之監測，保持登革熱病媒孳生源清除之警覺與習慣，即可避免登革熱之發生，真正做到防患於未然。但人工孳生源之清除很難澈底，因隱藏死角太多，故於革熱流行區域很難僅憑人工孳生源之清除，而達到登革熱流行控制之目的，必須配合其他幼蟲撲滅方案才能有助於病媒蚊之發生。有登革熱病例生時必須進行噴藥消滅帶病毒之病媒蚊，但成蚊防治常受困於抗藥性，因之，幼蟲防治時一定要避免使用與成蚊相同之藥劑。可藉由專用於幼蟲防治之方法以降低病媒蚊發生，例如生物防治劑<sup>(7,8)</sup> 或昆蟲生長調節劑，不影響成蟲之抗藥性，也不影響環境生態及民眾。

過去蘇力菌及百利普芬皆為粒劑，在大面積施用時非常不便，但現在二者都有新的可溶於水的劑型，適用於大面積噴灑，但先前計畫僅評估蘇力菌，在台灣尚未評估其他生物製劑之效能。例如賜諾殺(spinosad)過去都用於農業害蟲防治，現在世界衛生組織也推薦用於病媒蚊幼蟲防治，主要的著眼點是有效安全。

蘇力桿菌(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) 此菌 H-14 型是

Goldberg 與 Marglit (1977)自以色列地方蚊蟲孳生池塘之泥土採樣中分離而得； de Barjac (1978)發現此菌所形成的每顆孢子，皆可產生一或多個蛋白質的結晶體。當孢子及晶體被感受性之昆蟲取食後，其口器與胃即出現麻痺，而且胃的上皮組織被破壞，在幾小時至三星期內死亡；此菌被證實對蚊，特別是瘧蚊、家蚊、斑蚊及蚋幼蟲之防治，深具希望與潛力<sup>(15)</sup>，並有生物製劑商品之研發及上市。本計畫即欲使用對人體無毒性之生物製劑可將幼蟲消滅；可直接使用投置於暫時無法清除之室內大型孳生源之劑型；亦可使用噴灑於戶外眾多之孳生源中，有效降低病媒蚊密度。而另一種昆蟲生長調節劑百利普芬(pyriproxyfen)研究顯示可有效對抗埃及斑蚊、家蚊及瘧蚊<sup>(16)</sup>。

賜諾殺 (spinosad) 是來自含有多孢菌 *Saccharopolyspora spinosa* 菌株的土壤，是禮來公司一位化學家在加勒比海度假時順便採集的，其後的十二年裡，公司為此投入了數以百計的員工和大批的研究小組，並最終成功開發出以 Spinosyn A 和 D 為主要成分的商品化產品賜諾殺(spinosad)<sup>(17,18)</sup>。Spinosad 對昆蟲有快速觸殺和口服毒性，通過刺激昆蟲的神經系統，導致非功能性的肌收縮、衰竭，並伴隨顫抖和麻痺<sup>(19)</sup>。這種作用結果和乙醯膽鹼受體被啟動的結果是一致的。Spinosad 同時也作用於  $\gamma$ -氨基丁酸受體，這有可能進一步提高其殺蟲活性。Spinosad 已在 2008 年獲化學品設計獎，係基於創新合成技術，在 1999 年同樣獲化學品設計獎。2010 年第三度獲得化學品設計獎，但係由不同公司基於不同設計理由而再度得獎。得獎技術為將其做成微膠囊 (encapsulate)，用  $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  包覆，遇水後逐漸形成  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，並以 PEG (polyethylene glycol) 為結合材料，不同殺蟲劑及不同應用場合均可微調，適用在 intermittent water 並提供整合性病媒管理 (Integrated Pest Management, IPM) 很好的選擇。

微生物製劑及昆蟲生長調節劑其防治優點為無污染、無氣味，沒有人

員疏散必需、尚無抗藥性等。雖微生物製劑可快速殺滅蚊之幼蟲但殘留性短<sup>(15)</sup>；而昆蟲生長調節劑無法立即殺滅蚊之幼蟲但殘留性長<sup>(16)</sup>，故分別於蚊蟲防治上均未盡理想<sup>(20)</sup>，故本計畫擬針對登革熱病媒蚊進行綜合防治之研究，即是將此二者合併使用於綜合防治中，自實驗室研究、模擬試驗、至實地田野綜合防治評估。結果不僅可開發應用登革熱病媒蚊綜合防治新技術，更可作為登革熱病媒蚊綜合防治政策擬定之參考依據。

## 2.2 應用佈哨式誘蚊產卵器與成蟲誘引器誘殺登革熱病媒蚊之策略研究 (戴淑美)

登革熱(dengue fever)是僅次於瘧疾的重要蟲媒傳染病，目前全球約有 25 億人飽受此傳染病之威脅，其主要流行風險區分布於包括台灣在內的東南亞與中南美洲國家。在台灣，登革熱屬於第二類法定傳染病。自從 1986 年由琉球鄉蔓延至台灣南部之後，屏東、高雄與台南等縣市每年都有病例發生。由於目前並無預防登革熱的疫苗或治療處方藥劑，因此世界衛生組織轉而將此疾病的管制計畫著重於降低攜帶傳染病毒的病媒蚊數量。目前針對登革熱病媒蚊的防治策略有：(一)環境管理，例如病媒蚊孳生源清除；(二)生物防治，例如利用箭水蚤與食蚊魚捕食病媒蚊幼蟲(Riviere and Thirel, 1981; Ram and Hwang, 2006)；(三)物理防治，例如裝置紗窗紗門；(四)化學防治，例如預防性投藥(intermittent preventive treatment) (Vashishtha, 2008)與緊急噴藥等；其中又以化學防治最常使用。台灣現行的登革熱防治策略，在平時是以病媒蚊孳生源的清除為主，當有疫情發生時則以緊急噴藥防治來阻斷帶毒成蚊的傳染路徑。

為了降低登革熱的傳播蔓延，世界各疫區曾先後使用滴滴涕(DDT)、亞培松(temephos)、撲滅松(fenitrothion)、安丹(propoxur)，與百滅寧(permethrin)等殺蟲劑來防治病媒蚊。台灣南部 14 個環保單位也連續多年以百滅寧、賽滅寧(cypermethrin)、治滅寧(tetramethrin)與芬化利(fenvalerate)

等合成除蟲菊殺蟲劑撲滅病媒蚊成蚊。然而長期仰賴藥劑防治，已使得傳播登革熱與出血性登革熱(dengue haemorrhagic fever, DHF)的主要病媒蚊埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)對滴滴涕、亞培松、安丹與百滅寧等殺蟲劑產生抗藥性(Mazzarri and Georghiou, 1995; Lima et al., 2003; Lin et al., 2003; Somboon et al., 2003; Luna et al., 2004)，並嚴重威脅登革熱的防疫效果。

有鑒於病媒蚊成蟲已對化學藥劑產生抗藥性而無法降低蚊蟲密度，各國病媒蚊防治學家均致力於研發新的防治替代方案，包括以基因改造蚊蟲降低病媒蚊密度或抑制傳毒能力、利用含有產卵刺激物的誘蚊產卵器誘殺懷卵雌蟲(Ponnusamy et al., 2007; Barbosa et al., 2010b)或含有誘引劑與毒餌的誘蚊器誘殺雄蟲或剛於化的雌蟲(The 58<sup>th</sup> annual meeting of ESA, 2010)、以及利用對人類與環境友善的蘇力菌與昆蟲生長調節劑防治病媒蚊幼蟲。

以誘蚊產卵器誘殺病媒蚊的防治策略為例，通常會在誘殺器中加入產卵刺激物與殺幼蟲劑或加入產卵刺激物與黏膠片，一方面刺激懷卵雌蚊集中產卵，另一方面也可捕殺產卵雌蚊與抑制其中的幼蟲生長。例如：加入蘇力菌與 skatole 或牛筋草發酵液的誘蚊產卵器可增加誘引熱帶家蚊產卵與除滅幼蟲的效果(Barbosa et al., 2010a)，而加入 33%乾草浸液、1 mg/ml 苜蓿丸與兩片 15 x 5.5 cm 黏膠片的誘蚊器則可在登革熱流行高峰期可捕獲高達 2~3.5♀/trap/week 的埃及斑蚊，相同的誘蚊器在施用防治藥劑後只能捕獲小於 0.5♀/trap/week 的病媒蚊(Richie et al., 2004)。因此，此種含有產卵刺激物的黏性誘蚊器不但可用於監測懷卵雌蚊的工具，也可以作為捕殺懷卵雌蚊與其後代的病媒蚊防治工具。

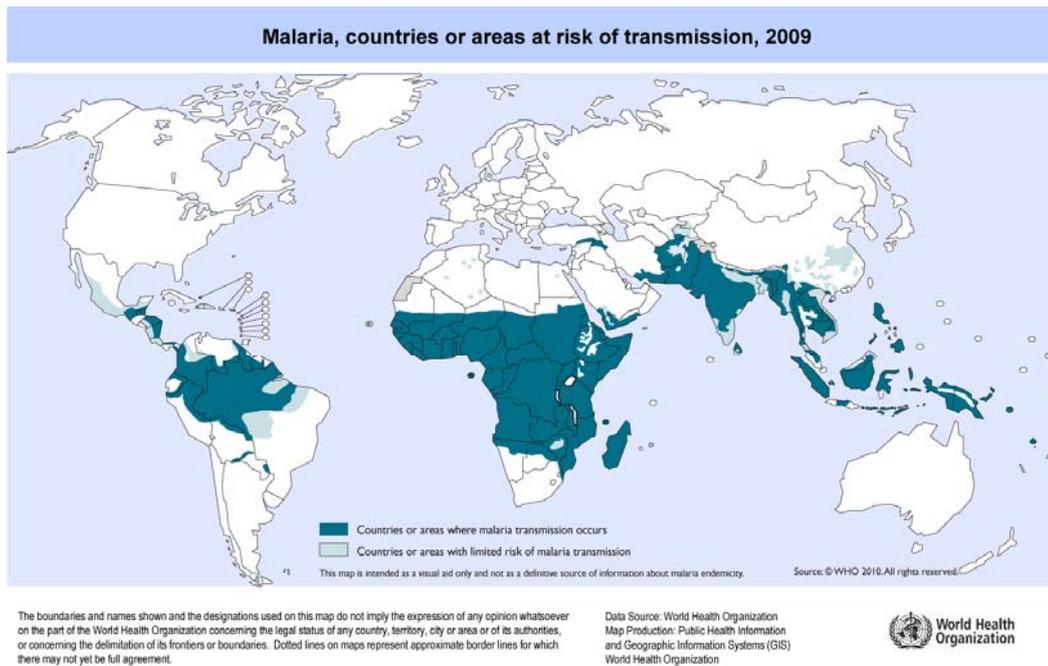
最近的研究指出竹葉(*Arundinaria gigantea*)、白橡樹葉(*Quercus alba*)、腰果葉(*Anacardium occidentale*)與天竺草(*Panicum Maximum*)的浸泡液均可刺激埃及斑蚊懷卵雌蚊的產卵效果(Ponnusamy et al., 2007; Santos et al.,

2010)。進一步研究發現浸泡液中的產卵刺激物主要為微生物分泌的有機酸混合物，其中又以肉豆蔻酸(tetradecanoic acid)、壬酸(nonanoic acid)與肉豆蔻酸甲酯(tetradecanoic acid methyl ester)以 83:16:1 混合的效果最佳 (Ponnusamy et al., 2007)，而實際田間試驗結果顯示 0.33 ng/ml 上述比例的混合物即有顯著的產卵刺激效果 (Barbosa et al., 2010b)。此產卵刺激物若搭配黏膠片與適當的殺幼蟲劑使用，即可發展出更佳的懷卵埃及斑蚊之誘殺利器。除此之外，最新的調查顯示病媒蚊雄蟲與剛羽化的雌蚊皆須仰賴花蜜維生，而壬醛(nonanal)、苯乙醛(phenyl acetaldehyde)與苯甲醛(phenyl aldehyde)則對病媒蚊成蚊具有極高的誘引力(The 58<sup>th</sup> annual meeting of ESA, 2010)。結合花蜜、有機誘引劑與殺蚊劑的誘蚊器則可進一步誘殺雄蚊以降低病媒蚊之交配率。

因此，本子計畫擬利用含有肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合誘引劑之誘蚊產卵器與含有誘引劑與毒餌的誘蚊器分別進行斥堠式(scouting)的懷卵雌蚊誘殺、幼蟲撲殺與雄蚊誘殺的全面防治策略，以達到降低病媒蚊密度與有效控制登革熱疫情的目的。

#### C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

瘧疾為威脅全球人類的高風險疾病，至少有 1/2 以上的世界人口生活在瘧疾的流行區域中(圖一)，2008 年 WHO 估計有 243 百萬病例，且有 863000 死亡病例(WHO,2010)，嚴重造成人類的生命損失。



圖一、 2009 年全球瘧疾發生區域

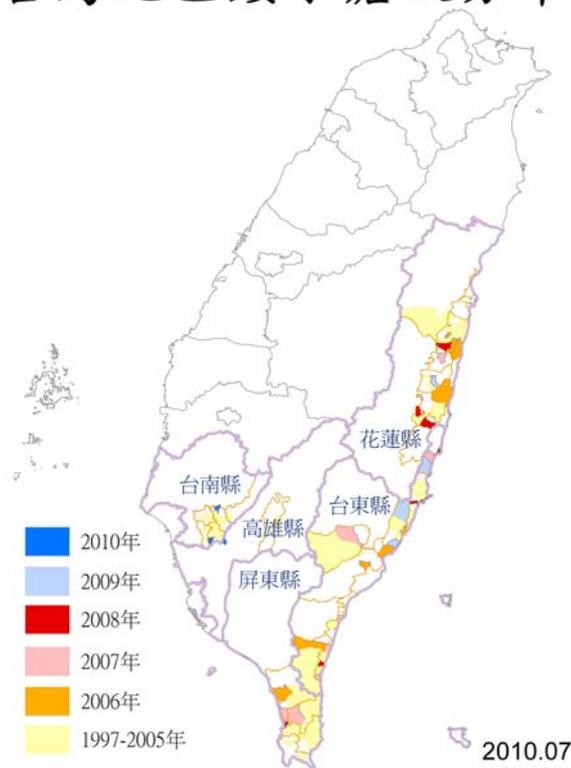
數個世紀來瘧疾威脅台灣民眾生命安全，1911 至 1942 年間每年平均死亡人數為 5,879 人。1938 年感染人口比率達到最高峰，當時總人口數為 560 萬，感染人口數就有 188 萬人。台灣 360 個鄉鎮中約有 200 個鎮是屬於瘧疾流行地區。在大戰期間瘧疾更為猖獗，戰後全台灣六百萬人口中有一百五十萬瘧疾病例發生，在 1952 年每十萬人口就有 27.5 名因為瘧疾而死亡。

在台灣，瘧疾(malaria)為第二類法定傳染病，其主要病媒蚊為矮小瘧蚊 (*Anopheles minimus*)。1952 年瘧疾患者有 120 萬人(蘇等，2005)，自 1965 年台灣獲得世界衛生組織頒發瘧疾根除證書，撲瘧進入保全期，但因旅遊頻繁及外籍勞工增加境外移入瘧疾的可能性。近年來，台灣每年境外移入病例平均約 30 例以下，去年確定病例總數 11 人，今年至 12/24 為止確定病例數為 21 人，均為境外移入(疾管局網頁)。因初期症狀似感冒，且病例少，大多數醫生沒有診斷瘧疾的經驗而常被忽略，94 年甚至發生國人旅遊感染瘧疾國泰醫院誤判而延誤治療造成死亡的案例。另 92 年介入病例也讓人擔憂再度發生本土性病例

之可能，所以對於矮小瘧蚊的研究相當重要。

全球瘧蚊已知種類共有 422 種，有 70 種可傳播瘧疾，其中 28 種為主要病媒，40 種為次要病媒。台灣地區已經證實矮小瘧蚊為瘧蚊主要的病媒，中華瘧蚊（*An.sinensis*）為次要傳染源。矮小瘧蚊在臺灣終年均可發生，其發生高峰期在水流穩定的冬天，而次高峰於 5~6 月發生，圖二、為衛生署疾病管制局 2010 年的公布調查分布區。

## 台灣地區矮小瘧蚊分布



圖二、2010 年台灣地區矮小瘧蚊分布(台灣疾病管制局)。

早期矮小瘧蚊遍布全台，孳生於水稻田、溝渠、小溪等，現在矮小瘧蚊的幼蟲存在於靠近山邊的溪流或灌溉溝渠中。疾管局大約每年每個月選兩個村調查，以確認矮小瘧蚊的分布。80~82 年矮小瘧蚊幼蟲僅發現於花蓮縣、台東縣、屏東縣、高雄縣、台南縣等五縣之 22 個鄉鎮，85~86 年修訂為 19 鄉鎮 41 村里，92 年孳生源增訂為 21 鄉鎮 43 村里。今(99)年監測新發現之孳源地區為台南縣龍崎鄉的南坑村、左鎮鄉的榮和村，以及高

雄縣內門鄉的內東村，修訂為 28 個鄉鎮 105 個村里(疾管局資料)，調查的村里似乎逐漸增加。於 83 年 7 月~84 年 6 月進行的密度調查發現台南縣新化鎮東縣及台南縣幼蟲密度較高，全年之密度於九月開始至第二年之三月，因水位較穩定(Teng et al., 1998)。

鄧(2006)發現懸掛誘蚊燈於住家和孳生水域所採集到的蚊種和矮小瘧雌蚊數量，比吸蟲機所採集到的蚊種和矮小瘧蚊數量高，但加了誘引劑 Octenol 對誘集到的蚊蟲種類和數目在統計上無顯著差異。成蚊棲息場所並不棲息於家戶內，多於戶外以及動物養殖處所及孳生場所，且吸食狗血、牛血和非雞鳥類血液。所以，本研究擬以懸掛誘蚊燈調查與捕殺病媒蚊。

在台灣記載的瘧蚊種類有 17 種，矮小瘧蚊群(*An. minimus* group)為塞蚊亞屬(*Cellia*) *Myzomyia* series 的蚊種(Harrison, 1980)。*An. minimus* complex 在文獻上曾提及包括 A、B、C、D、E、X 及 157 號。俞等(1984, 1985)觀察海南島之矮小瘧蚊可分為 A 型及 B 型。亦有文獻認為 B 為 A 的變種(Sawabe et al. 1996)，X 亞種為 *An. aconitus* (Green et al., 1990)。兩型成蚊形態特徵，A 型：翅脈  $M_{1+2}$  除基部及末端外，並非全黑；B 型：翅脈  $M_{1+2}$  除基部及末端外，全黑。

何(2002)依 ITS2 (internal transcribed spacer 2)序列與 NCBI 查詢所得 A 型和 C 型之 ITS2 序列比較，判定屏東縣滿洲鄉和台南縣新化鎮的矮小瘧蚊為 A 型。ITS2 為核糖體基因(ribonuclear DNA, rDNA)，常用以研究姐妹種的分子差異(Van Bortel et al., 2000)。目前主持人已取得來自中國大陸的 *An. minimus* A、*An. minimus* C 標本，和日本的 *An. minimus* E 三型矮小瘧蚊標本，並於本實驗室選殖出三型矮小瘧蚊的 ITS2 片段 clone，約 450 bp。也確認這些 ITS2 片段符合 NCBI 目前所查詢的同型矮小瘧蚊 ITS2 序列，並與其他蚊種相同片段比較。目前對於台灣的矮小瘧蚊的 A 型和 B 型區別仍有疑問，B 型可能是 A 型的變異種，期待藉由此計劃增加較多樣本，以確

認台灣地區矮小瘧蚊的型別，並進而分析其親緣關係(何，2001; Teng, et al.,1998)。

野外常以誘蚊燈監測及採集蚊蟲，鄧(2006)發現誘蚊燈所誘集到的瘧蚊種類、雌蚊數及總數均明顯高於吸蟲機的採集結果。有些地區一個晚上一盞燈可採集到高密度的矮小瘧蚊，如花蓮縣壽豐鄉平和村 61 隻等。Sithiprasasna (2004)則發現在泰國五種誘蚊燈即使加入乾冰或八烯醇(octenol)，其誘集矮小瘧蚊的效果皆不如人體誘集。但在台灣，早期矮小瘧蚊棲息於家戶內，喜人血。現在矮小瘧蚊主要不在家戶內，吸血源為牛、豬或非雞鳥類，並無吸食人血，而加了 octenol 的誘蚊燈雖然誘到較多蟲數，但與未添加誘引物的誘蚊燈比較並無明顯差異(鄧, 2006)。所以，本研究以誘蚊燈作為監測調查的基礎。

誘蚊燈也常被使用於防治三斑家蚊，在三斑家蚊防治研究中發現，不同地區和不同種類誘蚊燈的防治效果需評估其效益。誘蚊燈的捕蚊效果可能受滿月或新月時期的影響(Provost, 1959)，且放置誘蚊燈的位置亦影響其捕捉率(Mboera *et al.*, 1998)。Sota 等人(1991)認為當病媒蚊都停留在豬隻身上時，則相對影響誘蚊燈的防治效果。所以應該依不同地區採取不同種類誘蚊燈和設置點。

矮小瘧蚊幼蟲主要孳生於靠近山邊的穩定緩流的小溪或灌溉溝渠，以孳生源清除的防治方式在執行上有實際的困難，最直接有效的防治方法還是使用殺蟲劑。在台灣，農藥的使用頻繁，且農業害蟲防治之例行性殺蟲劑噴灑，常使用有機磷殺蟲劑，雖亦有助於降低瘧疾病媒蚊之密度，但化學防治所遭遇的最大問題就是害蟲容易產生抗藥性。

所以如何可以減少用藥，改善用藥的方法，合理且有效地利用化學防治，也是我們積極努力的方向。本研究引進 WHO 建議且大量用於瘧疾防治的藥劑處理蚊帳，藉由物理防治(蚊帳)加上化學藥劑的紗網材質，運用於

野外。長效藥劑紗(long lasting insecticide net, LLIN)是將適當濃度的殺蟲劑包埋於塑膠纖維中，讓病媒蚊停留於含藥的紗網上，直接毒殺病媒，除了可有效防治病媒蚊，亦與其他方法(如：物理防治、生物防治等)配合作綜合防治。而 WHO 所建議使用的長效藥劑紗網以合成除蟲菊類殺蟲劑處理，因此可用來防治矮小瘧蚊。Kroeger et al. (2006)使用 lambacyhalothrin 的窗簾及含 deltamethrin 的窗簾可有效降低登革熱病媒蚊密度。Tungu et al. (2010)測試第滅寧加入協力劑，雖然與未加協力劑的紗網效果沒有明顯差異，但可減少甘比亞瘧蚊的吸血率，而協力劑又可降低蚊蟲產生抗藥性的風險。長效藥劑紗網是將適當濃度的殺蟲劑包埋於塑膠纖維中，讓病媒蚊停留於含藥的紗網上，直接毒殺病媒蚊。藥劑固著於紗網上，可避免人為漫無目的地大量噴灑藥劑，而擔心過度用藥造成環境殘留及破壞。長效藥劑紗網可直接毒殺病媒蚊，不但達到良好的防治效果，亦可減少抗藥性產生的機會，也為國內提供新的可行防治方法選項。

根據 2010 年衛生署疾病管制局的調查，發現於台南、高雄、屏東、台東及花蓮 5 縣的 26 鄉鎮；而多年來民眾對環境保護不遺餘力，重視環境保育已改善生不生存的環境，所以矮小瘧蚊的孳生地相對地改善，所以其由原 20 鄉鎮孳生範圍有擴大趨勢。就台灣地區矮小瘧蚊終年發生，且吸血習性偏好人類，以流行標準而言，有病媒與傳染源，但感染人類瘧原蟲，因經濟活動人潮往來由國外流行區帶入，在國外許多國家瘧疾依舊猖獗，如非洲、東南亞及中國大陸等還有致死率極高的熱帶瘧，如此增加瘧疾流行風險。除作好國內病媒蚊管制工作外，也必須對國內瘧疾發生預防，有必要進一步探討與防堵瘧疾的大發生因子，防患未來。

本計畫擬就探討歷年來台灣地區矮小瘧蚊發生消長與環境的因子；針對矮小瘧蚊發生地區抗藥性檢測，以提供緊急防治藥劑資訊，並建立防治策略；再加入空間地理與人生活的關係，建立人口密度、建築物型態、間

置環境（例如空屋、空地等）、公園綠地等戶外空間、地理障礙區域(快速道路、鐵路、港灣湖泊等)、人蚊常接觸的可能性等的基礎環境與相關因子，並整合當地的氣象條件，評估對矮小瘧蚊的分佈是否有影響，進而提出因應防治對策提供給施政單位應用。所以，現今防治病媒蚊宜採綜合防治的概念，使用多種防治技術輪用或混用，以達到控制病媒蚊，進而消滅病媒所傳播的疾病。將來更可進一步配合其他防治方法共同使用，提供國內瘧疾綜合防治新的參考方向。

### 三、實施方法及步驟

#### A、南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討 (張念台、徐爾烈、羅怡珮)

##### 1.1、登革熱病媒蚊監測：進行病媒蚊監測結果，作為登革熱病媒蚊緊急噴藥防治的依據

###### 1.1.1 台南地區以誘蚊產卵器進行病媒蚊棲群動態監測(羅怡珮)

結合誘卵數與誘卵器陽性率的調查，進行田間斑蚊棲群動態調查。棲群動態調查的結果一方面可監測斑蚊發生情形，另一方面由實施化學防治前後棲群動態的變化情形，可評估緊急噴藥防治成效，並藉以擬定防治策略，包括施用藥劑種類、技術及頻率。因此本計畫擇定台南地區登革熱病例發生較多或歷年較易發生登革熱區，以誘蚊產卵器進行登革熱病媒蚊棲群動態監測，每月進行調查一次。

2011年：中西區(法華里、永華里、仙草里、忠義里)，南區(大忠里、大恩里、新興里、田寮里)，北區(勝安里、光武里、永祥里、小東里)，東區(大福里、崇善里、東智里、德高里)及關廟區(山西里、南花里、松腳里、五甲里)，共五區20個里。

2012年：中西區(法華里、仙草里、忠義里)，南區(大忠里、大恩里、新興里)，北區(勝安里、光武里、小東里)，東區(大福里、崇善里、東智里)及關廟區(南花里、松腳里、東勢里)。

2013年：中西區(法華里、仙草里、忠義里)，南區(大忠里、大恩里、新興里)，北區(勝安里、光武里、小東里)，東區(大福里、崇善里、東智里)及關廟區(南花里、松腳里、東勢里)。

- (1)誘卵器為黑色，誘蚊產卵器是一個約200ml之細小黑色容器(直徑6.5cm x高10.0cm)，容器裝水60%，內放置一褐色產卵棒及黏紙，上面有一個灰色傘頂蓋，外面以白色書寫「疾病管制局實驗進行中請勿干擾」字樣。
- (2)於登革熱流行區選定20里，放置誘蚊產卵器5個，誘引斑蚊產卵，以估

算田間卵量，7天後(1週)回收產卵器之產卵紙分別標示並裝袋，攜回實驗室以估算該月之產卵量，並乾燥一日後，將有卵之產卵紙置於28×20×5 (cm)塑膠盆內，加水至2.5cm高，上覆30×25×0.3(cm)壓克力板，塑膠盆放於室內飼養。

- (3)每日觀察並計錄卵孵化數、幼蟲數、蛹與成蟲羽化數，並配合GPS定位點記錄斑蚊分布狀況。以調查白線斑蚊與埃及斑蚊於監測地區的分布狀況。

### 1.1.2、高雄市鳳山區與屏東縣屏東市登革熱流行區登革熱病媒蚊監測

(張念台)

高雄市

2011年:高雄市鳳山區選20里，所監測20里為歷年(2000~2010)登革熱流行病例里、病媒蚊指數高與埃及斑蚊出現的區域，調查大德里、五福里、天興里、文山里、文福里、正義里、武松里、武漢里、南成里、南和里、新甲里、新泰里、新強里、瑞竹里、福祥里、福誠里、福興里、鳳東里、興仁里與鎮南里等共20里。

2012誘蚊產卵器監測地點如下：

高雄市前鎮區:竹南里、明正里、明孝里、草衙里、復國里。

高雄市苓雅區：五福里、林西里、奏捷里、普天里、福海里。

高雄市鳳山區：大德里、五福里、天興里、文山里、文福里、正義里、武松里、武漢里、南成里、南和里、新甲里、新泰里、新強里、瑞竹里、福祥里、福誠里、福興里、鳳東里、興仁里、鎮南里。

2013誘蚊產卵器監測地點如下：

高雄市前鎮區：瑞西里、瑞祥里、鎮昌里、西甲里。

高雄市苓雅區：華堂里、美田里、普照里。

高雄市三民區：寶中里、寶國里、安泰里。

高雄市鳳山區：國泰里、富甲里、保安里、南成里、善美里。

#### 屏東市

2011：大連里、仁愛里、太平里、平和里、永安里、永城里、安樂里、空翔里、金泉里、長安里、厚生里、崇智里、崇蘭里、斯文里、崇禮里、溝美里、維新里、潭墘里、擇仁里與興樂里等20里。

2012：大連里、仁愛里、太平里、平和里、永安里、永城里、安樂里、空翔里、金泉里、長安里、厚生里、崇智里、崇蘭里、斯文里、崇禮里、溝美里、維新里、潭墘里、擇仁里、興樂里。

2013：崇蘭里、潭墘里、瑞光里、勝利里、勝豐里。

每月進行登革熱病媒蚊稽查，每里選定 50 戶調查病媒蚊之孳生容器並清除。為表示登革熱病媒蚊孳生源清除工作成效，有蚊孳生源處以 GPS 定位，並於孳生源清除工作之前、中、後，儘量予以拍照存檔。

村里住宅之調查包括室內外所有容器之斑蚊孳生狀況、容器種類、材質之登記，並以住屋指數、容器指數與布氏 (Breteau) 指數作為幼虫孳生頻率之估計標準，並以 Excel 軟體作統計計算各指數之值。

## 1.2、高雄市鳳山區與屏東縣屏東市登革熱流行區登革熱病媒蚊誘蚊卵監測 (張念台)

1.2.1、誘卵器為黑色，誘蚊產卵器是一個約200ml之細小黑色容器（直徑6.5cm x 高10.0cm），容器裝水60%，內放置一褐色產卵棒及黏紙，上面有一個灰色傘頂蓋，外面以白色書寫「疾病管制局實驗進行中請勿干擾」字樣。

1.2.2、於登革熱流行區選定里，放置誘蚊產卵器5個，誘引斑蚊產卵，以估算田間卵量，7天後(1週)回收產卵器內之產卵紙分別標示並裝袋，攜回實驗室以估算該月之產卵量，並乾燥一日後，將有卵之產卵紙置於28×20×5 (cm)塑膠盆內，加水至2.5cm高，上覆30×25×0.3(cm)壓克力板，塑膠盆放於室內飼養。

1.2.3、每日觀察並計錄卵孵化數、幼蟲數、蛹與成蟲羽化數，並配合GPS定位點記錄斑蚊分布狀況。以調查白線斑蚊與埃及斑蚊於監測地區之分布狀況。

## 1.3、南部地區登革熱確定病例病媒蚊監測(張念台)

1.3.1 2011年高雄市苓雅區、新興區、鼓山區及鳳山區登革熱病例噴藥後病媒蚊監測

2011年高雄市8月在苓雅區爆發登革熱群聚感染，8月累計病例有121例，因應疾病管制局二組業務需求，進行登革熱確病例噴藥後，病媒蚊監測工作。8月20日起於苓雅區(福隆里、福南里)、新興區(興昌里)、鼓山區(龍子里)及鳳山區(文英里、文德里)等登革熱病例噴藥後以誘蚊產卵器進行監測。

噴藥後以病例戶為中心，每一監測點放置29個誘蚊產卵器，(病例戶中心放置5個誘蚊產卵器，距病例戶20 m處，每方向×3×4方位=12個誘蚊產卵器；距病例戶50 m處，每方向×3×4方位=12個誘蚊產卵器，共放置29個，每週回收，共計4~5週。回收後產卵器內之產卵紙，依照上述二之誘蚊產卵器監測方法處理。

苓雅流行區重點監測，由凱旋路由南至北沿鐵軌區分成二大區塊。每區塊各放置25個誘卵器，每週回收一次，期間至11月底。處理方法同上。

### 1.3.2 2012 台南市登革熱流行區登革熱病媒蚊監測

#### 1.3.2.1 病例戶監測

2012年台南市4月在中西區爆發登革熱群聚感染，因應執行計畫需求，進行台南市登革熱確病例噴藥後，病媒蚊監測工作。5月23日起於台南市中西區民主里登革熱病例噴藥後病媒蚊監測，於民主里病例戶住家四周19戶共放置29個誘蚊產卵器進行監測；另配合台南市衛生局的登革熱病媒防治監測，於保安宮市場放置4個、友愛市場5個及水仙宮市場8個，共設置17個誘蚊產卵器進行監測，時間為自5月23日起至6月21日止進行4週的監測防治。而登革熱病媒蚊誘蚊產卵器監測的材料與方法同上二中所述，另台南市登革熱流行區監測地點照片顯示如下。



台南市中西區民主里登革熱病例戶監測點(紅點為誘蚊產卵器放置點)



台南市友愛市場 台南市水仙宮市場

#### 1.3.2.2 台南市登革熱流行區登革熱病媒蚊殘效性檢測

2012 年台南市登革熱持續發生中，衛生局業務主辦單位，對於防治藥劑之藥效提出疑慮，因此由台南市衛生局進行登革熱防治噴藥時，同時噴於 40 cm × 40 cm 白色磁磚表面上，每種藥劑噴 2 塊，藥劑為日農科技公司之優客(賽滅寧)，與賽克(賽滅寧)，賽克稀釋 100 倍與優克稀釋 80 倍，攜回實驗室進行殘效性測試。測試蚊種品系為台南中區埃及班蚊品系(Tainan)；對照組為實驗室飼育之埃及班蚊感性(bora) 品系。殘效性檢測方法如下：

- (1) 施藥後當日，即可測試。
- (2) 透明蛋糕盒(內徑 9 公分、高 6 公分)可固定，將容器粘貼牢固於噴藥過牆面(或噴藥處)，裝置如下圖。
- (3) 接入 3~5 日 10 隻測試雌蚊。
- (4) 觀察與記錄每 30sec 擊昏數。
- (5) 將雌蚊移入觀察盒中記錄 24 小時後死亡數量。

(6) 測試期間：施藥日，7、14、21、28 天...記錄至死亡率<70%。



### 1.3.3 2012 高雄楠梓登革熱流行區登革熱病媒蚊監測

疾病管制局因應高雄市衛生局在登革熱防治後病例持續發生，因疫情狀況改變需求，協助高雄市楠梓區病媒蚊監測，於8月15日起在加昌路、後昌路、學專路、後徑南路區塊內，就玉屏里、金田里及錦屏里登革熱病例戶，與在學專路外圍道路與與後勁市場/弘毅市場，共放置88個誘蚊產卵器，材料與方法同上二中所述，進行為期6週的監測。

#### 1.3.4 2012 屏東縣東港登革熱流行區登革熱病媒蚊監測

2011 年 10 月時屏東縣有小規模登革熱流行，共有 149 個病例，主要集中於東港地區的東和、頂中、興台、朝安與中興里，因此 2012 年於 6 月開始以誘蚊產卵器監測，每里置放 5 個誘蚊產卵器，每週收回，誘蚊產卵器內之斑蚊卵條依照二之試驗方法處理，進行監測東港地區斑蚊分布狀況。

#### 1.3.5 屏東縣春日鄉登革熱流行區登革熱病媒蚊監測

2013 年 4 月時屏東縣有小規模登革熱流行，主要集中於春日鄉的七佳村與歸崇村，因此 2013 年於 4 月 29 進行噴藥防治，並輔以誘蚊產卵器監測，共放置 46 個誘蚊產卵器，每週收回，為期 16 週，誘蚊產卵器內之斑蚊卵條依照二之試驗方法處理，進行監測春日鄉斑蚊分布狀況。

### 1.4 登革熱病媒蚊抗藥性監測

#### 1.4.1 供試材料採集：

- (1)建立感性品系 Bora Bora 品系及高雄市三民區、左營區、前鎮區、苓雅區、新興區、楠梓區、鼓山區、小港區、鳳山區、前金區、旗津區、鹽埕區、彌陀區之埃及斑蚊，進行抗藥性監測。
- (2)建立高雄市三民區、左營區、苓雅區、彌陀區、小港區、前鎮區之白線斑蚊，進行抗藥性監測。
- (3)建立高雄市鳳山區及屏東市中區、北區、東港鎮、春日鄉、來義鄉進行病媒蚊監測採集之埃及斑蚊及白線斑蚊，進行抗藥性監測。
- (4)建立台南地區中西區、南區、北區、東區、安南區及關廟區之埃及斑蚊及白線斑蚊，進行抗藥性監測。

#### 1.4.2. 供試蚊蟲之培養:

自野外採集之斑蚊幼蟲，於室內建立供試昆蟲族群，幼蟲飼養於長 30 公分，寬 24 公分，深 2.5 公分的塑膠水盆，以台糖酵母+豬肝粉(1:1)餵飼，每盆約飼養 500—800 隻幼蟲，逐日括去水膜並添加飼料，待化蛹後，將蛹放於水杯，再放入養蟲籠中(30 cm X 30 cm X 20cm) ，供給 5%糖水。以小白鼠供雌成蚊吸血，以水杯浸紙片供其產卵，收集紙片待乾燥後再放入水中，即可得到供試一齡幼蟲，卵片保留期不超過一個月。養蟲室之溫度維持於 25—28°C，濕度 70 %，光照 12 小時、黑暗 12 小時。

#### 1.4.3. 抗藥性監測方法：

成蟲:以世界衛生組織成蟲抗藥性套組測試所採集蚊蟲的抗藥性，並測定具抗藥性族群後代的半數致死時間。以成蟲抗藥性套組測試之，除蟲菊酯類的套組包括 PY-Control、賽飛寧(0.15%)、第滅寧(0.05%)、依芬寧(0.5%)、賽洛寧(0.05%)及百滅寧(0.75%)，氨基甲酸鹽類的套組包括 OP-Control、免敵克(0.1%)及安丹(0.1%)，有機磷類的套組包括 OP-Control、撲滅松(1%)及馬拉松(5%)。測試管內放入 25 隻羽化後七日齡雌成蟲，四重複，各區之斑蚊品系與感行品系同時進行測試，接觸藥劑為 1-2 小時，每 30 秒記錄擊昏蚊數，統計求半數擊昏數時間(KT50，Finney, 1971)，與實驗室內感性品系比對，判別各區之埃及與白線斑蚊是否對測試與防治的藥劑產生抗藥性。

#### 1.5.綠籬噴藥法(vegetation barrier spray) 防治效果測試(徐爾烈)

##### 1.5.1 登革熱病媒蚊成蚊綠籬防治模擬試驗

###### 1.5.1.1 使用藥劑：

###### (1)亞特松 (Pirimiphos methyl)

品名：快克利乳劑(Actellic E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 0525 號

有效成分及含量：亞特松 (Pirimiphos methyl) 25 % w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：100 - 400 倍

製造公司：南興化工製藥股份有限公司

#### (2)撲滅松(Fenitrothion)

品名：速益乳劑(Sumithion 30 E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 1025 號

有效成分及含量：撲滅松(Fenitrothion) 30% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：60-120 倍

製造公司：中西化學工業股份有限公司

#### (3)賽飛寧(Cyfluthrin)

品名：喜富寧乳劑

許可證字號：環署衛製字第 1955 號

有效成分及含量：賽飛寧(Cyfluthrin) 5.1% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：100-150 倍

製造公司：薇爾登股份有限公司

#### (4)陶斯松(Chlorpyrifos)

品名：得斯本乳劑

許可證字號：環署衛製字第 1014 號

有效成分及含量：陶斯松(Chlorpyrifos) 40.8% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：1000-2000 倍

製造公司：薇爾登股份有限公司

1.5.1.2 使用材料：200 ml 噴壺、約 30 公分高的仙丹植物(*Ixora chinensis*)、  
30x30x72(公分)蚊籠

1.5.1.3 實施方法及步驟：

(1)藥劑濃度：亞特松(0.2%)、撲滅松(0.2%)、陶斯松(0.2%)、賽飛寧(0.05%)

(2)藥劑濃度調配：

亞特松 0.2%：取原液亞特松(25%) 0.8 ml 再加水至 100ml

撲滅松 0.2%：取原液撲滅松(30%) 0.67 ml 再加水至 100ml

陶斯松 0.2%：取原液陶斯松(40.8%) 0.49 ml 再加水至 100ml

賽飛寧 0.05%：取原液賽飛寧(5.1%) 0.98 ml 再加水至 100ml

(3)試驗蚊種：Bora Bora、白線斑蚊(高雄市楠梓區)、埃及斑蚊(高雄市楠梓區)。

(4)試驗流程：

(a).依建議稀釋倍數進行稀釋，以 200 ml 噴壺直接對植物進行噴灑，噴灑至植物葉面正、反面皆潤濕。

(b).將已噴灑藥劑之植物放置蚊籠內，並放入 10%糖水。

(c).放入成蚊觀察 24 小時死亡率，當日觀察死亡率後即清除蚊籠的蚊子再放入新蚊蟲，以此類推，每週觀察一次。

(d).每種藥劑及對照組皆試驗三重複，每重複放入 20 隻雌蚊。

## 1.5.2.高雄地區登革熱病媒蚊成蚊綠籬防治研究

### 1.5.2.1 使用藥劑：

#### 第一次噴藥

(1) 亞特松 (Pirimiphos methyl)

品名：快克利乳劑(Actellic E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 0525 號

有效成分及含量：亞特松 (Pirimiphos methyl) 25 % w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：100 - 400 倍

製造公司：南興化工製藥股份有限公司

(2) 撲滅松(Fenitrothion)

品名：速益乳劑(Sumithion 30 E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 1025 號

有效成分及含量：撲滅松(Fenitrothion) 30% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：60-120 倍

製造公司：中西化學工業股份有限公司

第二次噴藥

(1). 亞特松 ( Pirimiphos methyl )

品名：快克利乳劑(Actellic E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 0525 號

有效成分及含量：亞特松 ( Pirimiphos methyl ) 25 % w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：100 - 400 倍

製造公司：南興化工製藥股份有限公司

(2)撲滅松(Fenitrothion)

品名：速益乳劑(Sumithion 30 E. C.)

許可證字號：環署衛製字第 1025 號

有效成分及含量：撲滅松(Fenitrothion) 30% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：60-120 倍

製造公司：中西化學工業股份有限公司

(3)賽飛寧(Cyfluthrin)

品名：喜富寧乳劑

許可證字號：環署衛製字第 1955 號

有效成分及含量：賽飛寧(Cyfluthrin) 5.1% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：100-150 倍

製造公司：薇爾登股份有限公司

#### (4)陶斯松(Chlorpyrifos)

品名：得斯本乳劑

許可證字號：環署衛製字第 1014 號

有效成分及含量：陶斯松(Chlorpyrifos) 40.8% w/w

建議防治蚊子稀釋倍數：1000-2000 倍

製造公司：薇爾登股份有限公司

##### 1.5.2.2 試驗區域：高雄市宏南里

第一次噴藥試驗區：以宏南社區為範圍，尋求願意進行噴藥防治之居民住戶，共 4 戶。

對照區：經社區管理人員同意，尋求未居住人的空屋做為對照組。

試驗區藥劑處理情形：

A1 區：快克利乳劑稀釋 200 倍(亞特松 0.125%)；

B1 區：快克利乳劑稀釋 400 倍(亞特松 0.0625%)；

C1 區：速益乳劑稀釋 240 倍(撲滅松 0.125%)；

D1 區：速益乳劑稀釋 480 倍(撲滅松 0.0625%)

E1 區：對照區：噴水

第二次噴藥試驗區：以宏南社區為範圍，尋求願意進行噴藥防治之居民住戶，共 4 戶。

對照區：經社區管理人員同意，尋求未居住人的空屋做為對照組。

試驗區藥劑處理情形：

A2 區：快克利乳劑稀釋 200 倍(亞特松 0.25%)；

B2 區：速益乳劑稀釋 100 倍(撲滅松 0.3%)；

C2 區：喜富寧乳劑稀釋 100 倍(賽飛寧 0.051%)；

D2 區：得斯本乳劑稀釋 200 倍(陶斯松 0.204%)

## E2 對照區：噴水

使用機器：動力噴霧機 Solo 450（德製），流速：475 ml/min（7.92 ml/sec）。



試驗區：A



試驗區：B



試驗區：C



試驗區：D



試驗區：E

### 1.5.2.3. 進行步驟及方法

誘蚊產卵調查：誘蚊產卵桶內置入產卵紙 2 張，加入 1,000 ml 自來水及 100 ml 幼蟲飼養水混合，產卵桶擺放於綠籬植物底下，每 1.5 公尺擺放 1 個產卵桶，擺放 20 處(共 20 個產卵桶)，試驗綠籬擺放長度為 30 公尺。每週回收產卵紙並計算誘蚊產卵陽性率及產卵數量。

噴藥進行步驟：依建議稀釋倍數進行稀釋，藥劑噴灑前將誘蚊產卵桶先移開至藥劑噴灑時不影響之通風處，以動力噴霧機 Solo 450（德製）直接對綠籬進行噴灑，噴灑至綠籬植物葉面正、反面皆潤濕，2 小時後將誘蚊產卵桶擺回原處。每週回收產卵紙並計算誘蚊產卵陽性率及產卵數量。

第一次噴藥濃度配製：

亞特松 0.125%：取 10 ml 原液 + 1990 ml 水 (配 2 次)

亞特松 0.0625%：取 10 ml 原液 + 3990 ml 水

撲滅松 0.125%：取 8.4 ml 原液 + 1991.6 ml 水

撲滅松 0.0625%：取 4.2 ml 原液 + 1995.8 ml 水；取 2.1 ml 原液 + 997.9 ml 水

第二次噴藥濃度配製：

亞特松 0.25%：取 40ml 原液+ 3960ml 水；取 30ml 原液+2970ml 水

撲滅松 0.3%：取 100 ml 原液 + 9900 ml 水

賽飛寧 0.051%：取 50 ml 原液 + 4950 ml 水

陶斯松 0.204%：取 50ml 原液 + 9950 ml 水

噴藥後樹枝採集實驗

於噴藥結束後，每個試驗區及對照區各採集 5 處的枝葉(每處間隔 6 公尺)，每處分別採集綠籬內外圍上、中、下的枝葉，並裝入 6x15(公分)的網袋，枝葉採集回去後進行藥效測試。

統計分析：

(1)誘蚊產卵桶防治率%=(1-((噴藥組施藥後陽性率×對照組施藥前陽性率)/(噴藥組施藥前陽性率×對照組施藥後陽性率)) x100

(2)產卵防治率%=(1-((噴藥組施藥後產卵數×對照組施藥前產卵數)/(噴藥組施藥前產卵數×對照組施藥後產卵數)) x100

## 1.6、探討不同劑型對埃及斑蚊的防治效果

以玻璃筒噴灑法檢測含賽滅寧環境衛生用藥對埃及斑蚊成蟲的藥效檢定，包括乳劑、水基乳劑、液劑及油劑等四種劑型，將供試藥劑以

水稀釋進行埃及斑蚊的藥效檢測。將直徑 20 公分，高 45 公分之玻璃筒放置於有直徑 15 公分圓孔之正方形檯面上，檯下放置升降檯，玻璃筒上方以有孔玻璃蓋罩住。將 20-25 隻供試昆蟲置於盛蟲玻璃筒中，以細紗網蓋住盛蟲玻璃筒，再放置於升降檯，並將其上升至檯面抽取隔板下。以幫浦將供試稀釋藥液自噴藥孔噴出，按每平方公尺施用 50ml 的用量，取 1.57ml 定量噴灑於玻璃筒中，噴完後拉開隔板讓飄浮之藥劑接觸昆蟲，計時計數不同觀察時間供試昆蟲的擊昏數，經 30 分鐘後移出供試昆蟲至通風處，供以 5% 糖水之棉花。記錄 30 分鐘之擊昏率及 24 小時後的死亡率。

## 1.7 探討淡鹹水與病媒發育及發生的關係

### 1.7.1 病媒幼蟲鹽份容忍度測定

取人工海鹽配成 30ppt，再以 RO 水調配 4~12ppt 鹽含量，並以鹽度計確定，以不同鹽含量的飼育水及對照蒸餾水，飼育台南市南區埃及斑蚊及白線斑蚊一齡幼蟲，觀察記錄化蛹率及羽化率，測試其鹽份容忍度(Salinity tolerance)。

### 1.7.2. 病媒成蟲淡鹹水產卵偏好測試

以 Bora-Bora 品系 3 日齡成蟲，經餵血後測定其對 9、18 及 27ppt 含量鹽水之產卵偏好。於壓克力養蟲籠中置入，3 個不同鹽水含量的產卵杯及對照 RO 水產卵杯，分別隨機放置於養蟲籠的四個角落，水杯直徑 6 公分，高 7 公分，裝成約 50 毫升的水或不同鹽度的溶液。放入水杯後，經 3 天後將產卵杯取出，計算產卵量。試驗進行四次重複。

### 1.7.3. 調查台南臨海水域鹽度及病媒蚊發生情形

至台南市七股鹽博物館附近，以水瓢舀取水樣，以鹽度計檢測水

樣鹽度，並檢查水中孳生病媒蚊的情形。

## B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究(戴淑美、白秀華)

### 2.1 應用佈哨式誘蚊產卵器與成蟲誘引器誘殺登革熱病媒蚊之策略研究

#### 2.1.1. 2011 年登革熱綜合防治新技術之實驗室評估

蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑 (dispersible granule)、賜諾殺 (spinosad)、百利普芬 (pyriproxyfen) 乳劑單劑及混合劑之實驗室感受性試驗。

##### 2.1.1.1 蚊蟲

以登革熱病媒蚊埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)進行其對不同製劑實驗室感受性試驗。

- (1).感性品系:分別來自台大昆蟲系、疾病管制局及中興大學實驗室長期養育。
- (2).野外品系:分別採自高雄市三民區、前鎮區、苓雅區等登革熱經常流行區之蚊蟲。

##### 2.1.1.2 蚊蟲養殖：

埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)及白線斑蚊(*Aedes albopictus*):

養蚊室條件:光照 12 小時，黑暗 12 小時。溫度  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、濕度 70-80%。成蚊養在 30x30x30cm 之細紗網籠中，供以 10%之糖水，羽化五日後將糖水移出，以小白鼠供血，50%以上雌蚊飽血後，將小白鼠移出；再供以 10%之糖水，72 小時後將糖水移出，放入 300ml 之玻璃杯，加入 1/3 深之水內邊圍繞擦手紙，成蟲產卵三日後，將玻璃杯及帶卵之紙張移出，卵紙置於陰涼處晾乾，標明日期及蚊種品系收納入塑膠盒中。需要幼蟲時，將卵紙依需要量剪下，放入低含氧量之水中孵化，孵化之幼蟲使用逆滲透水飼養於 20x15x7cm 之塑

膠盒中，每日酌量給予飼料(50%豬肝粉+50%鼠飼料)。幼蟲化蛹後移入蛹杯，放入養蟲籠中等待羽化<sup>(12)</sup>。

#### 2.1.1.3 供試藥品:

(1)蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑 dispersible granule)

(2)賜諾殺 (spinosad)

(3)百利普芬 (pyriproxyfen) 乳劑 10.2%W/W

#### 2.1.1.4 實驗室感受性測試:

(1).蘇力菌效價檢驗及感受性測試:

a.蘇力菌效價檢驗

I.藥品:

i.標準劑：蘇力菌(8500 ITU/mg)，Vectobac Lot No. 82-691-w5 Purity 8500 ITU/mg Abbott Lab. D-822。

ii.供試劑：蘇力菌(*Bacillus thuringiensis* H-14) VectoBac WDG (BTI 3000 ITU/mg)，試驗開始前採購。

II.試驗步驟:

藥劑配製:

i.標準組：以蒸餾水配製 0.08 mg/l、0.06 mg/l、0.04 mg/l、0.02 mg/l、0.01 mg/l、0.008 mg/l 和 0.006 mg/l，每個濃度各 5 重複。

ii.試驗組：以蒸餾水配製 3.2 mg/l、2.4 mg/l、1.6 mg/l、0.8 mg/l、0.4 mg/l 和 0.032 mg/l，每個濃度各 5 重複。

iii.對照組：蒸餾水不含藥劑。

每紙杯中加入 250ml 上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊(Bora Bora) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲。24 小時後記錄試驗結果並計算供試劑之效價:

供試劑效價=(供試劑之 LC<sub>50</sub>/標準劑之 LC<sub>50</sub>) x 標準劑之國際單位。

b.蘇力菌 (VectoBac WDG) 之感受性測試:

依審查委員之建議，將蘇力菌是否產生抗藥性，列入本年度之計畫內容，故進行下列蘇力菌對登革熱病媒蚊之感受性測試。

以實驗室累代培養之埃及斑蚊 (Bora Bora)蚊蟲為對照組，及採集自高雄，於實驗室內培養五代以內之埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)3 齡末至 4 齡初之幼蟲，為感受性測試蚊蟲。

以蘇力菌(3000 ITU/mg)Vectobac 配製上述系列稀釋濃度 250ml 溶液，置於紙杯，對照組不含藥劑，每組試驗各 5 重複，上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊 (Bora Bora) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲、及各地採回之埃及斑蚊、白線斑蚊 3 齡末至 4 齡初之幼蟲；24 小時後記錄試驗結果，並計算各組之 24 小時死亡率。

(2).賜諾殺 (spinosad) 之感受性測試

以實驗室累代培養之埃及斑蚊 (Bora Bora)蚊蟲為對照組，及採集自高雄，於實驗室內培養五代以內之埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，3 齡末至 4 齡初之幼蟲，為感受性測試蚊蟲。

賜諾殺 (spinosad) 配製系列稀釋濃度 116、58、29、14.5、7.25、3.625 及 1.8125 ppb，以紙杯置入 250ml 各濃度稀釋液，對照組不含藥劑，每組試驗各 5 重複，上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊 (Bora Bora) 3 至 4 齡初幼蟲，及各地採回之埃及斑蚊、白線斑蚊 3 齡末至 4 齡初之幼蟲；24 小時後記錄試驗結果，並計算各組之 24 小時死亡率。

(3).百利普芬 (Pyriproxyfen) 之感受性測試:

根據 Vythilingam 2005 的試驗方法(16)，修正為本試驗採用之方法，以實驗室累代培養之蚊蟲為對照組(Bora Bora)，及採集自高雄，於實驗室內培養五代以內之埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊(*Aedes albopictus*) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲為測試蚊蟲。

百利普芬之測試: 百利普芬 (Pyriproxyfen) 乳劑 10.2%W/W 以建議使用稀釋倍數(5,000-10,000 倍)，配製系列稀釋濃度 20.4、10.2、6.8、5.1、4.08、3.4 ppm；百利普芬 (0.5% w/w) 粒劑稀釋濃度 2.5 ppm、0.25 ppm、0.025 ppm、0.0025 ppm；LC<sub>50</sub> 測試稀釋濃度為 0.51、0.255、0.1275、0.0638、0.0319、0.0184、0.0092、0.0046、0.0023、0.0017 ppb，以紙杯置入 250ml 各濃度稀釋液，對照組不含藥劑，每組試驗各有 5 重複，上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊 (Bora Bora) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲，及採集自高雄，於實驗室內培養五代以內之埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊 (*Aedes albopictus*) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲，並供應食物飼育至完全發育，計算及記錄最後羽化數、各組之幼蟲、蛹及成蟲死亡率。

(4).蘇力菌與百利普芬混合後之感受性測試：

蘇力菌與百利普芬混合後，依照 Lee et al.(2005) (21)方法進行生物測試。

蘇力菌與百利普芬混合之測試：以百利普芬及蘇力菌之 LC<sub>50</sub>，為混合液調配之參考值，以 0.001：4 之比例調配混合液，配製系列稀釋濃度為 44、35.2、26.4、22、11、5.5 ppb，以紙杯置入 250ml 各濃度稀釋液，對照組不含藥劑，每組試驗各有 5 重複，上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊 (Bora Bora) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲，並供應食物飼育至完全發育，計算及記錄最後羽化數、各組之幼蟲、蛹及成蟲死亡率。

(5).賜諾殺與百利普芬混合後之感受性測試：

賜諾殺與百利普芬混合之測試：以百利普芬及賜諾殺之的 LC<sub>50</sub>，為混合液調配之參考值，以 0.01：5 之比例調配混合液，配製系列稀釋濃度 5.0102、4.0082、3.0061、2.5051、1.2526、0.6263 ppb，以紙杯置入 250ml 各濃度稀釋液，對照組不含藥劑，每組試驗各有 5 重複，上述配製液中放入 25 隻埃及斑蚊 (Bora Bora) 3 齡末至 4 齡初之幼蟲，並供應食物飼育至完全發育，計算及記錄最後羽化數、各組之幼蟲、蛹及成蟲死亡率。

(6).統計分析

半數致死濃度(LC50)依 Finney (1971) Probit Analysis 計算。以 Polo Plus Version 1.0 LeOra Software 進行 Probit Analysis。求取混合液之致死劑量 LC<sub>10</sub>、LC<sub>20</sub>、LC<sub>30</sub>、LC<sub>40</sub>、LC<sub>50</sub>、LC<sub>60</sub>、LC<sub>70</sub>、LC<sub>80</sub>、LC<sub>90</sub>、LC<sub>95</sub>(21)。死亡率依 Abbott (1925) 校正死亡率公式計算(22)。

以 Chou 和 Talalay (1984)方法計算 combination index (CI<sub>10</sub>、CI<sub>20</sub>、CI<sub>30</sub>、CI<sub>40</sub>、CI<sub>50</sub>、CI<sub>60</sub>、CI<sub>70</sub>、CI<sub>80</sub>、CI<sub>90</sub>、CI<sub>95</sub>) (23)，CI = 1、< 1、> 1 分別表示為相加效果 (additive effect)，相乘效果 (synergistic effect) 及拮抗效果 (antagonistic effect)，CI 計算公式如下：

$$CI_x = \frac{LC_x^{\text{pyriproxyfen}(m)}}{LC_x^{\text{pyriproxyfen}} + LC_x^{\text{Bti}(m)}} / \frac{LC_x^{\text{Bti}(m)}}{LC_x^{\text{pyriproxyfen}}} \times \frac{LC_x^{\text{pyriproxyfen}(m)}}{LC_x^{\text{pyriproxyfen}}} \times \frac{LC_x^{\text{Bti}(m)}}{LC_x^{\text{Bti}}}$$

$$CI_x = \frac{LC_x^{\text{pyriproxyfen}(m)}}{LC_x^{\text{pyriproxyfen}} + LC_x^{\text{spinosad}(m)}} / \frac{LC_x^{\text{spinosad}(m)}}{LC_x^{\text{spinosad}}} + \left( \frac{LC_x^{\text{pyriproxyfen}(m)}}{LC_x^{\text{spinosad}(m)}} / \frac{LC_x^{\text{pyriproxyfen}(m)}}{LC_x^{\text{pyriproxyfen}}} \times \frac{LC_x^{\text{spinosad}(m)}}{LC_x^{\text{spinosad}}} \right)$$

x：混合液死亡率， m：混合液濃度

2.1.2. 2012 年登革熱病媒蚊綜合防治新技術之模擬實驗

### 2.1.2.1 單分子膜於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

依審查委員之建議本年度增加單分子膜於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗，以瞭解單分子膜於登革熱病媒蚊之感受性，以作為登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用之參考依據。

(1).單分子膜使用濃度：0.5 ml/m<sup>2</sup> – 1 ml/m<sup>2</sup>

(2).供試蚊蟲幼蟲：

蚊蟲幼蟲	品系	備註
<i>Aedes aegypti</i>	Bora Bora	3 齡末至 4 齡初幼蟲
<i>Aedes aegypti</i>	高雄品系	3 齡末至 4 齡初幼蟲
<i>Aedes albopictus</i>	高雄品系	3 齡末至 4 齡初幼蟲

(3).試驗方法：

A.幼蟲感受性試驗：

塑膠碗中加入 250 mL 水及 20 隻供試 4 齡幼蟲，加入 0.5 ml 飼料，靜置 1 小時。計算水表面積：水表面積（直徑 11 cm，半徑：5.5 cm）水表面積 = 5.5 x 5.5 x 3.14 = 94.985 cm<sup>2</sup> = 0.0095 m<sup>2</sup>，測試濃度分別為 0.1、0.5 及 1 ml/m<sup>2</sup>，觀察其 24 小時死亡率。

B.蛹感受性試驗：

塑膠碗中加入 250 mL 水及 20 隻供測蛹，靜置 1 小時，計算水表面積：水表面積（直徑 11 cm，半徑：5.5 cm）水表面積 = 5.5 x 5.5 x 3.14 = 94.985 cm<sup>2</sup> = 0.0095 m<sup>2</sup>，測試濃度分別為 0.1、0.5 及 1 ml/m<sup>2</sup>，每 30 分鐘觀察其死亡率。

C.實驗室條件：溫度：27.2°C、濕度：51%

(4).統計分析：

A.半數致死時間（LT<sub>50</sub>）：依 Finney(1971) Probit Analysis 計算。

B. 死亡率依 Abbott(1925) 校正死亡率公式計算。

Abbott 校正死亡率 = (試驗組死亡率 - 對照組死亡率) / (100 - 對照組死亡率)。

單分子膜模擬試驗：

- (1). 單分子膜 (AMF) (Aquatrain)，使用濃度：1 ml/m<sup>2</sup>
- (2). 供試蚊蟲：埃及斑蚊感性品系 (Bora Bora)、埃及斑蚊野外品系 (高雄品系) 及白線斑蚊野外品系 (高雄品系) 4 齡幼蟲及蚊蛹。
- (3). 進行步驟及方法：於室內、外模擬孳生源環境中 (590 mm x 440 mm x 350 mm) 加入 60 公升水，放入 20 隻供試 4 齡幼蟲及蚊蛹，靜置 1 小時，測量水表面積 = 0.59 m x 0.48 m = 0.2832 m<sup>2</sup>，依測試濃度 1 ml/m<sup>2</sup> 計算 AMF 加入量，加入 0.2832 ml AMF，每組試驗各有 3 重複，計算 24 小時幼蟲及蚊蛹死亡率，每 1 週各再加入 20 隻供試 4 齡幼蟲及蚊蛹，觀察其殘效效果。

#### 2.1.2.2 登革熱病媒蚊綜合防治新技術之模擬實驗

蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis* H-14)、賜諾殺 (spinosad)、百利普芬 (Pyriproxyfen) 之單劑及混合劑 對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗

- (1). 蚊蟲：埃及斑蚊 (*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊 (*Aedes albopictus*)
  - A. 感性品系：分別自台大昆蟲系、疾病管制局及中興大學實驗室長期養育。
  - B. 野外品系：分別採自高雄市三民區、前鎮區、苓雅區等登革熱經常流行區
- (2). 蚊蟲養殖：

埃及斑蚊 (*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊 (*Aedes albopictus*):

養蚊室條件:光照 12 小時，黑暗 12 小時。溫度  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。濕度 70-80%。成蚊養在 30x30x30cm 之細紗網籠中，供以 10%之糖水，羽化五日後將糖水移出，以小白鼠供血，50%以上雌蚊飽血後，將小白鼠移出；再供以 10%之糖水，72 小時後將糖水移出，放入 300ml 之玻璃杯，加入 1/3 深之水內邊圍繞擦手紙，成蟲產卵三日後，將玻璃杯及帶卵之紙張移出，卵紙置於陰涼處晾乾，標明日期及蚊種品系收納入塑膠盒中。需要幼蟲時，將卵紙依需要量剪下，放入低含氧量之水中孵化，孵化之幼蟲使用逆滲透水飼養於 20x15x7cm 之塑膠盒中，每日酌量給予飼料(50%豬肝粉+50%鼠飼料)。幼蟲化蛹後移入蛹杯，放入養蟲籠中等待羽化。

(3). 供試藥品：

A. 蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*)

VectoBac WG 生物製劑 (dispersible granule)

B. 賜諾殺 (spinosad)

C. 百利普芬 (Pyriproxyfen) 乳劑 10.2%W/W

(4). 藥劑配製：依第一年各單劑及混合劑之感受性測試之結果，找

出最佳登革熱病媒蚊之防治劑量，進行下列模擬試驗：

A. 試驗組 1：以蒸餾水 60 公升配製。含供試劑賜諾殺。

B. 試驗組 2：以蒸餾水 60 公升配製。含供試劑百利普芬。

C. 試驗組 3：以蒸餾水 60 公升配製。含供試劑蘇力菌及百利普芬。

D. 試驗組 4：以蒸餾水 60 公升配製。含供試劑賜諾殺及百利普芬。

E. 對照組：蒸餾水不含藥劑。

上述各組分別各進行 5 重覆之室內模擬試驗及室外模擬試驗，探討各單劑及混合劑對登革熱病媒蚊防治之效果

(5). 步驟：

A. 每模擬實驗容器加入 60 公升蒸餾水及上述配製藥劑後，置入 50 隻供試登革熱病媒蚊幼蟲，觀察計算供試幼蟲死亡、化蛹及羽化情形；而化蛹者撈出放入蛹杯，水位維持穩定，記錄每日溫度及觀察結果。

B. 殘留有效期測試：

完成各製劑對病媒蚊幼蟲殺蟲效果實驗後，每週每個容器再放入 50 隻 3 齡末至 4 齡初之幼蟲，觀察計算供試幼蟲死亡、化蛹及羽化情形；持續進行實驗至死亡率低於 30% 時停止，即可以 Probit analysis 求得殘留 50%有效期。

(6). 結果處理：比較各組之半數致死時間(LT<sub>50</sub>)及死亡率,即可知各組之效果。

A. 半數致死時間(LT<sub>50</sub>)：依 Finney (1971) Probit Analysis 計算。

B. 死亡率依 Abbott (1925) 校正死亡率公式計算。

### 2.1.3. 2013 年登革熱病媒蚊綜合防治新技術之模擬實驗

#### 2.1.3.1 社區室內實地登革熱病媒蚊幼蟲綜合防治

##### (1).防治地點選取

於高雄市選取 15 處積水地下室，使用 BOSCH 雷射測距儀做水平測量，並以丈量尺插入水中測其水深，經計算以估計其積水量，依水量多寡將積水地下室分為：百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾殺綜合防治組及對照組，各組 5 重複。於選取之 15 處積水地下室進行前測，研究人員穿著雨鞋並攜帶不同大小之水勺於地下室各個角落取水，水勺大小依地下室積水水量而定，分別有 100 毫升及 500 毫升之水勺，4 個角落分別取 3 勺，以評估地下室之病媒蚊幼蟲數，並將取得之幼蟲帶回實驗室鑑定蚊種。

##### (2).使用藥劑：

蘇力菌水分散性粒劑 37.4% w/w

賜諾殺水懸劑 11.6% w/w

百利普芬乳劑 10.2% w/w

(3).藥劑配製：依第二年模擬試驗結果及國外相關文獻結果進行藥劑混合。

A.百利普芬及蘇力菌綜合防治組：依據積水地下室水量調查結果，每公升水量加入 10.2%百利普芬 0.1225 毫克，使積水地下室內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb；依每公升水量加入 37.4%蘇力菌 1 毫克，使積水地下室內蘇力菌最終濃度為 374 ppb

B.百利普芬及賜諾殺綜合防治組：依據積水地下室水量調查結果，每公升水量加入 10.2%百利普芬 0.1225 毫克，使積水地下室內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb；每公升水量加入 11.6%賜諾殺 2.155 毫克，使積水地下室內賜諾殺最終濃度為 250 ppb。

(4).噴藥器具：

SR-02 HAND SPRAYER 噴壺(越南製造)，容量 1.5 公升，每分鐘噴水量 0.5 公升。

(5).進行防治步驟:

研究人員施灑藥劑時，先以 500 毫升之水勺取地下室之積水約 15 公升至水桶內，再將藥劑投入水桶內，使用玻璃棒攪拌均勻後，再將水桶內之藥劑倒入 1.5 公升之噴壺，並由研究人員穿著雨鞋至積水地下室內噴灑，研究人員每次於每個方位噴灑 1.5 公升之藥劑，噴灑完 1.5 公升後，再從水桶中補充藥劑後，以順時針方向轉向進行另一個方位噴灑，反覆進行此步驟，直到水桶內之藥劑全數施灑完畢。

百利普芬及蘇力菌綜合防治組之器具與百利普芬及賜諾殺綜

合防治組之器具分開使用；藥劑施灑由藥劑量少的開始施藥，依序至藥劑量多的積水地下室。

#### (6).防治效果評估

##### A. 即效性：

施灑藥劑後 24 小時，研究人員穿著雨鞋並攜帶不同大小之水勺至積水地下室內各個角落取其積水，水勺大小依地下室積水水量而定，分別有 100 毫升及 500 毫升之水勺，各個角落分別取 3 勺，以評估積水地下室病媒蚊幼蟲死亡情形，並將其帶回實驗室繼續觀察其化蛹率及羽化率。

##### B. 殘效性：

施灑藥劑後，每週以 250 毫升之水勺取其積水 500 毫升帶回實驗室，將取回之積水分別裝於 2 個 300 毫升之紙碗內，再分別放入 20 隻 3 齡末至 4 齡初之埃及斑蚊和白線斑蚊之幼蟲，以評估其死亡率、化蛹率及羽化率；持續進行實驗至死亡率低於 80%時停止。

#### 2.1.3.2 社區室外實地登革熱病媒蚊幼蟲綜合防治

##### (1). 防治地點選取

於高雄市宏南里選取 3 個區域(圖 2.1.1)，調查水溝之登革熱病媒蚊幼蟲孳生情形，使用 250 毫升之水勺於水溝集水井四個角各取其積水 1 勺，每次取約 125 毫升，共取 500 毫升，評估病媒蚊幼蟲數，並將採集之幼蟲帶回實驗室鑑定蚊種。另以捲尺測量其長寬，並使用丈量尺插入水中測其水深，計算其積水量。

評估後將 3 個區域分為：百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾殺綜合防治組與對照組(圖 2.1.1)。

##### (2). 使用藥劑：

蘇力菌水分散性粒劑 37.4% w/w

賜諾殺水懸劑 11.6% w/w

百利普芬乳劑 10.2% w/w

(3). 藥劑配製：依第二年模擬試驗結果及國外相關文獻結果進行藥劑混合。

A. 百利普芬及蘇力菌綜合防治組：依據室外集水井水量調查結果，每公升水量加入 10.2%百利普芬 0.1225 毫克，使室外集水井內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb；依每公升水量加入 37.4%蘇力菌 1 毫克，使室外集水井內蘇力菌最終濃度為 374 ppb。

B. 百利普芬及賜諾殺綜合防治組：依據室外集水井水量調查結果，每公升水量加入 10.2%百利普芬 0.1225 毫克，使室外集水井內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb；每公升水量加入 11.6%賜諾殺 2.155 毫克，使室外集水井內賜諾殺最終濃度為 250 ppb。

C. 對照組：不以任何藥劑處理。

(4). 進行步驟

將集水井依其分佈區域進行分組，分為百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾殺綜合防治組及對照組，各組防治方法如下：

A. 百利普芬及蘇力菌綜合防治組：百利普芬及蘇力菌綜合防治組之區域共有 13 個集水井，依其最多水量 62.5 公升進行藥劑量計算；使用藥劑為 10.2%之百利普芬及 37.4%之蘇力菌，欲使每個集水井內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb 及蘇力菌最終濃度為 374 ppb；配製方法為：取 10.2%之百利普芬原液 3 毫升加入蒸餾水至 300 毫升後，裝入 600 毫升之寶特瓶中，帶至集水井，每個集水井使用 10 毫升滴定管取 7.5 毫升之百利普芬稀釋液加入；取

37.4%之蘇力菌 62.5 毫克，分別使用量藥用紙包好後，帶至集水井，每個集水井加入蘇力菌 62.5 毫克。

B. 百利普芬及賜諾殺綜合防治組：百利普芬及賜諾殺綜合防治組之區域共有 10 個集水井，依其最多水量 62.5 公升進行藥劑量計算；使用藥劑為 10.2%之百利普芬及 11.6%之賜諾殺，欲使集水井內百利普芬最終濃度為 12.5 ppb 及賜諾殺最終濃度為 250 ppb；配製方法為：取 10.2%之百利普芬原液 3 毫升加入蒸餾水至 300 毫升後，裝入 600 毫升之寶特瓶中，帶至集水井，每個集水井使用 10 毫升滴定管取 7.5 毫升之百利普芬稀釋液加入；取 11.6%之賜諾殺 40 毫升，帶至集水井，每個使用 5 毫升滴定管取 1.2 毫升之賜諾殺加入。

C. 對照組：不以任何藥劑處理。

百利普芬及蘇力菌綜合防治組之器具與百利普芬及賜諾殺綜合防治組與對照組之器具均分開使用。

#### (5). 防治效果評估

A. 即效性：

施藥後 8 小時，使用 250 毫升之水勺於水溝集水井四個角各取其積水 1 勺，評估水溝內病媒蚊幼蟲死亡情形，並將未死之蚊幼蟲帶回實驗室內觀察其化蛹率及羽化率。施灑藥劑後 24 小時，再使用 250 毫升之水勺於水溝四個角各取其積水 1 勺以評估病媒蚊幼蟲死亡情形，並將未死之蚊幼蟲帶回實驗室內觀察其化蛹率及羽化率。

B. 殘效性：

施灑藥劑後，每週以 250 毫升之水勺取其積水 500 毫升帶回實驗室內，將取回之積水分別裝於 2 個 300 毫升之紙碗內，

再分別放入 20 隻再分別放入 20 隻 3 齡末至 4 齡初之埃及斑蚊和白線斑蚊之幼蟲，以評估其幼蟲死亡率、化蛹率及羽化率；持續進行實驗至死亡率低於 80%時停止。

C. 殘效性試驗供試蚊蟲：

埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)

埃及斑蚊及白線斑蚊皆採集自高雄市各行政區，於高雄大學環境健康實驗室飼養之品系。

D. 蚊蟲養殖

埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)：養蚊室條件：光照 12 小時，黑暗 12 小時。溫度  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。濕度 70-80%。成蚊養在 30x30x30cm 之細紗網籠中，供以 10%之糖水，羽化五日後將糖水移出，以小白鼠供血，50%以上雌蚊飽血後，將小白鼠移出；再供以 10%之糖水，72 小時後將糖水移出，放入 300ml 之玻璃杯，加入 1/3 深之水內邊圍繞擦手紙，成蟲產卵三日後，將玻璃杯及帶卵之紙張移出，卵紙置於陰涼處晾乾，標明日期及蚊種品系收納入塑膠盒中。需要幼蟲時，將卵紙依需要量剪下，放入低含氧量之水中孵化，孵化之幼蟲使用逆滲透水飼養於  $20 \times 15 \times 7 \text{ cm}^3$  之塑膠盒中，每日酌量給予飼料(50%豬肝粉+50%鼠飼料)。幼蟲化蛹後移入蛹杯，放入養蟲籠中等待羽化。

C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

3.1、台灣南部地區矮小瘧蚊消長因子和防治策略研究(吳懷慧)

3.1.1 台南、高雄與屏東地區矮小瘧蚊棲地監測

監測地區：調查台南與屏東地區有矮小瘧蚊 (台灣地區矮小瘧蚊分佈情形，Taiwan CDC, 201007 更新)孳生處，每次選 2~3 村，就 2 村附近的水源處，終年有流水，環境良好穩定，且附近有血

源處。先就環境與採樣點以 GPS 定位。

監測時間：每週一次定點調查，利用誘蚊燈從下午 5~6 時至隔日早上 8 時回收採集蚊蟲，進行成蚊密度監測。

#### (1) 矮小瘧幼蟲孳生地監測

室溫下，矮小瘧蚊生活史由卵至成蟲約需 16 日，卵至第一齡幼蟲 1 至 2 日，第一齡幼蟲至蛹 12 日，蛹至成蟲 2 日(周與王，2002)。但矮小瘧蚊幼蟲對水質要求極其嚴苛，因此就調查孳生地先記錄幼蟲生存的溫度、水質與水深對矮小瘧蚊發生影響。

採樣方法：參照台灣疾病管制局的採樣方法，於調查村溪流處以長柄勺取 10 勺，並記錄蟲數與攜回，打氣飼養至 4 齡幼蟲或成蟲，再進行鑑定，並嘗試續代建立室內品。

環境調查：量水深、水面寬度、河床型式、微氣候等。並記錄與照相岸邊與水中植物，採樣鑑定植物種類。

水質分析：為瞭解水質與昆蟲發生的關係，在每次進行矮小瘧蚊採樣時，同時進行各項的水質分析，包括溫度、pH、導電度、DO、BOD5、NH4-N、SS 等，均依照環保署所列的方法進行各項水質分析(NIEA W104.51C)。

同時延伸調查附近 1 km 有水域區，紀錄與採樣是否幼蟲孳生，了解孳生地範圍。

#### (2) 矮小瘧成蟲發生密度與消長監測

A、誘蚊燈監測：屏東與台南地區各選 3 處，調查日傍晚 5~6 時於住家或畜舍懸掛誘蚊燈，隔日早上 7~8 時回收採集蚊蟲。

B、環境調查：進行環境因子、住家狀況、畜養種類與頭數。

### 3.1.2 監測的蚊種、矮小瘧蚊型別確認及鑑定

(1) 依「台灣產瘧蚊成蟲檢索圖」及「台灣產瘧蚊瘧蚊屬之分種檢索表」

進行種類鑑定矮小瘧蚊和其他蚊種(周等，1984；連，2004)。

(2) 相似種參照Chang, et al., (2008)之PCR分子檢測方法測定。且樣本可送至林鶯熹老師處進行親緣關係比對。

### 3.2 台灣花東地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(林鶯熹)

#### 3.2.1 幼蟲：

因本研究以花蓮兩大河川為主軸，於花蓮溪和秀姑巒溪流域的支流找尋幼蟲。

3.2.1.1 花蓮河流域：針對吳全成蟲調查點的附近溪流(荖溪)找尋到幼蟲，因此增加幼蟲的定點調查。

3.2.1.2 秀姑巒河流域:則以富源溪定點調查。

每個點採水三十杓，記錄瘧蚊數量，並將幼蟲帶回實驗室儘量飼養至成蟲，或直接浸泡於酒精中，帶回鑑定。

另亦於支流附近一般認為較適合其他瘧蚊孳生地地點調查，如水稻田、水溝、積水石凹、水池(如蓮花池等)，或積水處等處調查矮小瘧蚊幼蟲。

#### 3.2.2 成蟲：

於花蓮地區，以養牛場為首選，或是附近常有放牧牛群出沒的地區設置誘蚊燈誘集矮小瘧蚊成蟲。今年設置8個誘蚊燈調查點，包括瑞穗牧場、八號牧場、吉蒸牧場、吳全農場、兆豐農場和米棧生態農場，以及吳全住家和富溪溪住家（如下圖）。於8個調查點設置誘蚊燈，請牧場主人或工作人員幫忙每週誘集蚊蟲一次，時間自晚上18:00至隔天早上8:00。將採獲之瘧蚊依文獻進行種類鑑定(Chang and Huang, 1954; Chang and Huang, 1955;

周等1984; 連, 2004)。

### 3.2.3 成蟲日律動

誘蟲燈裝置，自16:00~隔天早上7:00，每小時收一次，將蚊蟲放入酒精中帶回檢測。

### 3.2.4 紗網測試：

利用漏斗、珍珠板和紗網裝置，將活蟲接入漏斗內，使瘧蚊接觸含藥紗網，測試擊昏時間及24小時死亡率。對照組紗網不含藥劑。

### 3.2.5 瘧原蟲檢測

商請疾病管制局研檢中心協助，依傳染病標準檢驗方法手冊的分子檢測方法，檢測吳全2012年1~9月所採到的矮小瘧蚊成蟲。我們將9個月份，分成3季，每季各選取5隻吸血的矮小瘧蚊合併檢測是否有瘧原蟲存在蚊體中。



花蓮地區 10 個誘蚊燈採集樣區



### 三、結果與討論

#### A、2011~2012年南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討

(張念台、徐爾烈、羅怡珮)

##### 1.1 登革熱病媒蚊稽查

本計畫自 2011 年 3 月~2013 年 10 月兼進行 3 年台南、高雄與屏東等地區登革熱病媒蚊監測，所得結果示如圖 1.1.2~圖 1.1.6，整理病媒蚊稽查與產卵誘引器監測資料顯可得以下結論：

1. 病媒蚊每年大量發生月份主要受當年降雨量的影響，例如台南 2011 年 20 個里的調查結果中，以七月份有 11 個里(55%)誘集到斑蚊卵為最高。而 2012 年台南市 15 里登革熱病媒蚊稽查結果則以五月份所有里(100%)都誘集到斑蚊卵為最高(圖 1.1.1)。高雄市鳳山區監測 2012 年 20 里，以六月有 16 里誘得蚊卵為最多，而 2013 年度鳳山、前鎮、苓雅及三民區 15 個里的病媒蚊監測，則以 8 月病媒蚊誘得數最多。

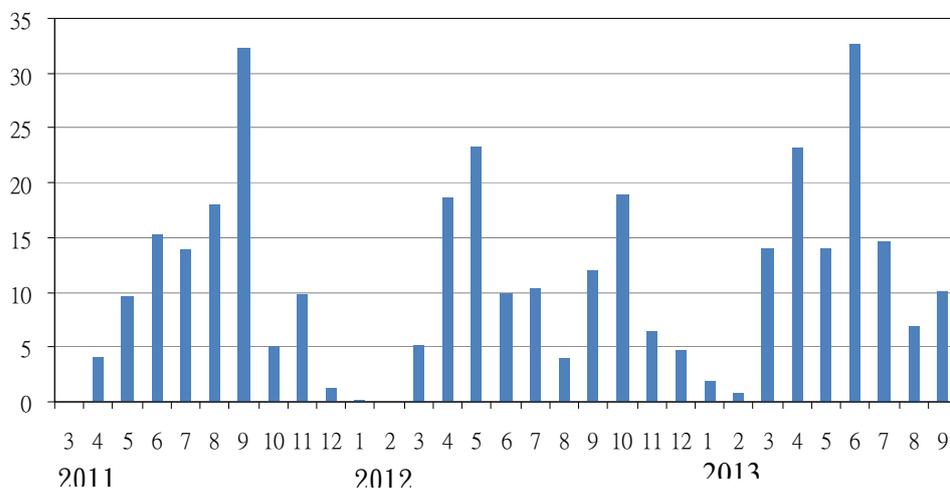


圖 1.1.1.台南市 2011 年至 2013 年誘卵器監測病媒蚊結果。

- 2.都會區病媒蚊發生以埃及斑蚊比率較高，例如 2011 年鳳山地區 10 個月中稽查的有蚊里共 30 里，其中 73.3%(22) 里的病媒蚊為埃及班蚊，而同年該月屏東 20 里調查有蚊的 5 里中僅 1 里誘得埃及斑蚊。
- 3.誘蚊產卵器誘引監測能較孳生源稽查更早查得病媒蚊之發生，因每年 1~2 月以產卵器誘引，仍都可誘得病媒蚊。建議各地冬季期間或疫情發生緊急噴藥後，可利用誘蚊產卵器進行監測病媒蚊，或評估防治效果與再次施藥時機的決定。
- 4.南部地區全年氣溫在 18~32 度間，對於病媒蚊的發生主要受降雨之影響，由三年降雨量及病媒蚊發生狀況分析得知，每年 4~5 月梅雨後，病媒蚊均有一發生小峰，8~9 月雨季後則其密度增高。
- 5 每年累積降雨量>200mm 後 4~6 週，病例急速增加，雖然調查資料未能顯示病媒蚊密度與病例發生間的相關性，但此與降雨量大致自然或人工孳生源增加，繼而使病媒蚊密度增高必然有關。
- 6.病媒蚊監測的目的在於了解病媒發生消長狀況，得以及早進行防治，因此 4~5 月病媒族群的小幅增加時，應是重要的防治期，以抑制其後續的大量孳生。
- 7.登革熱病例發生噴藥後病媒蚊監測，包括 2011 年 8~9 月高雄苓雅、新興、鼓山及鳳山區，及 2013 年 4~8 月屏東春日鄉施藥後的監測結果均顯示，藥劑施用後約可抑制病媒蚊 2 週左右。
- 8.近兩年來台南、高雄及屏東地區校園與實際都會區綠籬施藥測試後，以誘蚊產卵器監測病媒發生情形，亦得到藥效可抑制 60%病媒蚊達 2 週的結果。此可運用於未來的病媒蚊綜合防治。

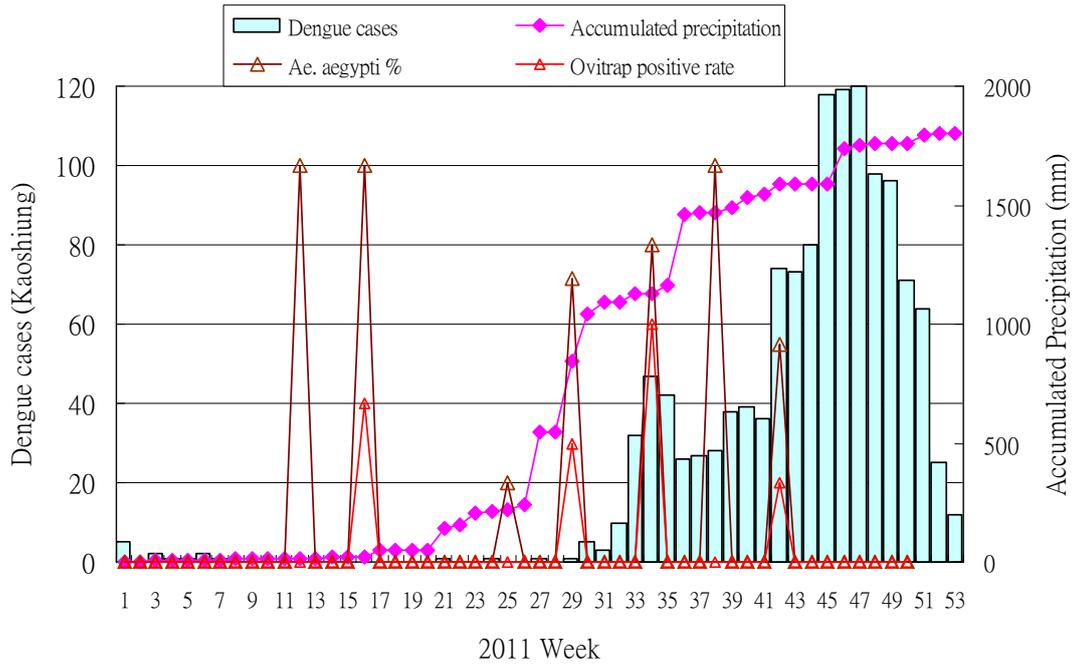


圖 1.1.2、2011 高雄病媒蚊監測與登革熱病例發生及降雨量之關係。

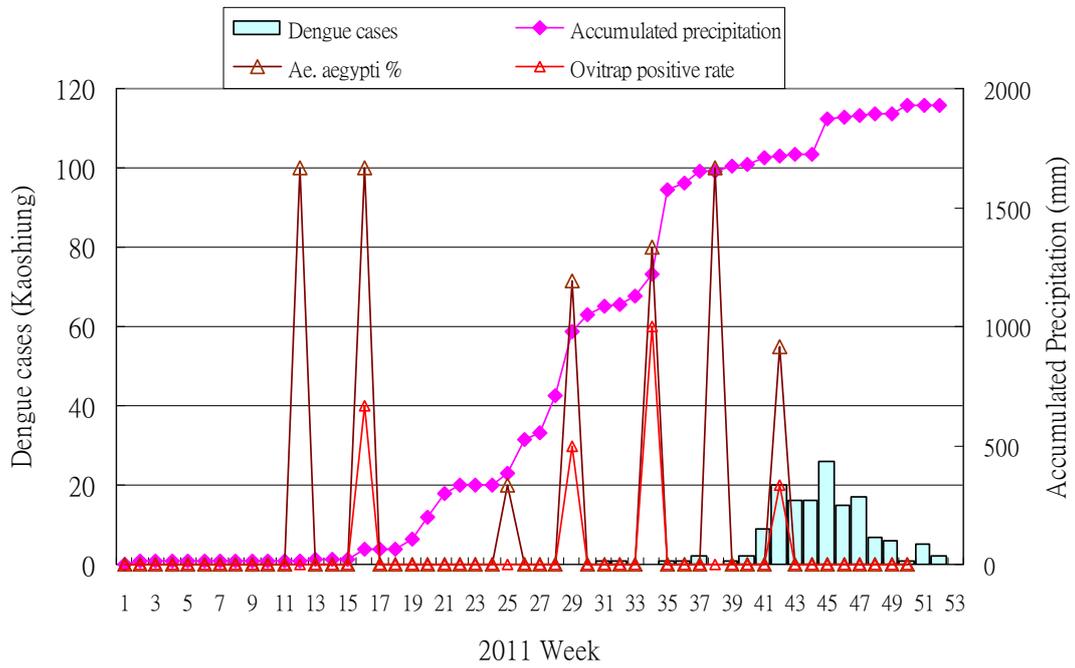


圖 1.1.3、2011 屏東病媒蚊監測與登革熱病例發生及降雨量之關係。

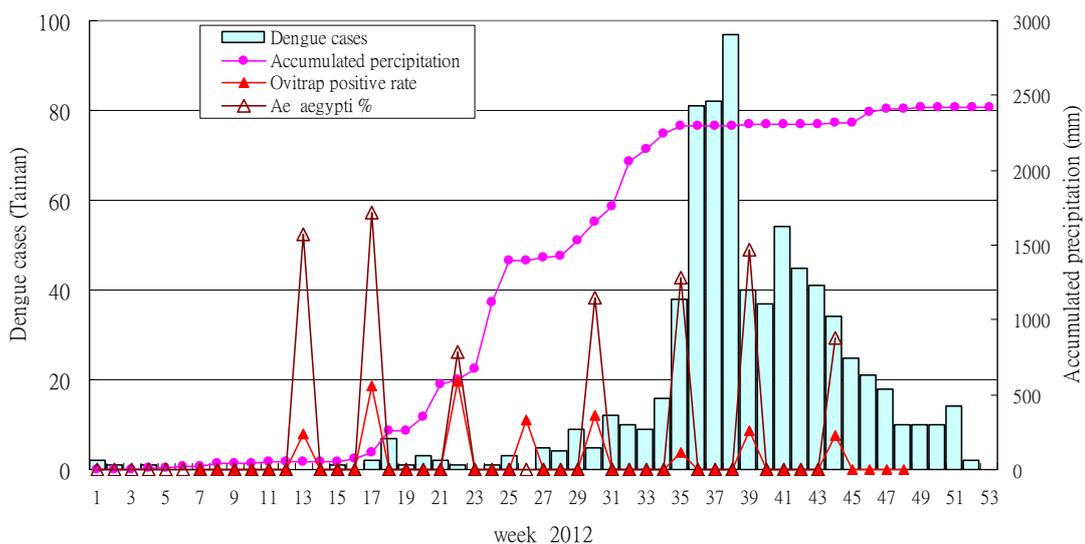


圖 1.1.4、2012 台南病媒蚊監測與登革熱病例發生及降雨量之關係。

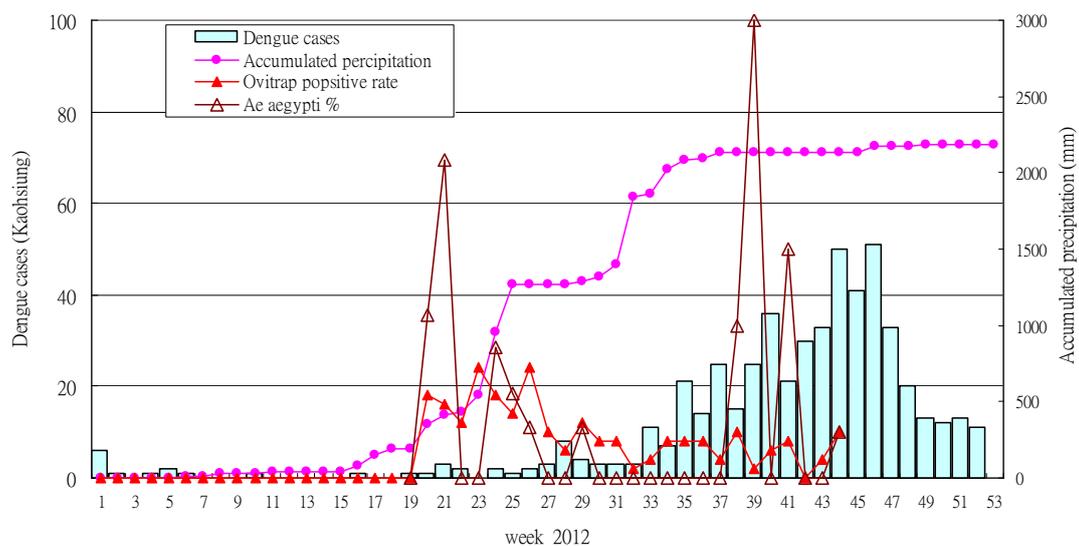


圖 1.1.5、2012 高雄病媒蚊監測與登革熱病例發生及降雨量之關係。

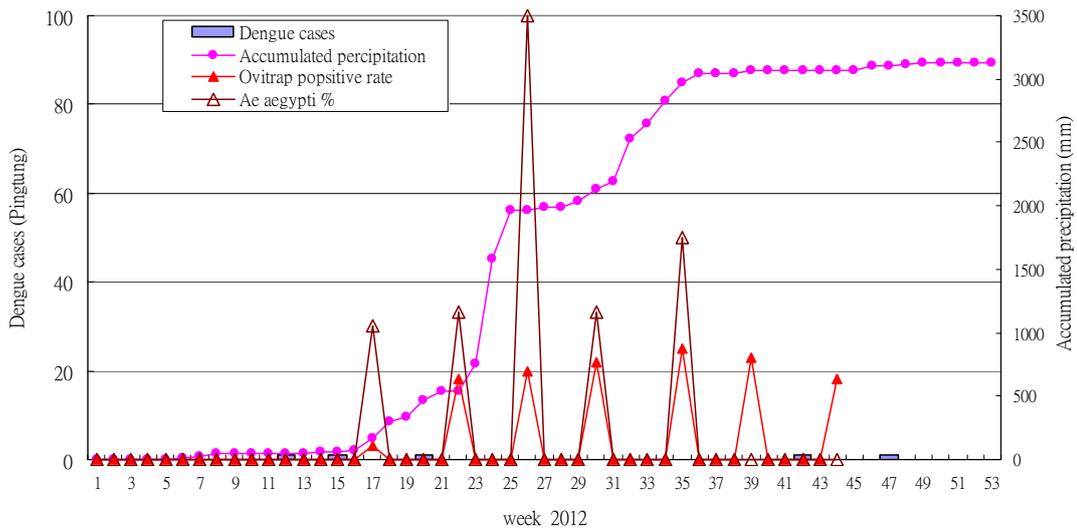


圖 1.1.6、2012 屏東病媒蚊監測與登革熱病例發生及降雨量之關係。

## 1.2 登革熱病媒蚊抗藥性監測

### 1.2.1 台灣南部地區埃及斑蚊及白線斑蚊幼蟲對殺蟲劑的抗藥性

(台灣昆蟲 2012 : 32)

計畫執行於 2008 及 2010 年檢測南部地區斑埃及蚊及白線斑蚊幼蟲對亞培松的抗性比值，均顯示埃及斑蚊和白線斑蚊對亞培松迄今均屬於低度抗藥性。以百滅寧進行藥劑篩選的 LYPR(640SF3) 及 LYPR(F3) 抗性品系，雖然此抗性品系對百滅寧具極高度抗藥性 (抗性比值分別為 221.98 及 62.89 )，但是對亞培松仍具高度感受性，對亞培松的抗性比值分別為 1.94 及 1.68 (表 1.2.1)。

表 1.2.1、2010 年南部地區埃及斑蚊幼蟲對亞培松與百滅寧的藥劑感受性生物檢定

Strains	Temephos			Permethrin		
	N	LC <sub>50</sub> <sup>a</sup> (95%CI)	RR <sub>50</sub> <sup>b</sup>	N	LC <sub>50</sub> <sup>a</sup> (95%CI)	RR <sub>50</sub> <sup>b</sup>
NSAE ●	493	3.88 (3.65 -4.13)	1.00	396	3.81 (3.40 -4.31)	1.00
East Dist. ■	354	8.11 (7.75 -8.48)	2.09	365	144.51 (132.06 -160.00)	37.93
West Central Dist. ■	362	8.78 (8.31 -9.24)	2.26	372	136.39 (126.17 -147.97)	35.80
North Dist. ■	367	8.30 (7.87 -8.89)	2.14	367	103.24 (92.57 -115.37)	27.10
Guanmiao Dist. ■	355	8.01 (7.33 -8.63)	2.07	366	19.19 (17.29 -21.36)	5.04
Lingya Dist. ▲	362	8.93 (8.29 -9.55)	2.30	294	198.69 (179.36 -224.39)	52.15
Qianzhen Dist. ▲	362	9.45 (8.98 -10.03)	2.44	355	96.31 (89.99 -103.27)	25.28
Southern Fengshan Dist. ▲	359	10.58 (9.96 -11.30)	2.73	329	224.74 (208.53 -245.10)	58.99
NorthernFengshan Dist. ▲	301	10.50 (10.06 -10.96)	2.71	363	64.19 (55.32 -71.82)	16.85
Middle Fengshan Dist. ▲	369	6.00 (5.25 -6.54)	1.55	361	25.95 (23.77 -28.30)	6.81
North Dist. ◻	321	13.85 (12.70 -15.53)	3.57	350	119.15 (107.54 -135.57)	31.27
Central Dist. ◻	344	7.11 (6.37 -7.68)	1.83	266	28.61 (13.49 -39.36)	7.51
LYPR(F3)◻	360	6.53 (5.76 -7.14)	1.68	489	239.60 (212.09 -272.45)	62.89
LYPR(640SF3)◻	369	7.51 (6.54 -8.30)	1.94	345	845.76 (776.22 -911.24)	221.98

●: The NS strain was the susceptible strain of *Ae. aegypti*.

■: Tainan City

▲: Kaohsiung City

◻: Pingtung City

◻: Permethrin resistant strain

N: Total number of mosquitoes tested

<sup>a</sup>: Values are in  $\mu\text{g/L}$

<sup>b</sup>: RR<sub>50</sub> were calculated as the ratio of LC<sub>50</sub> for field strains divided by the LC<sub>50</sub> of the susceptible laboratory strain.

為監測埃及斑蚊及白線斑蚊幼蟲對百滅寧的抗藥性。收集苓雅地區埃及斑蚊幼蟲分別於 1990 (Lin,2004)、1995(Lin *et al*, 1997)、2002(Lin, 2004)、2008(Chian,2009)及 2010 年的記載資料，對百滅寧生物檢測所得之 LC<sub>50</sub> 值依序提高分別為 2.1、19.9、45.0、112.81 及 198.7 $\mu\text{g/L}$ 。高雄地區分別於 2002 及 2007 年爆發登革熱並採取緊急化學防治措施，苓雅區田間品系埃及斑蚊幼蟲對百滅寧抗藥性是增加的。本研究於 2012 年再次進行苓雅品系埃及斑蚊幼蟲對百滅寧的抗藥性監測，LC<sub>50</sub> 值為 68.69  $\mu\text{g/L}$ ，RR<sub>50</sub> 值為 36.24，在停用百滅寧之後，2012 年苓雅品系埃及斑蚊對百滅寧的抗藥性已較 2010 年品系緩和。

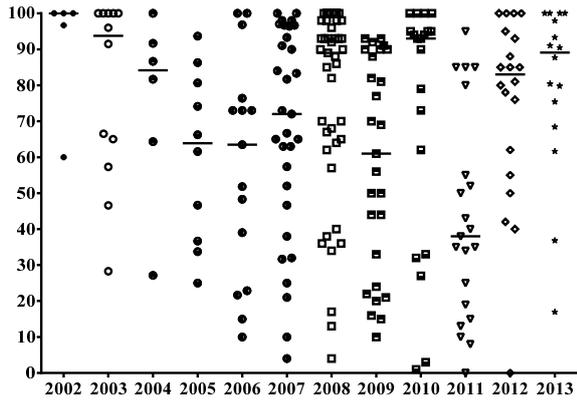
苓雅品系白線斑蚊幼蟲對百滅寧抗藥性的的資料僅在 1994 及 1995 年分別記載 LC<sub>50</sub> 值為 2.4 及 38.7 $\mu\text{g/L}$ (Lin *et al.*,1997)。在 2008 年的資料

顯示，白線斑蚊對百滅寧產生的抗藥性較不明顯。本研究於 2012 年進行苓雅品系白線斑蚊幼蟲對百滅寧的抗藥性監測， $LC_{50}$  值為 4.43  $\mu\text{g/L}$ ，對百滅寧仍相當敏感。

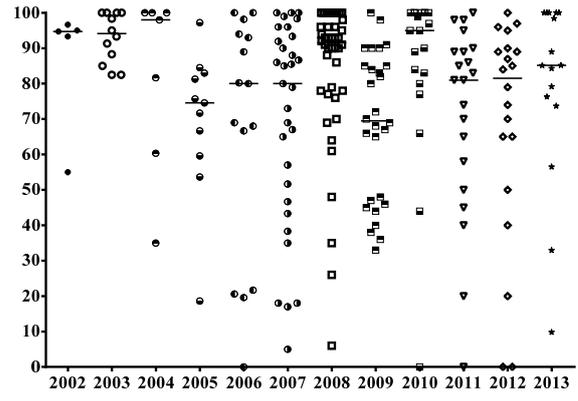
### 1.2.2 台灣南部地區埃及斑蚊成蟲對殺蟲劑的抗藥性

(台灣昆蟲 2013：已接受)

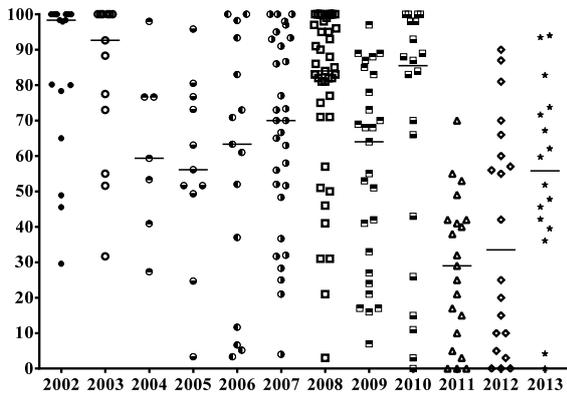
自 2002 至 2013 年逐年進行高雄市、屏東縣及台南市埃及斑蚊成蟲之感受性生物檢定。以空白對照藥膜進行對照組的死亡率皆小於 5%，不需校正死亡率。以敏感對照品系(NS 品系或 Bora-Bora 品系)進行試驗的死亡率皆大於 99%，可確認藥膜具有殺蟲效果。圖 1.2.1 是各年度所有供試野外族群接觸 WHO 藥膜的死亡率平均值。比較歷年供試埃及斑蚊成蟲對各藥劑的抗藥性檢測結果，僅撲滅松於各年度死亡率皆維持將近 100%，顯示南部地區埃及斑蚊未出現對撲滅松產生抗藥性的族群。第滅寧、賽飛寧、賽洛寧及百滅寧的死亡率平均值，雖然歷年資料顯示變動的情形，但均呈現逐年遞減的趨勢。第滅寧的死亡率平均值約維持在 90~70% 之間；賽飛寧於 2002 年的死亡率平均值為 90%，至 2011 年降為 40%；賽洛寧的死亡率平均值在 2002 年及 2003 年維持在 80% 以上，至 2011 年降至 30% 以下；百滅寧的死亡率逐年遞減的情形更為明顯；依芬寧的結果顯示不宜推薦用於埃及斑蚊防治；安丹雖未推薦用於防治埃及斑蚊，各年度死亡率也呈現逐年遞減的趨勢，唯下降趨勢較為和緩。



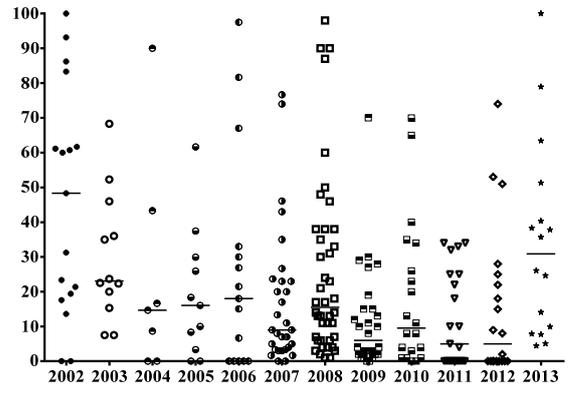
Cyfluthrin



Deltamethrin



Lambda cyhalothrin



Permethrin

圖 1.2.1(1)、自 2002 至 2013 年以 WHO 鑑別濃度藥膜檢定賽飛寧、第滅寧、賽洛寧及百滅寧藥膜對南部地區埃及斑蚊的死亡率。圖中每一個點表示一個供試族群的死亡率平均值，測試族群包括高雄市、屏東縣及台南市的野外族群，圖中的短橫線是該年度的死亡率中數。

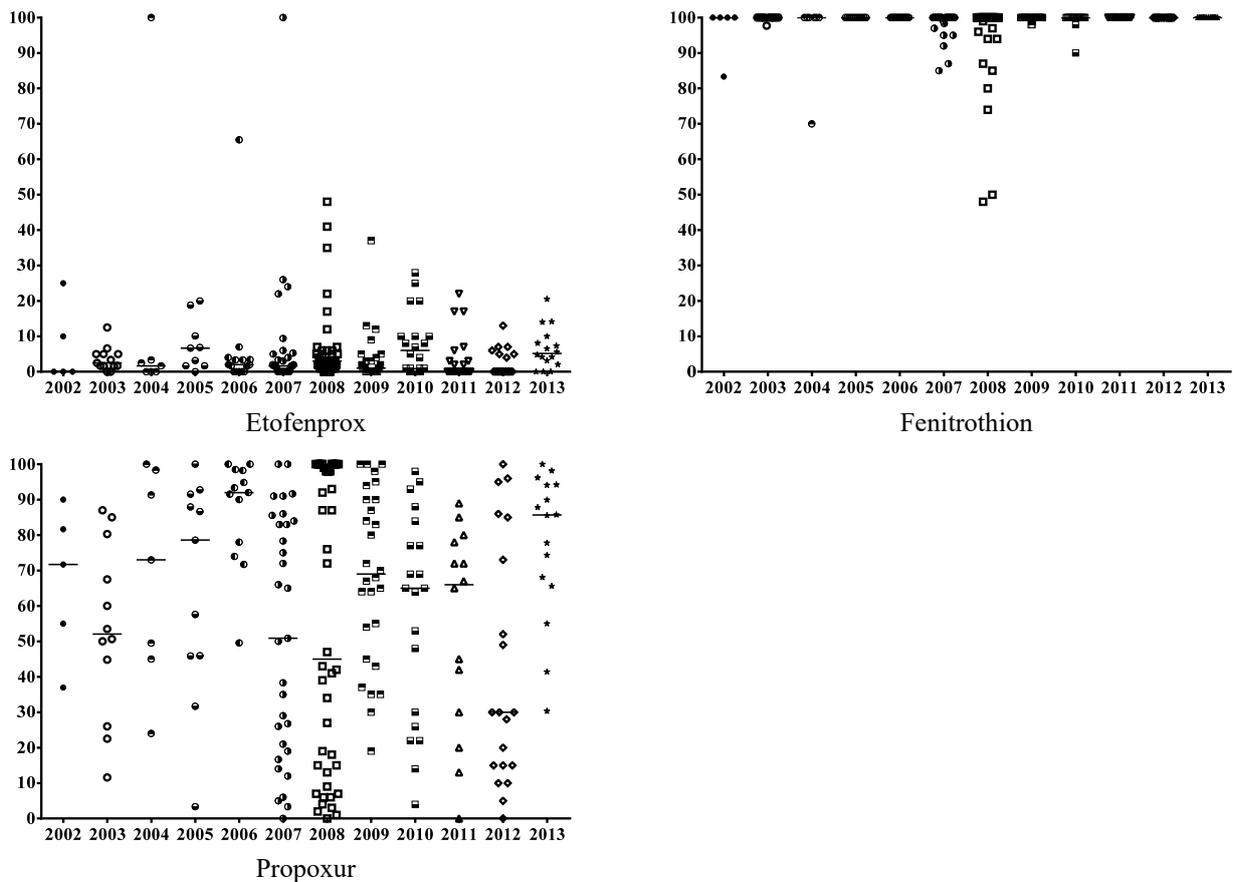


圖 1.2.1(2)、自 2002 至 2013 年以 WHO 鑑別濃度藥膜檢定依芬寧、撲滅松及安丹藥膜對南部地區埃及斑蚊的死亡率。圖中每一個點表示一個供試族群的死亡率平均值，測試族群包括高雄市、屏東縣及台南市的野外族群，圖中的短橫線是該年度的死亡率中數。

根據 WHO 以單一濃度鑑別蚊蟲抗藥性的判別標準，當 24 小時死亡率介於 98~100%，97~80%和 <80%，分別表示該族群對殺蟲劑的感受性分類為感性品系、中等抗性或疑似抗性品系(需進一步確認)及抗性品系(Anonymous,1960)。為瞭解高雄市、屏東縣及台南市埃及斑蚊的抗藥性情形，且每年進行監測的野外品系數量並不一致，因此依據上述 WHO 訂定的判斷標準，當死亡率低於 80% 即判定為具抗藥性的品系，死亡率大於 80% 則判定為非抗性品系，分別計算 2002 至 2012 年各年度於高雄市、屏東縣及台南市埃及斑蚊族群對殺蟲劑具抗藥性的百分比(圖 1.2.2)。高雄市埃及斑蚊成蟲族群對安丹產生抗藥性的比例最高(圖 1.2.2, A1)，屏

東縣次之(圖 1.2.2, A2), 台南市最低 (圖 1.2.2, A3)。各地區族群的監測結果顯示對撲滅松產生抗藥性的百分比皆為 0% (圖 2.2, B1-B3)。台南地區埃及斑蚊成蟲族群對第滅寧產生抗藥性的比例最低 (圖 1.2.2, C3), 屏東縣次之 (圖 1.2.2, C2), 高雄地區族群的抗性比例最高 (圖 1.2.2, C1)。屏東縣族群對賽飛寧產生抗藥性的比例最高 (圖 1.2.2, D2), 高雄市次之 (圖 1.2.2, D1), 台南市最低 (圖 1.2.2, D3)。屏東縣族群對賽洛寧產生抗藥性的比例最高 (圖 1.2.2, E2), 高雄市次之 (圖 1.2.2, E1), 台南市最低 (圖 1.2.2, E3)。高雄市及屏東縣族群對百滅寧產生抗藥性的百分比皆為 100% (圖 1.2.2, F1、F2), 台南市族群在 2008 年後對百滅寧產生抗藥性的百分比達 100% (圖 1.2.2, F3)。高雄市及台南市族群對依芬寧產生抗藥性的百分比皆為 100% (圖 1.2.2, G1、G3), 屏東縣族群在 2007 年後對依芬寧產生抗藥性的百分比達 100% (圖 1.2.2, G2)。結果顯示, 各地區埃及斑蚊對殺蟲劑的感受性具地區性的差異性。

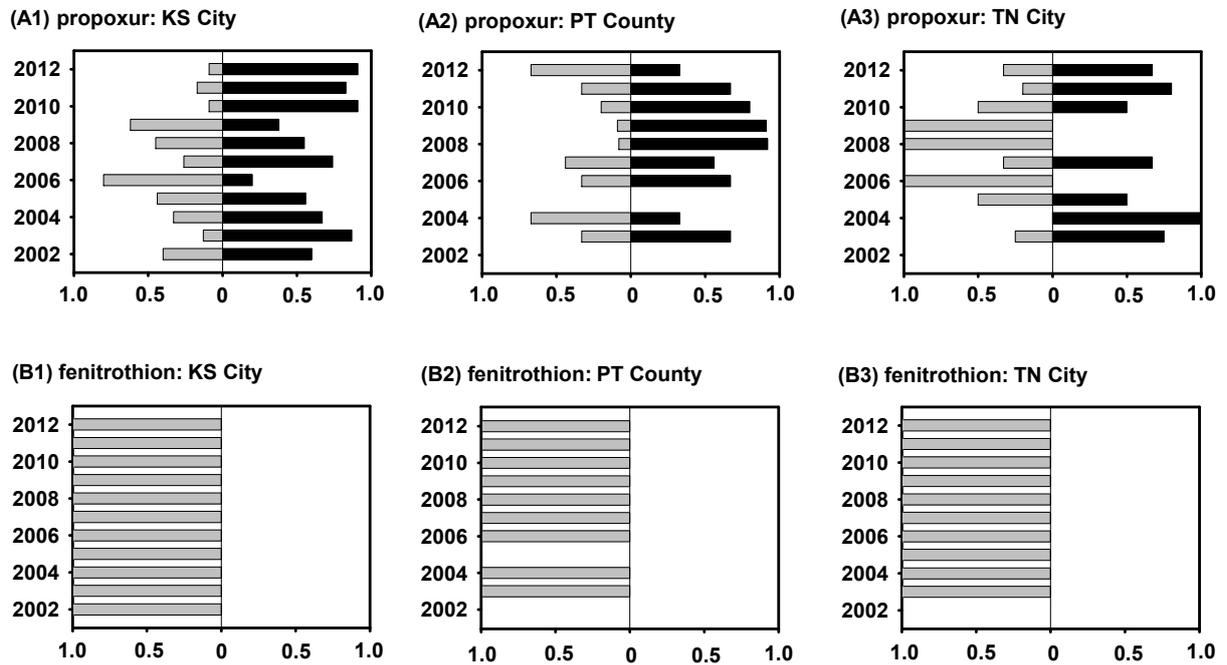


圖 1.2.2(1)、自 2002 至 2012 年以 WHO 鑑別濃度藥膜檢定高雄市、屏東縣及台南市品系對安丹 (A) 及撲滅松 (B) 產生抗藥性 (黑色, 死亡率 < 80%) 及未產生抗藥性 (灰色, 死亡率  $\geq$  80%) 的族群比例。

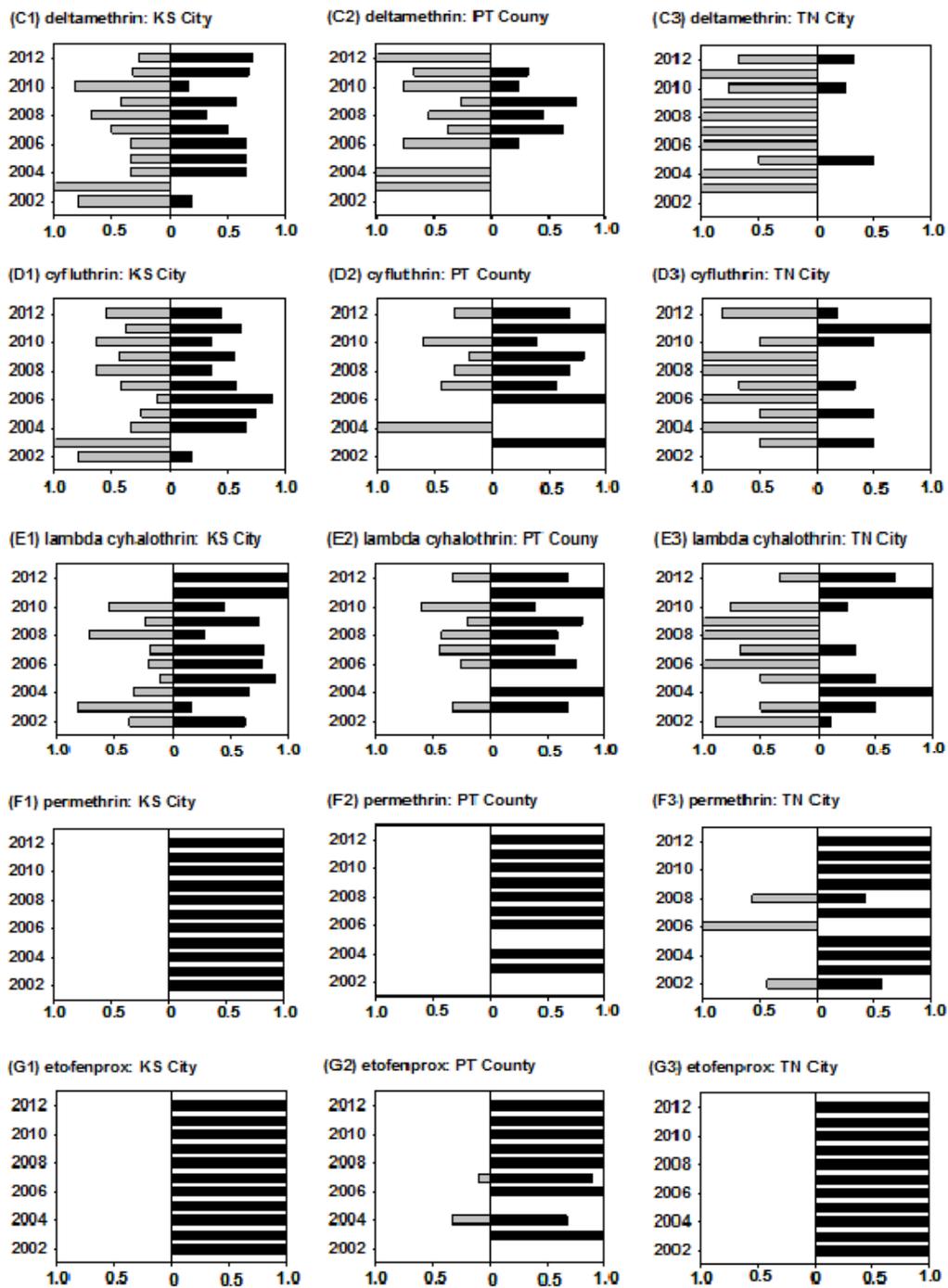


圖 1.2.2(2)、自 2002 至 2012 年以 WHO 鑑別濃度藥膜檢定高雄市、屏東縣及台南市品系對第  
 滅寧(C)、賽飛寧(D)、賽洛寧(E)、百滅寧(F)及依芬寧(G)產生抗藥性(黑色,死亡  
 率 $<80\%$ )及未產生抗藥性(灰色,死亡率 $\geq 80\%$ )的的族群比例。

1.2.3 以超低容量冷煙霧機進行超低容量劑(ULV)、乳劑(EC)、懸浮劑(SC)對埃及斑蚊的防治效果評估（2011年進行）。

以超低容量冷煙霧機進行超低容量劑(ULV)、乳劑(EC)、懸浮劑(SC)對埃及斑蚊的防治效果評估。顯示三種劑型及測試藥劑對高雄市苓雅區，屏東市北區及台南市東區品系埃及斑蚊均具防治效果(表 1.2.2，1.2.3)。以超低容量冷煙霧機進行登革熱病媒蚊防治時，需注意單位面積（體積）施藥量，正確施用藥劑的劑量是非常重要的，否則會因為劑量不足而錯失防治時機。關於環境衛生用藥在 ULV 劑型或是推薦以 ULV 機器噴灑的產品標示，各家廠商、產品在建議推薦用量差異迥大，提供給 PCO 業者或是進行登革熱病媒防治工作人員的資訊並不統一，也就是說，每個產品都有其獨特性，因此進行噴藥防治作業，需對產品標示仔細研讀，才能在噴藥後達到防治成效。

表 1.2.2 玻璃室法以超低容量冷煙霧機檢定供試藥劑對埃及斑蚊 30 分鐘擊昏率

供試藥劑種類	各品系 30 分鐘擊昏率			
	Bora-Bora	高雄市 苓雅品系	台南市 東區品系	屏東市 北區品系
中西全菊乳劑	100	100	100	100
第寧乳劑	100	100	100	100
勝百寧1%超低容量劑	100	100	100	100
超浮旋	100	12	28	41
艾克特50%超低容量劑	100	100	100	100
新令蟲傷懸浮劑	100	63	100	100

表 1.2.3 玻璃室法以超低容量冷煙霧機檢定供試藥劑對埃及斑蚊 24 小時死亡率

供試藥劑種類	各品系 24 小時死亡率			
	Bora-Bora	高雄市 苓雅品系	台南市 東區品系	屏東市 北區品系
中西全菊乳劑	100	100	100	100
第寧乳劑	100	100	100	100
勝百寧1%超低容量劑	100	100	100	100
超浮旋	100	59	74	88
艾克特50%超低容量劑	100	100	100	100
新令蟲傷懸浮劑	100	98	100	100

比較不同劑型噴藥時及噴藥後的情形，使用超低容量劑可看到明顯油污污染的情形，尤其是勝百寧 1%超低容量劑的用量明顯偏多，在室內使用時宜再調整減少用量。藥劑本身有機溶劑及稀釋的煤油也會造成嗆鼻的氣味及油漬的地面，可能造民眾觀感不佳。乳劑及懸浮劑的嗆鼻氣味較低，若是室內施用，可以考慮 ULV 機器操作調整懸浮顆粒的大小及使用劑量的配合，應可達到民怨降低的情形(表 1.2.4)。

表 1.2.4 進行噴藥作業對各供試藥劑感覺評估

供試藥劑種類	各種感覺評估			
	油漬殘留	呼吸刺激 造成咳嗽	氣味嗆鼻	殘留痕跡 粉末
中西全菊乳劑		+	+	
第寧乳劑		++	+	
勝百寧1%超低容量劑	+++	+++	+++	
超浮旋	++	+++	+++	
艾克特50%超低容量劑	++	+++	+++	
新令蟲傷懸浮劑				+

#### 1.2.4 探討不同劑型對埃及斑蚊的防治效果（2013 年進行）

以玻璃筒噴灑法檢測含賽滅寧環境衛生用藥對埃及斑蚊成蟲的藥效檢定，包括乳劑、水基乳劑、液劑及油劑等四種劑型，將供試藥劑以水稀釋(或不稀釋)進行埃及斑蚊成蟲的藥效檢測。油劑對埃及斑蚊的防治效果優於乳劑，水基乳劑與液劑效果差不多，對埃及斑蚊的致死率及及半數擊昏時間均呈現一致的情形(圖 1.2.3、1.2.4、1.2.5、1.2.6)。

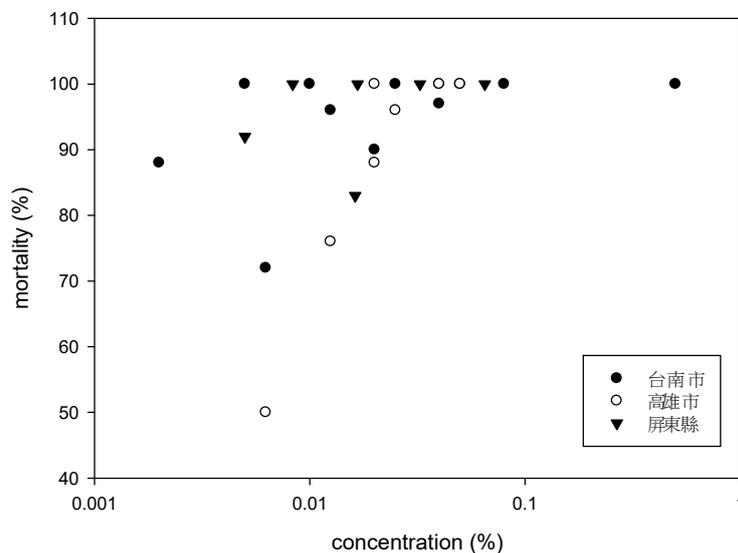


圖 1.2.3 不同賽滅寧處理濃度對各地區埃及斑蚊成蟲的 24 小時致死率。●: 台南市埃及斑蚊，○: 高雄市埃及斑蚊，▼: 屏東縣埃及斑蚊。

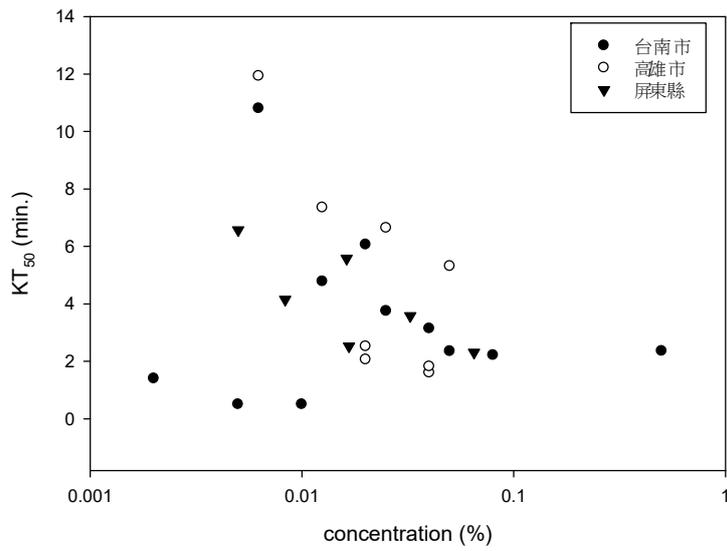


圖 1.2.4 不同賽滅寧處理濃度對各地區埃及斑蚊成蟲的半數致死時間(分)。●: 台南市埃及斑蚊，○:高雄市埃及斑蚊，▼:屏東縣埃及斑蚊。

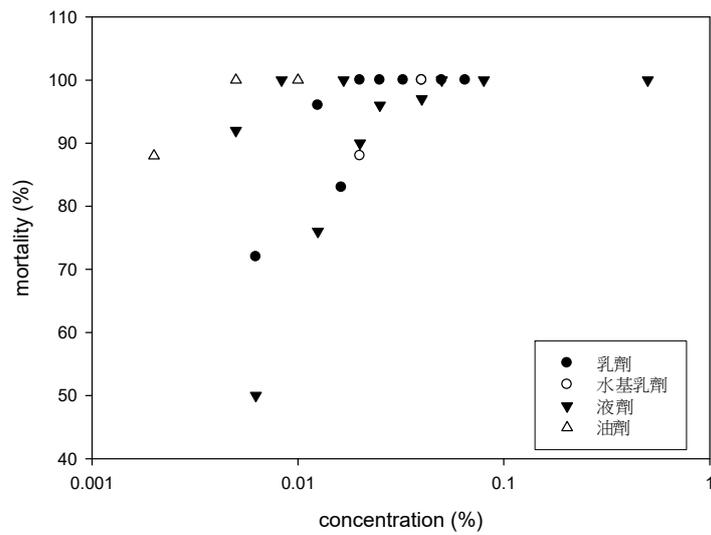


圖 1.2.5 不同劑型賽滅寧處理濃度對埃及斑蚊成蟲的 24 小時致死率。●: 乳劑，○:水基乳劑，▼:液劑，△:油劑。

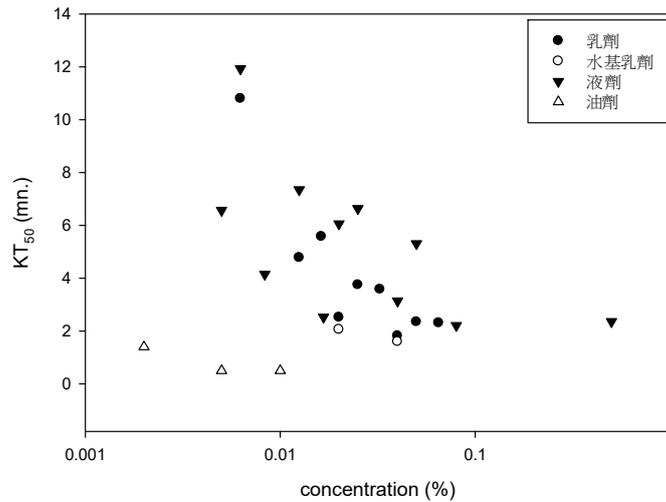


圖 1.2.6 不同劑型賽滅寧處理濃度對埃及斑蚊成蟲的的半數致死時間(分)。●: 乳劑，○:水基乳劑，▼:液劑，△:油劑。

### 1.2.5 綠籬防治成效

2012 年於高雄大學進行綠籬噴藥法(vegetation barrier spray)測試顯示二週後可以有效降低斑蚊族群 64-100%，賽滅寧及撲滅松都有很好的藥效，可達 4 星期的藥效。第滅寧在測試時正逢梅雨季節，藥效表現欠佳(表 1.2.5，1.2.6，1.2.7)。

表 1.2.5 高雄市登革熱病媒蚊成蚊綠籬噴藥法防治結果(陽性率)

調查時間	各藥劑處理之陽性率**(%, 平均值±標準差)			
	第滅寧 20120518#	賽滅寧 20121005#	撲滅松 20121005#	對照組
噴藥前 3 星期	88.9 ± 13.6*	90.0 ± 22.4*	80.0 ± 20.9*	37.8 ± 21.7
噴藥前 2 星期	93.3 ± 6.1*	80.0 ± 20.9	90.0 ± 13.7*	62.2 ± 14.9
噴藥前 1 星期	88.9 ± 7.8	80.0 ± 27.4	80.0 ± 20.9	77.8 ± 7.8
噴藥後 1 星期	11.1 ± 11.1*	10.0 ± 13.7*	20.0 ± 27.4*	68.9 ± 18.3
噴藥後 2 星期	28.9 ± 12.7*	10.0 ± 22.4*	0.0 ± 0.0*	82.2 ± 6.1
噴藥後 3 星期	22.2 ± 17.6*	0.0 ± 0.0*	0.0 ± 0.0*	55.6 ± 13.6
噴藥後 4 星期	48.9 ± 16.9	0.0 ± 0.0*	0.0 ± 0.0*	51.1 ± 12.7

\*試驗區：對照區，Wilcoxon Rank Sum test. (P < 0.05)

\*\*陽性率為誘蚊產卵陽性率

#試驗開始日

表 1.2.6 高雄市登革熱病媒蚊成蚊綠籬噴藥法防治結果(蟲卵數)

調查時間	各藥劑處理之蟲卵數**(平均值±標準差)			
	第滅寧	賽滅寧	撲滅松	對照組
	20120518#	20121005#	20121005#	20121005#
噴藥前 3 星期	230.0 ± 118.2*	31.3 ± 12.5	20.0 ± 11.5	50.4 ± 27.8
噴藥前 2 星期	229.8 ± 52.9	53.8 ± 64.5	53.4 ± 26.3	168.8 ± 135.9
噴藥前 1 星期	225.6 ± 53.6*	35.9 ± 41.5*	44.7 ± 38.9*	110.8 ± 35.6
噴藥後 1 星期	5.8 ± 8.0*	1.5 ± 2.8*	5.4 ± 7.6*	129.0 ± 38.3
噴藥後 2 星期	51.0 ± 29.9*	0.9 ± 2.0*	0.0 ± 0.0*	270.0 ± 172.4
噴藥後 3 星期	26.8 ± 26.9*	0.0 ± 0.0*	0.0 ± 0.0*	122.2 ± 84.5
噴藥後 4 星期	57.0 ± 15.7	0.0 ± 0.0*	0.0 ± 0.0*	90.4 ± 57.5

\*：試驗區：對照區，Wilcoxon Rank Sum test. (P < 0.05)

\*\*：蟲卵數為每個誘蚊產卵桶之卵數

#試驗開始日

表 1.2.7 高雄市登革熱病媒蚊成蚊綠籬噴藥法防治率

噴藥後 調查時間	第滅寧*		賽滅寧		撲滅松	
	20120518		20121005		20121005	
	陽性率 防治率%	產卵數 防治率%	陽性率 防治率%	產卵數 防治率%	陽性率 防治率%	產卵數 防治率%
1 星期	83.9	95.5	85.5	98.8	71.0	95.9
2 星期	64.8	81.1	87.8	99.7	100.0	100.0
3 星期	60.1	78.1	100.0	100.0	100.0	100.0
4 星期	4.3	36.9	100.0	100.0	100.0	100.0

\* 測試時期雨量偏高

2012 年於屏東科技大學進行綠籬噴藥法試驗區，因屏東地區夏季氣候為午後雷陣雨，因此表 2-8 中為噴藥試驗一次的結果，噴藥前誘蚊產卵器之陽性率為 83.3%，噴藥後第 1 週之陽性率降為 8.3%~16.7%；噴藥後第 2 週之陽性率為 25.0%~33.3；噴藥後第 3 週之陽性率上升為 58.3%~66.7%；至第 4 週的誘蚊產卵器之陽性率為 100%。而對照組之誘蚊產卵器之陽性率為 91.7%~100%。

表 1.2.8 屏東登革熱病媒蚊成蚊綠籬噴藥法防治結果 (陽性率)

處理藥劑	誘蚊產卵器陽性率(%) / 每週					
	噴藥前	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週
第寧淨蟲	83.3	16.7	25.0	66.7	100.0	100.0
酷滅寧	83.3	16.7	25.0	66.7	100.0	100.0
速益乳劑	83.3	8.3	33.3	58.3	100.0	83.3
對照組	83.3	91.7	91.7	91.7	100.0	100.0

應用綠籬噴藥防治登革熱病媒蚊，每週調查陽性誘蚊產卵器之卵數繪於圖 1.2.7 中，對照組的總卵數為 1157~1979 個，噴藥後的第 1 週誘得卵數為 3~7 個；噴藥後的第 1 週誘得卵數有 7~9 個；噴藥後的第 3 週誘得卵數於 100 以下，為 81~92 個；噴藥後的第 4 週誘得卵數上升有為 680~951 個，比第 4 週對照組少 38.2%~52.9% 卵數。由數據可知綠籬噴藥防治登革熱病媒蚊，可有效維持 3 週防治效果。

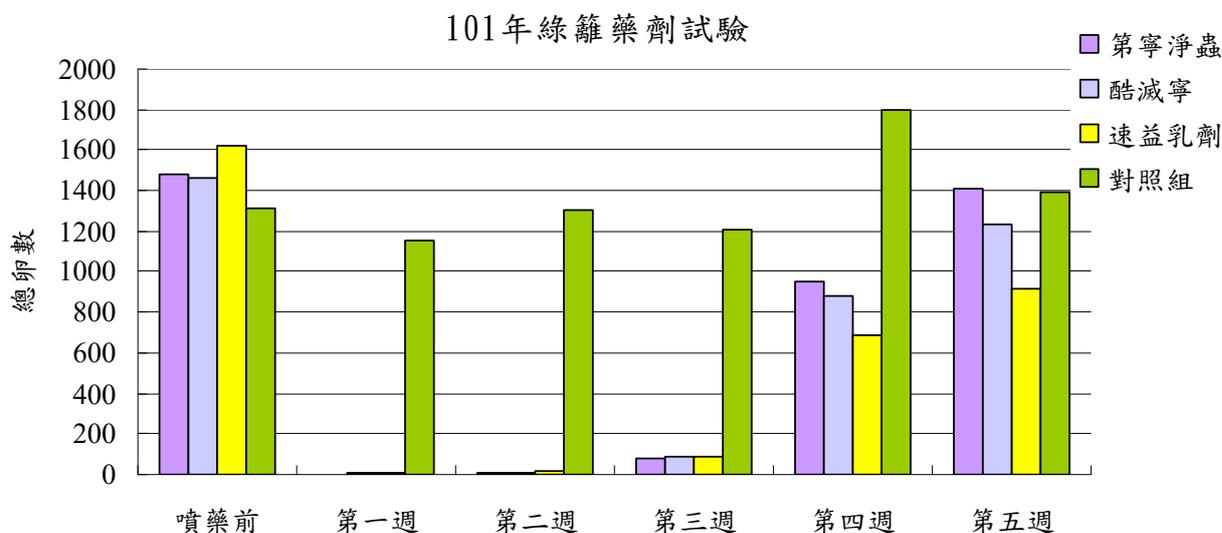


圖 1.2.7、屏東登革熱病媒蚊綠籬噴藥防治之誘得總卵數

2013 年於高雄進行社區綠籬噴藥法(vegetation barrier spray)，測試的效果都不理想(表 1.2.9)，主要可能是這二次測試時，都在噴藥次日遇超大雨沖刷造成。

表 1.2.9、2013 年第二次綠籬噴藥法對登革熱病媒蚊成蚊防治率(%)

噴藥後	亞特松 0.25%		撲滅松 0.3%		賽飛寧 0.051%		陶斯松 0.204%	
	陽性率	產卵數	陽性率	產卵數	陽性率	產卵數	陽性率	產卵數
	防治率	防治率	防治率	防治率	防治率	防治率	防治率	防治率
1 星期 (5 月 20 日)	10	64.4	5	66.4	15	78.0	35	81.1
2 星期 (5 月 27 日)	0	43.1	0	42.8	5	69.5	5	64.9

登革熱病媒蚊成蚊綠籬防治模擬試驗，賽飛寧 0.05%噴灑於仙丹植株，對埃及斑蚊(borabora)感性品系可維持七週 95%以上之致死率，顯示賽飛寧 0.05%在仙丹植株之殘留期間至少可維持七週。較亞特松、撲滅松、陶斯松的藥效為長。賽飛寧對白線斑蚊 100%之藥效可達五週，80%以上之致死藥效可達七週，野外科品系之埃及斑蚊第一週之藥效只有 83%，第七週只有 48%之藥效。亞特松、撲滅松、陶斯松，第一週對所有供試蚊種都有很好的藥效，藥效隨時間遞減，以陶斯松之藥效最長對埃及斑蚊(borabora)可維持五週之 80%致死藥效。對野外科品系之埃及斑蚊有三週 80%之藥效，對白線斑蚊 80%之藥效可維持五週(圖 1.2.8)。

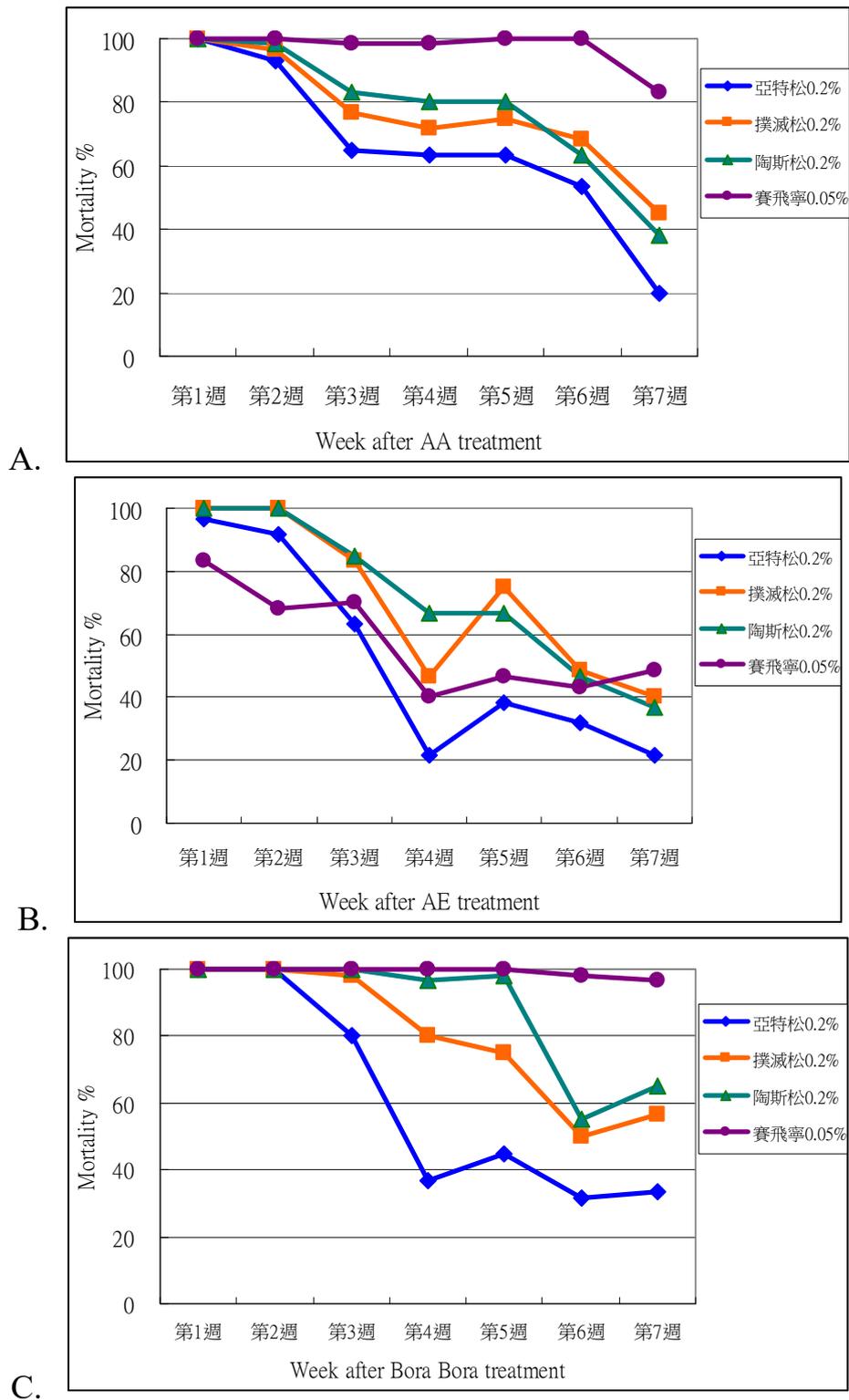


圖 1.2.8、登革熱病媒蚊成蚊綠籬防治模擬試驗。A:白線斑蚊，B:埃及斑蚊，C:Bora Bora。

### 1.2.6 協力劑的使用 (2012 年執行)

以 PBO、MGK264、TPP 及 DEM 四種協力劑與百滅寧以不同比例混合，進行對苓雅品系埃及斑蚊幼蟲的協力效果測試，PBO 及 MGK-264 的效果明顯優於 TPP 及 DEM，而當協力劑與殺蟲劑的比例提高時，協力效果最高提升近五倍。為解決抗藥性的問題，本研究更進一步證實除可以添加協力劑外，更需注意調劑的比例，才能達到協力效果，解決抗藥性的問題(表 1.2.10)。

調製賽滅寧與 PBO 分別為 1：0、1：1、1：3、1：5 等四種比例的液劑，以玻璃筒法測試各比例藥劑對台南市北區品系埃及斑蚊雌成蟲的半致死濃度，評估防治效果。添加協力劑確實可增加防治效果，以賽滅寧：PBO 為 1：3 的比例，SR50 及 SR95 分別為 1.52 及 4.31。其他兩種添加比例不具明顯差異性(表 1.2.11)。

表 1.2.10、百滅寧與協力劑對荳雅品系埃及斑蚊幼蟲的協力效果

Synergist	Permethrin: Synergist	LC <sub>50</sub>	SR <sub>50</sub> <sup>*</sup>	LC <sub>95</sub>	SR <sub>95</sub> <sup>*</sup>
PBO	0:100	34.07ppm	—	69.35ppm	—
	100:0	64.54ppb	1	525.73ppb	1
	75:25	58.35ppb	1.106	242.29ppb	2.170
	50:50	55.39ppb	1.165	244.16ppb	2.153
	25:75	41.03ppb	1.573	126.28ppb	4.163
	15:85	39.21ppb	1.646	113.12ppb	4.648
MGK264	0:100	30.69ppm	—	43.33ppm	—
	100:0	68.95ppb	1	316.51ppb	1
	75:25	72.91ppb	0.946	316.35ppb	1.001
	50:50	55.01ppb	1.253	238.71ppb	1.326
	25:75	47.17ppb	1.462	135.93ppb	2.328
	15:85	40.05ppb	1.722	125.70ppb	2.518
TPP	0:100	> 60ppm	—	> 60ppm	—
	100:0	81.91ppb	1	282.33ppb	1
	75:25	70.68ppb	1.159	233.85ppb	1.207
	50:50	99.88ppb	0.820	299.70ppb	0.942
	25:75	74.74ppb	1.096	174.60ppb	1.617
	15:85	64.25ppb	1.275	172.98ppb	1.632
DEM	0:100	> 100ppm	—	> 100ppm	—
	100:0	65.39 ppb	1	230.05ppb	1
	75:25	82.32ppb	0.794	320.90ppb	0.717
	50:50	104.99ppb	0.623	389.05ppb	0.591
	25:75	78.34ppb	0.835	227.76ppb	1.010
	15:85	57.46ppb	1.138	221.85ppb	1.037

\*SR<sub>50</sub>=LC<sub>50</sub> for Permethrin 不加協力劑 / LC<sub>50</sub> for Permethrin 加協力劑

\*SR<sub>95</sub>=LC<sub>95</sub> for Permethrin 不加協力劑 / LC<sub>95</sub> for Permethrin 加協力劑

表 1.2.11 以玻璃筒法進行賽滅寧與 PBO 不同比例液劑對埃及斑蚊的防治效果

Cypermethrin:PBO	LC <sub>50</sub> (mg/m <sup>2</sup> )95%CI	SR <sub>50</sub>	LC <sub>95</sub> (mg/m <sup>2</sup> )95%CI	SR <sub>95</sub>
1:0	0.44 (0.40-0.51)	-	2.67 (1.77-5.40)	-
1:1	0.37 (0.34-0.40)	1.19	0.96 (0.75-1.54)	2.78
1:3	0.29 (0.26-0.32)	1.52	0.62 (0.56-0.75)	4.31
1:5	0.40 (0.37-0.43)	1.10	0.94 (0.83-1.12)	2.84

### 1.2.7 以浸浴法檢測殺蚊幼蟲劑對埃及斑蚊幼蟲殘效性（2011年執行）

以塑膠杯浸浴測試法檢定各供試藥劑對台南市東區埃及斑蚊幼蟲的藥效（表1.2.12）。各供試藥液濃度均配製成1ppm。撲滅松（粉劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率皆為100%。陶斯松（粉劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率皆為100%。亞培松（塊劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率皆為100%。賽滅寧、陶斯松及協力精（乳劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率皆為100%。賽滅寧（粉劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為100%、82%、31%及3%。百滅寧（粉劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為83%、30%、2%及0%。賽滅寧、治滅寧（乳劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為100%、97%、59%及7%。賽滅寧（乳劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為100%、92%、37%及7%。安丹（粉劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為4%、2%、0%及0%。愛美松（乳劑）在施藥後第1天、第7天、第14天及第21天的死亡率分別為91%、15%、2%及0%。各對照組死亡率皆為0%。

表1.2.12.殺蚊幼蟲劑對埃及斑蚊幼蟲無的殘效性

品名代號	試驗組	各試驗時間24小時死亡率(%)			
		第1天	第7天	第14天	第21天
撲滅松	重複1	100	100	100	100
	重複2	100	100	100	100
	重複3	100	100	100	100
	平均值	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
陶斯松	重複1	100	100	100	100
	重複2	100	100	100	100
	重複3	100	100	100	100
	平均值	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
亞培松	重複1	100	100	100	100
	重複2	100	100	100	100
	重複3	100	100	100	100
	平均值	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
賽滅寧 陶斯松 協力精	重複1	100	100	100	100
	重複2	100	100	100	100
	重複3	100	100	100	100
	平均值	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
賽滅寧	重複1	100	100	37	0
	重複2	100	70	26	5
	重複3	100	75	3	5
	平均值	<b>100</b>	<b>82</b>	<b>31</b>	<b>3</b>
百滅寧	重複1	83	40	0	0
	重複2	84	30	0	0
	重複3	82	20	5	0
	平均值	<b>83</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
賽滅寧 治滅寧	重複1	100	100	50	15
	重複2	100	95	60	0
	重複3	100	95	67	5
	平均值	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>59</b>	<b>7</b>
賽滅寧	重複1	100	75	32	5
	重複2	100	100	55	10
	重複3	100	100	25	5
	平均值	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>37</b>	<b>7</b>
安丹	重複1	0	0	0	0
	重複2	11	0	0	0
	重複3	0	5	0	0
	平均值	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
愛美松	重複1	85	10	0	0
	重複2	88	15	5	0
	重複3	100	20	0	0
	平均值	91	15	2	0

### 1.2.8 淡鹹水與病媒蚊發生的關係

探討淡鹹水與病媒發育及發生的關係，鹽度在 10ppt 以上會造成白線斑蚊及埃及斑蚊的化蛹率及羽化率降至 50% 以下，且埃及斑蚊對鹽度的敏感度較白線斑蚊高，在 12ppt 對埃及斑蚊的化蛹率及羽化率達 100% 的抑制效果(圖 1.2.9、1.2.10)。

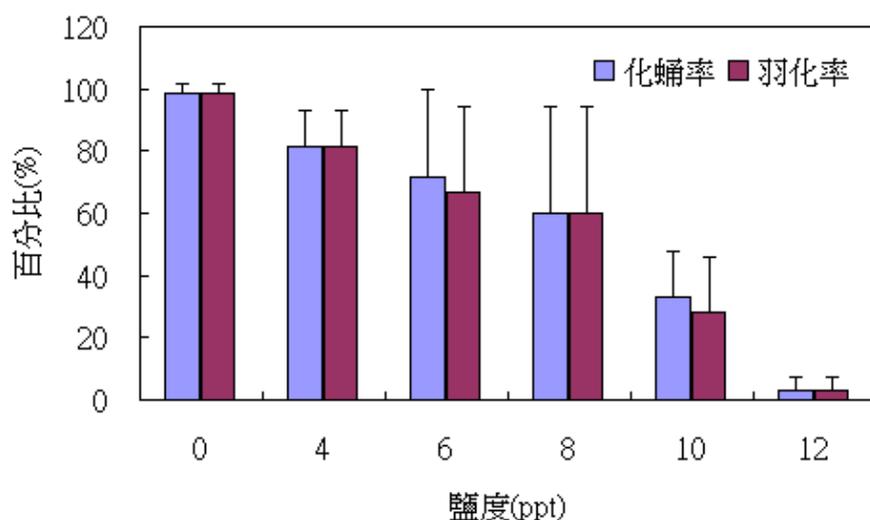


圖 1.2.9 台南市南區品系白線斑蚊幼蟲對鹽分容忍度

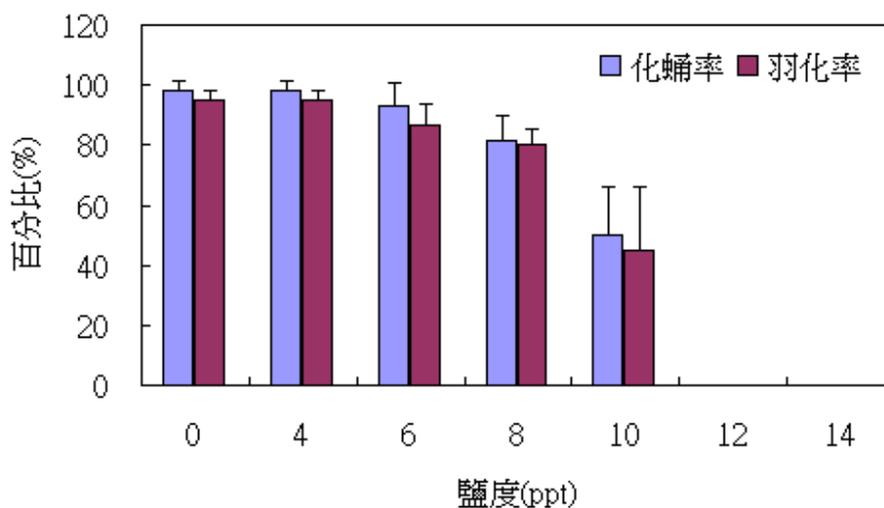


圖 1.2.10 台南市南區品系埃及斑蚊幼蟲對鹽分容忍度

研究病媒成蟲淡鹹水產卵偏好測試，Bora-Bora 品系於 RO 水的產卵比例最高達 64.24%，在 9ppt 有 28.40%，在 18ppt 及 27ppt 的產卵比例降至 4.24% 及 3.12%(圖 1.2.11)。

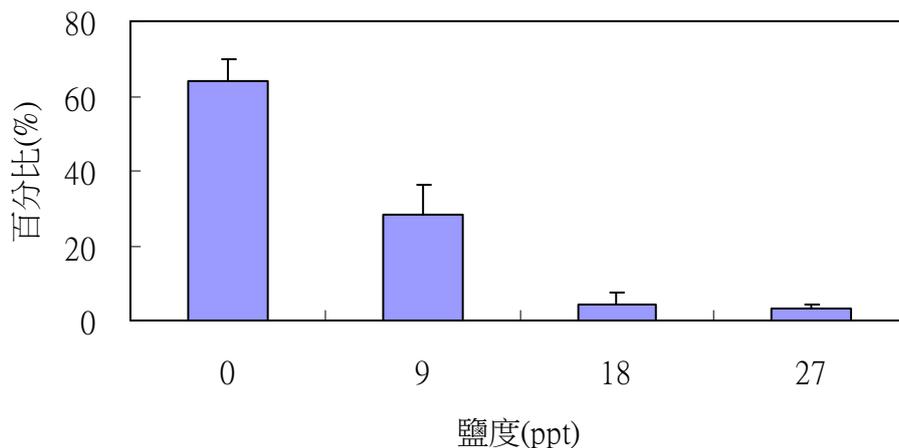


圖 1.2.11 Bora-Bora 品系於不同鹽度的產卵偏好率

在水樣檢體均未發現登革熱病媒蚊孳生，水樣的鹽度介於 43~45.5ppt。

### 1.2.9 民眾對施藥之認知與配合問卷調查（2011 年執行）

民眾對施藥之認知與配合相關問卷調查進行至10月底回收有效問卷745份，其中原高雄縣73份，原高雄市回收672份，分析如下。

問卷回答者63.2%女性，35.3%男性。教育程度以高中高職比率最高佔40.9%，次為大學程度(20.1%)。職業以家庭主婦(24.6%)最高，若合併服務業(17.4%)與自由業(15.2%)者(圖1.2.12)，問卷填答以居家者(共57.2%)較多。顯然未來登革熱防治與宣導工作可加強對居家婦女、服務業或自由業者來進行。

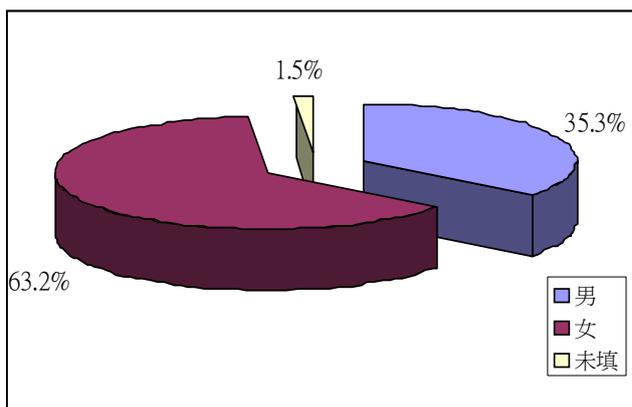
填答者住家類型以透天厝(52.3%)最多，而有庭院者佔22.7%。家居中有盆栽者佔34.9%，顯然無庭院的住家，民眾仍會栽植盆栽。民眾居處有地下室者佔四分之一(25.1%)，填答自家有積水容器者甚少僅7.4%(圖1.2.13)。

對於登革熱填答者自行進行的防治措施以清除積水容器(73.8%)及裝紗門紗窗(67.5%)比例最高，使用捕蚊燈(40.7%)及電蚊拍(37.6%)次之(圖1.2.14)，由此可知孳生源清除的宣導民眾多已接受，但是否落實執行仍為問題。約有47%民眾平日會噴灑殺蟲劑，且以不定時噴灑(58.4%)

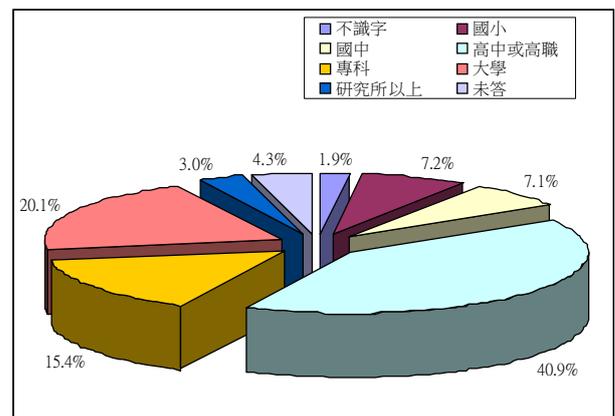
為主(圖1.2.15)。至於民眾填答其里長噴藥的比率則高達64.2%，且73%為不定時噴藥(圖1.2.16)，顯然里長主動自行噴藥或配合疫情緊急噴藥，給予民眾其噴藥頻率高的印象。噴藥後民眾大多認為(52.5%)蚊子有減少，這應是每有疫情發生，民眾即要求政府施藥的原因，但也有20.7%民眾不覺得蚊子變少(圖1.2.17)。

民眾對於政府派員至家中施藥不願配合的理由最多數(34.0%)認為只要屋外水溝噴藥即可，其次自認已做了病媒蚊防治工作(26.3%)，而23.0%民眾沒時間或沒人在家等候噴藥。由此看來民眾對於緊急噴藥的目的與認知還是不足(圖1.2.18)。

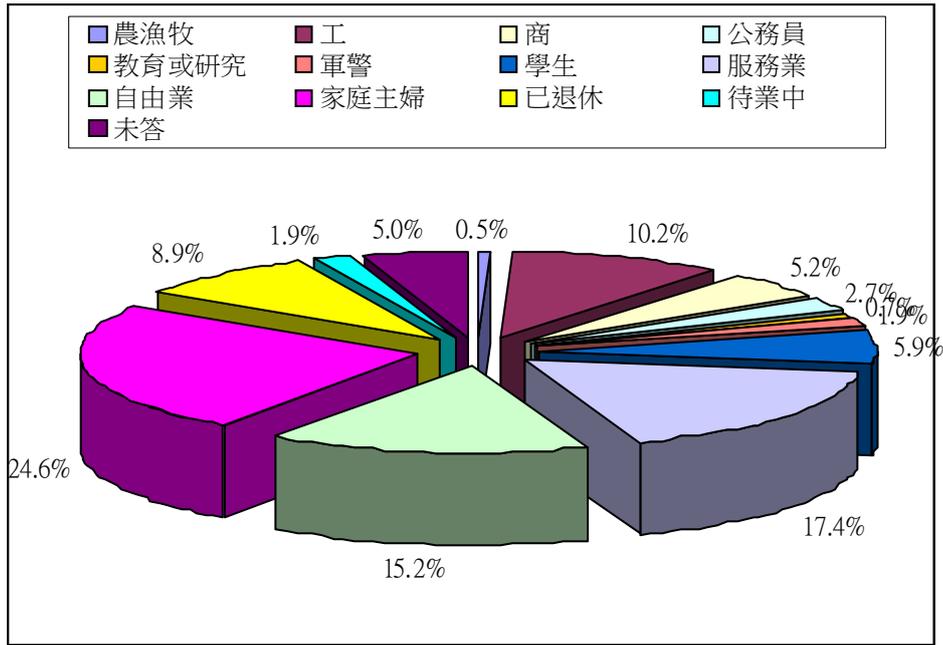
噴灑殺蟲劑對民眾造成的影響最主要是清理不易(47.9%)，這主要包括施藥前民眾收拾衣物、廚具等，施藥後對於殘留於地板、桌椅、家具上藥劑的清掃，民眾甚為困擾。另外對於施藥氣味無法接受(42.7%)與必須在家等候(39.1%)亦使民眾不歡迎施藥(圖1.2.19)。如何降低進入民眾屋內施藥次數，應是目前解決民眾對施藥反感的首要課題(圖1.2.20)。



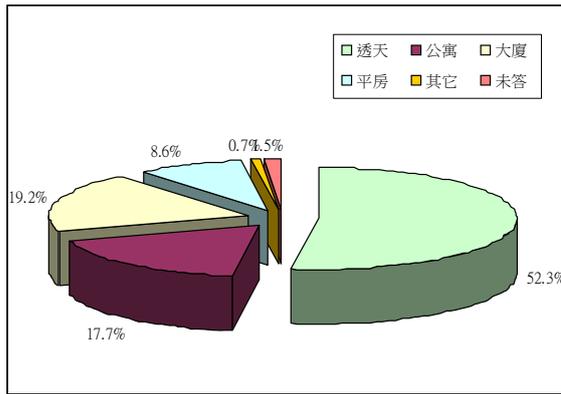
A.



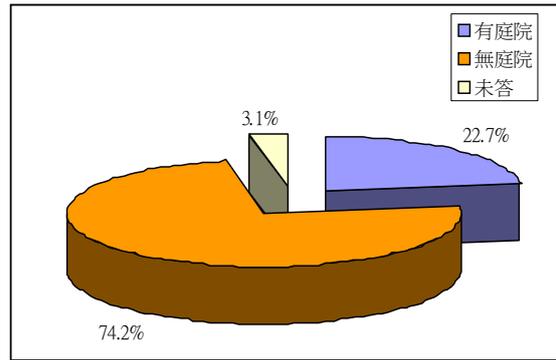
B.



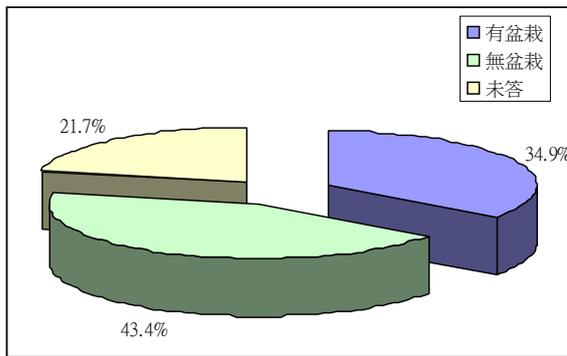
C.  
圖1.2.12、問卷填答者基本資料(A)性別，(B)教育程度，(C)職業。



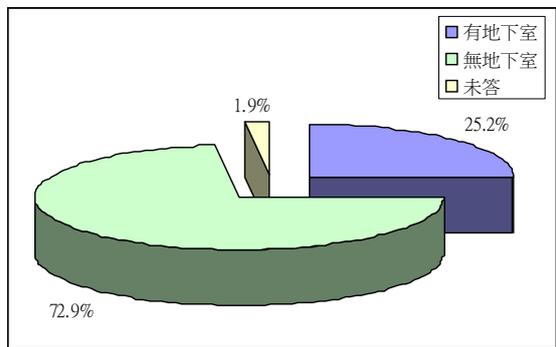
A.



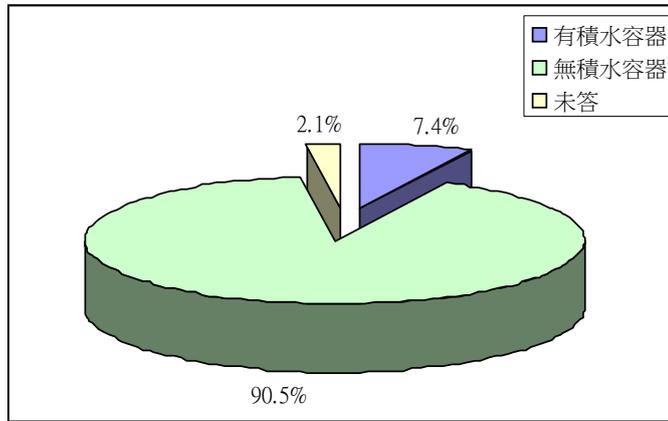
B.



C.



D.



E.

圖1.2.13、問卷填答者居家資料，(A)住屋類型，(B)庭院，(C)盆栽，(D)地下室與(E)積水容器。

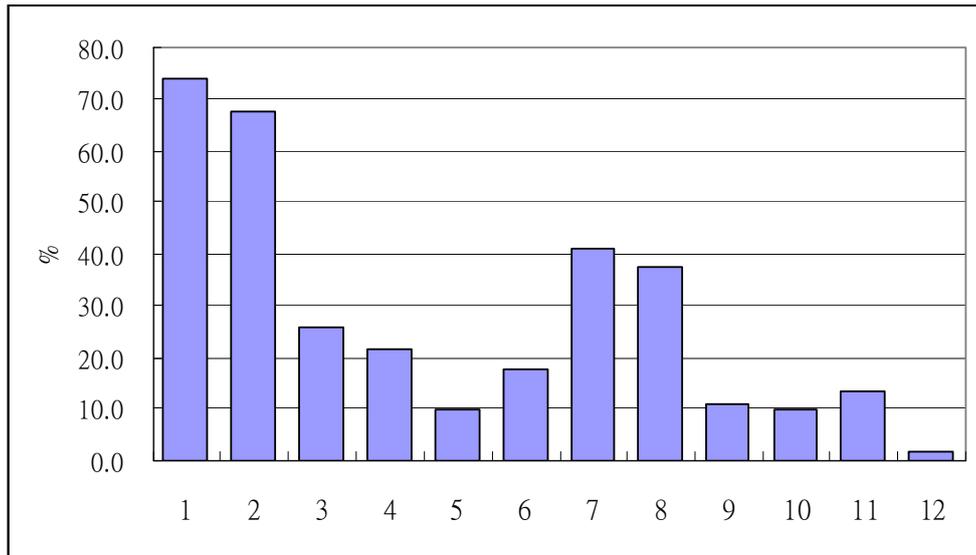
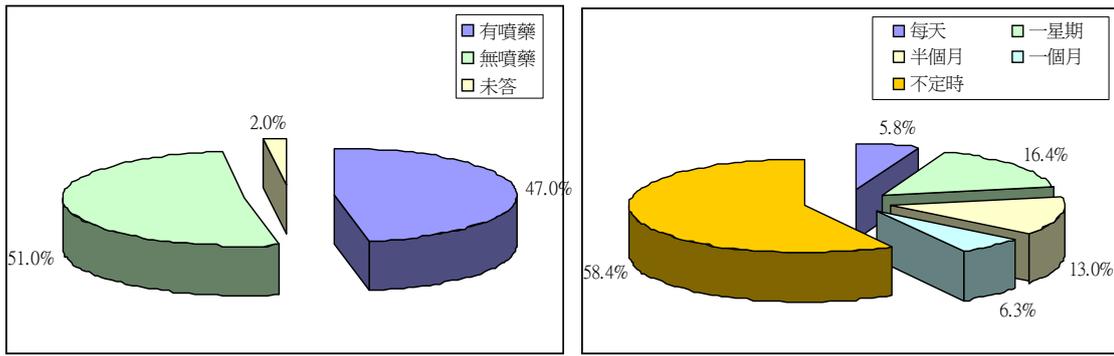


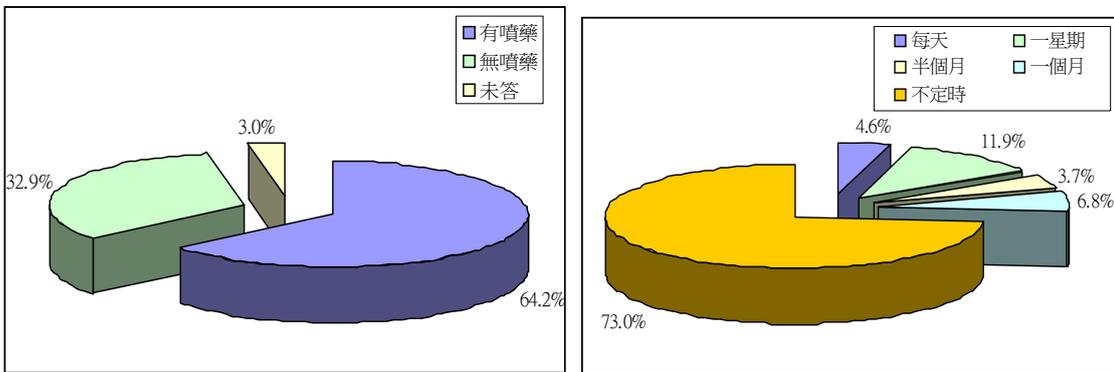
圖1.2.14、問卷填答者所作預防登革熱之工作，1.清除積水容器，2.裝紗門紗窗，3.噴防蚊液，4.穿長袖衣褲，5.使用蚊帳，6.噴殺蟲劑，7.使用捕蚊燈，8.使用電蚊拍，9.使用電蚊香，10.使用蚊香，11.水池內飼養魚類，12.沒有做任何預防工作。

對於登革熱民眾多認為需注意(47.0%)與自己小心(44.8%)被病媒蚊叮咬(圖1.2.21)，而對鄰居或家中有人得登革熱，其多認為噴藥與環境清潔都要即刻進行(63.4%)，有23.0%民眾認為政府應補助經費清除孳生源，而僅13.8%民眾希望政府應即刻來噴藥(圖1.2.22)，此正呼應前項民眾對施藥的不歡迎。

至於民眾認為登革熱防治最好的方法是孳生源清除(79.3%)，其次是提升民眾健康教育(29.0%)與希望電視.電台.報紙多宣導(23.2%)，而贊同重罰家中養蚊子的人僅佔3.8%(圖1.2.23)。由此可見對於清除孳生源防治病媒蚊的觀念，民眾多已熟知，也建議多進行宣導達成此目的。



A. B.  
圖1.2.15、民眾居家施用藥劑情況，(A)噴藥與否，(B)噴藥頻率。



A. B.  
圖1.2.16、里長施用藥劑情況，(A)噴藥與否，(B)噴藥頻率。

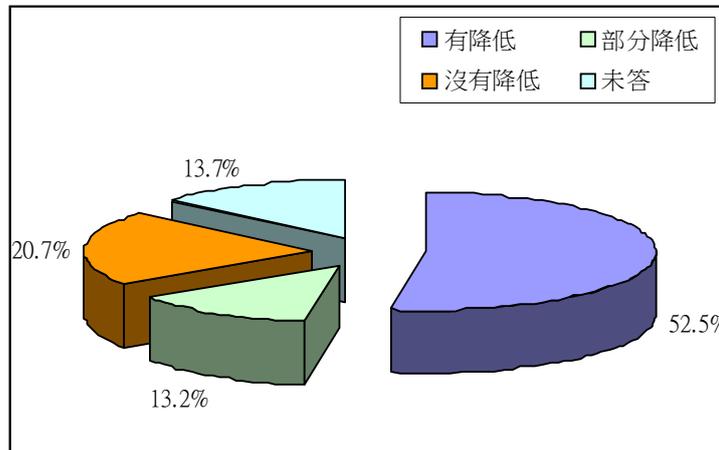


圖1.2.17、施藥後民眾對蚊子密度降低之認知。

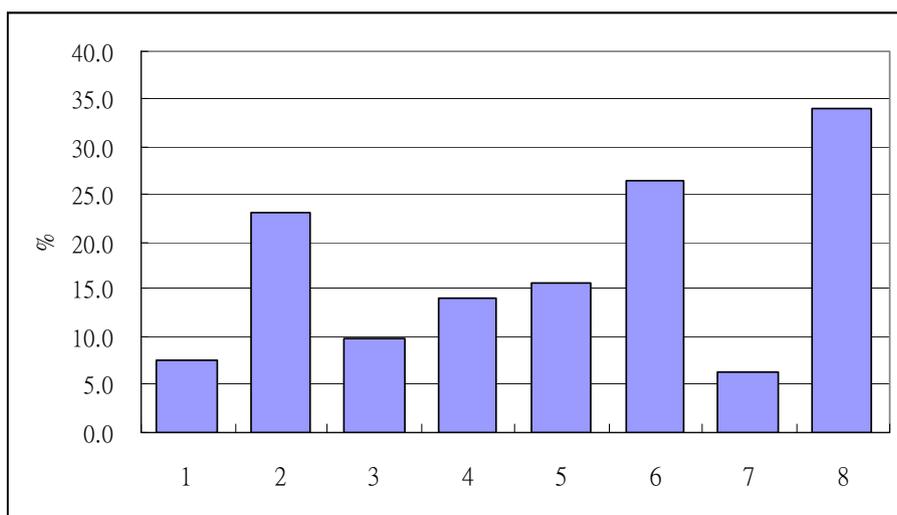


圖 1.2.18、民眾不願配合政府派員至家中噴灑殺蟲劑原因，1.根本沒用，2.沒時間或沒人在家等候，3.隱私顧慮，4.影響家人健康，5.不環保，6.已做病媒蚊防治工作，7.家中沒有蚊子，8.屋外水溝噴藥即可。

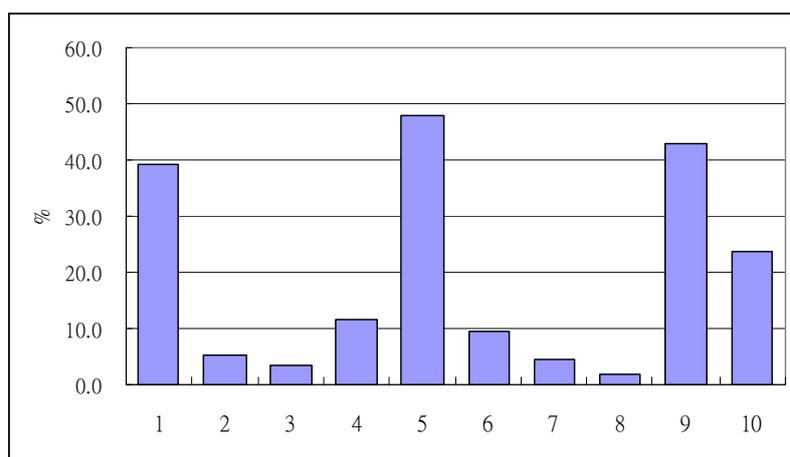


圖 1.2.19、政府派員噴灑殺蟲劑對民眾造成的影響，1.必須在家等候，2. 家俱受損，3.地板受損，4.地面潮濕，5.清理不易，6.身體不適，7.養殖魚類死亡，8. 寵物死亡，9.氣味無法接受，10.沒有影響。



圖 1.2.20、施藥後清理不易與施藥氣味無法接受是民眾認為噴灑殺蟲劑對其最大的困擾。

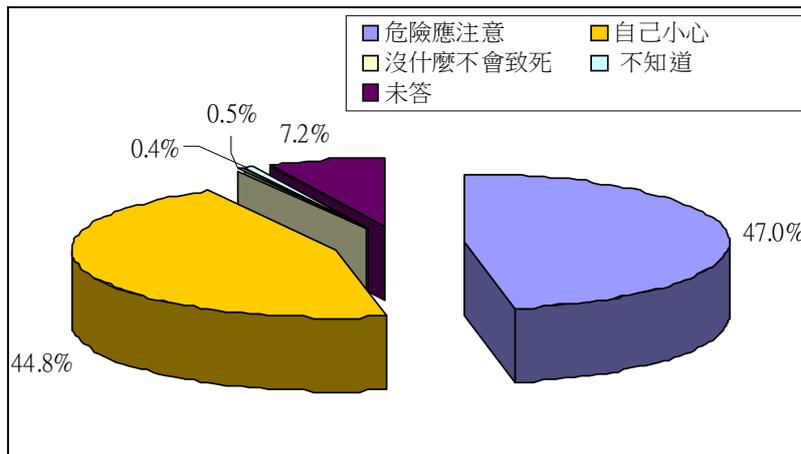


圖1.2.21、民眾對登革熱的認知。

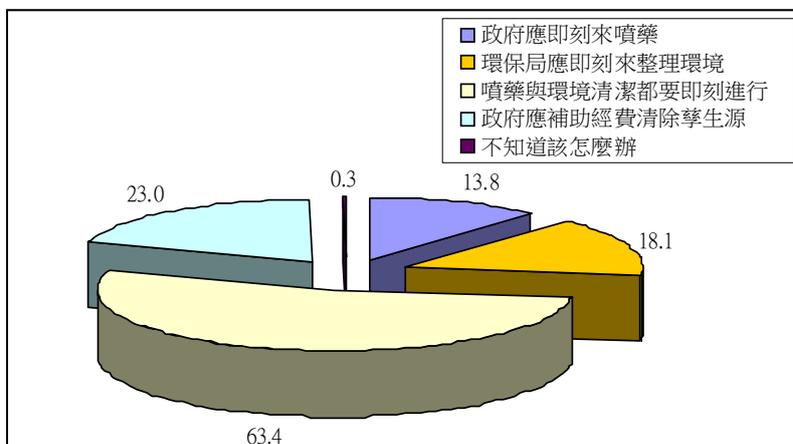


圖1.2.22、民眾對鄰居或家中有人得登革熱時的看法。

綜合問卷結果，大高雄地區民眾對於登革熱發生及病媒之防治已有相當正確的觀念，但實務上如何能徹底執行孳生源清除工作，以及疫情發生時如何使其有高的意願配合緊急噴藥，達到快速阻斷帶毒病媒的傳播，應是當前最值得考量的問題。

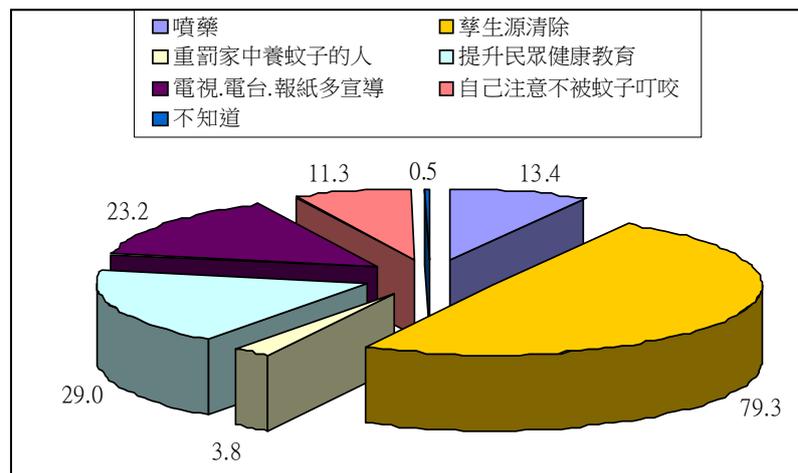


圖1.2.23、民眾認為登革熱防治最好的方法。

## B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究(戴淑美、白秀華)

### 2.1 應用佈哨式誘蚊產卵器與雄蚊誘引器防治登革熱病媒蚊之策略研究

(國立中興大學 戴淑美)

#### 2.1.1 2011 年研究成果摘要：

在第一年的實驗室試驗階段，本研究分別確認四個進行田間實驗之前必須掌握的要件：(一) 根據國外研究的產卵刺激物的成份，找出最佳的埃及斑蚊誘卵濃度；(二) 根據文獻報告從蘋果香精、壬醛、苯乙醛與苯甲醛等四種化學物質找出誘引埃及斑蚊成蚊最佳的成分與濃度；(三) 訂定誘蚊產卵器中殺死埃及斑蚊幼蟲的藥劑最低有效濃度；(四) 訂定成蟲誘殺器中殺死埃及斑蚊成蚊的藥劑最低有效濃度。

首先，從圖 2.1.3 可知利用 0.01, 0.1, 1, 10 或 100  $\mu\text{g/ml}$  的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯(83:16:1)混合液分別與只含正己烷的對照組進行二擇一實驗發現：以 1  $\mu\text{g/ml}$  (圖 2.1.1 C, E) 的混合液 0.3 ml 加入 30 ml 水中(或最終濃度 10  $\text{ng/ml}$ ) 誘引埃及斑蚊雌蚊產卵的效果較其他濃度與只加正己烷 (Hexan) 的對照組佳。

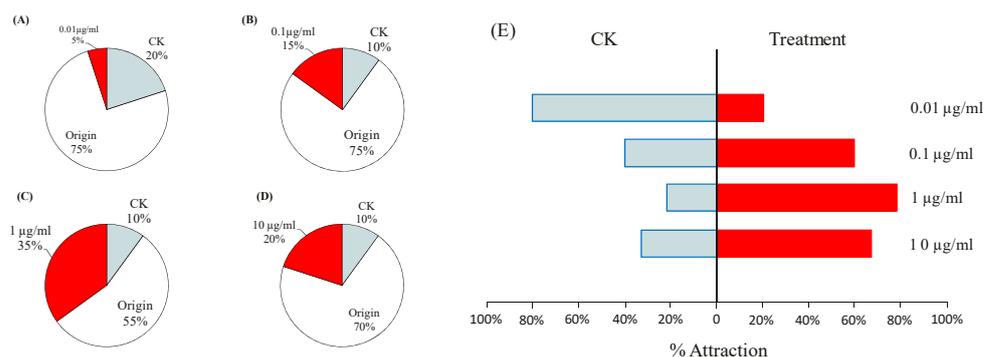


圖 2.1.3. 不同濃度的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯(83:16:1)混合溶液對埃及斑蚊懷卵雌蟲的誘引效果比較。(A) 0.01 $\mu\text{g/ml}$  A vs. H, (B) 0.1  $\mu\text{g/ml}$  A vs. H, (C) 1  $\mu\text{g/ml}$  A vs. H, (D) 10  $\mu\text{g/ml}$  A vs. H。A: attractant, H: hexan。(E) 處理組與對照組二擇一誘引結果比較。

其次，利用自製 U 型管檢測蘋果香精、壬醛、苯乙醛與苯甲醛分別對七日齡埃及斑蚊雌蟲與雄蟲的誘引效果。結果分別如圖 2.1.4、2.1.5 與 2.1.6 所示：(一)以 1.25%與 0.625%的蘋果香精分別對七日齡雌蟲與雄蟲進行試驗，結果發現蘋果香精對雌蟲誘引效果較佳(圖 2.1.3 A vs. B, C vs. D)，其中 1.25%的蘋果香精誘引效果又優於 0.625% (圖 2.1.3 A vs. C)。

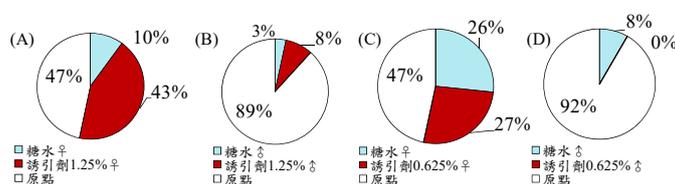


圖 2.1.4. 不同濃度蘋果香精對埃及斑蚊雌蚊(A, C)與雄蚊(B, D)的誘引效果比較。

(二) 以 0.5, 5, 50, 500  $\text{ng/ml}$  的壬醛分別對七日齡雌蟲與雄蟲進行試驗，初步

結果亦發現此化學物質對雌蟲的誘引效果(圖 2.1.5 A-D)比雄蟲(圖 2.1.4 E-H)好，其中又以 5 ng/ml 的壬醛對埃及斑蚊雌蚊的誘引效果最佳(圖 2.1.5 B)，0.5 ng/ml 的壬醛次之(圖 2.1.5 A)。

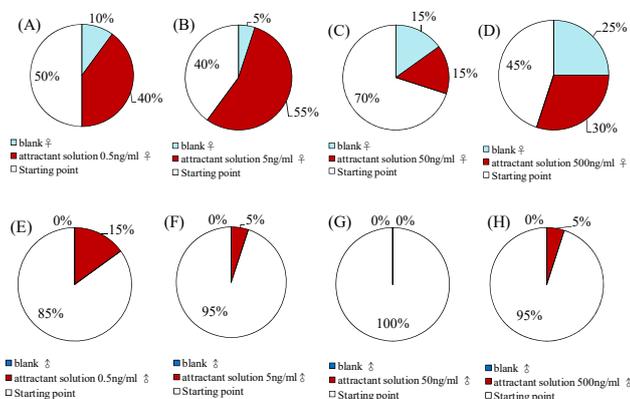


圖 2.1.5. 不同濃度壬醛對埃及斑蚊雌蚊(A - D)與雄蚊(E - H)的誘引效果比較。

(三) 類似的情形也出現於苯乙醛(圖 2.1.6)，苯甲醛於所試驗的兩個濃度(5 與 50 ng/ml)效果均不佳(data not shown)。

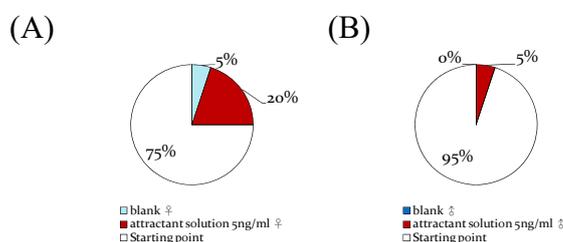


圖 2.1.6. 苯乙醛對埃及斑蚊雌蚊(A)與雄蚊(B)的誘引效果比較。

至於誘蚊器中埃及斑蚊幼蟲與成蚊的防治藥劑之最低有效致死濃度訂定，初步選擇亞培松、賜諾殺、美賜平與二福隆等四種藥劑對 NS 感性品系、Per-R65 百滅寧抗性品系及台南東區、北區的田間品系進行試驗。結果如表 2.2.1 所示，亞培松對埃及斑蚊的毒性最高，賜諾殺對埃及斑蚊的毒性略低於亞培松。

表 2.1.1. 亞培松與賜諾殺對不同品系埃及斑蚊的半致死與 99%致死濃度

品系	亞培松		賜諾殺	
	LC <sub>50</sub>	LC <sub>99</sub>	LC <sub>50</sub>	LC <sub>99</sub>
	ng/ml			
NS	24.34	93.41	163.11	1713.56
台南東區 F <sub>3</sub>	38.73	138.53	256.50	838.65
台南北區 F <sub>3</sub>	43.46	105.20	243.18	840.65
Per-R65	41.77	160.73	372.44	1817.19

從不同濃度亞培松對埃及斑蚊四齡幼蟲的致死率結果可知，低於兩倍 NS 感性品系的亞培松 LC<sub>99</sub> 即可完全殺死對除蟲菊酯殺蟲劑具有高度抗性的田間與 Per-R 抗性品系(圖 2.1.7A)。至於賜諾殺，因其 LC<sub>99</sub> 的濃度相對高出亞培松 10-20 倍，目前實驗室可配製的最高濃度(1000 ng/ml)並無法完全殺死田間與 Per-R 抗性品系的埃及斑蚊四齡幼蟲(圖 2.1.7B)。

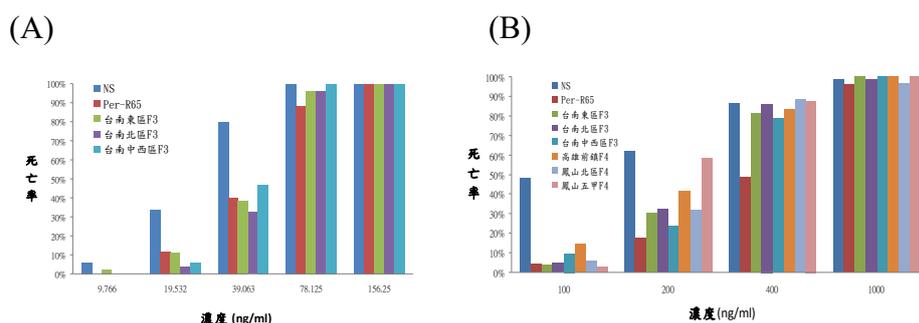


圖 2.1.7. 不同濃度亞培松(A)與賜諾殺(B)對埃及斑蚊四齡幼蟲的致死率比較。

對於成蟲誘引器中的殺蟲劑，初步選擇陶斯松、芬普尼、益達胺與賜諾殺等四種藥劑進行試驗。結果如圖 2.2.7 所示，陶斯松對埃及斑蚊的毒性最高，400 ng/ml 即可殺死所有的 NS 感性與台南田間品系的雌蟲，以及幾近 100% 的雄蟲(圖 2.2.7A,B)。芬普尼對埃及斑蚊的毒性略低於陶斯松，1  $\mu$ g/ml 可殺死所有試驗品系的雌蟲，以及 > 76% 的雄蟲(圖 2.2.7C,D)。益達胺與賜諾殺對埃及斑蚊的毒性極低，即使使用高達 400  $\mu$ g/ml 的濃度也無法完全殺死 NS 與田間品系的埃及斑蚊成蟲。因此在實際田間應用上，目前檢測的藥

劑中只有陶斯松可以與成蟲誘引劑混合撲殺前來取食的埃及斑蚊。

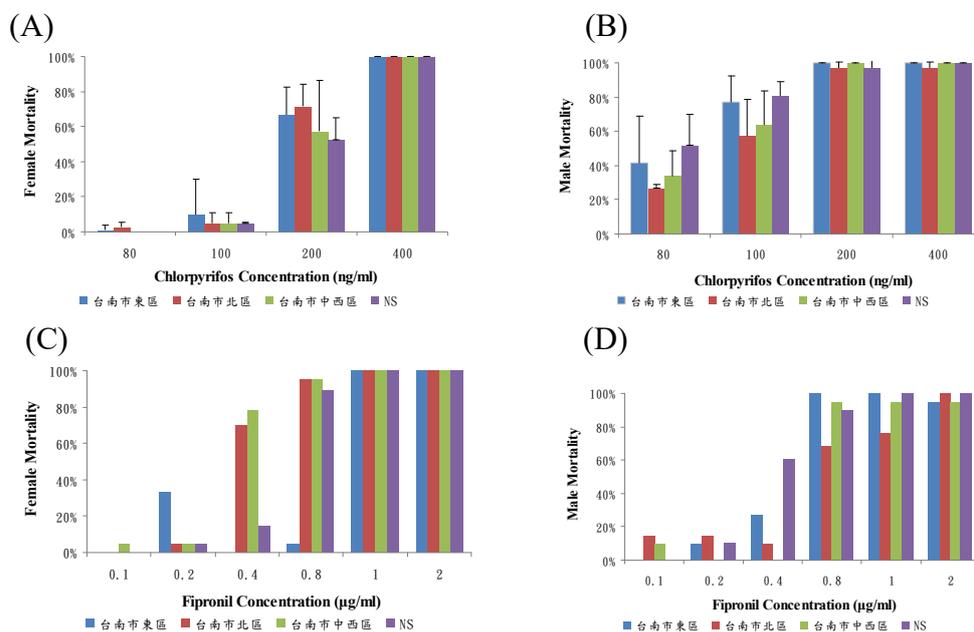


圖 2.1.7. 不同濃度陶斯松(A,B)與芬普尼(C,D)對埃及斑蚊成蟲的致死率比較。

綜合 2011 年計畫的計劃成果包含：

- (一) 確認 1 µg/ml 的產卵刺激物(以 83:16:1 的比例混合肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯)誘引懷卵雌蚊的效果最佳。
- (二) 確認 1.25%的蘋果香精與 5 ng/ml 的壬醛對非懷卵埃及斑蚊雌蚊具有良好的誘引效果。
- (三) 可將 200 ng/ml 的亞培松置於誘蚊產卵器中消滅其中的孵化幼蟲。
- (四) 可以 400 ng/ml 的陶斯松與成蟲誘引劑混合撲殺前來取食的埃及斑蚊。

### 2.1.2 2012 年研究成果摘要：

第二年計畫主要分為兩部分：(一) 前半年田間蚊蟲密度小時，再確認埃及斑蚊雌蚊產卵誘引劑與成蚊誘引劑的最佳濃度範圍；(二) 下半年的初步田間試驗評估。

2011 年利用 U 型管檢測誘引埃及斑蚊雌蚊產卵的 83:16:1 的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合液最佳濃度，結果發現以 1 µg/ml 的混合液

0.3 ml 加入 30 ml 水中(或最終濃度 10 ng/ml)誘引效果最佳。2012 年度則以 50×50×50 cm<sup>3</sup> 網箱，於對角各放置一含誘引劑與不含誘引劑(對照組)的產卵杯，再放入 5 隻懷卵雌蟲，以二擇一的方式確認 U 型管誘引效果。結果與 U 型管檢測結果相呼應，也以 1 µg/ml 的 83:16:1 肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合液對埃及斑蚊懷卵雌蚊的誘引效果最佳(圖 2.1.8)。因此，田間誘引產卵試驗皆以 1 µg/ml 的 83:16:1 肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合液進行評估。

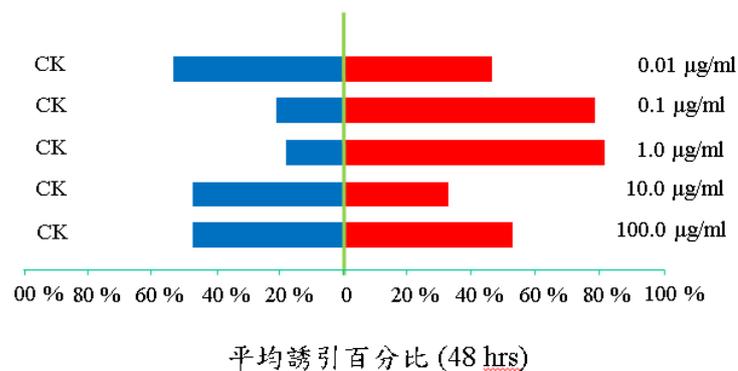


圖 2.1.8. 不同濃度的肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯(83:16:1)混合溶液對埃及斑蚊懷卵雌蟲的誘引效果比較。

另外，2011 年的室內實驗數據顯示 5 ng/ml 的壬醛對七日齡埃及斑蚊雌蚊的誘引效果最佳，因此 2012 年再針對 5, 7, 10, 15, 20, 25 與 30 日齡的埃及斑蚊成蚊進行測試，以做為田間試驗參考。結果發現 5 ng/ml 與 0.5 ng/ml 的壬醛對各試驗日齡的埃及斑蚊雌蚊均有比對照組更好的誘引效果；其中又以 5 ng/ml 的壬醛對 10 日齡的雌蚊誘引效果最佳(2.1.9)。5 ng/ml 的壬醛對 15, 20, 25 日齡的雌蚊誘引效果也相當好。0.5 ng/ml 的壬醛對 10 日齡雌蚊的誘引效果與 5 ng/ml 的壬醛相當，對 15, 20, 25 日齡的雌蚊誘引效果較差一些，但對 30 日齡雌蚊的誘引效果則比 5 ng/ml 的壬醛好。至於對雄蚊的誘引，5 ng/ml 與 0.5 ng/ml 的壬醛對 5, 7, 10, 15, 20, 25 與 30 日齡的雄蚊亦有誘引效果，其中亦以 5 ng/ml 的壬醛對 10 日齡雄蚊的誘引效果最佳，但整體而言無論哪一個濃度的

壬醛對雄蟲的誘引效果皆不如雌蚊。

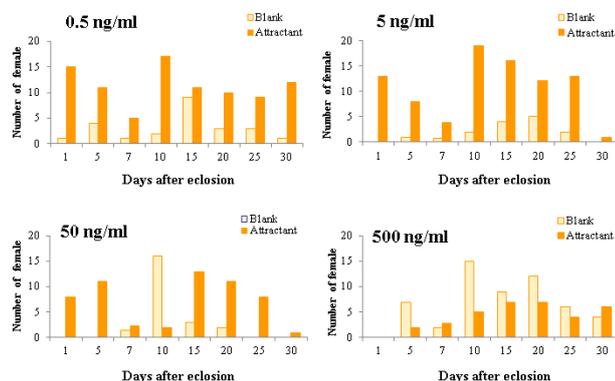


圖 2.1.9. 不同濃度壬醛對埃及斑蚊雌蚊 5, 7, 10, 15, 20, 25 與 30 日齡的埃及斑蚊雌蚊的誘引效果比較。

至於田間誘引試驗，在上半年的初步田間試驗中，由於所使用的誘引器(圖 2.1.2A)並無法留下誘引來的成蚊，而且在鼓山區的誘引效果不穩定，因此下半年的擴大田間試驗改採用改良後的誘引器(如圖 2.1.1B 所示)。誘引器內所放置的誘引物組合主要有四種：(1) 不含成蚊誘引劑，只含產卵刺激物(oviposition attractant, OA)與幼蚊飼料(Mosquito larval food, MLF)水；(2) 壬醛(Nonanal, N)+OA+MLF；(3) 蘋果香精(Apple flavor, AF)；(4) 蜂蜜(Honey, H)。次要的有 OA, MLF 與蚊誘引劑 N, AF, H 等配對或單獨使用的組合，結果顯示不同誘引組合對不同地區斑蚊或不同時期的產卵誘引效果各有不同(2.1.10)。

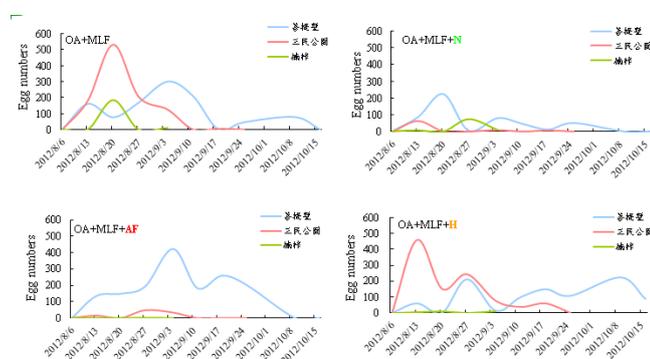


圖 2.1.10. 不同成蚊誘引劑分別與產卵刺激物組合對三個不同區域雌蚊誘引產卵的效果比較。

以三民區本和里的菩提墅社區為例，誘引組合 OA+MLF+AF 對斑蚊成蚊的誘引效果最穩定，8-9 月期間最高每週可誘引到 6 隻成蚊，平均每週可誘引超過三隻(圖 2.1.11)。

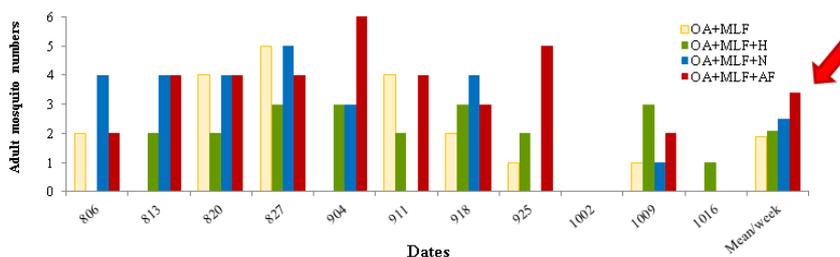


圖 2.1.11. 三種成蚊誘引劑分別與產卵刺激物組合對三民區菩提墅斑蚊成蚊的誘引效果比較。

至於誘引產卵也是以 OA+MLF+AF 的效果最穩定，8-9 月期間每週誘引產卵的數目可超過 400 個，平均每週產下的卵數超過 300 個(圖 2.1.12)。

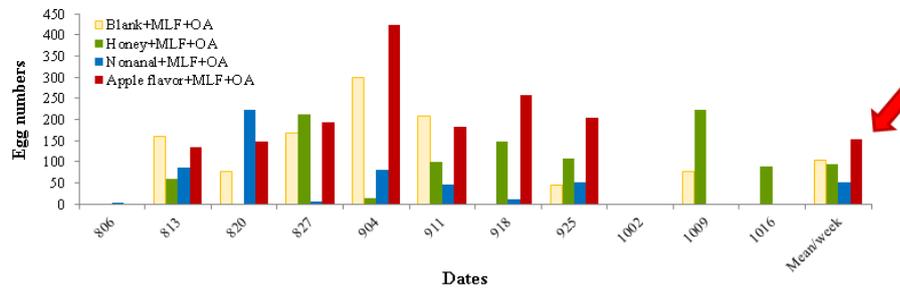


圖 2.1.12. 三種成蚊誘引劑分別與產卵刺激物組合對三民區菩提墅斑蚊的誘引產卵效果比較。

綜合 2012 年田間誘引結果來說，雖然在高雄市楠梓區、鼓山區、三民區與前鎮區進行不同誘引組合的評估試驗，但是只有三民區本和里菩提墅社區的結果最完整，其次是三民區安和里的三民公園。以菩提墅社區的結果而言，誘引組合 OA+MLF+AF 無論對成蚊或雌蚊產卵的誘引效果都是最穩定，其他組合如 OA+MLF 偶而也會有不錯的成蚊或雌蚊產卵誘引效果。OA+MLF+N 與 OA+MLF+H 也會在某特定時期比其他誘引組合效果好。對三民公園的斑蚊而言，OA+MLF 誘引雌蚊產卵的效果最好，其次為 OA+MLF+H。整體而言，三種成蚊誘引劑分別與產卵刺激物組合對不同地區或不同時期出現的斑蚊成蚊與產卵誘引效果各有不同。OA+MLF 與 MLF 偶而也會有不錯的誘引效果。因此下一年度有必要同時評估三種成蚊誘引劑(N, H, AF)分別與產卵刺激物(OA)、幼蚊飼料水(MLF)、OA+MLF 與空白對照組等處理進行更大區域範圍的誘殺防治評估。

### 2.1.3 2013 年研究成果：

在第 2011 年的計劃研究中，曾利用 U 型管檢測蘋果香精對埃及斑蚊成蚊的誘引效果，結果發現蘋果香精對雌蟲誘引效果比雄蟲佳，其中又以 1.25% 的香精誘引效果又優於 0.625%。第二年的田間試驗結果也發現含有產卵刺激物(oviposition attractant, OA)、幼蚊飼料 (mosquito larval food, MLF) 與蘋果香精 (Apple Flavor, AF) 的 OA+MLF+AF 誘引組合對高雄市三民區本和里菩提墅社區的斑蚊誘卵與成蟲誘引效果均十分優異。另外也發現含有龍眼蜜(honey, H)的 OA+MLF+H 誘引組合於八月期間對高雄市三民區安和里三民公園的斑蚊有極佳的誘卵效果，效果僅略低於 OA+MLF 的誘引組合。在高雄市三民區菩提墅社區，OA+MLF+H 的誘引組合於十月期間的誘卵與誘引成蟲效果均優於其他組合。因此，在 2013 年上半年田間蚊蟲密度不高時，先於實驗室進一步確認蘋果香精與龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的最佳誘引濃度。

#### 2.1.3.1 確認蘋果香精對埃及斑蚊成蚊的最佳誘引濃度

在本次試驗使用的蘋果香精濃度包括原本使用的 0.625% 與 1.25%，以及介於其間的 0.8% 與 1%。結果如圖 2.1.13 所示：在實驗進行的兩小時內，這四組濃度的蘋果香精對埃及斑蚊成蚊的誘引效果差異不大；但是 24 小時後則以 0.625% 的蘋果香精對埃及斑蚊成蚊的誘引效果最好（圖 2.1.14）。此結果與第一年(2011 年)的試驗結果略有差異，可能與季節與溫度變化有關。第一年的試驗是在暖活的夏秋之際（9~11 月）進行，今年則在寒冷的冬春之際（1~4 月）進行；一到三月間通常需要以電暖器加熱，提高室內溫度與蚊蟲的活動力。

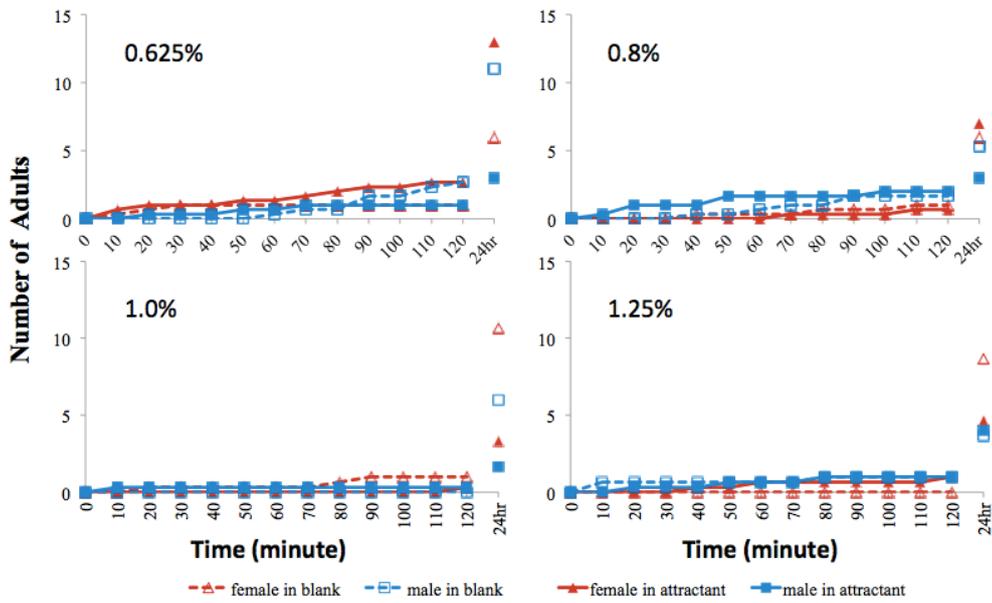


圖 2.1.13. 不同濃度蘋果香精對七日齡埃及斑蚊成蚊之誘引效果比較。

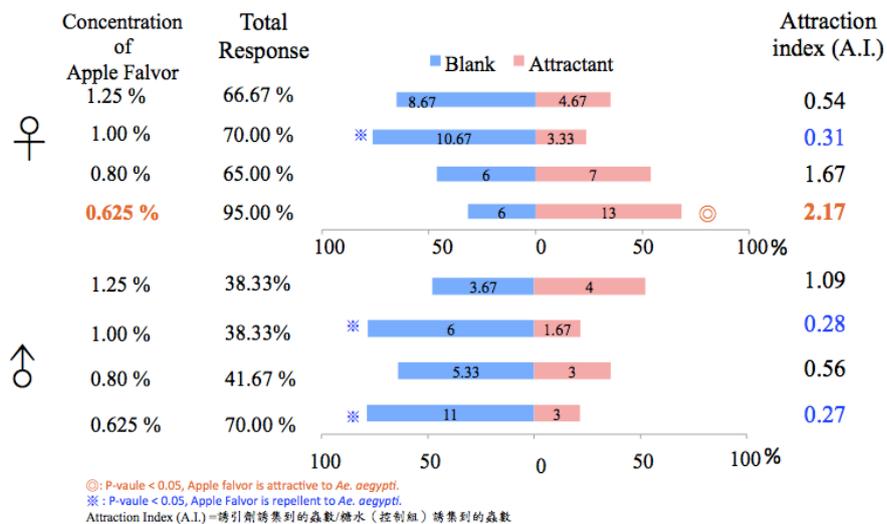


圖 2.1.14. 七日齡埃及斑蚊成蚊對不同濃度蘋果香精於 24 小時後的偏好選擇結果比較。

### 2.1.3.2 確認龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的最佳誘引濃度

今年於實驗室確認龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的最佳誘引濃度所使用的濃度包括：5%、10%、20%與 40%。在實驗進行的兩小時內，這四組濃度的龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的誘引效果差異不大(圖 2.1.15)；但是在 24 小時的時候 20%的龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊則有最好的誘引效果(圖 2.1.16)。

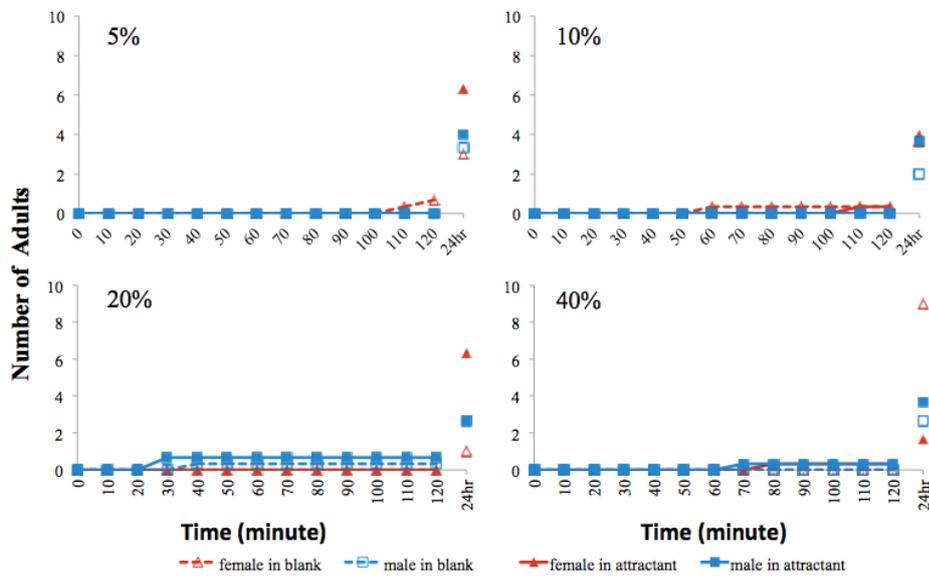


圖 2.1.15. 不同濃度龍眼蜜對七日齡埃及斑蚊成蚊之誘引效果比較。

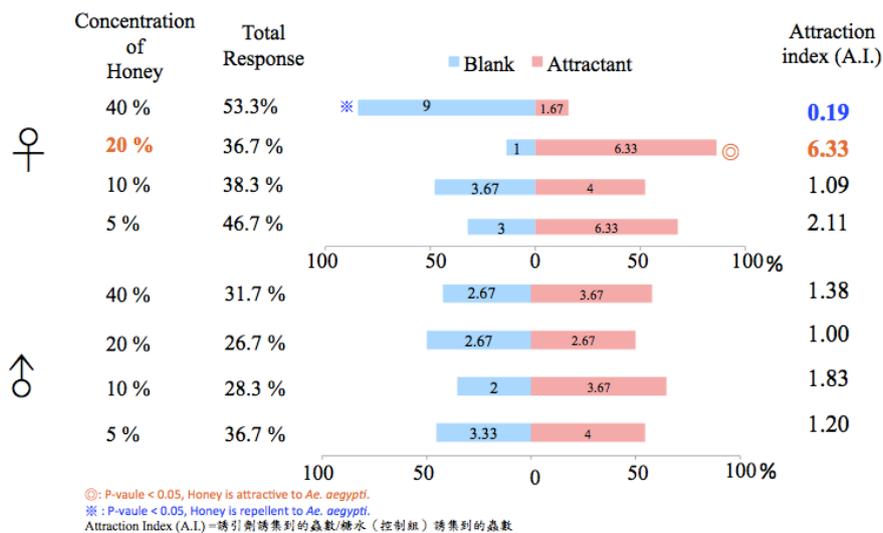


圖 2.1.16. 七日齡埃及斑蚊成蚊對不同濃度龍眼蜜於 24 小時後的偏好選擇結果比較。

### 2.1.3.3 擴大田間試驗

在第二年的田間試驗中，結果最完整的三民區菩提墅社區指出：誘引組合 OA+MLF+AF 無論對成蚊的誘引或雌蚊產卵誘引的效果都是最穩定，其他組合如 OA+MLF 偶而也會有不錯的誘引成蚊或雌蚊產卵誘引的效果。OA+MLF+N (Nonanal)與 OA+MLF+H 也會在某特定時期比其他誘引組合效果好。此四種誘引組合對不同地區或不同時期出現的斑蚊成蚊與產卵誘引的效果各有不同。因此，本年度計劃除了持續在三民區的本和里與安和里進行成蚊與雌蚊產卵誘引的效果評估外，再增加正興里(圖 2.1.17A)同時進行 16 種誘引組合的比較試驗(表 2.1.2)。

表 2.1.2. 十六種成蚊與雌蚊產卵誘引組合一覽表

成蚊誘引劑 產卵誘引物	壬醛		蘋果香精		龍眼蜜		逆滲透水					
產卵刺激物	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
孑孓飼料水	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-

除此之外，本年度計劃亦配合子計畫”南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討”的誘蚊產卵器監測與子計畫”生物防治技術於登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用研究”的防治區域之病媒蚊密度評估，分別在高雄市前鎮區的鎮昌里、瑞祥里、與西甲里 (圖 2.1.17B) 及在楠梓區的翠屏里、加昌里、惠豐里與惠楠里四個防治區(圖 2.1.17C) 擴大進行 16 種誘引組合的比較試驗。



圖 2.1.17. 進行田間誘引試驗的高雄市三民區(A)、前鎮區(B)與楠梓區(C)各里的相對位置。

首先，綜合性的來看整體的結果。由於新改良設計的誘引器中(圖 2.1.2B)，除了內襯噴灑不同成蚊誘引劑的黏紙之外，也在桶中放置誘卵物質與產卵紙，因此兼具了成蚊誘引與誘卵的功能。從試驗期間 16 個誘引組合在三民區與前鎮區各里的總誘卵數(圖 2.1.18A)與成蟲黏獲數(圖 2.1.18B)，可以大略窺知此二行政區在 2013 年的埃及斑蚊密度差異與蚊種數量。六月才開始進行試驗的三民區總誘卵量與斑蚊黏獲量遠超過五月即進行試驗的前鎮區總誘卵量與斑蚊黏獲量。楠梓區四個里雖然只放置 AF+OA+MLF 與空白對照兩組誘引器，但惠豐里的總誘卵數與成蟲黏獲數卻遠超過前鎮區的瑞祥理與西甲里。

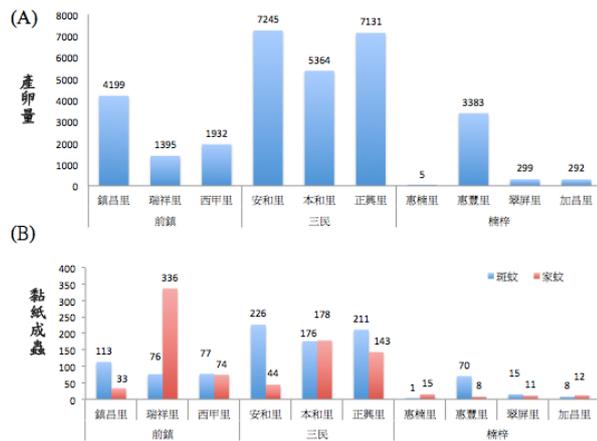


圖 2.1.18. 試驗期間高雄市三個行政區的總誘卵量與成蚊黏獲量。

進一步剖析各里斑蚊每週的總產卵量可知：(一)產卵量最多三民區正興里的斑蚊，產卵高峰集中在六月中旬到七月初，其中 6/25 日回收的誘引器產卵數最高(圖 2.1.19A)。產卵量次多的三民區正興里斑蚊，產卵高有三，分別在 7/23、8/13 與 9/3 日，平均產卵數為 345 個卵/週(圖 2.1.19A)。本合里的斑蚊每週產卵量起伏較小，每週平均總產卵量約 255 個(圖 2.1.19A)。(二)前鎮區的斑蚊產卵量遠比三民區少，尤其是瑞祥里與西甲里；鎮昌裡相對有較高的斑蚊產卵，每週平均總產卵量約 162 個(圖 2.1.19B)。(三)楠梓區除了惠豐里可誘到較多的斑蚊產卵，其餘三個里的斑蚊密度似乎都不高(圖 2.1.19C)；惠豐里每週平均總誘卵量約 141 個。

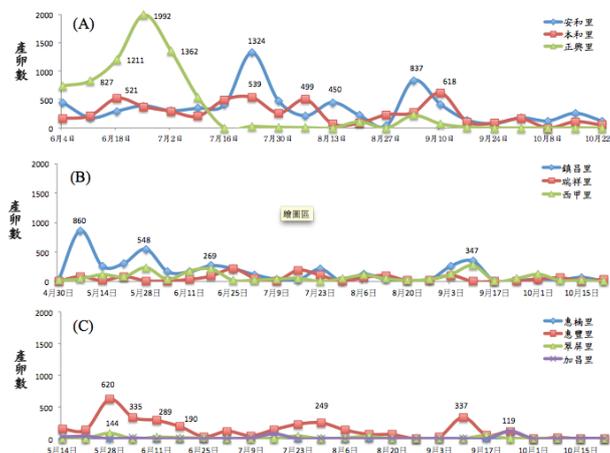


圖 2.1.19. 高雄市三民區(A)、前鎮區(B)與楠梓區(C)各里斑蚊每週的總產卵量與消長比較。

就黏紙黏獲成蚊的情形來說，三民區正興里與安和里的斑蚊黏獲量(圖 2.1.20B)與其產卵量(圖 2.1.10B)相互呼應，產卵高峰也是斑蚊成蚊黏獲高峰。至於家蚊，前鎮區的瑞祥里從 4/30 日開始陸續捕獲、8/6 日出現高峰、10/8 日再次增加捕獲量，三民區正興里與安和里的家蚊 10/1 之後才有較高的捕獲量(圖 2.1.10C)。

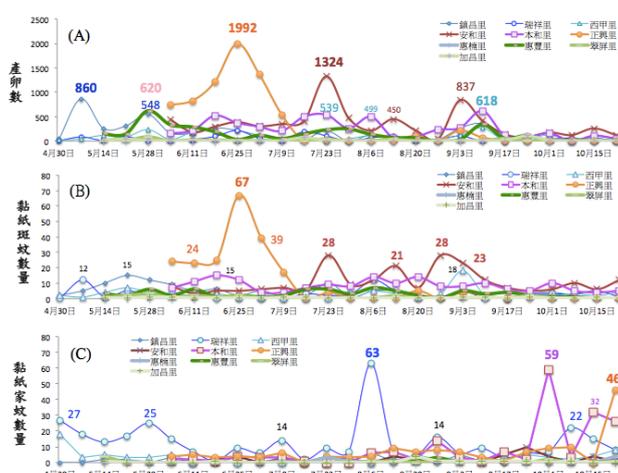


圖 2.1.20. 高雄市各里每週的斑蚊產卵量(A)、斑蚊(B)與家蚊(C)成蚊總黏獲量與消長比較。

若深入分析 16 種誘引組合對三民區與前鎮區各里的成蚊與斑蚊產卵誘引效果，可發現與去年類似的結果，即不同誘引組合對不同地區或不同時期出現的斑蚊成蚊與產卵誘引的效果各有不同。以三民區正興里來說，六月到七月中旬幾乎所有的誘引組合對斑蚊雌蚊誘卵(圖 2.1.21)與成蚊誘引(圖 2.1.22)皆有效果，其中又以 AF+OA+MLF 的誘卵效果最好，壬醛次之，其它效果相當；對斑蚊成蚊的誘引則籠眼蜜最佳。以安和里而言，H+OA+MLF 誘引組合對斑蚊雌蚊誘卵效果最好，N+OA+MLF 與 OA+MLF 的誘引組合次之，其中 N+OA+MLF 對斑蚊成蚊的誘引效果一佳。

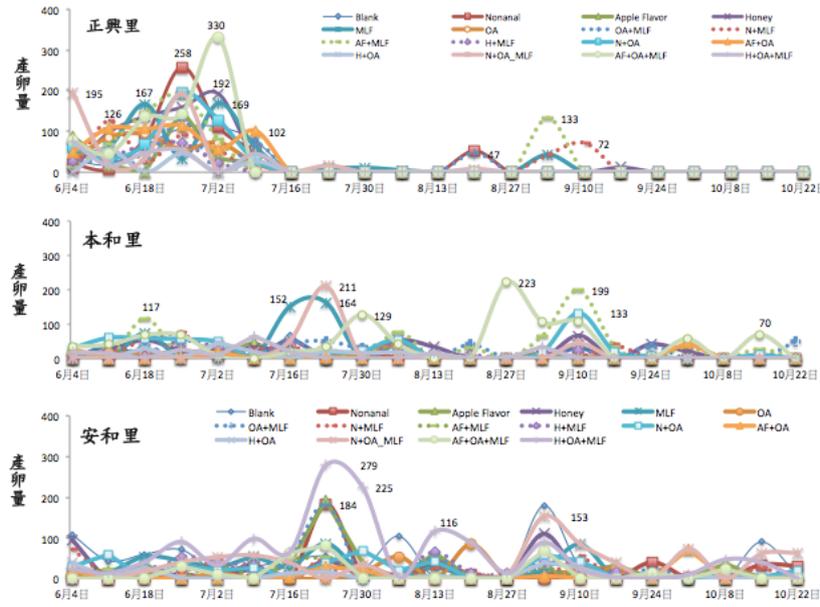


圖 2.1.21. 16 種誘引組合對三民區各里的斑蚊產卵誘引效果比較。

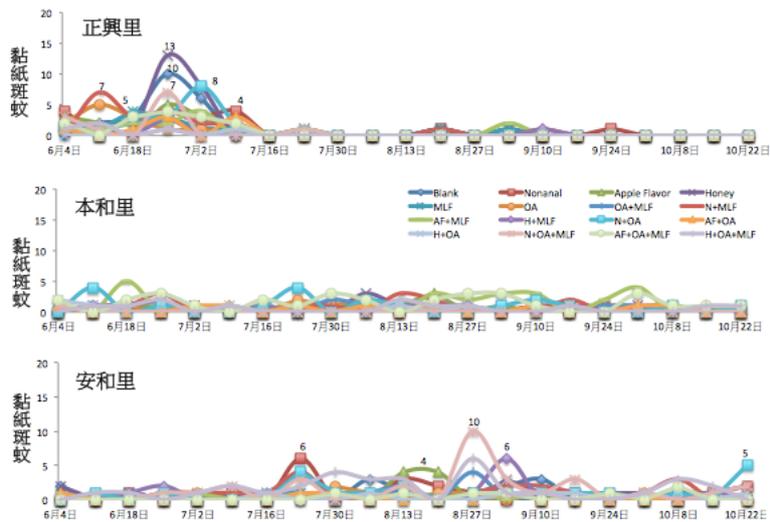


圖 2.1.22. 16 種誘引組合對三民區各里的成蚊誘引效果比較。

2013 年度計畫除了確認蘋果香精與龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的最佳誘引濃度之外，並配合子計畫”南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討”與子計畫”南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討”，分別擴大評估不同成蚊誘引劑單獨與 OA 或 MLF 或 OA+MLF 組合對前鎮區鎮昌里、瑞祥里、與西甲里三個里的雌蚊誘引產卵與成蚊的誘引效果比較，與評估 OA+MLF+AF 組合對楠梓區翠屏里、加昌里、惠豐里與惠楠里的斑蚊雌蚊

產卵與成蚊的誘引效果比較。結果顯示：

- (1) 利用 U 型管檢測：0.625%的蘋果香精對埃及斑蚊成蚊的誘引效果最好，此結果與第一年的試驗結果略有差異，推斷可能與季節與溫度變化有關。
- (2) 同樣的在實驗室利用 U 型管檢測，20%的龍眼蜜對埃及斑蚊成蚊的誘引效果比 5%、10%與 40%的龍眼蜜誘引效果好。
- (3) 16 種誘引組合在三民區各里的總誘卵量與斑蚊黏獲量遠超過驗的前鎮區各里，平均每週可誘到約 250~350 個斑蚊卵與黏獲 2~8 隻斑蚊成蚊；其中三民區正興里與安和里的斑蚊黏獲量與誘卵量相互呼應，誘卵高峰也是斑蚊成蚊黏獲高峰。此外，楠梓區四個里雖然只放置 AF+OA+MLF 與空白對照兩組誘引器，但惠豐里的總誘卵數與成蟲黏獲數卻遠超過前鎮區的瑞祥理與西甲里。
- (4) 不同誘引組合對不同地區或不同時期出現的斑蚊成蚊與產卵誘引的效果各有不同。以三民區正興里來說，AF+OA+MLF 的誘卵效果最好，壬醛次之，對斑蚊成蚊的誘引則以龍眼蜜最佳。以安和里而言，H+OA+MLF 誘引組合對斑蚊雌蚊誘卵效果最好，N+OA+MLF 與 OA+MLF 的誘引組合次之，其中 N+OA+MLF 對斑蚊成蚊的誘引效果亦佳。另外，OA+MLF+H 組合對前鎮區鎮昌里的斑蚊雌蟲的產卵誘引效果也特別好。

#### 計畫重要研究成果及具體建議

##### 1. 計畫之新發現或新發明

經過實驗室與田間反覆試驗確認：龍眼蜜、蘋果香精、壬醛、產卵刺激物(83:16:1 肉豆蔻酸、壬酸與肉豆蔻酸甲酯混合液)與幼蚊飼料等單獨使用或混合使用均能有效誘引斑蚊產卵，以及斑蚊與家蚊成蚊。其中 AF+OA+MLF、H+OA+MLF、N+OA+MLF 與龍眼蜜均很有潛力作為未

來開發病媒蚊誘殺器中的重要誘引組合。

## 2. 計畫對民眾具教育宣導之成果

利用含有成蚊誘引成分與雌蚊產卵刺激成分的誘引器誘殺病媒蚊是個可以降低或不需要農藥使用的無污染防治方法，定點設置於住家戶外，並定期回收更替。既不擾民，也相當懷敬友善，易為一般大眾所接受。

## 3. 計畫對醫藥衛生政策之具體建議

採用本計畫研究確認的誘引成分與設計的誘引器作為佈哨式的誘蚊產卵器，並定期回收更新。一方面可移除降低病媒蚊密度，另一方面也可作為有效監測病媒蚊消長的新利器。

## 2.2 生物防治技術於登革熱病媒蚊綜合防治新技術應用研究(白秀華)

2011 年

### 2.2.1. 蘇力菌於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

蘇力菌於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗結果如表 2.1.1 所示，蘇力菌 (VectoBac WDG) 對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 之半數致死濃度 (LC<sub>50</sub>) 及 95% 致死濃度 (LC<sub>95</sub>) 分別為 44.9 ppb 及 153.3 ppb。圖 2.1.2 顯示蘇力菌對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 之幼蟲死亡率。蘇力菌 (VectoBac WDG) 對高雄市各行政區：旗津區、前鎮區、鼓山區、苓雅區、新興區、左營區及楠梓區之埃及斑蚊幼蟲半數致死濃度 (LC<sub>50</sub>) 分別為 41.1 ppb、63.6 ppb、41.1 ppb、63.6 ppb、41.1 ppb、29.9 ppb 及 15 ppb。95% 致死濃度 (LC<sub>95</sub>) 分別為 142.1 ppb、572.2 ppb、142.1 ppb、187 ppb、142.1 ppb、134.6 ppb 及 269.3 ppb。蘇力菌 (VectoBac WDG) 對白線斑蚊之半數致死濃度 (LC<sub>50</sub>) 為 41.1 ppb，95% 致死濃度 (LC<sub>95</sub>) 為 142.1 ppb。

以埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 為標準，計算各行政區埃及斑

蚊對埃及斑蚊感受品系之 50%抗藥性比值 (Resistance Ratio;  $RR_{50}$ )，抗藥性比值公式如下：

$$RR_{50} = LC_{50} \text{ field} / LC_{50} \text{ Bora Bora}$$

結果如表 2.2.1 所示，各行政區：旗津區、前鎮區、鼓山區、苓雅區、新興區、左營區及楠梓區之埃及斑蚊幼蟲與感受品系 Bora Bora 埃及斑蚊幼蟲之 50%抗藥性比值 ( $RR_{50}$ ) 分別為 0.92、1.42、0.92、1.42、0.92、0.67 及 0.33。顯示高雄市登革熱病媒蚊對蘇力菌有良好之感受性，對蘇力菌尚未有抗藥性發生。

### 2.2.2. 百利普芬於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

百利普芬 (10.2% w/w) 乳劑依建議使用稀釋倍數 (5,000-10,000 倍) 進行稀釋，稀釋後濃度為 20.4 ppm、10.2 ppm、6.8 ppm、5.1 ppm、4.08 ppm、3.4 ppm，對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora)、苓雅區埃及斑蚊以及白線斑蚊進行感受性試驗，結果如表 2.2.2 所示，各稀釋濃度之百利普芬 (10.2%) 乳劑對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 以及白線斑蚊 24 小時死亡率達 100%。各稀釋濃度之百利普芬 (10.2%) 乳劑對苓雅區埃及斑蚊 24 小時死亡率分別為  $83.33 \pm 2.89\%$ 、 $58.33 \pm 12.58\%$ 、 $53.33 \pm 5.77\%$ 、 $58.33 \pm 2.89\%$ 、 $58.33 \pm 7.64\%$  及  $51.67 \pm 11.55\%$ ；48 小時死亡率各稀釋濃度分別為  $95.00 \pm 5.00\%$ 、 $76.67 \pm 7.64\%$ 、 $76.67 \pm 7.64\%$ 、 $86.87 \pm 7.64\%$ 、 $93.33 \pm 5.77\%$  及  $90.00 \pm 0.00\%$ ；各稀釋濃度之 72 小時死亡率則皆達 100%。顯示高雄市登革熱病媒蚊對百利普芬 (10.2% w/w) 乳劑有良好之感受性。

百利普芬 (0.5% w/w) 粒劑依建議使用稀釋濃度為 2.5 ppm、0.25 ppm、0.025 ppm、0.0025 ppm，對埃及斑蚊感性品系 (Bora Bora) 幼蟲死亡率分別為  $100.00 \pm 0.00\%$ 、 $96.66 \pm 2.90\%$ 、 $98.33 \pm 2.89\%$  及  $100.00 \pm 0.00\%$ ，蛹死亡率分別為  $0.00 \pm 0.00$ 、 $3.34 \pm 2.90$ 、 $1.67 \pm 2.90$  及  $0.00$

± 0.00。對新興區埃及斑蚊幼蟲死亡率分別為 93.65 ± 11.00%、59.87 ± 20.91%、27.65 ± 6.19%及 11.67 ± 10.41%，蛹死亡率分別為 6.35 ± 11.00%、40.22 ± 20.91%、72.35 ± 6.19%及 88.33 ± 10.41%。對左營區埃及斑蚊幼蟲死亡率分別為 94.44 ± 9.62%、55.15 ± 2.97%、61.37 ± 20.53%及 24.18 ± 5.77%，蛹死亡率分別為 5.56 ± 9.62%、44.85 ± 2.97%、38.63 ± 20.53%及 75.82 ± 5.77%。對旗津區埃及斑蚊幼蟲死亡率為 83.03 ± 20.08%、78.94 ± 11.29%、21.87 ± 6.60%及 18.45 ± 6.89%，蛹死亡率為 16.97 ± 20.08%、21.06 ± 11.29%、78.13 ± 6.60%及 81.55 ± 6.89%。對鼓山區埃及斑蚊幼蟲死亡率為 74.63%± 12.25、79.77 ± 9.90%、45.42 ± 11.51%及 21.94 ± 8.10%，蛹死亡率為 25.37 ± 12.25%、20.23 ± 9.90%、54.58 ± 11.51%及 78.06 ± 8.10% (表 2.2.3)，顯示高雄市各行政區登革熱病媒蚊幼蟲對百利普芬 (0.5% w/w) 粒劑有良好的感受性。

為研究百利普芬 (10.2% w/w) 乳劑之半數致死濃度，將其進行系列稀釋 0.5100、0.2550、0.1275、0.0638、0.0319、0.0184、0.0092、0.0046、0.0023、0.0017 ppb 等濃度，經對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 進行感受性試驗，結果如圖 2.1.3 所示，各濃度死亡率分別為 100%、98%、100%、98%、95%、87%、75%、58%、68%及 58%。幼蟲死亡率為 15%、15%、8%、2%、30%、0%、3%、2%、0%、0%及。蛹死亡率為 85%、83%、92%、95%、63%、22%、22%、30%、18%及 22%。成蟲死亡率為 0%、0%、0%、2%、2%、20%、33%、22%、27%及 18% (表 2.2.4)。經統計分析 LC<sub>50</sub> 及 LC<sub>95</sub> 分別為 0.011 ppb (0.006 - 0.016) 及 0.063 ppb (0.034 - 0.448)。

### 2.2.3. 賜諾殺於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

賜諾殺於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗結果如表 2.2.5 所示，賜諾殺 (11.6% w/w) 水懸劑，於 116、58、29、14.5、3.625 及 1.18125 ppb 等濃度對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora)、及高雄市各行政區：旗津區、前鎮區、鼓山區、苓雅區、新興區、左營區及楠梓區之埃及斑蚊幼蟲，半數致死濃度 (LC<sub>50</sub>) 分別為 5 ppb、7 ppb、5 ppb、11 ppb、5 ppb、6 ppb、6 ppb 及 7 ppb；95%致死濃度 (LC<sub>95</sub>) 分別為 9 ppb、23 ppb、22 ppb、37 ppb、25 ppb、20 ppb、19 ppb 及 23 ppb。賜諾殺對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 之幼蟲死亡率如圖 2.2.4 所示。

以埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 為標準，計算各行政區對埃及斑蚊感受品系之 50%抗藥性比值 (Resistance Ratio; RR<sub>50</sub>)，抗藥性比值公式如下：

$$RR_{50} = LC_{50} \text{ field} / LC_{50} \text{ Bora Bora}$$

結果如表 2.2.5 所示，各行政區：旗津區、前鎮區、鼓山區、苓雅區、新興區、左營區及楠梓區之埃及斑蚊幼蟲與感受品系 Bora Bora 埃及斑蚊幼蟲之 50%抗藥性比值 (RR<sub>50</sub>) 分別為 1.40、1.00、2.20、1.00、1.20、1.20 及 1.40。顯示高雄市登革熱病媒蚊對賜諾殺有良好之感受性，對賜諾殺尚未有抗藥性發生。

#### 2.2.4. 蘇力菌與百利普芬合併使用於實驗室對登革熱病媒蚊感受性試驗

以百利普芬及蘇力菌之 LC<sub>50</sub> 為混合液調配之參考值，故以 0.001:4 之比例調配混合液，調配後混合液系列稀釋濃度為 44、35.2、26.4、22、11 及 5.5 ppb，結果如表 2.2.6 及圖 2.2.5 所示，幼蟲死亡率分別為 95.00 ± 5.00、98.33 ± 2.89、95.00 ± 5.00、98.33 ± 2.89、81.67 ± 2.89、45.00 ± 13.23，蛹死亡率為 3.33 ± 5.77、0.00 ± 0.00、0.00 ± 0.00、0.00 ± 0.00、10.00 ± 8.66、13.23 ± 20.00，成蟲死亡率為 1.67 ± 2.89、1.67 ± 2.89、3.33 ± 2.89、0.00 ± 0.00、1.67 ± 2.89、13.33 ± 2.89；

其 LC<sub>50</sub> 及 LC<sub>95</sub> 分別為 3.12 ppb 及 13.96 ppb。表 2.2.7 顯示百利普芬及蘇力菌混合液，對埃及斑蚊感受品系幼蟲殺滅之相乘作用，其 LC<sub>10</sub> 至 LC<sub>95</sub> 之 combination index (CI) 為 0.159-0.175，combination index (CI) < 1，顯示百利普芬及蘇力菌混合液有相乘作用 (synergism effect)。

#### 2.2.5. 賜諾殺與百利普芬合併使用於實驗室登革熱病媒蚊感受性試驗

以百利普芬及賜諾殺之 LC<sub>50</sub> 為混合液調配之參考值，故以 0.01:5 之比率調配混合液，調配後混合液系列稀釋濃度為 5.0102、4.0082、3.0061、2.5051、1.2526 及 0.6263 ppb，結果如表 2.2.8 及圖 2.2.6 所示幼蟲死亡率分別為 3.33 ± 2.89、3.33 ± 2.89、1.67 ± 2.89、5.00 ± 8.66、0.00 ± 0.00、0.00 ± 0.00，蛹死亡率為 85.00 ± 10.00、73.33 ± 10.41、80.00 ± 5.00、81.67 ± 2.89、80.00 ± 21.79、66.67 ± 12.58，成蟲死亡率為 0.00 ± 0.00、13.33 ± 7.62、0.00 ± 0.00、5.00 ± 5.00、3.33 ± 2.89、5.00 ± 0.00；其 LC<sub>50</sub> 及 LC<sub>95</sub> 分別為 0.369 ppb (0.019–0.768) 及 5.497 ppb (3.063–45.050)。表 2.2.9 顯示百利普芬及賜諾殺混合液，對埃及斑蚊感受品系幼蟲殺滅之相乘作用，其 LC<sub>10</sub> 至 LC<sub>95</sub> 之 combination index (CI) 為 0.047–0.863，combination index (CI) < 1，顯示百利普芬及賜諾殺混合液有相乘之作用 (Synergism effect)。

2012 年

#### 2.2.6. 單分子膜對革熱病媒蚊感受性及模擬試驗結果

單分子膜對革熱病媒蚊感受性及模擬試驗結果如表 2.2.10-12 所示，單分子膜測試濃度 0.1、0.5 及 1 ml/m<sup>2</sup> 對埃及斑蚊 (Bora Bora) 4 齡幼蟲之 24 小時幼蟲死亡率分別為 73.33 ± 20.82、93.33 ± 2.89 及 91.67 ± 2.89，1 ml/m<sup>2</sup> 濃度 72 小時死亡率皆為 100% (表 2.2.10)。

單分子膜測試濃度  $0.1 \text{ ml/m}^2$  對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 之蛹，可於 270 分鐘全數殺滅 (圖 2.2.7)， $0.1 \text{ ml/m}^2$  對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 蛹之半數致死時間 ( $LT_{50}$ ) 分別為 117、201 及 180 分鐘。單分子膜測試濃度  $0.5 \text{ mL/m}^2$  對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 之蛹，可於 240 分鐘全數殺滅 (圖 2.2.8)，對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 蛹之半數致死時間 ( $LT_{50}$ ) 分別為 158、162 及 168 分鐘。單分子膜測試濃度  $1 \text{ ml/m}^2$  對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 之蛹，可於 210 分鐘全數殺滅 (圖 2.2.9)，對埃及斑蚊 (Bora Bora、高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 蛹之半數致死時間 ( $LT_{50}$ ) 分別為 160、160 及 164 分鐘。

單分子膜於實驗室對登革熱病媒蚊防治之模擬試驗，以濃度  $1 \text{ ml/m}^2$  單分子膜對室內、外登革熱病媒蚊防治試驗結果如表 2.2.11 及 2.2.12 所示，單分子膜於使用後 1 週，對登革熱病媒蚊幼蟲及蚊蛹無法達 100% 之殺滅效果。

#### 2.2.7 賜諾殺對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果：

賜諾殺 (11.6% w/w) 水懸劑 50 ppb 於室內模擬試驗發現對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 試驗至 6 週幼蟲死亡率為 100%，對白線斑蚊 (高雄品系) 至 4 週幼蟲死亡率 100%，埃及斑蚊 (高雄品系) 至 7 週幼蟲死亡率 100% (表 2.2.13 及圖 2.2.9)。室內濃度 100 ppb 對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 試驗至 5 週幼蟲死亡率為 100%，對白線斑蚊 (高雄品系) 至 6 週幼蟲死亡率 100%，埃及斑蚊 (高雄品系) 至 5 週幼蟲死亡率 100% (表 2.2.14 及圖 2.2.10)。室外濃度 50 ppb 對埃及斑蚊感受品系至第 3 週幼蟲死亡率為 100%，對白線斑

蚊（高雄品系）僅施藥週幼蟲死亡率 100%，對埃及斑蚊（高雄品系）至第 1 週幼蟲死亡率 100%（表 2.2.15 及圖 2.2.11）。室外濃度 100 ppb 對埃及斑蚊感受品系至第 3 週幼蟲死亡率 100%，對白線斑蚊（高雄品系）至第 2 週幼蟲死亡率 100%、對埃及斑蚊（高雄品系）至第 2 週幼蟲死亡率 100%（表 2.2.16）。

#### 2.2.8. 百利普芬對登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果：

於濃度 10 及 50 ppb 百利普芬室內、外模擬試驗，至第 9 週可有效使登革熱病媒蚊幼蟲無法羽化為成蟲（表 2.2.17-20）。

#### 2.2.9. 昆蟲生長調節劑與生物製劑合併使用對登革熱病媒蚊防治之模擬試驗：

以濃度 10 ppb 百利普芬及蘇力菌混合液（百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4），對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗結果，如表 2.2.21 所示，施藥 3 週幼蟲死亡率仍維持 100%；以濃度 50 ppb 百利普芬及蘇力菌混合液，對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗結果，對實驗中 3 種蚊蟲幼蟲死亡率至 6 週仍為 100%，羽化率為 0%（表 2.2.22）。以濃度 10 ppb 百利普芬及蘇力菌混合液，對室外登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果顯示施藥後 2 週幼蟲死亡率已無法達 100%（表 2.2.23）；以濃度 50 ppb 百利普芬及蘇力菌混合液，對室外登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果於施藥後 2 週幼蟲死亡率已無 100%（表 2.2.24）。

以濃度 10 ppb 百利普芬及賜諾殺混合液（百利普芬：賜諾殺 = 0.01：5），對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果如表 2.1.25 所示，施藥後 1 週實驗中 3 種蚊蟲幼蟲死亡率為 100%；以濃度 50 ppb 百利普芬及賜諾殺混合液，對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果幼蟲死亡率至 7 週仍為 100%（表 2.2.26）。以濃度 10 ppb 百利普芬及賜諾殺混合液，對室外登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果僅施藥週

幼蟲死亡率為 100% (表 2.2.27)；以濃度 50 ppb 百利普芬及賜諾殺混合液，對室外登革熱病媒蚊防治模擬試驗，結果施藥後 1 週對實驗中 3 種蚊蟲幼蟲有 100% 致死效果 (表 2.2.28)。

#### 2.2.10. 提高昆蟲生長調節劑與生物製劑合併使用濃度對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗：

於表 2.2.29 中顯示，濃度提高至百利普芬 5 ppb、蘇力菌 100 ppb 合併使用，抑制室外登革熱病媒蚊羽化效果達 100% 可持續 4 週；濃度提高至百利普芬 5 ppb、賜諾沙 50 ppb 合併使用，抑制室外登革熱病媒蚊羽化效果達 100% 亦可持續 4 週。(表 2.2.30)

2013 年

#### 2.2.11.社區室內實地登革熱病媒蚊幼蟲綜合防治

於高雄市 15 處積水地下室分為 5 個百利普芬及蘇力菌綜合防治組(分別為：苓雅區苓雅一路、鼓山區西藏街、鼓山區河邊街、左營區文自路-A、苓雅區建國一路)、5 個百利普芬及賜諾綜合防治組(分別為：鹽埕區府北路、三民區天宮街、三民區孝順街、左營區文自路-B、苓雅區興中一路)及 5 個對照組(楠梓區海專路、楠梓區土庫路、三民區重慶街、楠梓區裕昌街及楠梓區德民路)，分別進行積水水量評估，結果如表 2.2.31 所示。

百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾綜合防治組施藥後，結果如表 2.2.32 至表 2.1.34 所示，24 小時幼蟲死亡率皆達 100%；施藥後第 9 週殘效試驗取回之地下室積水置入埃及斑蚊及白線斑蚊 4 齡初幼蟲後，其埃及斑蚊及白線斑蚊幼蟲死亡率亦皆達 100%；施藥後至第 11 週取回之地下室積水置入埃及斑蚊及白線斑蚊 4 齡初幼蟲後，其死亡率則低於 80% (圖 2.2.10 &圖 2.2.11)。

#### 2.2.12.社區室外實地登革熱病媒蚊幼蟲綜合防治

於高雄市宏南里 3 個區域(如圖 2.2.1)分別為百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾綜合防治組及對照組，進行水溝水量評估及病媒蚊幼蟲孳生情形調查後施藥，結果如表 2.2.35 至表 2.2.39 所示，百利普芬及蘇力菌綜合防治組、百利普芬及賜諾綜合防治組進行藥劑施灑後，經 24 小時其病媒蚊幼蟲死亡率皆達 100%；施藥後第 2 週殘效試驗，取回之水溝積水置入埃及斑蚊及白線斑蚊 4 齡初幼蟲後，其幼蟲死亡率亦皆達 100%；而至施藥後 4 週其死亡率則低於 80% (圖 2.2.12 &圖 2.2.13)。

## 結論與建議

### 2011 年結論與建議

- 1.百利普芬、蘇力菌、賜諾殺對埃及斑蚊感性品系(Bora Bora)之半數致死濃度

(LC<sub>50</sub>)分別為 0.011 ppb、44.9 ppb 及 5 ppb，均僅需微量濃度便可有效殺滅埃及斑蚊感性品系之幼蟲。

- 2.百利普芬及蘇力菌混合液、和百利普芬及賜諾殺混合液，顯示對登革熱病媒蚊

幼蟲之殺滅有相乘作用(synergism effect)；綜合以上結論，建議於第二年進行模擬試驗、及第三年至實地田野綜合防治評估。

### 2012 年 結論與建議

- 1.經賜諾殺生物製劑模擬試驗，發現以濃度 50 及 100 ppb，室內模擬試驗藥效可

持續至 4 及 5 週，仍可完全殺滅病媒蚊幼蟲，故應用賜諾殺於室內進行登革熱病媒蚊幼蟲防治是一可行方式，如以上述劑量施用，建議一個月施用一次。

- 2.經生長調節劑百利普芬模擬試驗，發現以濃度 10 及 50 ppb，不論室內、外模擬試驗藥效可持續至 9 週(可完全抑制成蚊羽化)，可減少施藥頻率，故亦是防治登革熱病媒蚊可應用之藥劑。

- 3.經混合劑模擬試驗，發現以濃度 50ppb 百利普芬及蘇力菌混合液(百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4)對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗結果，對實驗中 3 種蚊蟲幼蟲死亡率至 6 週仍為 100%，羽化率為 0%；以濃度 50 ppb 百利普芬及賜諾殺混合液(百利普芬：賜諾殺 = 0.01：5)對室內登革熱病媒蚊防治模擬試驗結果，幼蟲死亡率至 7 週仍為 100%。提高昆蟲生長調節劑與生物製劑合併使用濃度，發現抑制室外登革熱病媒蚊羽化效果

持續時間隨之延長。故上述藥劑混合使用，可減少藥量使用，節省成本；並可減少施藥頻率，是防治登革熱病媒蚊可應用之技術。

4. 單分子膜試驗結果，發現對蚊蛹有快速殺滅效果 ( $LT_{50} = 160$  分鐘)，210 分鐘可將蚊蛹完全殺滅，未來登革熱病媒綜合防治上可針對蚊蛹進行防治。

## 2013 年 結論與建議

1. 對高雄市室內地下室積水登革熱病媒蚊幼蟲防治結果，百利普芬及蘇力菌綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 374 ppb 蘇力菌進行綜合防治；百利普芬及賜諾殺綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 250 ppb 賜諾殺進行綜合防治；施藥後 24 小時幼蟲死亡率皆達 100%；故上述藥劑混合使用，可減少藥量使用，可應用於大水量之登革熱病媒蚊幼蟲防治。
2. 對高雄市室內地下室積水登革熱病媒蚊幼蟲防治結果，百利普芬及蘇力菌綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 374 ppb 蘇力菌進行綜合防治；百利普芬及賜諾殺綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 250 ppb 賜諾殺進行綜合防治；由施藥後殘效性實驗結果得知，至施藥後 10 週其埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲羽化率仍為 0%；故上述藥劑綜合防治，可減少施藥頻率，是防治登革熱病媒蚊幼蟲可應用之技術，然地下室積水量常因雨季影響而增加，防治過程中須適時增加藥劑劑量。
3. 對高雄市室外水溝集水井登革熱病媒蚊幼蟲防治，百利普芬及蘇力菌綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 374 ppb 蘇力菌進行綜合防治；百利普芬及賜諾殺綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 250 ppb 賜諾殺進行綜合防治；施藥後 24 小時幼蟲死亡率皆達 100%；故上述藥劑混合使用，可應用於室外登革熱病媒蚊幼蟲綜合防治。
4. 對高雄市室外水溝集水井登革熱病媒蚊幼蟲防治結果，百利普芬及蘇力菌綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 374 ppb 蘇力菌進行綜合

防治；百利普芬及賜諾殺綜合防治組：同時使用 12.5 ppb 百利普芬和 250 ppb 賜諾殺進行綜合防治；由施藥後殘效性實驗結果得知，至施藥後 2 週其埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲羽化率仍為 0%，而至施藥後 3 週對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲羽化率仍低於 20%；但室外水溝集水井常有落葉、污泥、垃圾堆積而影響防治效果；建議於防治前進行相關清除再施藥，方不致影響防治效果。

## 計畫重要研究成果及具體建議

### 1. 計畫之新發現或新發明

百利普芬、蘇力菌、賜諾殺對埃及斑蚊感性品系(Bora Bora)之半數致死濃度(LC<sub>50</sub>)極低，均僅需微量濃度便可有效殺滅埃及斑蚊感性品系之幼蟲。百利普芬及蘇力菌混合液、和百利普芬及賜諾殺混合液，顯示對登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅有相乘作用(synergism effect)；提高昆蟲生長調節劑與生物製劑合併使用濃度，對室外登革熱病媒蚊幼蟲之殘效性亦隨之增長。

經實地綜合防治結果得知，百利普芬及蘇力菌綜合防治、和百利普芬及賜諾殺綜合防治，顯示對登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅有相乘作用(synergism effect)，其可減少藥量使用，節省成本，並延長對登革熱病媒蚊幼蟲防治效果，可減少施藥頻率，是防治登革熱病媒蚊幼蟲可應用之技術。

### 2. 計畫對民眾具教育宣導之成果

微生物製劑及昆蟲生長調節劑其防治優點為無污染、無氣味，沒有人員疏散必需、尚無抗藥性；易為民眾接受。

### 3. 計畫對醫藥衛生政策之具體建議

結果不僅可開發應用登革熱病媒蚊綜合防治新技術，更可作為登革熱

病媒蚊綜合防治政策擬定之參考依據。

表 2.2.1. 蘇力菌 (*Bti*) 對高雄市各行政區登革熱病媒蚊幼蟲之感受性測試

	slope	LC <sub>50</sub> (ppb)		LC <sub>95</sub> (ppb)	RR <sub>50</sub>
		平均值±標準差	95% CI	平均值±標準差	
埃及斑蚊					
Bora Bora	3.00 ± 0.55	44.9 ± 3.7	26.7 - 71.1	153.3 ± 22.4	1.00
旗津區	2.98 ± 0.55	41.1 ± 3.7	22.4 - 63.6	142.1 ± 3.7	0.92
前鎮區	1.73 ± 0.27	63.6 ± 7.5	11.2 - 145.9	572.2 ± 142.1	1.42
鼓山區	2.98 ± 0.55	41.1 ± 3.7	22.4 - 63.6	142.1 ± 3.7	0.92
苓雅區	2.82 ± 0.50	63.6 ± 3.7	26.2 - 74.8	187.0 ± 44.9	1.42
新興區	2.98 ± 0.55	41.1 ± 3.7	22.4 - 63.6	142.1 ± 3.7	0.92
左營區	2.58 ± 0.48	29.9 ± 3.7	18.7 - 52.4	134.6 ± 3.7	0.67
楠梓區	1.17 ± 0.32	15.0 ± 1.8	5.5 - 31.0	269.3 ± 224.4	0.33
白線斑蚊					
	2.98 ± 0.55	41.1 ± 3.7	22.4 - 63.6	142.1 ± 3.7	

n = 5

表 2.2.2. 百利普芬 10.2%乳劑對登革熱病媒蚊幼蟲之感受性測試結果

測試蚊蟲	ppm	24 小時死亡率 (標準值±標準差)	48 小時死亡率 (標準值±標準差)	72 小時死亡率 (標準值±標準差)
Bora Bora	20.4	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	10.2	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	6.8	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	5.1	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	4.08	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	3.4	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	對照組	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
峇雅區埃及 斑蚊	20.4	83.33 ± 2.89	95.00 ± 5.00	100.00 ± 0.00
	10.2	58.33 ± 12.58	76.67 ± 7.64	100.00 ± 0.00
	6.8	53.33 ± 5.77	76.67 ± 7.64	100.00 ± 0.00
	5.1	58.33 ± 2.89	86.87 ± 7.64	100.00 ± 0.00
	4.08	58.33 ± 7.64	93.33 ± 5.77	100.00 ± 0.00
	3.4	51.67 ± 11.55	90.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	對照組	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
白線斑蚊	20.4	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	0.2	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	6.8	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	5.1	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	4.08	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	3.4	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	對照組	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

n = 5

表 2.2.3. 百利普芬 (0.5% w/w) 粒劑對登革熱病媒蚊幼蟲之感受性測試結果

測試蚊蟲	ppm	幼蟲死亡率	蛹死亡率	成蟲死亡率
		(標準值±標準差)	(標準值±標準差)	(標準值±標準差)
Bora Bora	2.5	100.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	0.25	96.66 ± 2.90	3.34 ± 2.90	0.00 ± 0.00
	0.025	98.33 ± 2.89	1.67 ± 2.90	0.00 ± 0.00
	0.0025	100.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
新興區	2.5	93.65 ± 11.00	6.35 ± 11.00	0.00 ± 0.00
	0.25	59.87 ± 20.91	40.13 ± 20.91	0.00 ± 0.00
	0.025	27.65 ± 6.19	72.35 ± 6.19	0.00 ± 0.00
	0.0025	11.67 ± 10.41	88.33 ± 10.41	0.00 ± 0.00
左營區	.5	94.44 ± 9.62	5.56 ± 9.62	0.00 ± 0.00
	0.25	55.15 ± 2.97	44.85 ± 2.97	0.00 ± 0.00
	0.025	61.37 ± 20.53	38.63 ± 20.53	0.00 ± 0.00
	0.0025	24.18 ± 5.77	75.82 ± 5.77	0.00 ± 0.00
旗津區	2.5	83.03 ± 20.08	16.97 ± 20.08	0.00 ± 0.00
	0.25	78.94 ± 11.29	21.06 ± 11.29	0.00 ± 0.00
	0.025	21.87 ± 6.60	78.13 ± 6.60	0.00 ± 0.00
	0.0025	18.45 ± 6.89	81.55 ± 6.89	0.00 ± 0.00
鼓山區	2.5	74.63 ± 12.25	25.37 ± 12.25	0.00 ± 0.00
	0.25	79.77 ± 9.90	20.23 ± 9.90	0.00 ± 0.00
	0.025	45.42 ± 11.51	54.50 ± 11.51	0.00 ± 0.00
	0.0025	21.94 ± 8.10	78.06 ± 8.10	0.00 ± 0.00

n=5

表 2.2.4. 百利普芬 (pyriproxyfen) 10.2%乳劑對埃及斑蚊 Bora Bora 之感受性測試

ppb	幼蟲死亡率	蛹死亡率	成蟲死亡率
	平均值±標準差	平均值±標準差	平均值±標準差
0.5100	15 ± 18	85 ± 18	0 ± 0
0.2550	15 ± 9	83 ± 8	0 ± 0
0.1275	8 ± 3	92 ± 3	0 ± 0
0.0638	2 ± 3	95 ± 5	2 ±
0.0319	30 ± 10	63 ± 16	2 ± 3
0.0184	0 ± 0	22 ± 6	20 ± 0
0.0092	3 ± 3	22 ± 20	33 ± 16
0.0046	2 ±	30 ± 10	22 ± 6
0.0023	0 ± 0	18 ± 8	27 ± 8
0.0017	0 ± 0	22 ± 6	18 ± 14
0	2 ± 3	15 ± 10	0 ± 0

表 2.2.5. 賜諾殺 (spinosad) 11.6%對高雄市各行政區登革熱病媒蚊幼蟲之感受性測試

	slope	LC <sub>50</sub> (ppb)		LC <sub>95</sub> (ppb)	RR <sub>50</sub>
		平均值±標準差	95% CI	平均值±標準差	
埃及斑蚊					
Bora Bora	5.851 ± 1.230	5 ± 0.000	4 - 6	9 ± 0.001	1.00
旗津區	3.344 ± 0.538	7 ± 0.002	5 - 11	23 ± 0.004	1.40
前鎮區	2.437 ± 0.461	5 ± 0.002	2 - 6	22 ± 0.004	1.00
鼓山區	3.170 ± 0.473	11 ± 0.002	7 - 15	37 ± 0.013	2.20
苓雅區	2.417 ± 0.061	5 ± 0.002	4 - 7	25 ± 0.005	1.00
新興區	3.246 ± 0.083	6 ± 0.000	5 - 8	20 ± 0.000	1.20
左營區	3.112 ± 0.523	6 ± 0.000	4 - 8	19 ± 0.001	1.20
楠梓區	3.360 ± 0.540	7 ± 0.000	5 - 10	23 ± 0.006	1.40
n=5					

表 2.2.6. 百利普芬及蘇力菌混合液 (0.001 : 4) 對感性品系埃及斑蚊(Bora Bora) 感受性測試結果

ppb	幼蟲死亡率	蛹死亡率	成蟲死亡率
	平均值±標準差	平均值±標準差	平均值±標準差
44	95.00 ± 5.00	3.33 ± 5.77	1.67 ± 2.89
35.2	98.33 ± 2.89	0.00 ± 0.00	1.67 ± 2.89
26.4	95.00 ± 5.00	0.00 ± 0.00	3.33 ± 2.89
22	98.33 ± 2.89	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
11	81.67 ± 2.89	10.00 ± 8.66	1.67 ± 2.89
5.5	45.00 ± 13.23	13.23 ± 20.00	13.33 ± 2.89
0	0.00 ± 0.00	28.33 ± 10.41	0.00 ± 0.00

表 2.2.7. 百利普芬與蘇力菌混合液對埃及斑蚊 Bora Bora 幼蟲之殺滅作用分析(combination index; CI) 結果

% mortality ( lethal dose level)	Dose of (0.001 : 4) insecticide mixture (ppb)	CI	Interactions
10	0.97	0.159	Synergism effect
20	1.45	0.156	Synergism effect
30	1.94	0.169	Synergism effect
40	2.48	0.169	Synergism effect
50	3.12	0.166	Synergism effect
60	3.93	0.168	Synergism effect
70	5.03	0.168	Synergism effect
80	6.72	0.169	Synergism effect
90	10.03	0.172	Synergism effect
95	13.96	0.175	Synergism effect

表 2.2.8. 賜諾殺及百利普芬混合液 (0.05 : 1) 對感性品系埃及斑蚊 (Bora Bora) 感受性測試結果

ppb	幼蟲死亡率	蛹死亡率	成蟲死亡率
	平均值±標準差	平均值±標準差	平均值±標準差
5.0120	3.33 ± 2.89	85.00 ± 10.00	0.00 ± 0.00
4.0082	3.33 ± 2.89	73.33 ± 10.41	13.33 ± 7.62
3.0061	1.67 ± 2.89	80.00 ± 5.00	0.00 ± 0.00
2.5051	5.00 ± 8.66	81.67 ± 2.89	5.00 ± 5.00
1.2526	0.00 ± 0.00	80.00 ± 21.79	3.33 ± 2.89
0.6263	0.00 ± 0.00	66.67 ± 12.58	5.00 ± 0.00
0	0.00 ± 0.00	28.33 ± 10.41	0.00 ± 0.00

表 2.2.9. 百利普芬與賜諾殺混合液對埃及斑蚊 Bora Bora 之之殺滅作用分析(combination index; CI) 結果

% mortality (lethal dose level)	Dose of (1:500) insecticide mixture (ppb)	CI	Interactions
10	0.045	0.047	Synergism effect
20	0.093	0.067	Synergism effect
30	0.156	0.096	Synergism effect
40	0.244	0.123	Synergism effect
50	0.369	0.152	Synergism effect
60	0.559	0.196	Synergism effect
70	0.873	0.256	Synergism effect
80	1.468	0.354	Synergism effect
90	3.020	0.571	Synergism effect
95	5.479	0.863	Synergism effect

表 2.2.10. 單分子膜對登革熱病媒蚊 4 齡幼蟲之感受性試驗

蚊種	time	測試濃度		
		0.1 ml/m <sup>2</sup>	0.5 ml/m <sup>2</sup>	1 ml/m <sup>2</sup>
<i>Aedes aegypti</i> (Bora Bora)	24 hr	73.33 ± 20.82	93.33 ± 2.89	91.67 ± 2.89
	48 hr	90.00 ± 17.32	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	72 hr	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
<i>Aedes aegypti</i> (高雄品系)	24 hr	70.00 ± 30.00	90.00 ± 0.00	90.00 ± 10.00
	48 hr	93.33 ± 11.55	96.67 ± 5.77	100.00 ± 0.00
	72 hr	98.33 ± 2.89	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
<i>Aedes albopictus</i> (高雄品系)	24 hr	20.00 ± 10.00	40.00 ± 30.00	40.00 ± 10.00
	48 hr	93.33 ± 5.66	96.67 ± 5.77	76.67 ± 15.28
	72 hr	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
對照組	24 hr	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	48 hr	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	72 hr	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

表 2.2.11. 以濃度 1 ml/m<sup>2</sup> 單分子膜對室內、外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果 (幼蟲致死率)

施藥後	室內			室外		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	83.3 ± 20.8	93.3 ± 5.8	80.0 ± 14.1	70.0 ± 22.9	66.7 ± 5.8	78.3 ± 10.4
2 週	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

N = 3

表 2.2.12. 以濃度 1 ml/m<sup>2</sup> 單分子膜對室內、外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果 (蛹致死率)

施藥後	室內			室外		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	86.7 ± 7.6	65.0 ± 22.9	70.0 ± 13.2	81.7 ± 23.1	98.3 ± 2.9	83.3 ± 20.8
2 週	45.0 ± 5.0	50.0 ± 17.3	50.0 ± 10.0	51.7 ± 11.5	56.7 ± 5.8	43.3 ± 23.1

N = 3

表 2.2.13. 以濃度 50 ppb 賜諾殺對室內登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果

幼蟲死亡率				
施藥後	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.00	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.00	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5 週	100.0 ± 0.0	88.0 ± 13.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6 週	100.0 ± 0.0	96.0 ± 8.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7 週	96.0 ± 5.5	70.0 ± 22.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
8 週	94.0 ± 5.5	68.0 ± 28.6	90.0 ± 17.3	0.0 ± 0.0
9 週	92.0 ± 8.4	69.0 ± 11.9	90.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
10 週	94.0 ± 6.5	61.0 ± 24.3	80.0 ± 12.2	0.0 ± 0.0
11 週	73.0 ± 16.1	20.0 ± 15.8	46.0 ± 20.7	0.0 ± 0.0
12 週	61.0 ± 9.6	9.0 ± 7.4	45.0 ± 24.2	0.0 ± 0.0

表 2.2.14. 以濃度 100 ppb 賜諾殺對室內登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果

幼蟲死亡率				
施藥後	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.00	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.00	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6 週	98.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	98.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
7 週	94.0 ± 5.5	84.0 ± 8.9	98.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
8 週	90.0 ± 10.0	92.0 ± 8.4	90.0 ± 12.3	0.0 ± 0.0
9 週	93.0 ± 7.6	90.0 ± 11.7	92.0 ± 10.9	0.0 ± 0.0
10 週	99.0 ± 2.2	75.0 ± 15.8	92.0 ± 9.1	0.0 ± 0.0
11 週	55.0 ± 28.1	16.0 ± 16.7	78.0 ± 19.2	0.0 ± 0.0
12 週	44.0 ± 7.4	16.0 ± 13.4	50.0 ± 32.6	0.0 ± 0.0

表 2.2.15. 以濃度 50 ppb 賜諾殺對室外登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果

幼蟲死亡率				
施藥後	試驗組	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	88.0 ± 8.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	68.0 ± 14.8	94.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	22.0 ± 19.2	86.0 ± 15.2	0.0 ± 0.0
4 週	70.0 ± 37.4	6.0 ± 8.9	48.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
5 週	40.0 ± 22.4	-	52.0 ± 37.0	0.0 ± 0.0
6 週	12.0 ± 13.0	-	14.0 ± 20.7	0.0 ± 0.0
7 週	6.0 ± 5.5	-	-	0.0 ± 0.0

表 2.2.16. 以濃度 100 ppb 賜諾殺對室外登革熱病媒蚊防治之模擬實驗結果

幼蟲死亡率				
施藥後	試驗組	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	68.0 ± 30.3	98.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
4 週	94.0 ± 5.5	8.0 ± 8.4	16.0 ± 35.8	0.0 ± 0.0
5 週	62.0 ± 33.5	-	-	0.0 ± 0.0
6 週	40.0 ± 38.1	-	-	0.0 ± 0.0
7 週	18.0 ± 24.9	-	-	0.0 ± 0.0

表 2.2.17. 以濃度 10 ppb 百利普芬對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	39.0 ± 19.8	55.0 ± 19.7	40.0 ± 12.8	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	22.0 ± 15.3	2.0 ± 4.5	45.0 ± 13.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	4.0 ± 4.2	2.0 ± 4.5	31.0 ± 19.2	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	2.0 ± 4.5	2.0 ± 4.5	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	2.0 ± 4.5	6.0 ± 13.4	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	6.0 ± 5.5	34.0 ± 37.2	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
6 週	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
7 週	4.0 ± 5.5	48.0 ± 19.2	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
8 週	42.0 ± 31.1	44.0 ± 18.1	30.0 ± 7.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
9 週	8.0 ± 4.4	27.0 ± 25.6	42.0 ± 21.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
10 週	26.0 ± 10.8	11.0 ± 11.4	6.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0	1.0 ± 2.4	2.0 ± 2.7	1.0 ± 2.2	100.0 ± 0.0
11 週	52.0 ± 11.5	63.0 ± 14.4	64.0 ± 20.7	100.0 ± 0.0	4.0 ± 2.4	2.0 ± 4.5	10.0 ± 10.0	100.0 ± 0.0
12 週	26.0 ± 8.9	24.0 ± 11.4	28.0 ± 20.5	100.0 ± 0.0	10.0 ± 7.1	4.0 ± 5.5	8.0 ± 13.2	100.0 ± 0.0
13 週	6.0 ± 6.5	4.0 ± 2.0	13.0 ± 10.9	100.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	2.0 ± 4.5	13.0 ± 10.9	100.0 ± 0.0
14 週	76.0 ± 20.7	32.0 ± 31.1	16.0 ± 8.9	100.0 ± 0.0	74.0 ± 25.1	26.0 ± 23.0	10.0 ± 7.1	100.0 ± 0.0

表 2.2.18. 以濃度 50 ppb 百利普芬對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	62.0 ± 18.9	56.0 ± 18.5	48.0 ± 16.8	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	10.0 ± 12.8	16.0 ± 35.8	29.0 ± 11.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	3.0 ± 4.5	2.0 ± 4.5	27.0 ± 8.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	4.0 ± 5.5	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	4.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	4.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	0.0 ± 0.0	30.0 ± 24.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
6 週	2.0 ± 4.5	4.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
7 週	0.0 ± 0.0	16.0 ± 11.4	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
8 週	38.0 ± 22.8	20.0 ± 12.3	24.0 ± 23.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
9 週	7.0 ± 5.7	5.0 ± 3.5	28.0 ± 10.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
10 週	8.0 ± 5.7	16.0 ± 11.4	3.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 2.2	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
11 週	20.0 ± 22.6	74.0 ± 12.9	68.0 ± 22.8	100.0 ± 0.0	1.0 ± 2.4	5.0 ± 5.0	6.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0
12 週	16.0 ± 5.5	18.0 ± 10.9	14.0 ± 11.4	100.0 ± 0.0	4.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	4.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0
13 週	0.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5	7.0 ± 10.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.0 ± 6.7	100.0 ± 0.0
14 週	38.0 ± 30.3	28.0 ± 34.2	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	16.0 ± 25.1	6.0 ± 8.9	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0
15 週	13.0 ± 2.7	14.0 ± 8.9	15.0 ± 26.0	100.0 ± 0.0	4.0 ± 4.2	2.0 ± 2.7	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0
16 週	8.0 ± 8.4	2.0 ± 4.5	10.0 ± 10.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	6.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0
17 週	31.0 ± 9.1	37.0 ± 11.5	25.0 ± 7.9	100.0 ± 0.0	6.0 ± 4.2	11.0 ± 6.5	1.0 ± 2.2	100.0 ± 0.0
18 週	37.0 ± 9.1	38.0 ± 12.5	21.0 ± 13.4	100.0 ± 0.0	6.0 ± 4.2	5.0 ± 5.0	1.0 ± 2.2	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.8. 以濃度 50 ppb 百利普芬對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果 (續)

施藥後	化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
19 週	11.0 ± 4.2	33.0 ± 10.4	26.0 ± 14.3	100.0 ± 0.0	1.0 ± 2.2	7.0 ± 4.5	4.0 ± 4.2	100.0 ± 0.0
20 週	36.0 ± 15.6	74.0 ± 19.5	27.0 ± 19.6	100.0 ± 0.0	1.0 ± 2.2	18.0 ± 8.4	2.0 ± 2.7	100.0 ± 0.0
21 週	28.0 ± 10.4	60.0 ± 12.2	14.0 ± 7.4	100.0 ± 0.0	5.0 ± 5.0	6.0 ± 5.5	1.0 ± 2.2	100.0 ± 0.0
22 週	42.0 ± 16.8	45.0 ± 12.2	57.0 ± 13.5	100.0 ± 0.0	2.0 ± 2.7	1.0 ± 2.2	21.0 ± 10.8	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.19. 以濃度 10 ppb 百利普芬對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	17.00 ± 22.80	61.0 ± 23.8	28.0 ± 21.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	5.00 ± 8.66	0.0 ± 0.0	25.0 ± 13.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	5.00 ± 3.54	22.0 ± 8.4	48.0 ± 28.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	4.00 ± 8.94	12.0 ± 13.0	10.0 ± 14.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	10.00 ± 22.30	20.0 ± 12.3	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	8.0 ± 8.4	36.0 ± 8.9	6.0 ± 8.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
6 週	0.0 ± 0.0	18.0 ± 21.7	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
7 週	10.0 ± 10.0	92.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
8 週	52.0 ± 36.3	42.0 ± 13.0	40.0 ± 25.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
9 週	50.0 ± 9.4	19.0 ± 12.9	39.0 ± 13.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
10 週	35.0 ± 24.2	33.0 ± 10.3	30.0 ± 34.1	100.0 ± 0.0	1.0 ± 2.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
11 週	23.0 ± 15.7	58.0 ± 11.5	52.0 ± 22.8	100.0 ± 0.0	14.0 ± 10.8	17.0 ± 12.6	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
12 週	56.0 ± 11.4	42.0 ± 10.9	30.0 ± 23.5	100.0 ± 0.0	8.0 ± 13.4	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
13 週	10.0 ± 6.1	28.0 ± 8.3	13.0 ± 10.4	100.0 ± 0.0	6.0 ± 4.1	10.0 ± 10.0	7.0 ± 5.7	100.0 ± 0.0
14 週	78.0 ± 19.2	72.0 ± 27.8	48.0 ± 19.2	100.0 ± 0.0	76.0 ± 23.0	48.0 ± 47.6	18.0 ± 8.4	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.20. 以濃度 50 ppb 百利普芬對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	12.0 ± 11.5	54.0 ± 15.6	28.0 ± 5.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	7.0 ± 8.4	0.0 ± 0.0	31.0 ± 20.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	4.0 ± 6.5	20.0 ± 14.1	25.0 ± 19.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	0.0 ± 0.0	46.0 ± 18.2	12.0 ± 10.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	6.0 ± 13.4	14.0 ± 8.8	2.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	28.0 ± 26.8	32.0 ± 29.5	12.0 ± 21.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
6 週	22.0 ± 26.8	26.0 ± 26.1	10.0 ± 22.3	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
7 週	22.0 ± 17.9	82.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
8 週	54.0 ± 23.2	82.0 ± 13.0	58.0 ± 33.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
9 週	39.0 ± 19.1	50.0 ± 26.9	43.0 ± 21.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
10 週	24.0 ± 24.9	38.0 ± 11.5	58.0 ± 25.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.0 ± 6.7	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
11 週	13.0 ± 4.5	34.0 ± 23.0	32.0 ± 29.0	100.0 ± 0.0	3.0 ± 2.7	8.0 ± 9.1	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
12 週	46.0 ± 13.4	30.0 ± 20.0	44.0 ± 23.0	100.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
13 週	10.0 ± 11.7	32.0 ± 22.8	19.0 ± 8.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	4.0 ± 6.5	100.0 ± 0.0
14 週	66.0 ± 13.4	66.0 ± 30.5	50.0 ± 20.0	100.0 ± 0.0	32.0 ± 14.8	10.0 ± 10.0	6.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.21. 以濃度 10 ppb 混合液 (百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4) 對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	88.0 ± 17.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	12.0 ± 17.9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	12.0 ± 17.9	0.0 ± 0.0
5 週	100.0 ± 0.0	82.0 ± 19.2	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	18.0 ± 19.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	18.0 ± 19.2	0.0 ± 0.0
6 週	100.0 ± 0.0	74.0 ± 39.7	94.0 ± 8.9	0.0 ± 0.0	26.0 ± 39.7	6.0 ± 8.9	0.0 ± 0.0	24.0 ± 39.1	6.0 ± 8.9
7 週	100.0 ± 0.0	68.0 ± 40.9	50.0 ± 33.9	0.0 ± 0.0	32.0 ± 40.9	50.0 ± 33.9	0.0 ± 0.0	32.0 ± 40.9	46.0 ± 30.5
8 週	86.0 ± 28.6	67.0 ± 42.4	58.0 ± 43.8	14.0 ± 28.6	33.0 ± 42.4	42.0 ± 43.8	14.0 ± 28.6	32.0 ± 41.9	41.0 ± 44.8
9 週	65.0 ± 34.5	68.0 ± 40.9	52.0 ± 44.4	35.0 ± 34.5	32.0 ± 40.9	48.0 ± 44.4	33.0 ± 35.5	32.0 ± 40.9	46.0 ± 41.6
10 週	61.0 ± 45.5	75.0 ± 15.8	59.0 ± 45.2	39.0 ± 45.5	25.0 ± 15.8	41.0 ± 45.2	37.0 ± 44.5	25.0 ± 15.8	40.0 ± 44.0

N = 5

表 2.2.22. 以濃度 50 ppb 混合液 (百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4) 對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7 週	98.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	86.0 ± 13.4	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	14.0 ± 13.4	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	12.0 ± 11.0
8 週	97.0 ± 4.5	96.0 ± 6.5	91.0 ± 6.5	3.0 ± 4.5	4.0 ± 6.5	9.0 ± 6.5	3.0 ± 4.5	4.0 ± 6.5	9.0 ± 6.5
9 週	77.0 ± 34.2	90.0 ± 1.0	84.0 ± 16.7	23.0 ± 34.2	10.0 ± 10.0	16.0 ± 16.7	22.0 ± 32.1	10.0 ± 10.0	16.0 ± 16.7
10 週	62.0 ± 44.2	70.0 ± 24.5	82.0 ± 11.0	38.0 ± 44.2	30.0 ± 24.5	18.0 ± 11.0	36.0 ± 43.2	27.0 ± 20.8	16.0 ± 11.4

N = 5

表 2.2.23. 以濃度 10 ppb 混合液 (百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4) 對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	18.0 ± 16.4	74.0 ± 5.5	80.0 ± 44.7	82.0 ± 16.4	26.0 ± 5.5	20.0 ± 44.7	82.0 ± 16.4	22.0 ± 8.4	20.0 ± 44.7
3 週	16.0 ± 20.7	72.0 ± 40.9	46.0 ± 45.1	86.0 ± 16.7	28.0 ± 40.9	54.0 ± 45.1	76.0 ± 21.9	28.0 ± 40.9	48.0 ± 44.4
4 週	4.0 ± 8.9	66.0 ± 37.1	2.0 ± 4.5	96.0 ± 8.9	34.0 ± 37.1	98.0 ± 4.5	90.0 ± 17.3	34.0 ± 37.1	94.0 ± 13.4
5 週	4.0 ± 5.5	66.0 ± 29.7	6.0 ± 8.9	96.0 ± 5.5	34.0 ± 29.7	94.0 ± 8.9	96.0 ± 5.5	34.0 ± 29.7	94.0 ± 8.9
6 週	-	18.0 ± 29.5	-	-	82.0 ± 29.5	-	-	72.0 ± 36.3	-
7 週	-	28.0 ± 29.5	-	-	72.0 ± 29.5	-	-	72.0 ± 29.5	-

N = 5

表 2.2.24. 以濃度 50 ppb 混合液 (百利普芬：蘇力菌 = 0.001：4) 對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	32.0 ± 30.3	82.0 ± 21.7	100.0 ± 0.0	68.0 ± 30.3	18.0 ± 21.7	0.0 ± 0.0	64.0 ± 35.1	12.0 ± 13.0	0.0 ± 0.0
3 週	40.0 ± 50.5	26.0 ± 15.2	70.0 ± 37.4	60.0 ± 50.5	74.0 ± 15.2	30.0 ± 37.4	60.0 ± 50.5	70.0 ± 18.7	28.0 ± 35.6
4 週	28.0 ± 34.2	6.0 ± 5.5	38.0 ± 37.0	72.0 ± 34.2	94.0 ± 5.5	66.0 ± 37.8	70.0 ± 37.4	92.0 ± 4.5	66.0 ± 37.8
5 週	0.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5	4.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0	98.0 ± 4.5	96.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0	98.0 ± 4.5	94.0 ± 8.9
6 週	0.0 ± 0.0	-	10.0 ± 22.4	100.0 ± 0.0	-	90.0 ± 22.4	100.0 ± 0.0	-	88.0 ± 21.7
7 週	-	-	4.0 ± 5.5	-	-	96.0 ± 5.5	-	-	94.0 ± 8.9

N = 5

表 2.2.25. 以濃度 10 ppb 混合液 (百利普芬：賜諾殺 = 0.01 : 5) 對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	92.0 ± 8.4	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	8.0 ± 8.4	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	92.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	8.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	8.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	94.0 ± 5.5	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	6.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	6.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0
5 週	92.0 ± 11.0	92.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0	8.0 ± 11.0	8.0 ± 4.5	0.0 ± 0.0	8.0 ± 11.0	8.0 ± 4.8	0.0 ± 0.0
6 週	92.0 ± 8.4	94.0 ± 5.5	98.0 ± 4.5	8.0 ± 8.4	6.0 ± 5.5	2.0 ± 4.5	6.0 ± 5.5	2.0 ± 4.5	2.0 ± 4.5
7 週	89.0 ± 12.4	70.0 ± 17.0	94.0 ± 10.8	9.0 ± 8.9	30.0 ± 17.0	6.0 ± 10.8	4.0 ± 5.5	26.0 ± 13.9	4.0 ± 6.5
8 週	94.0 ± 5.5	27.0 ± 14.8	54.0 ± 10.8	6.0 ± 5.5	73.0 ± 14.8	46.0 ± 10.8	4.0 ± 4.2	69.0 ± 11.9	37.0 ± 12.0
9 週	43.0 ± 16.4	6.0 ± 5.5	54.0 ± 35.8	57.0 ± 16.4	94.0 ± 11.4	46.0 ± 35.8	50.0 ± 22.4	92.0 ± 11.0	40.0 ± 32.4
10 週	80.0 ± 28.3	24.0 ± 18.2	60.0 ± 23.5	20.0 ± 28.3	76.0 ± 18.2	40.0 ± 23.5	20.0 ± 28.3	74.0 ± 19.5	34.0 ± 27.0

N = 5

表 2.2.26. 以濃度 50 ppb 混合液 (百利普芬：賜諾殺 = 0.01 : 5) 對室內登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
4 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
5 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
6 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
7 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
8 週	100.0 ± 0.0	86.0 ± 15.2	93.0 ± 5.7	0.0 ± 0.0	14.0 ± 15.2	7.0 ± 5.7	0.0 ± 0.0	10.0 ± 10.0	6.0 ± 6.5
9 週	100.0 ± 0.0	68.0 ± 22.8	96.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	32.0 ± 22.8	4.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	26.0 ± 25.1	2.0 ± 4.5
10 週	100.0 ± 0.0	78.0 ± 24.9	96.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	22.0 ± 24.9	4.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	16.0 ± 18.2	4.0 ± 5.5

N = 5

表 2.2.27. 以濃度 10 ppb 混合液 (百利普芬：賜諾殺 = 0.01 : 5) 對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	96.0 ± 5.5	30.0 ± 18.7	100.0 ± 0.0	4.0 ± 5.5	70.0 ± 18.7	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	70.0 ± 18.7	0.0 ± 0.0
2 週	50.0 ± 25.5	4.0 ± 4.2	20.0 ± 21.2	50.0 ± 25.5	96.0 ± 4.2	80.0 ± 21.2	6.0 ± 8.9	93.0 ± 5.7	74.0 ± 26.1
3 週	2.0 ± 4.5	4.0 ± 5.5	10.0 ± 7.1	98.0 ± 4.5	96.0 ± 5.5	90.0 ± 7.1	94.0 ± 8.9	94.0 ± 8.9	88.0 ± 8.4
4 週	6.0 ± 8.9	14.0 ± 5.5	12.0 ± 4.5	94.0 ± 8.9	86.0 ± 5.5	88.0 ± 4.5	94.0 ± 8.9	84.0 ± 5.5	88.0 ± 4.5
5 週	6.0 ± 8.9	12.0 ± 11.0	4.0 ± 5.5	94.0 ± 8.9	88.0 ± 11.0	96.0 ± 5.5	94.0 ± 8.9	88.0 ± 11.1	92.0 ± 8.4
6 週	-	8.0 ± 8.4	2.0 ± 4.5	-	92.0 ± 8.4	98.0 ± 4.5	-	92.0 ± 8.4	98.0 ± 4.5

N = 5

表 2.2.28. 以濃度 50 ppb 混合液 (百利普芬：賜諾殺 = 0.01 : 5) 對室外登革熱病媒蚊防治之模擬試驗結果

施藥後	幼蟲死亡率			化蛹率			羽化率		
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
2 週	100.0 ± 0.0	55.0 ± 18.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	45.0 ± 18.7	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	35.0 ± 16.4	0.0 ± 0.0
3 週	100.0 ± 0.0	54.0 ± 31.3	94.0 ± 8.9	0.0 ± 0.0	46.0 ± 31.3	6.0 ± 8.9	0.0 ± 0.0	42.0 ± 22.8	2.0 ± 4.5
4 週	100.0 ± 0.0	54.0 ± 15.2	94.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	46.0 ± 15.2	6.0 ± 5.5	0.0 ± 0.0	46.0 ± 15.2	2.0 ± 4.5
5 週	70.0 ± 35.4	24.0 ± 11.4	94.0 ± 13.4	30.0 ± 35.4	76.0 ± 11.4	6.0 ± 13.4	20.0 ± 23.5	74.0 ± 8.9	6.0 ± 13.4
6 週	68.0 ± 17.9	22.0 ± 43.8	94.0 ± 8.9	32.0 ± 17.9	78.0 ± 43.8	6.0 ± 8.9	26.0 ± 11.4	74.0 ± 42.2	4.0 ± 5.5
7 週	70.0 ± 32.2	14.0 ± 15.2	45.0 ± 38.9	30.0 ± 32.2	87.0 ± 14.0	55.0 ± 38.9	29.0 ± 31.1	87.0 ± 14.0	51.0 ± 38.3
8 週	70.0 ± 32.2	-	45.0 ± 38.9	30.0 ± 32.2	-	55.0 ± 38.9	29.0 ± 31.1	-	51.0 ± 38.3
9 週	29.0 ± 30.9	-	18.0 ± 16.0	71.0 ± 30.9	-	82.0 ± 16.0	70.0 ± 30.2	-	79.0 ± 20.1
10 週	10.0 ± 10.0	-	2.0 ± 4.5	90.0 ± 10.0	-	98.0 ± 4.5	90.0 ± 10.0	-	92.0 ± 13.0

N = 5

表 2.2.29. 以百利普芬 (5 ppb) 及蘇力菌 (100 ppb) 混合試劑對埃及斑蚊 (Bora Bora 及高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 之模擬試驗

施藥後	幼蟲致死率				化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	72.0 ± 18.9	68.0 ± 13.5	90.0 ± 7.9	0.0 ± 0.0	23.0 ± 18.9	27.0 ± 14.4	8.0 ± 7.6	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	64.0 ± 8.9	70.0 ± 32.4	90.0 ± 12.2	0.0 ± 0.0	32.0 ± 14.8	30.0 ± 32.4	10.0 ± 12.2	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	68.0 ± 19.2	48.0 ± 24.9	50.0 ± 15.8	0.0 ± 0.0	38.0 ± 23.9	50.0 ± 21.2	46.0 ± 20.7	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	40.0 ± 10.0	36.0 ± 13.4	34.0 ± 11.4	0.0 ± 0.0	36.0 ± 8.9	52.0 ± 11.0	54.0 ± 11.4	100.0 ± 0.0	26.0 ± 15.2	12.0 ± 13.0	12.0 ± 4.5	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.30. 以百利普芬 (5 ppb) 及賜諾沙 (50 ppb) 混合試劑對埃及斑蚊 (Bora Bora 及高雄品系) 及白線斑蚊 (高雄品系) 之模擬試驗

施藥後	幼蟲致死率				化蛹率				羽化率			
	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組	Bora Bora	白線斑蚊	埃及斑蚊	對照組
24 小時	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
1 週	100.0 ± 0.0	74.0 ± 26.1	84.0 ± 9.6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	24.0 ± 25.1	11.0 ± 8.9	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
2 週	49.0 ± 20.4	54.0 ± 13.9	64.0 ± 13.4	0.0 ± 0.0	50.0 ± 22.1	45.0 ± 14.6	35.0 ± 14.1	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
3 週	32.0 ± 21.7	60.0 ± 26.5	48.0 ± 13.0	0.0 ± 0.0	66.0 ± 20.7	40.0 ± 26.5	52.0 ± 13.0	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
4 週	18.0 ± 40.2	30.0 ± 24.5	36.0 ± 15.2	0.0 ± 0.0	80.0 ± 39.4	68.0 ± 21.7	64.0 ± 15.2	100.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0
5 週	18.0 ± 13.0	44.0 ± 32.1	34.0 ± 30.5	0.0 ± 0.0	76.0 ± 15.2	50.0 ± 29.2	48.0 ± 21.7	100.0 ± 0.0	6.0 ± 5.5	6.0 ± 5.5	18.0 ± 16.4	100.0 ± 0.0

N = 5

表 2.2.31. 社區室內積水地下室水量調查結果

地點	長	寬	水深	水量
	(m)	(m)	(cm)	(l)
百利普芬及蘇力菌綜合防治組				
苓雅區苓雅一路	6.98	2.81	42	8,238
鼓山區西藏街	42	8	10	33,600
鼓山區河邊街	36	10	10	36,000
左營區文自路-A	24	4.35	35	36,540
苓雅區建國一路	110	3.27	30	107,910
百利普芬及賜諾殺綜合防治組				
鹽埕區府北路	3.03	1.64	41.2	2,047
三民區天宮街	8	5.2	5	2,496
三民區孝順街	6	5	10	3,000
左營區文自路-B	12	4	10	4,800
苓雅區興中一路	80	3	11	26,400
對照組				
楠梓區海專路	11	3.41	5.2	1,951
楠梓區土庫路	4.14	1.3	3.7	199
三民區重慶街	2	1.5	5	150
楠梓區裕昌街	8.4	4	5	1,680
楠梓區德民路	6	4	5	1,200

表 2.2.32. 社區室內積水地下室施藥後 24 小時評估

地點	斑蚊幼蟲	
	隻數/公升	死亡率(%)
百利普芬及蘇力菌綜合防治組		
苓雅區苓雅一路	13	100
鼓山區西藏街	17	100
鼓山區河邊街	24	100
左營區文自路-A	18	100
苓雅區建國一路	20	100
百利普芬及賜諾殺綜合防治組		
鹽埕區府北路	8	100
三民區天宮街	16	100
三民區孝順街	15	100
左營區文自路-B	23	100
苓雅區興中一路	17	100
對照組		
楠梓區海專路	12	0
楠梓區清豐北路	7	0
三民區重慶街	12	0
楠梓區裕昌街	8	0
楠梓區德民路	21	0

表 2.2.33. 社區室內積水地下室施藥後殘效性評估(百利普芬及蘇力菌綜合防治組)

施藥後	幼蟲死亡率		化蛹率		羽化率	
	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊
1 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
2 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
4 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
5 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
6 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
7 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
8 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
9 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
10 週	86.0±12.9	94.0±6.5	14.0±12.9	6.0±6.5	0.0±0.0	0.0±0.0
11 週	54.0±6.5	41.0±13.4	46.0±6.5	59.0±13.4	46.0±6.5	59.0±13.4

\*殘效性試驗為將積水地下室之積水帶回實驗室後，再放入實驗室飼養之蚊幼蟲進行試驗。

表 2.2.34. 社區室內積水地下室施藥後殘效性評估(百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

	幼蟲死亡率		化蛹率		羽化率	
	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊
1 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
2 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
4 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
5 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
6 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
7 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
8 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
9 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
10 週	87.0±12.0	94.0±5.5	13.0±12.0	6.0±5.5	0.0±0.0	0.0±0.0
11 週	47.5±13.2	38.8±14.9	52.5±13.2	61.3±14.9	52.5±13.2	61.3±14.9

\*殘效性試驗為將積水地下室之積水帶回實驗室後，再放入實驗室飼養之蚊幼蟲進行試驗。

表 2.2.35. 社區室外水溝集水井施藥後 24 小時評估  
(百利普芬及蘇力菌綜合防治組)

集水井 編號	斑蚊幼蟲	
	隻數/公升	死亡率(%)
1	6	100
2	6	100
3	7	100
4	4	100
5	2	100
6	14	100
7	18	100
8	6	100
9	4	100
10	8	100
11	7	100
12	6	100
13	4	100

表 2.2.36. 社區室外水溝集水井施藥後 24 小時評估  
(百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

集水井 編號	斑蚊幼蟲	
	隻數/公升	死亡率(%)
1	3	100
2	7	100
3	11	100
4	5	100
5	7	100
6	11	100
7	13	100
8	15	100
9	14	100
10	13	100

表 2.2.37. 社區室外水溝集水井施藥後 24 小時評估  
(對照組)

集水井 編號	斑蚊幼蟲	
	隻數/公升	死亡率(%)
1	8	0
2	7	0
3	11	0
4	4	0
5	10	0
6	13	0

表 2.2.38. 社區室外水溝集水井施藥後殘效性評估(百利普芬及蘇力菌綜合防治組)

施藥後	蚊幼蟲死亡率		化蛹率		羽化率	
	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊
1 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
2 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3 週	83.0±4.5	81.0±4.2	17.0±4.5	19.0±4.2	17.0±4.5	19.0±4.2
4 週	8.0±9.1	2.0±2.7	92.0±9.1	98.0±2.7	92.0±9.1	98.0±2.7

表 2.2.39. 社區室外水溝集水井施藥後殘效性評估(百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

集水井編號	蚊幼蟲死亡率		化蛹率		羽化率	
	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	白線斑蚊
1 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
2 週	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3 週	85.0±5.0	81.0±4.2	15.0±5.0	19.0±4.2	15.0±5.0	19.0±4.2
4 週	5.0±7.1	2.0±2.7	95.0±7.1	98.0±2.7	95.0±7.1	98.0±2.7

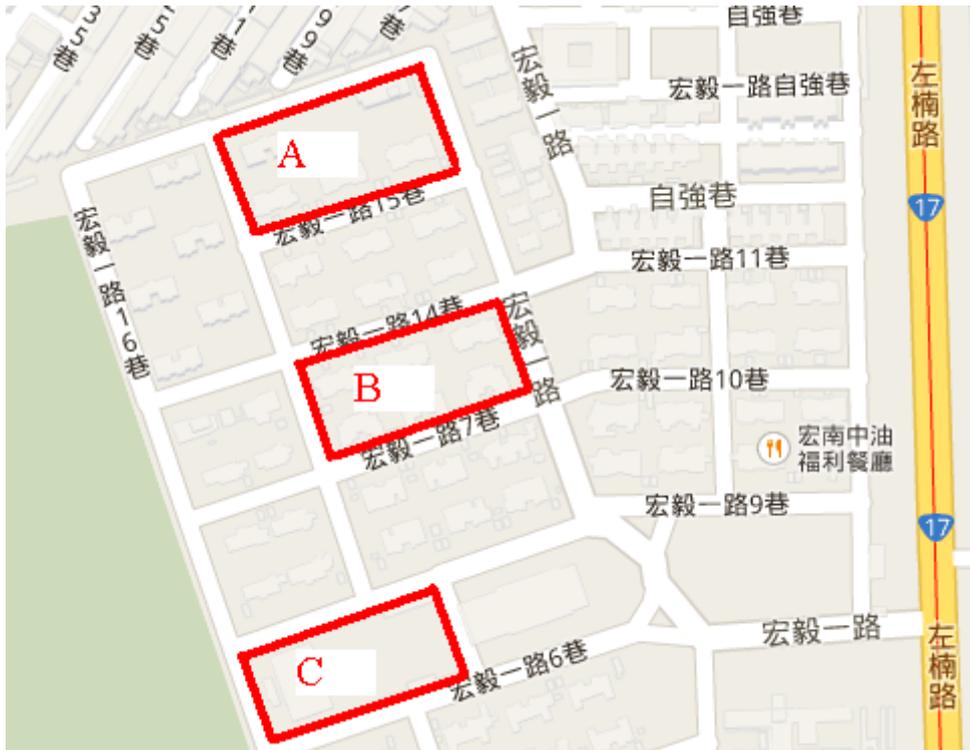


圖 2.2.1. 社區室外水溝防治點(A 為百利普芬及蘇力菌混合組；B 區為百利普芬及賜諾殺混合組；C 區為對照組)

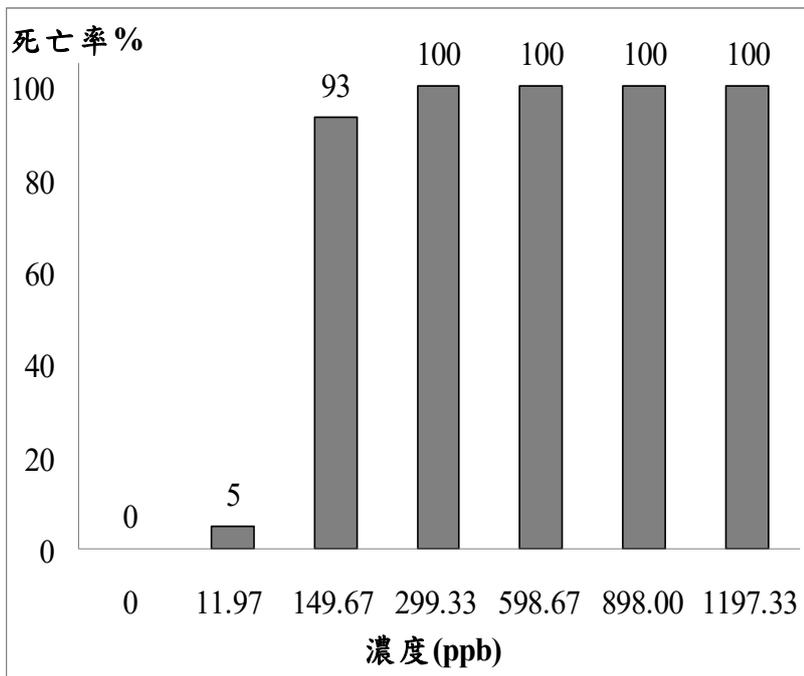


圖 2.2.2. 蘇力菌對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 之幼蟲死亡率

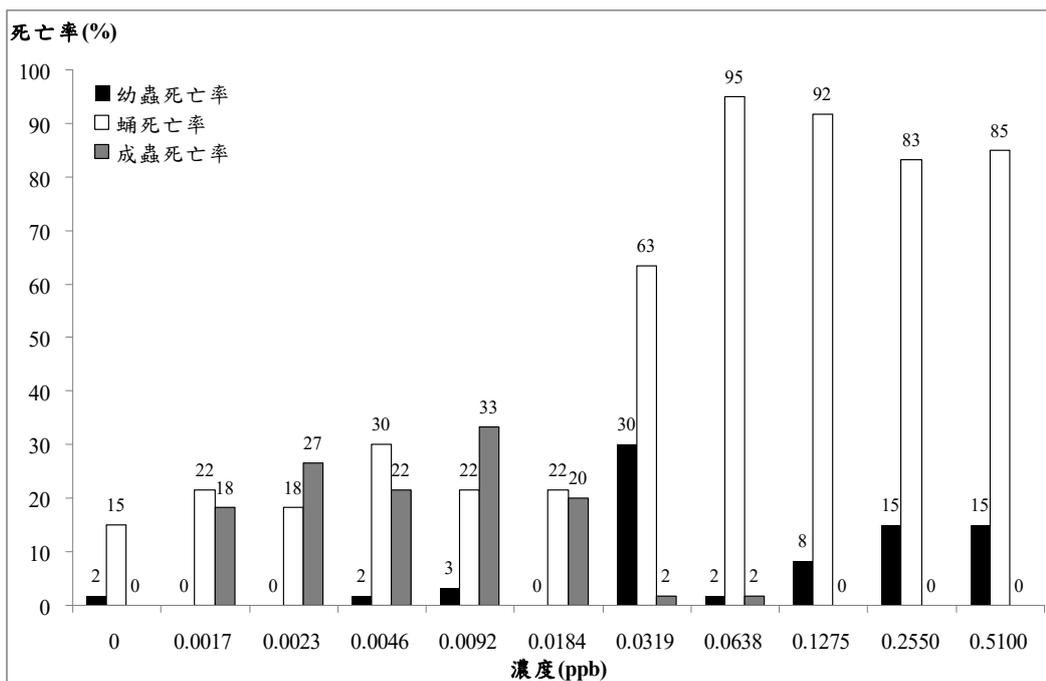


圖 2.2.3. 百利普芬 (10.2%) 乳劑對感性品系埃及斑蚊 (Bora Bora) 之幼蟲死亡率、蛹死亡率及成蟲死亡率

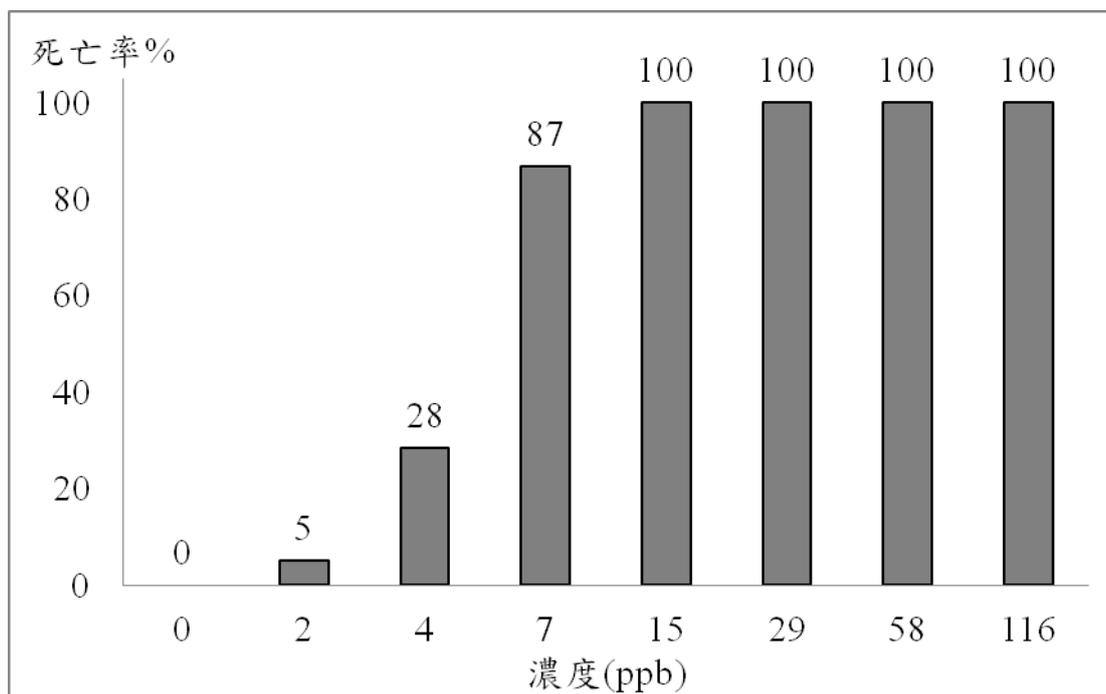


圖 2.2.4. 賜諾殺對埃及斑蚊感受品系 (Bora Bora) 之幼蟲死亡率

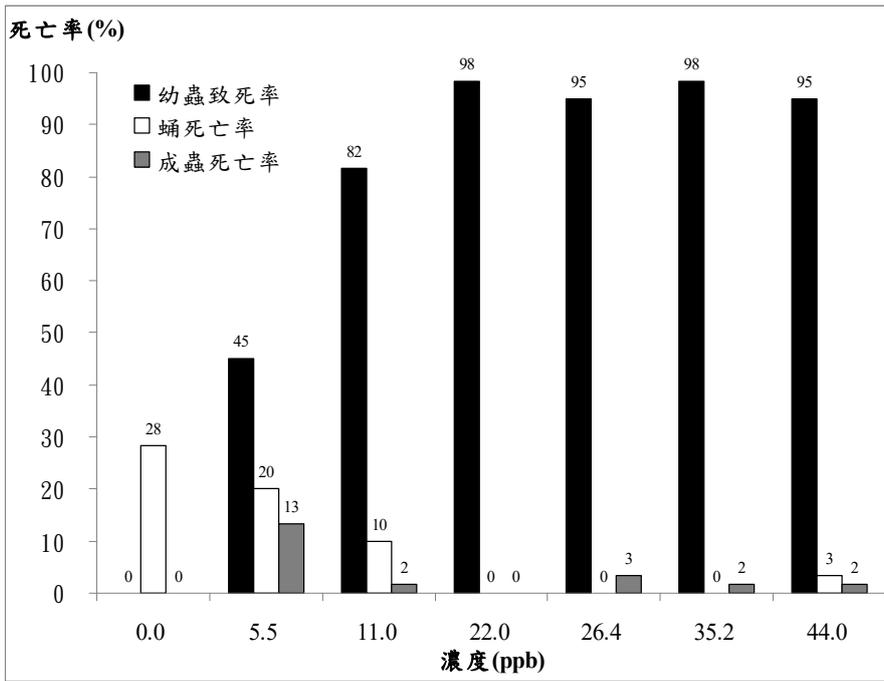


圖 2.2.5. 百利普芬及蘇力菌混合液 (0.001:4) 對感性品系埃及斑蚊 (Bora Bora) 感受性測試結果

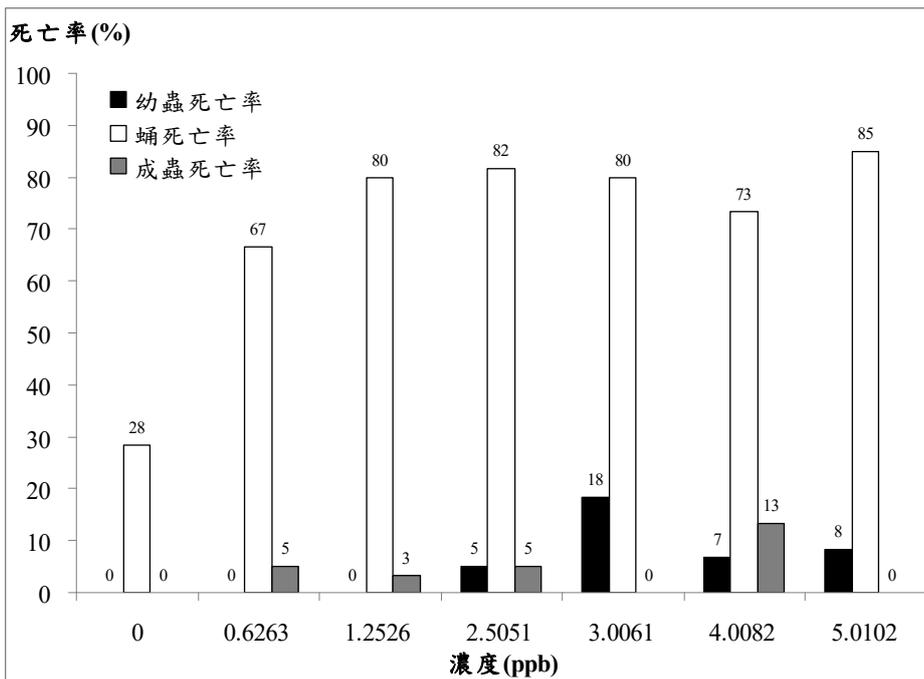


圖 2.2.6. 賜諾殺及百利普芬混合液 (0.01:5) 對感性品系埃及斑蚊 (Bora Bora) 感受性測試結果

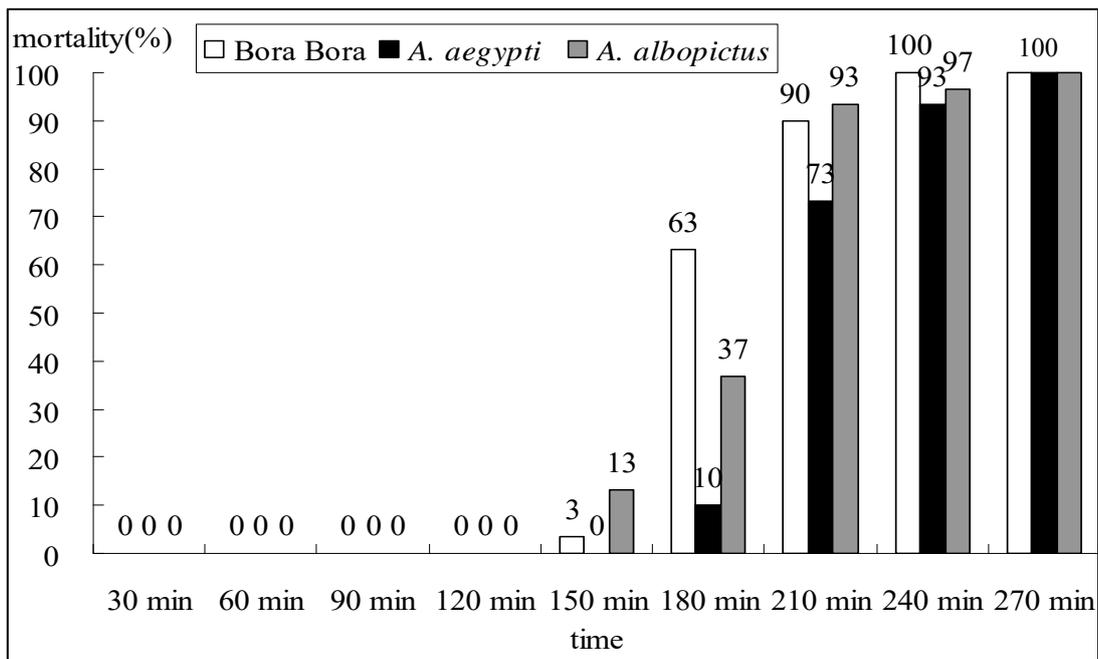


圖 2.2.7. 單分子膜 0.1 ml/m<sup>2</sup> 對登革熱病媒蚊蛹期之感受性試驗

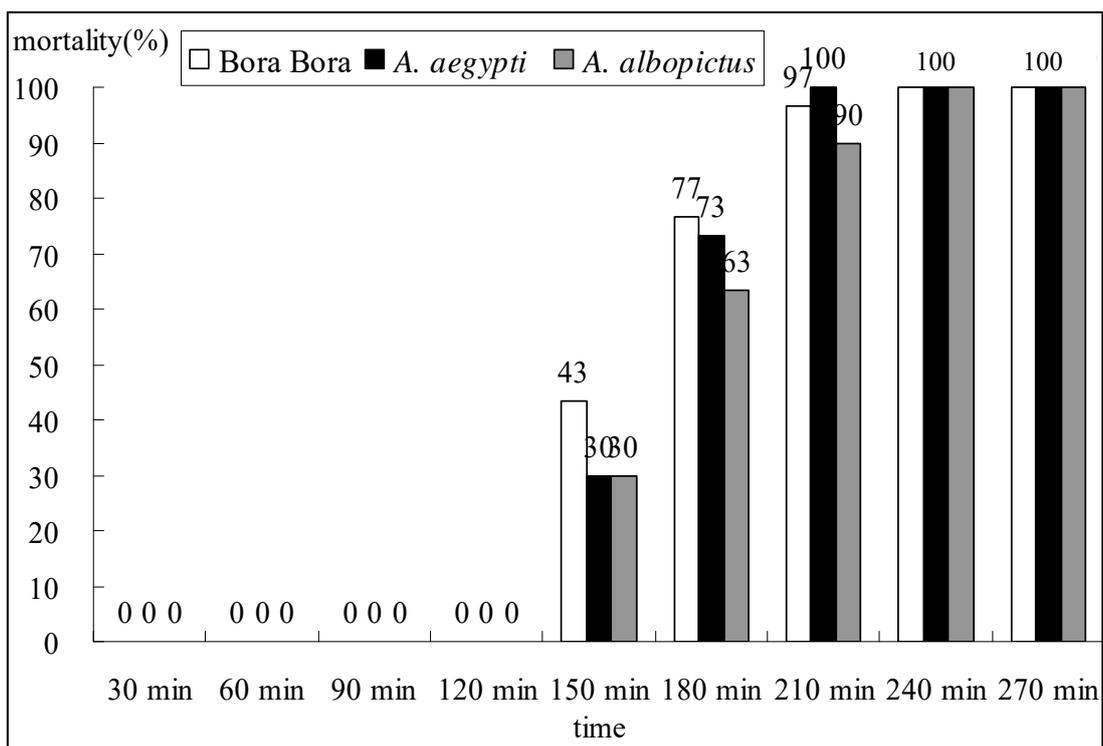


圖 2.2.8. 單分子膜 0.5 ml/m<sup>2</sup> 對登革熱病媒蚊蛹期之感受性試驗

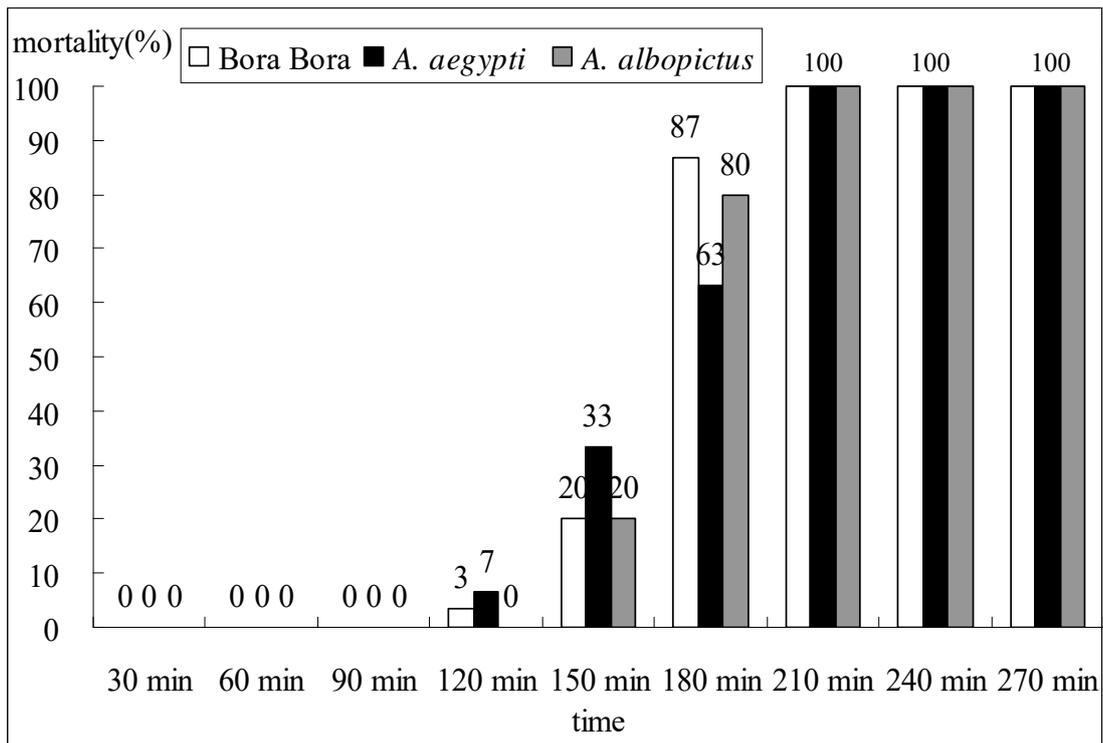


圖 2.2.9. 單分子膜 1 ml/m<sup>2</sup> 對登革熱病媒蚊蛹期之感受性試驗

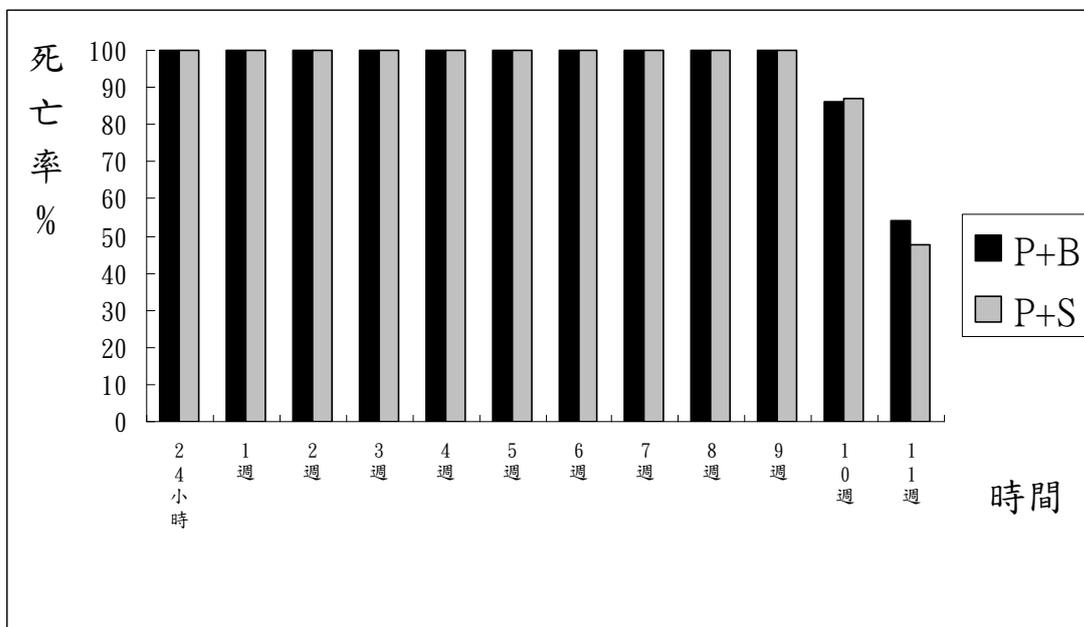


圖 2.2.10. 社區室內積水地下室防治結果(埃及斑蚊)  
(P+B:百利普芬及蘇力菌綜合防治組, P+S:百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

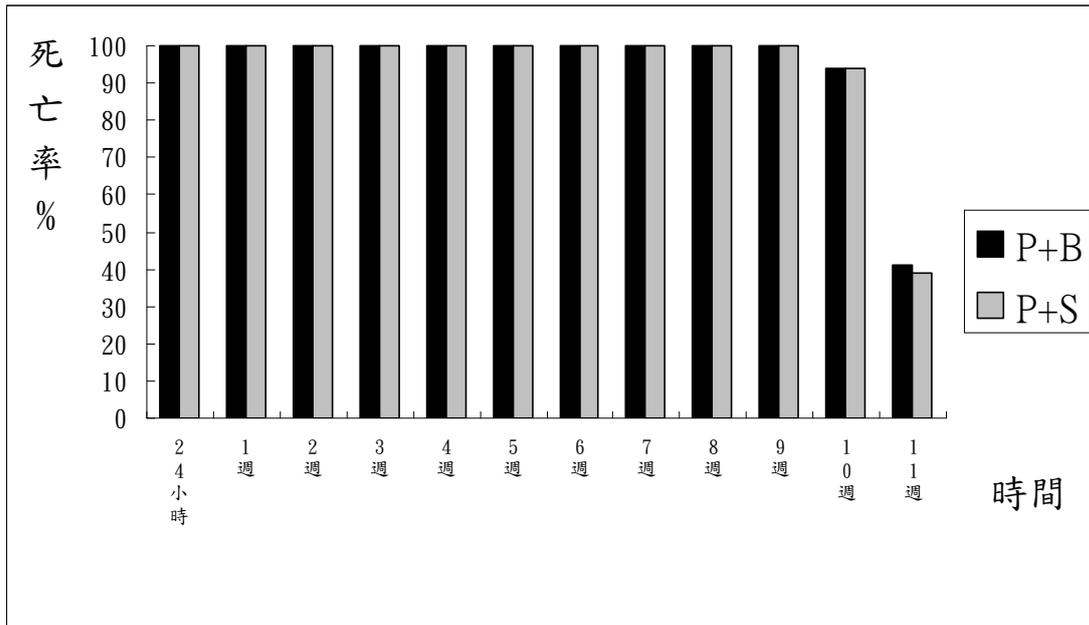


圖 2.2.11. 社區室內積水地下室防治結果(白線斑蚊)  
 (P+B:百利普芬及蘇力菌綜合防治組，P+S:百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

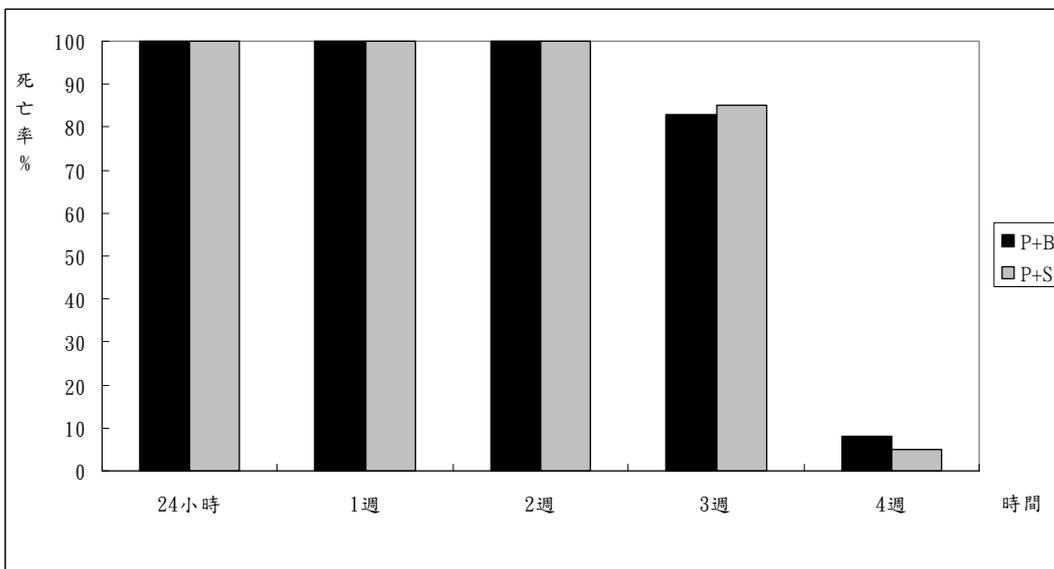


圖 2.2.12. 社區室外水溝集水井防治結果(埃及斑蚊)  
 (P+B:百利普芬及蘇力菌綜合防治組，P+S:百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

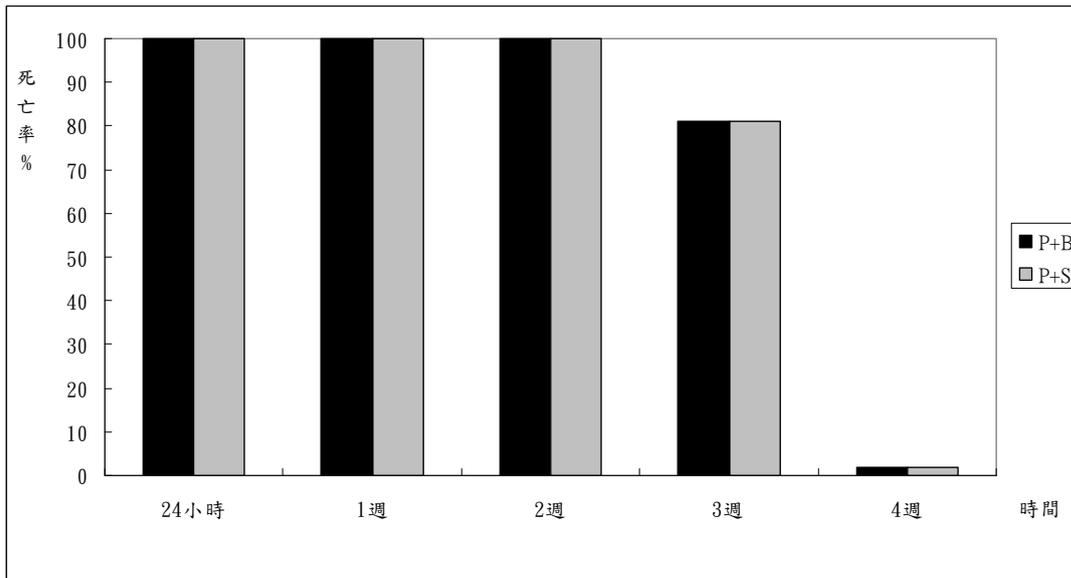


圖 2.2.13. 社區室外水溝集水井防治結果(白線斑蚊)  
(P+B:百利普芬及蘇力菌綜合防治組，P+S:百利普芬及賜諾殺綜合防治組)

## C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

### 3.1、台南與屏東地區矮小瘧蚊棲地監測(吳懷慧)

#### 3.1.1 矮小瘧蚊幼蟲孳生地監測

依據CDC歷年公告台灣地區瘧蚊發生地點與電話詢問，屏東縣車城鄉、獅子鄉、滿州鄉和牡丹鄉衛生所業務負責人定點採樣處，表3.1.1為4~10月於屏東縣恆春半島的矮小瘧蚊監測資料，共調查採樣4鄉鎮20處河流孳生點，以長柄勺取10勺，並記錄蟲數與攜回，打氣飼養至4齡幼蟲或成蟲，4~10月總計採1865隻幼蟲、2隻蛹，在實驗室飼養因環境不適合，大多數幼蟲死亡，羽化成蚊只有25隻雌蚊與43隻雄蚊。

幼蟲採集點多為無遮蔭處，但流速緩慢且於岸邊水生植物交界處，在孳生處採集到的幼蟲都躲避於水綿中。水綿分類地位為雙星藻科 Zygnetaceae；水綿屬 *Spirogyra*，普遍生活在相對清潔的富營養化水體中，在水中呈片或團狀，摸起來手感黏滑。春季，水綿在水下生活，當陽光充足、天氣溫暖時，它們就可以進行光合作用產生大

量氧氣泡，出現在纏結的細絲間，採集處發現的幼蟲可以躲在其中或取食。

2011年雨季延至6月，台灣地理環境造成河流短、水流急促，又屏東地區夏季典型熱帶氣候，午後雷陣雨，又山區大雨後至地形平緩處，水位上升水流急湍沖刷或水道位移，導致瘧蚊孳生源處的棲地流失，環境因子變數大，水質變異大溶養量低且導電度與混濁度增加，更不適合瘧蚊誘蟲生存。6、7月大雨後、7~9月又有颱風外圍環流，採樣時間常因大雨造成水位上升，無法進行水樣調查（圖3.1.1）。

2012年2月於台南地區進行矮小瘧蚊幼蟲採樣，發現靠近山區的水域多因地形關係，無法進入採樣，如水庫與河川整治區段等，而至地勢水流緩慢處又因水利工程之故，加上河面與沿岸高度落差大也無法採樣，2012年5月起超大梅雨季節導致河川水文破壞。因此幼蟲孳生地監測持續調查中，但仍以成蟲捕蚊燈誘引防治與監測方法，對低密度的台灣瘧蚊—尤其是病媒矮小瘧蚊，是不耗人力與方便進行採樣及防治方式，因此建議設立長期監測點作為防治瘧疾病媒蚊。

2012年7~9月在台南與屏東山區水域進行矮小瘧蚊幼蟲孳生地調查，資料列於表3.1.2中，4次採樣，共調查17處山區有水處，台南龍崎4處與屏東滿洲3處水域，每處以水瓢取10次，計算10瓢的幼蟲數，結果平均每瓢採到有3.1~22.0隻幼蟲，攜回鑑定多為河床瘧蚊與斑腳瘧蚊兩種，圖3.1.2為2012年山區採樣溪流地理環境。

表3.1.1 、2011年06~10月屏東縣恆春半島瘧蚊隨機調查採樣點與環境資料

調查日期	調查鄉鎮	調查村里	定位點	幼蟲數	蛹數	成蚊		溪流位置
						♂	♀	
1000422	車城鄉	溫泉村	223433,2444710	9		1		溫泉村的農田閒置處
1000422	車城鄉	福興村	221082,2441481	54		10	1	福興村的四重溪流處
1000428	滿洲鄉	永靖村	230909,2434542	32		13	10	下滿州
1000505	獅子鄉	丹路村	223388,2456766	856		4	2	楓港溪
1000506	滿洲鄉	九棚村	238400,2444070	12				南仁鬱溪(南仁漁港)
1000506	滿洲鄉	九棚村	236267,2445999	38				中港溪
1000506	滿洲鄉	港仔村	237828,2450307	6		1		大流溪(滿洲鄉和牡丹鄉交界處)
1000617	獅子鄉	丹路村	223387,2456804	692	2			楓港溪
1000630	恆春鎮		227661,2428648	1				石牛溪
1000630	恆春鎮		229191,2427977	0				叢林橋
1000701	滿洲鄉		231797,2434300	0				
1000818	滿洲鄉		231348,2438266					
1000818	滿洲鄉		232206,2436865					
1000818	滿洲鄉		230966,2434528					港口溪
1000819	獅子鄉	丹路村	221177,2457366	165		14	12	楓港溪
1001014	恆春鎮		227661,2428648					石牛溪
1001014	車城鄉		221304,2441499					四重溪
1001014	獅子鄉	丹路村	223154,2456600					楓港溪
1001026	恆春鎮		223158,2433245					東門溪
1001026	恆春鎮		232570,2429070					剗牛溪



2011年6月 乾旱季石牛溪

2011年8~9月石牛溪

圖 3.1.1、2011 年恆春半島石牛溪旱雨季環境

表3.1.2、2012年台南與屏東地區矮小瘧蚊幼蟲採樣調查資料

採樣時間	採樣區	定位點	水流/mim	地理環境	平均幼蟲數/瓢
7月6日	楓港溪	224219-2456549	0		0
獅子鄉	楓港溪	221995-2456980	0		0
7月12日					
	土崎	188129-2543213	135	陡樓梯的(山蘇)	3.1
	土崎	187635-2542261	0	小窟池	0
龍崎區	芋園	187491-2541603	6	水池上面有竹竿 的	4.2
	石梯	187383-2541320	-	下不去，高的水泥 橋	3.1
	石梯高分 73	187049-2540500	32	石梯口橋	8.2
新化區	礁坑	184357-2546566	818	水流較急	0
9月19日					
山上鄉	菜寮溪	185537-2555585	-	太高無採水	-
	曾文溪	185913-2557364	0		0
大內鄉	曾文溪	186023-2557538	0		0
	濁水坑	187971-2558710	-	太高無採水	-
	濁水坑支流	188221-2558707	-	太高無採水	-
10月27日					
獅子鄉丹路	楓港溪	223383-2456745	3	捕蚊燈對面溪流	0
滿洲鄉八瑤	港口溪	231423-2443580	5		5.7
	港口溪	232327-2444484	4	有樓梯的溪流	11.1
滿洲鄉九棚	中港溪	237321-2446122	12	有水牛	22.0



圖 3.1.2、台南大內、龍崎及屏東滿洲矮小瘧蚊幼蟲孳生地調查

2013年南部地區矮小瘧蚊幼蟲孳生地採樣調查地點列於表3.1.3中，2012年9月在台南大內鄉沿曾文溪上游採水樣，因地勢差異大無法下水採樣，溪流水也湍急沖刷，共採集5點水樣；2013年3月開始採集高雄山區水樣，因河川短水流急促，多於水流較平緩地點採樣，另2-4月正值枯水期，小支流與平緩水流處呈現乾枯狀態。3-5月在台南、高雄及屏東山區共採13處水樣、共採得31隻瘧蚊幼蟲，鑑定發現0隻矮小瘧蚊。

表 3.1.3、201209-201305 南部地區矮小瘧蚊幼蟲採集地點

日期	縣市	鄉鎮	村里	溪流名稱	定位點
20120919	台南縣	山上鄉	玉峰大橋	菜寮溪	185537-2555585
		大內鄉	二溪大橋	曾文溪	185913,2557364
		大內鄉	二溪大橋	曾文溪	186023,2557538
		大內鄉	濁水坑橋	濁水坑	187971,2558710
		大內鄉	濁水坑橋	濁水坑支流	188221,2558707
20130322	高雄市	杉林區	新開莊	內寮溪	200999,2538164
		杉林區	新莊小份尾	枋寮溪	205708,2544648
20130326	台南市	南化區	西埔村	菜寮溪支流	194012,2548565
			中坑村(糖場附近)	菜寮溪	192551,2549653
			嚴厝(三和橋)	菜寮溪支流	192700,2550602
			北平(半屏橋)	菜寮溪支流	193126,2551306
20130410	屏東縣	獅子鄉	丹路村	楓港溪	223387,2456786
		滿洲鄉		港口溪	231283,2434520
20130423	台南市	南化區	玉南 3 號橋	菜寮溪支流	193645 ,2551530
			玉南 2 號橋	菜寮溪支流	193833,251561
			山尾橋	菜寮溪支流	193854,2551707
		東山區	大埔橋	茄苳溪	192260,2573638
20130514	屏東縣	獅子鄉	丹路村	楓港溪	221113,2457246

### 3.1.2 矮小瘧蚊成蟲發生密度與監測

因瘧蚊偏好牛血，因此詢問養牛的畜戶，但恆春半島牛隻為野放飼養，尋找3處牛畜主於放養處定點監測，同時協商恆春畜試所之畜舍飼養作為對照。並於5月於墾丁大街旁畜試所進行1次定點採樣，黃昏4:00~6:00掛燈，隔日早上6:00收及回，並利用補蟲燈紗網下方置75%酒精瓶(請見下方照片)，收集成蚊保存進行鑑定。



恆春畜試所牛舍補蚊燈



樣品罐

2012 年度的監測點，加入台南、高雄區養牛場，與屏東地區利用捕蚊燈 11 處狀況，以 GPS 定位繪於圖 3.1.1 中。

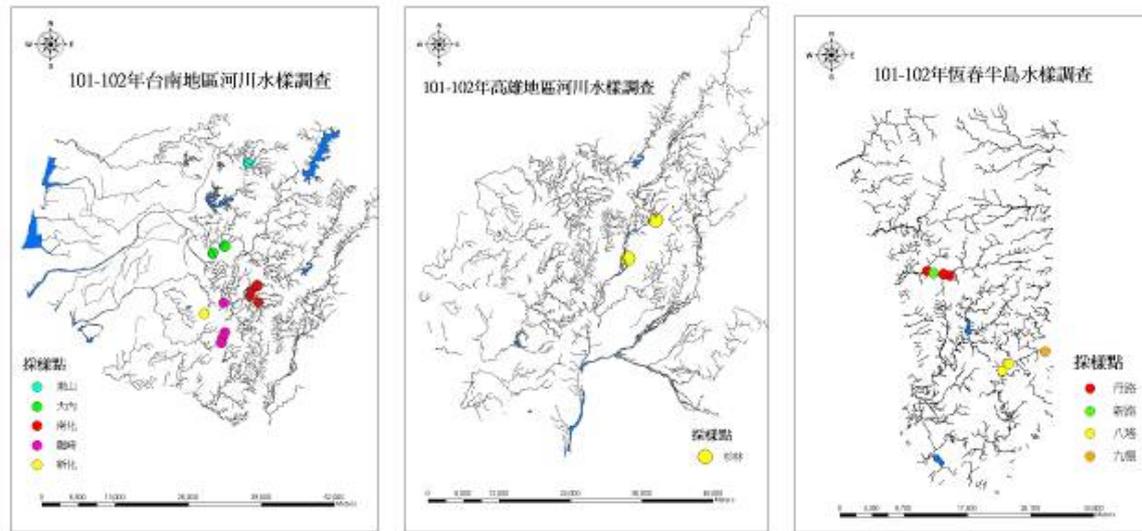


圖 3.1.3、2012-2013 年南部地區矮小瘧蚊採樣點

### 屏東恆春半島監測

2011年6~10月在屏東地區4個定點，每週利用捕蚊蟲燈調查成蚊，屏東縣恆春半島監測蚊類數量與種類列於表3.1.4中，每月資料顯示以家蚊屬數量最多；而滿州的瘧蚊屬數量捕獲最多，數量為13-233隻；楓港地區的瘧蚊數量有6~188隻；不是家蚊與瘧蚊者列入其它蚊類數量，有待鑑定。

2011年5月起於恆春地區進行定點監測，於滿洲、楓港及恆春大光(附近牛隻放牧飼養)，2012年6月加入獅子鄉丹路計4處進行捕蚊燈監測，並以恆春畜試所(畜舍飼育樣)做為採樣對照，由表3.1.4中數據顯示，4監測點所捕捉數量，恆春大光採樣點於3月時結束取樣，6月時選取獅子鄉丹路繼續以補蚊燈監測，由調查數據顯示，以滿洲山區數量2011年時有1825~3325隻；2012年有6656~1904隻。2012年8月楓港地區蚊總數有10869為最多，瘧蚊數量於2012年8月時滿洲的1002隻高於其他區採樣點，6月時滿洲的瘧蚊數量有845隻次之、8月時楓港有402隻為第三多(表3.1.4)；而對照區恆春畜試所位於市區其誘引效果

差，2012年有0~6隻瘧蚊。

2013年度瘧蚊成蟲監測工作，滿洲山區的蚊類總數比楓港、丹路及對照區恆春畜試所的多，數量有10-3057隻；在滿州捕蚊燈監測點位於山凹區內且附近為農業區，每月調查結果，家蚊數量比瘧蚊多；楓港採樣點雖位於楓港往台東道路旁，但附近有水稻田區，家蚊數量多於其他蚊種；而丹路位於山區人煙稀少，所補得瘧蚊總數量(1354隻)比家蚊(97隻)高。恆春畜試所位在墾丁大街旁，人口密集家蚊數量多於其他種類。2012年捕蚊燈監測以6-11月蚊類數量最多，滿州6-9月(4085-6657)為發生高峰期(表3.1.4)；楓港7-8月蚊總數量(12874-3463隻)多於其他月份；丹路則以10月有442隻發生數量多於其他月份的。資料顯示2013年調查蚊類的發生數量高峰期於5-7月間；恆春半島蚊瘧蚊發生期多在5-8月時，滿洲地區的瘧蚊主要發生期為5-7月，另2-3月為次發生期；楓港區的瘧蚊在5-8月為高發生期；丹路則以5-6月時數量最多(76-117隻)。

表3.1.5為2011-2013年每月瘧蚊詳細種類與數量，捕蚊燈所捕捉以雌蚊數量最多，雄蚊數量非常少。而滿州與楓港監測有矮小瘧蚊，且滿州數量最多。另中華瘧蚊數量比矮小瘧蚊多且普遍存在調查監測區中，另對照區畜試所的資料中顯示，有河床瘧蚊，無中華瘧蚊與矮小瘧蚊。2011年6~12月監測總計捕捉有矮小瘧蚊24隻、多斑瘧蚊50隻、斑腳瘧蚊124隻、河床瘧蚊544隻及中華瘧蚊26隻；2012年1~9月滿洲區監測的矮小瘧蚊有136隻、多斑瘧蚊428隻、斑腳瘧蚊1251隻、河床瘧蚊769隻及中華瘧蚊255隻，比上年度調查數量多3.7倍。

恆春監測點以2012年6月中華瘧蚊數量69最高，逐月數量下降；滿州的中華瘧蚊數量逐月增加中，8與9月數量分別有216與225隻。滿州矮小瘧蚊數量每月比中華瘧蚊少且有相同下降趨勢，6、8與9月分別有25、11與11隻。另7~9月滿州的斑腳瘧蚊與河床瘧蚊是調查發生高峰

期。河床瘧蚊數量在楓港的10月最高。

2013年監測恆春半島的瘧蚊，結果以滿州與楓港監測點的種類與數量最具多樣性，有5種瘧蚊；丹路有4種瘧蚊次之。滿州於監測期間時的矮小瘧蚊除1月時為0外，每月數量為11-96隻、河床瘧蚊數量最多有11-544隻/月、斑腳瘧蚊每月數量為1-172隻不等及中華瘧蚊有1-153隻；楓港調查資料河床瘧蚊數量對多有7-344隻、次之為中華瘧蚊有1-122隻。對照區恆春畜試所內的瘧蚊數量相對少。2012年7月開始在獅子鄉丹路進行監測，在2012年10月2013年9月間丹路調查點資料顯示有4種瘧蚊(表3.1.5)，而矮小瘧蚊終年都有發生數量有1-117隻，且5-6月為發生高峰期，調查數量最多為河床瘧蚊有2-388隻，斑腳瘧蚊有3-152隻次之，中華瘧蚊發生數量最低。

2013年的恆春半島監測顯示在滿州、楓港與丹路監測點有矮小瘧蚊發生，由2011-2013的調查資料發現且數量逐年穩定成長中。

表 3.1.4、201102-201309 屏東恆春半島瘧蚊捕蚊燈監測調查資料

		滿州					楓港					恆春畜試所					恆春 大光				
		瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數
2011	Jun	233	3245	0	0	3478										69	272	0	3	344	
	Jul	153	2979	0	11	3143	34	6744	0	76	6854	0	16	0	0	16	47	260	0	2	309
	Aug	325	1911	0	28	2264	155	575	0	3	733	5	153	0	15	173	26	359	0	23	408
	Sep	448	2463	0	35	2946	0	0	0	0	0	0	166	0	31	197	5	508	0	661	1174
	Oct	49	775	0	27	851	188	1942	0	154	2284	1	71	0	4	76	2	30	0	7	39
	Nov	23	14	0	0	37	12	23	0	9	44	0	11	0	0	11	0	23	0	0	23
	Dec	13	65	0	0	78	6	7	0	22	35	9	33	0	0	42	1	30	0	7	38
2012	Jan	60	107	0	0	167	8	32	0	154	194	1	71	0	0	72	0	39	0	20	59
	Feb	2	0	0	0	2	8	9	0	16	33	0	61	0	0	61	2	5	0	5	12
	Mar	19	68	0	0	87	27	316	0	496	839	2	303	6	46	357					
	Apr	124	329	0	52	505	8	154	0	116	278	4	164	1	58	227					
	May	50	408	0	12	470	33	291	0	10	334	6	245	0	81	332					
	Jun	854	4517	1285	1	6657	52	1097	65	34	1248	2	161	30	68	261					
	Jul	353	2717	1013	2	4085	466	12155	234	18	12873	1	95	17	18	131	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數
	Aug	1002	3322	1057	7	5388	157	2747	557	2	3463	5	279	18	0	302	80	8	5	0	93
	Sep	375	4206	92	1	4674	36	78	153	0	267	1	147	20	0	168	37	6	10	0	53
	Oct	329	946	0	0	1275	375	91	9	0	475	1	34	0	0	35	98	2	2	0	102
	Nov	569	465	0	0	1034	214	50	9	0	273	1	75	0	0	76	433	9	0	0	442
	Dec	114	135	0	0	249	0	0	0	0	0	2	35	0	0	37	132	4	0	0	136
2013	Jan	2	8	0	0	10	1	42	0	0	43	1	58	1	0	60	41	3	1	0	45
	Feb	188	773	25	0	986	1	19	0	0	20	1	79	0	0	80	54	21	0	0	75
	Mar	155	798	1	0	954	6	68	0	0	74	1	131	3	0	135	58	5	2	0	65
	Apr	93	508	0	0	601	49	160	0	0	209	0	122	0	0	122	13	2	0	0	15
	May	461	3446	134	0	4041	135	1079	81	0	1295	1	174	0	0	175	347	22	2	0	371
	Jun	467	2392	198	0	3057	196	1060	0	0	1256	4	665	11	0	680	150	17	2	0	169
	Jul	273	2140	0	0	2413	121	511	710	0	1342	0	100	5	0	105	0	0	0	0	0
	Aug	124	1626	0	0	1750	177	759	0	0	936	1	151	0	0	152	11	1	0	0	12
	Sep	96	999	0	0	1095	44	464	0	0	508	2	67	0	0	69	7	7	0	0	14

表 3.1.5、201102-201309 屏東恆春半島瘧蚊種類與數量

		滿州					楓港					恆春畜試所					恆春-大光				
		微小	多斑	斑腳	河床	中華	微小	多斑	斑腳	河床	中華	微小	多斑	斑腳	河床	中華	微小	多斑	斑腳	河床	中華
		瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊	瘧蚊
2011	Jun	25	0	79	72	56											0	0	0	0	69
	Jul	0	0	93	52	8	5	0	2	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	Aug	11	0	132	155	27	0	0	0	105	50	0	0	0	5	0	0	0	0	0	25
	Sep	12	0	54	376	6	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	5
	Oct	1	0	21	23	2	1	0	16	148	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	Nov	0	0	0	23	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dec	0	0	2	9	0	0	0	0	6	0	0	0	4	5	0	0	0	1	0	0
2012	Jan	14	0	6	40	0	1	0	3	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Feb	1	0	0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Mar	4	0	3	12	0	0	0	1	7	8	0	0	2	0	0					
	Apr	11	0	19	83	11	3	0	0	0	5	0	0	4	0	0					
	May	3	0	16	19	12	1	0	0	0	21	0	0	0	4	2					
	Jun	42	44	387	244	137	17	0	5	4	26	0	0	0	1	1	丹路				
	Jul	33	53	125	89	53	5	0	281	36	144	0	0	0	0	1	微小	多斑	斑腳	河床	中華
	Aug	10	309	601	43	39	6	0	31	14	106	0	0	3	1	1	43	0	35	2	0
	Sep	18	22	94	238	3	0	0	10	10	16	0	0	0	1	0	1	0	8	26	2
	Oct	7	0	14	308	0	0	0	10	344	21	0	0	1	0	0	7	0	88	338	0
	Nov	7	0	17	544	1	0	0	6	190	18	0	0	1	0	0	7	0	44	81	0
	Dec	2	0	8	104	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	0	23	68	1
2013	Jan	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	16	0	17	7	1
	Feb	44	0	84	37	23	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	18	12	14
	Mar	19	0	48	69	19	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	9	0	41	8	0
	Apr	37	0	7	36	13	0	0	3	0	46	0	0	0	0	0	5	0	6	2	0
	May	67	3	140	98	153	0	0	6	7	122	0	0	0	0	1	117	0	152	52	26
	Jun	96	9	172	114	76	11	1	48	16	120	0	0	0	3	1	76	0	55	12	7
	Jul	51	5	72	123	22	1	15	8	58	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aug	21	44	32	10	17	0	13	20	134	10	0	0	0	1	0	2	0	7	2	0
	Sep	11	31	36	11	7	0	2	5	28	9	0	1	1	0	0	4	0	3	0	0

## 高屏地區監測

自2012年2月起養牛場利用捕蚊燈監測工作，在人口密集處進行瘧蚊監測作為對照，2012年10月至2013年10月的監測調查資料整理於表3.1.6中，就表中之各調查點蚊種類以家蚊總數量最多，高屏監測區為平地，高雄大社於高速公路國10下交流道附近，而屏東萬丹附近有水稻田為農作區，屏東鹽埔牛舍鄰近台糖農作區附近有農業灌溉溝與農家，所以家蚊數多於其他區。2013年3月再加入高雄內門山區的監測(表3.1.6)，其家蚊量也多。但各區瘧蚊數少且全年僅有114-154隻。

2013年度每月監測高屏地區養牛戶的瘧蚊種類與數量列於表3.1.7中，平地區畜牧場的高雄大社、高雄大社與屏東鹽埔鄉監測點的中華瘧蚊數量最多。相對於山區高雄內門區調查點有4種瘧蚊，具有多樣性，表3.1.7中的資料顯示，矮小瘧蚊在6-8月發生數量最多有12-23隻，而採樣地點水流緩速與水質清徹且有豬舍，持續監測中。

表 3.1.6、201202-201310 高屏區之捕蚊燈監測調查資料

	高雄 大社					屏東 萬丹					屏東 鹽埔				
	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數
2012 Feb	3	147	0	6	156	136	734	0	50	920					
Mar	37	950	0	98	1085	709	1485	0	5	2199	92	16	0	0	108
Apr	44	129	1	15	189	636	1170	0	0	1806	105	84	0	430	619
May	52	0	0	0	52	229	0	0	0	229	32	277	0	0	309
Jun	2	0	0	0	2	17	0	0	0	17	16	0	0	0	16
Jul	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	17	0	0	0	17
Aug	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13	103	0	0	0	103
Sep	0	0	119	0	119	22	0	0	0	22	29	0	0	0	29
Oct	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0						1	0	0	0	1
Dec	0	0	0	0	0						1	0	0	0	1
2013 Jan	0	13	0	0	13	高雄 內門					0	15	0	0	15
Feb	4	72	0	0	76	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	5	52	0	0	57
Mar	16	175	0	0	191	11	107	6	0	124	57	122	0	0	179
Apr	52	328	0	0	380	19	106	4	0	129	20	223	0	0	243
May	24	286	0	0	310	8	26	3	0	37	21	397	0	0	418
Jun	2	377	0	0	379	27	770	0	0	797	34	1385	0	0	1419
Jul	4	37	0	0	41	37	277	15	0	329	6	102	0	0	108
Aug	10	239	0	0	249	28	107	10	0	145	3	69	0	0	72
Sep	2	107	0	0	109	6	20	0	0	26	2	119	0	0	121
Oct	0	11	0	0	11						4	56	0	0	60

表 3.1.7、201202-201310 高屏瘧蚊種類與數量

		高雄 大社					屏東 萬丹					屏東 塩埔				
		微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊
2012	Feb	0	0	0	0	3	0	0	0	0	136					
	Mar	0	0	0	0	37	0	0	0	0	709	0	0	0	0	92
	Apr	0	0	0	0	44	0	0	0	0	636	0	0	0	0	105
	May	0	0	0	0	52	0	0	0	0	227	0	0	0	0	32
	Jun	0	1	0	0	1	0	0	0	0	17	0	0	5	3	8
	Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	16
	Aug	0	0	0	0	0	0	11	0	0	2	0	65	0	0	38
	Sep	0	0	0	0	0	0	18	0	0	4	0	26	0	0	3
	Oct	0	0	0	0	0						0	0	0	0	0
	Nov	0	0	0	0	0						0	0	0	0	1
	Dec	0	0	0	0	0						0	0	0	0	1
201	Jan	0	0	0	0	0	高雄 內門					0	0	0	0	0
	Feb	0	0	0	0	4	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	0	0	0	0	5
	Mar	0	0	0	0	16	5	0	3	0	3	0	0	0	0	57
	Apr	0	0	0	0	52	4	0	2	0	13	0	0	0	0	20
	May	0	0	0	0	24	0	0	0	0	8	0	0	0	0	21
	Jun	0	0	0	0	2	12	2	2	0	11	0	0	0	0	34
	Jul	0	4	0	0	0	23	7	2	0	5	0	0	0	0	6
	Aug	0	4	0	0	6	17	5	6	0	0	0	0	0	0	3
	Sep	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2
	Oct	0	0	0	0	0						0	1	0	0	3

## 台南地區監測

台南區矮小瘧蚊監測資料列於表 3.1.8 中，2012 年 10 月到 2013 年 10 月間，蚊總量與家蚊數數以柳營酪農業區最多，3-8 月之家蚊數有 7641-23371 隻；新化畜試所的家蚊數量次之，4-7 月時有 1004-8246 隻。而柳營監測點為酪農區周邊為水稻田，也有小河支流在 3-5 月笛調查資料有 193-323 隻瘧蚊。南化監測點在山凹處，3-6 月其瘧蚊數量有 10-113 隻(表 3.1.8)。2012 年度監測台南龍崎區的矮小瘧蚊數量也多高於台南地區其他調查點，中 3 月~8 月間都有矮小瘧蚊發生，3 月時有 73 隻矮小瘧蚊發生，4 月的數量為 37 隻。龍崎位處山邊有深澗，無法下水採樣，也飼養 100 多頭牛，2012 年 10 月後因監測點之住戶，每週收回掛捕蚊燈的酒精桶，回收的樣本發酵被破壞無法處理，另住戶配合度不好以撤調查點。而對照組新化畜試所的資料顯示，4-8 月時數量有 35-551 隻瘧蚊與 510-8246 隻家蚊。

201202-201310 間台南南化、新化及柳營監測區的瘧蚊種類與發生數量資料列於表 3.1.9 中，每處調查點未發現矮小瘧蚊，其他瘧蚊種類有 4 種，新化畜試所監測的中華瘧蚊數有 1-474 隻；柳營區的中華瘧蚊數量在今年監測有 1-293 隻，每月其內多斑瘧蚊數量有 1-33 隻多斑瘧蚊；新化區的多斑瘧蚊數量也有 1-267 隻；而矮小瘧蚊僅在龍崎山區穩定發生數量也多於其他監測區，2012 年 3-8 月間有 129 隻。而新化僅有 1 隻矮小瘧蚊為偶然發生。

將 2012-2013 年調查點有矮小瘧蚊地點，以 GPS 定位點繪於圖 3.1.4 中。

表 3.1.8、201202-201310 台南區捕蚊燈監測調查資料

		南化					新化					柳營					龍崎				
		瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數	瘧蚊	家蚊	斑蚊	其他	蚊總數
101	Feb											15	90	0	0	105					
	Mar	23	275	1	6	305						137	1098	0	61	1296	120	168	0	211	499
	Apr	45	318	0	2	365	1	828	0	2	831	357	3698	0	0	4055	54	229	0	174	457
	May	68	360	8	15	451	955	7132	293	18	8398	1044	0	0	0	1044	45	182	16	82	325
	Jun	35	1347	1	8	1391	147	4205	2	51	4405	548	0	0	0	548	39	322	6	179	546
	Jul	2	895	2	8	907	31	3177	3	0	3211	113	0	0	0	113	6	198	9551	0	9755
	Aug	0	53	21	0	74	64	1889	11	423	2387	373	0	0	0	373	19	50	13	0	82
	Sep	1	14	9	0	24	4	205	2	0	211	113	0	0	0	113	0	0	0	0	0
	Oct	4	23	1	0	28	1	20	0	0	21	33	0	0	0	33					
	Nov	10	47	0	0	57	5	65	0	0	70	219	0	0	0	219					
	Dec	1	23	0	0	24	9	38	0	0	47	47	0	0	0	47					
102	Jan	3	38	31	0	72	8	113	15	0	136	1	15	0	0	16					
	Feb	6	124	9	0	139	21	319	19	0	359	8	1206	0	0	1214					
	Mar	113	857	2	0	972	71	636	1	0	708	193	8636	0	0	8829					
	Apr	61	569	0	0	630	551	1004	2	0	1557	243	4397	0	0	4640					
	May	19	258	0	0	277	741	8060	1	0	8802	323	11836	0	0	12159					
	Jun	10	889	0	0	899	137	8248	1	0	8386	78	23293	0	0	23371					
	Jul	2	114	0	0	116	35	2233	0	0	2268	24	7617	0	0	7641					
	Aug	3	39	0	0	42	177	510	0	0	687	21	10106	0	0	10127					
	Sep	1	26	0	0	27	3	199	4	0	206	16	1965	0	0	1981					
	Oct											23	216	0	0	239					

表 3.1.9、201202-201310 台南區瘧蚊種類與數量

		南化					新化					柳營					台南-龍崎(於 101.3/5 開始監測)				
		微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊	微小瘧蚊	多斑瘧蚊	斑腳瘧蚊	河床瘧蚊	中華瘧蚊
2012	Feb											0	0	0	0	15					
	Mar	0	0	1	0	22						0	4	0	0	133	73	0	0	2	3
	Apr	0	0	0	0	45	0	1	0	0	0	0	0	1	0	356	37	0	0	0	17
	May	0	0	1	0	67	0	179	0	0	776	0	1	0	0	1043	4	1	0	0	40
	Jun	0	9	1	0	25	0	70	0	0	77	0	56	0	0	492	8	7	0	0	24
	Jul	0	0	1	1	0	1	17	3	0	10	0	18	3	0	92	4	0	1	0	1
	Aug	0	0	0	0	0	0	43	7	0	14	0	180	0	0	193	3	8	0	4	4
	Sep	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	43	0	0	70		0	0	0	0
	Oct	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	12	19					
	Nov	0	0	0	0	10	0	0	0	0	5	0	6	0	0	213					
	Dec	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	47					
2013	Jan	0	0	1	0	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1					
	Feb	0	0	0	0	6	0	1	0	0	20	0	0	0	0	8					
	Mar	0	2	0	0	111	0	15	0	0	56	0	0	0	0	193					
	Apr	0	3	0	0	58	0	97	0	0	454	0	1	0	0	242					
	May	0	2	0	0	17	0	267	0	0	474	0	30	0	0	293					
	Jun	0	0	0	0	10	0	73	0	0	64	0	33	0	0	45					
	Jul	0	1	0	0	1	0	29	0	0	6	0	15	0	0	9					
	Aug	0	1	0	0	2	0	21	0	0	156	0	7	0	0	14					
	Sep	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	5	0	0	11					
	Oct											0	5	0	0	18					

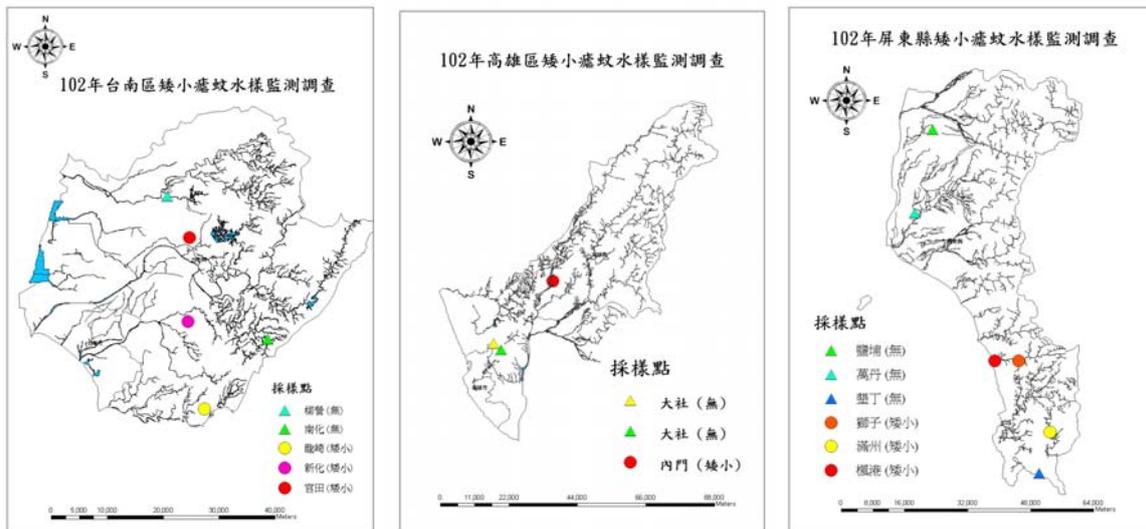


圖 3.1.4、2011-2013 南部地區矮小瘧蚊分布地區

### 3.1.3 屏東地區監測瘧蚊成蟲發生消長

矮小瘧蚊發生於山區多於平地與人口集中地區，且以河川灣流平緩且水質清澈無污染處，將 2011 年 6 月至 2013 年 10 月的有矮小瘧蚊分布的楓港、滿洲與丹路，每月發生的矮小瘧蚊數量資料繪於圖 3.1.5 中。另將瘧蚊每月發生數量與溫度、溼度與雨量進行分析，溫度與濕度與數量間無相關性存在，但與雨量有相關，大雨後影響當月與下月的發生數量。

就監測期間共 28 個月的資料顯示，楓港矮小瘧蚊有 8 個月的監測發生資料，因 2011 年度 8-9 月時大雨沖刷破壞棲地的緣故，2012 年 9 月後就沒有發現，且 2012 年常有颱風造成河道沖刷影響棲地，但在 2013 年 6、7 月時各有 11 與 1 隻矮小瘧蚊發生。而在滿洲山區是每月常態性發生，共有 24 個月有發生，且數量以 2013 年 2 月有 44 隻；4-7 月為發生高峰期有 37-96 隻矮小瘧蚊最多。2012 年 7 月

起在丹路監測的資料中顯示每月可捕獲矮小瘧蚊(圖 3.1.5)，就圖中顯示 2012 年滿州區的矮小瘧蚊在 6-9 月發生數量高峰，2013 年則發生於 5-8 月間，但 2、4-8 月數量多於 20 隻以上，6 月時蟲數有 96 隻最高；丹路區的發生高峰也相似，2012 年 7 月 43 隻矮小瘧蚊，另在 201212- 201302 月間數量分別有 16、16 及 10 隻；2013 年發生高峰在 5-6 月時，數量個有 117 與 76 隻，就丹路採樣點每月持續發生中，仍需繼續監測。

乾旱時數量比雨季多，可能是大雨破壞幼蟲棲地，影響發育成長。相對於山區的種類、數量及對生長環境的苛求，矮小瘧蚊生存於水質良好區域。

台灣平地常見的中華瘧蚊在恆春半島監測資料顯示，有農業區就有中華瘧蚊發生，獅子鄉丹路監測點為山區河流地其調查期間僅有少數發生；圖 3.1.6 顯示，2012 年滿州與楓港的中華瘧蚊發生高峰期為 6-8 月；但 2013 年兩區的中華瘧蚊發生期提早一個月，數量高峰在 5-7 月時。(雨量為影響矮小瘧蚊發生的因子)。

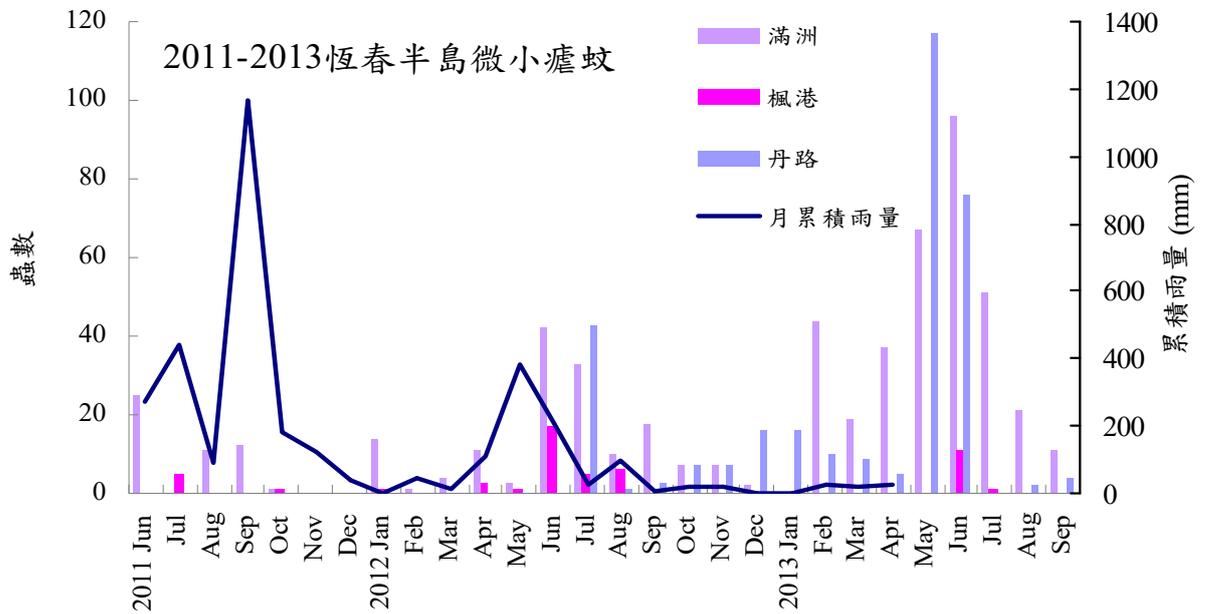


圖 3.1.5、201102-201310 恆春半島矮小瘧蚊發生分布

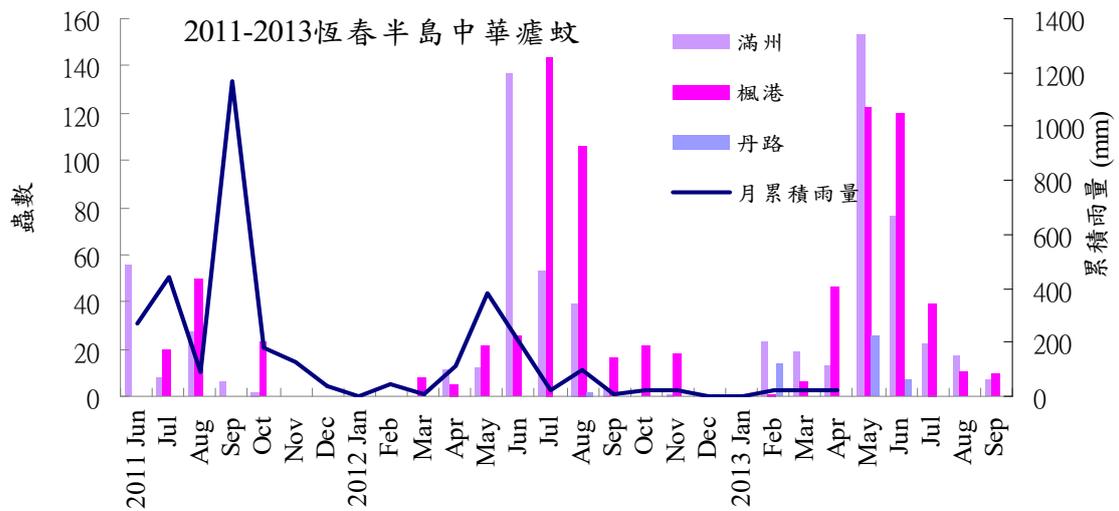


圖 3.1.6、201202-201310 恆春半島中華瘧蚊發生分布

### 3.2、台灣花東地區矮小瘧蚊消長因子和防治策略研究(林鶯熹)

花蓮地區矮小瘧蚊調查分為幼蟲孳生地及成蟲發生密度調查。本研究依花蓮溪和秀姑巒溪兩大主要河川流域為調查重點。

#### 3.2.1成蟲：

目前於實驗室已鑑定的結果中，於本年度(2013年)1月至今懸掛誘蚊已鑑定4,862隻瘧蚊成蟲，其中矮小瘧蚊2,146隻(*An. minimus*)、2,026隻中華瘧蚊(*An. sinensis*)、446隻河床瘧蚊(*An. ludlowae*)、84隻斑腳瘧蚊(*An. maculates*)、155隻多斑瘧蚊(*An. tessellates*)，以及5隻瘧蚊因鱗片等特徵脫落而缺如，難以判定為何種瘧蚊(圖3.2.2)。

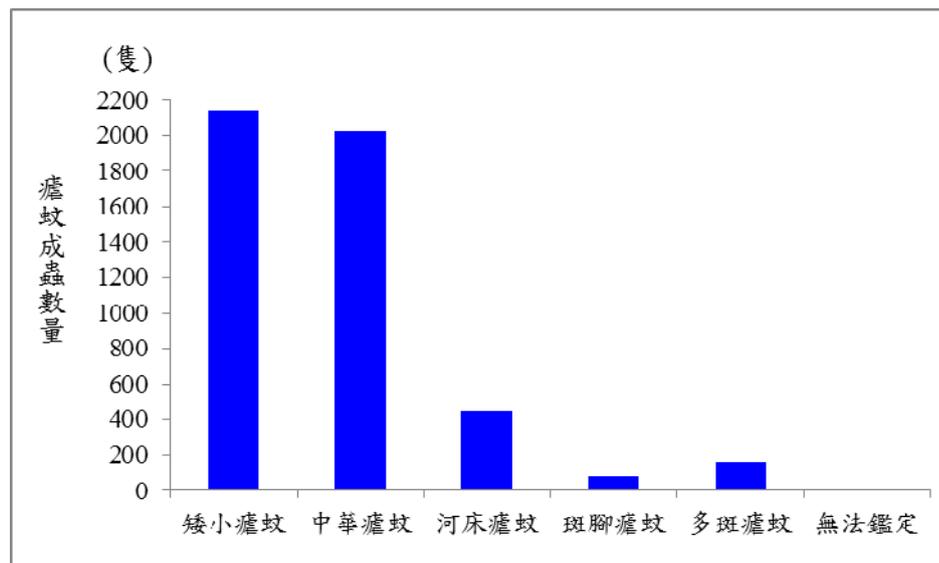


圖 3.2.2 2013 年 1 月至今於花蓮地區已鑑定的瘧蚊成蟲

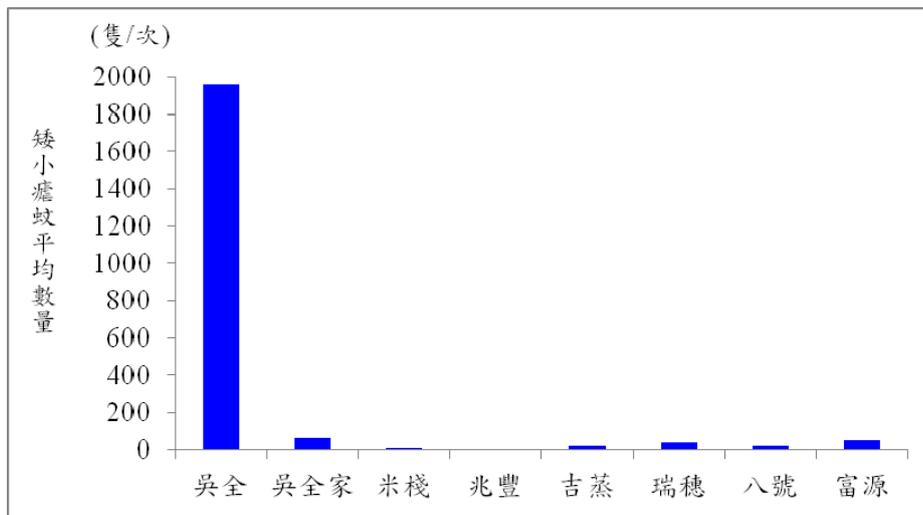
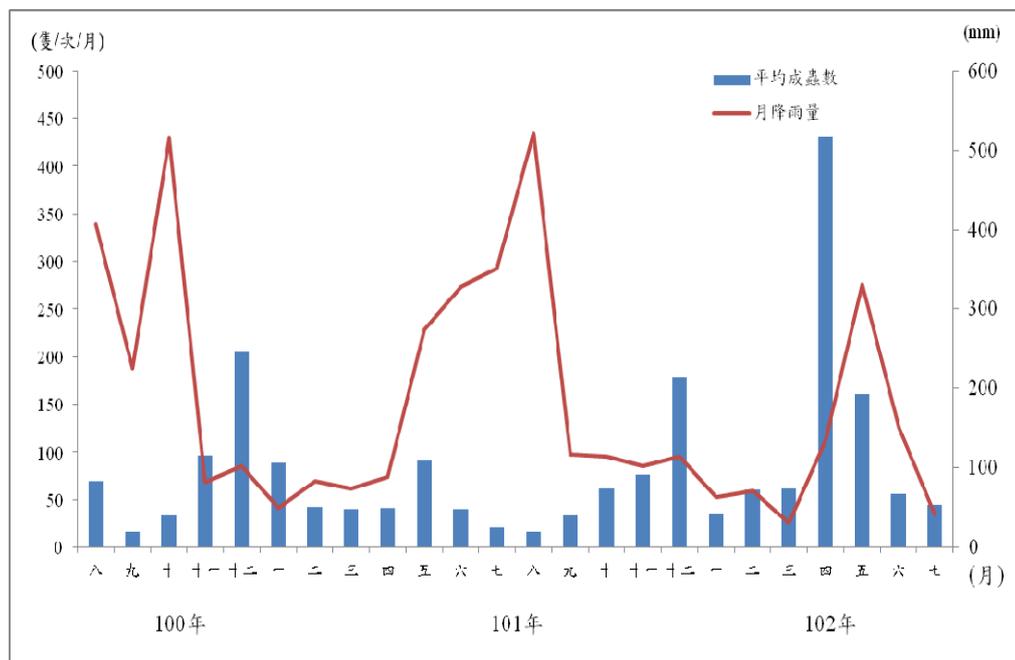


圖 3.2.3 2013 年 1 月至今花蓮地區誘蚊燈採集矮小瘧蚊平均成蟲數

8個成蟲調查點於1月至今已鑑定出的2,146隻矮小瘧蚊中，仍然以吳全所採到的數量最多，為1,962隻(平均109隻/次)，佔所有調查點矮小瘧蚊數量之92%；其次為吳全-家；富源溪旁再次之。而兆豐農場皆未採集到矮小瘧蚊(圖3.2.3)。



圖

### 3.2.4 吳全農場2011年8月至2013年7月以誘蚊燈採集矮小瘧蚊成蟲

吳全牧場自2011年8月至2013年4月以誘蚊燈採集到矮小瘧蚊成蟲的數量已累計至3,655隻；2013年4月採到三年以來最多成蟲，達424隻/次，推論與2012年9月至2013年3月的降雨量持續下降有關。2011年和2012年12月所採得的平均矮小瘧蚊數量次之，分別為205隻/次和179隻/次；2012年5月平均為91隻/次；2011年9月最少，為16隻次(圖3.2.4)。矮小瘧蚊成蚊的數量似乎在冬季和夏季時較多，且矮小瘧蚊數量似乎和雨量呈反比，推測大雨沖刷幼蟲棲地如河流等處所，造成矮小瘧蚊成蟲數量下降。

### 3.2.2 矮小瘧蚊成蟲日律：

自16:00至隔天早上7:00持續點亮誘蚊燈，調查每個小時矮小瘧蚊

的數量。三個季節的每小時平均矮小瘧蚊成蟲數量呈現兩個高峰，於18:00開始出現成蟲至20:00最多，之後數量逐漸下降，2:00-3:00之間形成次高峰（圖3.2.5）。所以矮小瘧蚊成蟲在日落後約18:00即開始活動，至隔天早上6:00停止活動，因此宿主整晚都有被叮咬的風險。

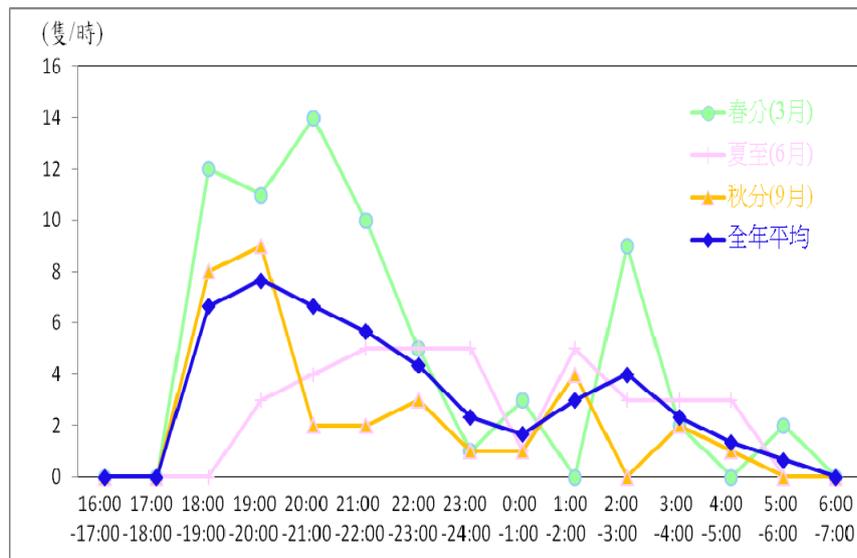


圖3.2.5 2013年花蓮吳全矮小瘧蚊成蟲日律動

### 3.2.3 幼蟲：

本研究於2011年開始沿著花蓮溪和秀姑巒溪流流域採集幼蟲，包括各種水域如水溝、灌溉溝渠、稻田、濕地溪流、水池、甚至積水石凹等處(表3.2.1)。耗費相當多的時間與人力，但獲得的成效有限，因此另外依其血源提出於養牛場或附近有牛隻放牧的地區懸掛誘蚊燈，以採集矮小瘧蚊成蟲，並藉由成蟲採集而找到吳全荖溪的幼蟲孳生源。

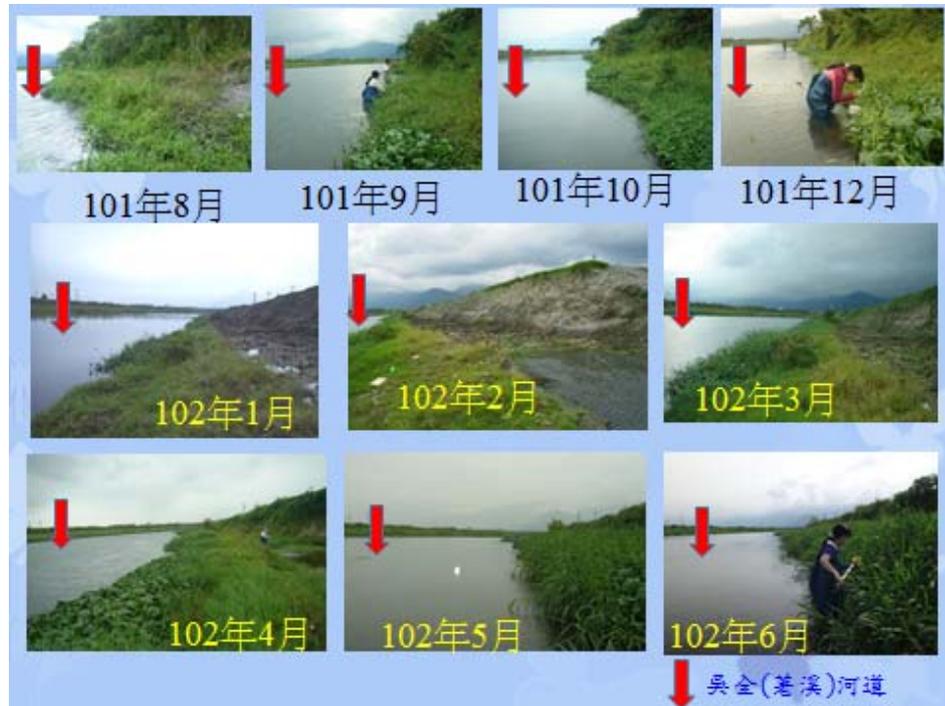
2013年吳全附近荖溪的矮小瘧蚊幼蟲孳生地因河川整治而改變(圖3.2.6A)，但仍可採到幼蟲，包括在溪流旁新開挖的暫時性水域也發現

矮小瘧蚊幼蟲。而富源溪的幼蟲孳生源較荖溪的河道小，但水質相當清澈，水流較為平緩(圖3.2.6B)。

表3.2.1 花蓮地區河川支流採集瘧蚊幼蟲數量

流域	樣區	月份	採樣點	<i>An. minimus</i> 矮小瘧蚊(隻)	<i>An. sinensis</i> 中華瘧蚊(隻)	<i>An. maculatus</i> 斑腳瘧蚊(隻)	<i>An. ludlowae</i> 河床瘧蚊	
花蓮溪	白鮑溪	四	2	0	0	0	0	
	美崙溪	七	10	0	3	0	0	
		八	12	0	12	0	0	
		壽豐水溝	四	1	0	0	0	0
	鳳林溪	七	1	0	14	0	0	
	米棧	八	15	10	1	4	0	
	荖溪	八	42	0	0	0	0	
	光復蓮花池	七	2	0	0	0	0	
	光復(馬太鞍)溝渠	七	6	0	0	0	0	
	芙登溪(馬太鞍濕地) 生態池	八	1	4	0	0	0	
	馬太鞍菜園浸水	八	1	0	12	0	0	
								0
	秀姑巒溪	富源溪	四	4	12	22	0	0
六			29	0	6	0	0	
七			63	3	0	0	0	
八			137	6	2	0	0	
富源溪積水石凹		七	3	0	1	6	0	
興泉川		六	7	0	2	2	0	
馬遠		六	10	0	4	0	0	
馬遠橋積水平台		七	6	0	0	0	0	
紅葉溪		四	1	0	0	0	0	
奇美溪		六	4	0	0	15	3	
安夜西溪		六	24	0	4	7	0	
興鶴溪		六	15	0	1	1	0	
富興溪		六	16	0	0	7	0	
德武水稻田		七	3	0	0	9	0	
阿眉溪		七	3	0	0	0	0	
松浦溪(杜風橋)		七	3	0	0	0	0	
萬榮		八	16	0	0	0	0	
萬榮水池		八	2	0	5	0	0	
總計				415	35	84	51	3

(A)



(B)

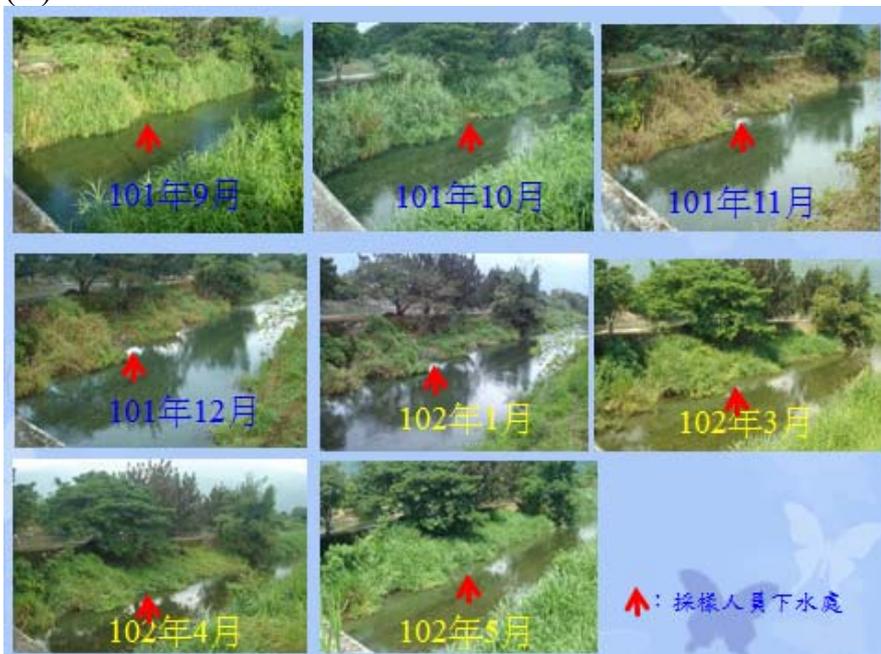


圖3.2.6 (A)花蓮壽豐吳全(荖溪)幼蟲棲地變化，2012年10月河岸正常，於2013年1月河岸開挖。(B)富源溪幼蟲孳生源。

2011年開始調查花蓮地區的瘧蚊幼蟲，共採到四種瘧蚊幼蟲，包括矮小瘧蚊(*An. minimus*)、中華瘧蚊(*An. sinensis*)、斑腳瘧蚊(*An. maculates*)，以及河床瘧蚊(*An. ludlowae*)。除了荖溪、富源溪、馬太鞍溪和米棧附近溪流採到矮小瘧蚊幼蟲，另外今年(2013年)5月我們在光復糖廠附近小溪流採到矮小瘧蚊幼蟲(圖3.2.7)。但在9月”天兔”(編號1319強烈颱風，USAGI)的侵襲後，9月三條溪流皆採無幼蟲，10月吳全荖溪和富源溪也只採到2~5隻瘧蚊幼蟲。



圖3.2.7 2013年5月花蓮光復附近採到矮小瘧蚊幼蟲的溪流

矮小瘧蚊幼蟲喜乾淨的水流，荖溪整治、米棧為生態農場，以及保育生態區如馬太鞍濕地皆採到矮小瘧蚊。本研究之吳全幼蟲採樣點(屬荖溪支流)，離成蟲調查點約300公尺，近東華大學和立川漁場，而富源溪幼蟲採樣點離住家調查點約200公尺，且採集到矮小瘧蚊成蟲的調查點瑞穗牧場和吉蒸牧場為觀光景點，八號牧場則在溫泉區內。

另今年於光復採到幼蟲的地點距離光復糖廠約 800 公尺。以往認為矮小瘧蚊存在靠近溪邊的溪流中，與人群接觸的機會較少，降低與境外移入瘧疾病例的可能。但本研究目前的結果顯示，矮小瘧蚊似乎並沒有遠離人群，且數量比以往調查增加，此提高台灣瘧蚊再發生的可能性，值得相關單位加以注意。

本研究於花蓮溪的支流荖溪和秀姑巒溪支流富源溪可採到較多矮小瘧蚊幼蟲處作定點調查，資料整理中。

#### 3.2.4 長效性紗網測試成效：

本研究於1月和3月於花蓮溪的吳全掛燈只採集到16隻矮小瘧蚊成蟲，以漏斗、真珠板和含藥紗網設計測試長效性紗網(圖3.2.8)。平均擊昏時間約為18'54''，但3月測試時有一隻瘧蚊接觸含藥紗網1小時仍未被擊昏，可能成蟲的耐受性變好，或是紗網藥效降低，但24小時死亡率100%。初步認為紗網對矮小瘧蚊具殺死效果。



圖3.2.8 長效性含藥紗網藥效測試裝置

### 3.2.5 瘧原蟲檢測

將吳全2012年1~9月，分3季，各取5隻已吸血矮小瘧蚊雌蟲送研檢中心檢測並無瘧原蟲存在(圖3.2.9)。因考量之後的單隻檢測，因此只能挑部分樣品檢測。

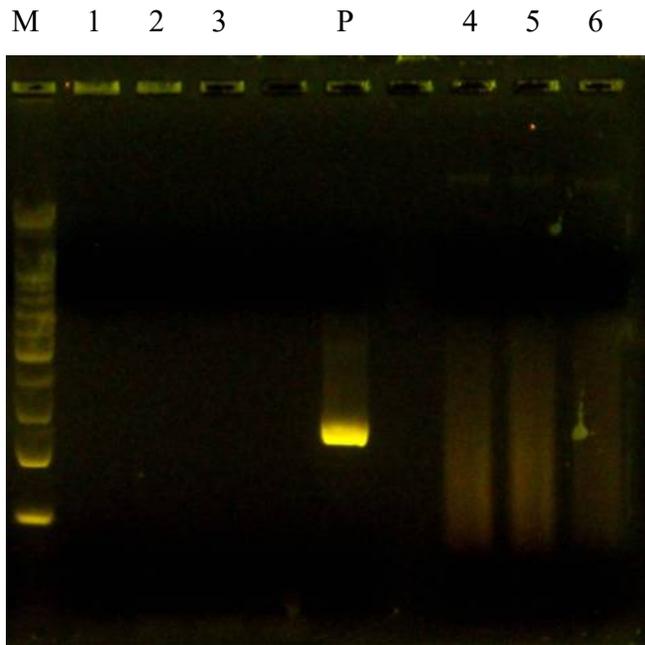


圖3.2.9 *Plasmodium* genus nested PCR

M: 100 bp ladder; 1:Group 1, 2012年1~3月5隻; 2:Group 2, 2012年4~6月5隻; 3:Group 3, 2012年7~9月5隻; 4:Group 1 gDNA; 5: Group 2 gDNA; 6: Group 3 gDNA; P: *Plasmodium* genus.

### 結論

1. 本研究3年來所鑑定的瘧蚊種類包括矮小瘧蚊、中華瘧蚊、斑腳瘧蚊、河床瘧蚊、多斑瘧蚊、粗鬚瘧蚊和鹹水瘧蚊等。
2. 延續2011年度建議於養牛場和附近有放牧牛隻的地區掛燈，我們於花蓮的壽豐和瑞穗採到矮小瘧蚊成蟲。更進一步由成蟲的採集點找到吳全荖溪的幼蟲孳生源。另於花蓮光復(花蓮河流域)採到矮小

瘧蚊幼蟲。

3. 花蓮壽豐 (花蓮河流域)的吳全，同時監測幼蟲和成蟲密度。發現矮小瘧蚊全年皆可發生，每年於冬天(11月至1月)和春末夏初(4月、5月)各出現一個高峰期，和降雨量成反比。
4. 吳全採樣點矮小瘧蚊成蟲日律動有兩個高峰，第一個高峰在18:00-22:00，次高峰在2:00-3:00。
5. 以含藥紗網檢測吳全的矮小瘧蚊雌成蟲，具防治效果。
6. 抽取吳全採樣點已吸血矮小瘧蚊雌蟲送研檢中心檢測並無瘧原蟲存在。
7. 防疫隱憂：
  - (1) 2013年4月矮小瘧蚊比過去兩年的最大平均數量高約一倍，為400隻/次。推測應是雨量持續下降所造成。
  - (2) 花蓮地區採樣點並非遠離人群之處，且疾病管制署近年調查到矮小瘧蚊的分布點逐年增加。應持續注意這些環境中病媒蚊族群的變動的狀況：
    - (i) 吳全幼蟲孳生源(荖溪)離成蟲調查點約300公尺，成蟲調查點旁即是住家，且臨近東華大學、立川漁場。
    - (ii) 富源溪孳生點(離住家調查點約200公尺)，且在本研究的成蟲調查點中瑞穗牧場和吉蒸牧場皆為觀光景點，與溫泉區的八號牧場皆可採集到矮小瘧蚊。
    - (iii) 2013年5月於光復採到幼蟲的地點，距離光復糖廠約800公尺。
    - (iv) 幼蟲喜乾淨的水流，荖溪整治、米棧為生態農場，以及保育生態區如馬太鞍濕地皆採到矮小瘧蚊。所以似乎生態的保育讓水

源、水質變好，相對有利於矮小瘧蚊的生長。

- (v) 由吳全、富源溪和光復三個幼蟲孳生點的地型，吳全的幼蟲發生相對穩定。我們推論是因為吳全的河面水域較寬廣，河道兩岸的植被相對較穩定，比起較窄的小溪流如光復，被大雨沖刷時水邊植被破壞較嚴重，矮小瘧蚊不易存留。且近年來花蓮雨量較少，幼蟲的棲地穩定，增加幼蟲存活的機會，所以數量有增加的趨勢。因此，對於境外移入病例的掌控以及矮小瘧蚊族群的監測更形重要。

## 五、參考文獻

### A、南部地區登革熱緊急噴藥防治成效及策略探討 (張念台、徐爾烈、羅怡珮)

- 王任鑫，吳智文，黃子玫，劉定萍 2009 登革熱成蟲化學防治效益評估及其應用 疫情報導 25,391-400.
- 林鶯熹、吳淑靜、徐爾烈、鄧華真、何兆美、白秀華。 2002 年台灣地區登革熱流行區埃及斑蚊的抗藥性。台灣昆蟲 23: 263-273, 2003。
- 登革熱防治手冊：衛生署疾病管制局，2003。
- Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol 18 : 265 - 267. 1925.
- American Mosquito Control Association 2009. Best management practices for Integrated Mosquito Management.
- Ballenger-Browning, K.K., Elder, J.P., 2009. Multi-modal *Aedes aegypti* mosquito reduction interventions and dengue fever prevention. Tropical Medicine and International Health 14,1542–1551.
- Chevillon C, Briant L, Renaud F, Devaux C. 2008. The Chikungunya threat: an ecological and evolutionary perspective. Trends Microbiol 16:80–88.
- Cilek JE, Hallmon CF. 2008. Residual effectiveness of three pyrethroids on vegetation against adult *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* in screened field cages. J Am Mosq Control Assoc 24:263–269.
- Davidson G., Zahar A.R. 1973. The practical implications of resistance in malaria vectors to insecticides. Bull World Health Organ. 49,475-483
- Devine, G.J., Perea, E.Z., Killeen, G.F., Stancil, J.D., Clark, S.J., Morrison, A.C., 2010. Using adult mosquitoes to transfer insecticides to *Aedes aegypti* larval habitats. Am J. Trop Med Hyg. 83, (2\_Suppl) 43-51.
- Doyle MA, Kline DL, Allan SA, Kaufman PE. 2009. Efficacy of residual bifenthrin applied to landscape vegetation against *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc 25:179–183.
- Finney, D.J. Probit analysis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, London. 1971.
- Gubler, Duane J., Clark, G.G., 1996. Community involvement in the control of *Aedes aegypti*.

- Acta Tropica, 61,169-179.
- Hardin, J.A., Jackson, L.C., 2009. Application of natural products in the control of mosquito-transmitted diseases. *African J. Biotech.* 8,7373-7378.
- Hwang, J.S. 1994. Investigations on the distribution and breeding habitats of dengue vectors in Liuchiu, Pingtung. *Chinese J. Entomol.* 14:307-317. (in Chinese)
- Hwang, J.S. and E.L.Hsu. 1994. Investigations on the distribution and breeding habitats of dengue vectors in Kaohsiung city. *Chinese J. Entomol.* 14:233-244. (In Chinese).
- Karr, L.L., Coats, J.R., 1988. Insecticidal properties of *d*-limonene. *J. Pesticide Sci.* 13, 287-290.
- Kay, B., Nam, V.S. 2005. New strategy against *Aedes aegypti* in Vietnam. *Lancet.* 365, 613-617.
- Li CX., Wang ZM., Dong YD., Yan T., Zhang YM., Guo XX., Wu MY., Zhao TY, Xue RD 2010 Evaluation of lambda cyhalothrin barrier spray on vegetation for control of *Aedes albopictus* in China *Journal of the American Mosquito Control Association* VOL. 26, NO. 3
- Lu BL. 1990. Dengue vector and its control in China. ? China: People of Guizhou Press. p 87-94.
- Maria, de Lourdes da G.M. , Maria, T.M.A., Karina, de C.R.N., Vanessa, C.G., Antonio, L.C.J., 2005. Standardization of Bioassays for Monitoring Resistance to Insecticides in *Aedes aegypti*. *Dengue Bulletin* 29, 176-182.
- Marten, G.G., 1989 A survey of cyclopoid copepods for control of *Aedes albopictus* larvae. *Bull. Soc. Vector Ecol.*, 14,232-236.
- Marten, G.G., Reid, J.W., 2007. Cyclopoid copepods. *AMAC Bulletin* 23(S2),65-92.
- Mieli, M.V., Marti, G., García, J.J., 2002. Laboratory Evaluation of *Mesocyclops annulatus* (Wierzejski, 1892) (Copepoda: Cyclopidea) as a Predator of Container-breeding Mosquitoes in Argentina. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 97,835-838.
- Nayar, J.K., Ali, A., Zaim, M. 2002. Effectiveness and residual activity comparison of granular formulations of insect growth regulators pyriproxyfen and s-methoprene against Florida mosquitoes in laboratory and outdoor conditions. *Journal of the American Mosquito Control Association.* 18,196-201

- Neve, V., Wortman, J.R., Lawson, D., etc..2007. Genome sequence of *Aedes aegypti*, a major arbovirus vector. *Science*. 316,1718-1723.
- Oakeshott JG, Claudianos C, Campbell PM, Newcomb RD, Russell RJ. Biochemical genetics and genomics of insect esterases *Comprehensive Molecular Insect Science-Pharmacology*, vol. 5. 2005; pp: 309-381.
- Osaka K, Ha DQ, Sakakihara Y, Khiem HB, Umenai T. Control of dengue fever with active surveillance and the use of insecticidal aerosol cans. *Southeast Asian J Trop Med Pub Health* 30:484-8, 1999 .
- Pai HH, Hong YJ, Hsu EL.2006. Impact of a Short-Term Community-Based Cleanliness Campaign on the Sources of Dengue Vectors: An Entomological and Human Behavior Study. *J Environ Health* 68: 35-39.
- Pai HH, Lu YL, Hong YJ, Hsu EL. 2005. The Differences of Dengue Vectors and Human Behavior between Families with and without Members Having Dengue Fever/Dengue Hemorrhagic Fever. *Int J Environ Health R* 15: 263-9.
- Pai HH, Lu YL. 2009. Seasonal abundance of vectors at outdoor environments in endemic and non-endemic districts of dengue in Kaohsiung, South Taiwan. *J Environ Health* 71: 56-60.
- Poonam, S., Paily, K.P., Balaraman, K., 2002. Oviposition attractancy of bacterial culture filtrates-response of *Culex quinquefasciatus*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 97,359-362.
- Rose, R.I., 2001. Pesticides and public health: Integrated method of mosquito management *Emerging Infection Disease* 7,17-23
- Royal A. 2004.A new tool for the control ofmosquitoes, biting midges, and flies. *Wing Beats* 15:18–22.
- Scholte, E.J.,Takken, W., Jnols, B.G.J., 2007. Infection of adult *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* mosquitoes with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Acta Tropica* 102,151-158
- Silva, R.O., Silva, H.H.G., Luz, C., 2004. Effect of *etarhizium anisopliae* isolated from soil samples of the central Brazillian Cerrado against *Aedes aegypti* larvae under laboratory conditions. *Revista de Patologia Tropical* 33,207-216.
- Strode, C., Wondji, S.C., David, J.P., Hawkes, N.J., Lumjuan, N., Nelson, D.R., Drane, D.R.,

- Karunaratne, S.H., Hemingway, J., Black, IV W.C., Ranson, H., 2008. Genomic analysis of detoxification genes in mosquito *Aedes aegypti*. *Insect Mol. Biol.* 38,113-123.
- Tan, B. T., 1997. Control of Dengue Fever/Dengue Haemorrhagic Fever in Singapore. *Dengue Bulletin* Volume 21
- Trout RT, Brown GC, Potter MF, Hubbard JL. 2007. Efficacy of two pyrethroid insecticides applied as barrier treatments for managing mosquito (Diptera: Culicidae) populations in suburban residential properties. *J Med Entomol* 44:470–477.
- Vyas, N., Dua, KK., Prakash, S., 2007. Efficacy of *Lagenidium giganteum* metabolites on mosquito larvae with reference to nontarget organisms. *Parasitol Res* 101,385-390.
- WHO (World Health Organization). 1997. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. Second edition. Geneva: Switzerland, WHO. p 1–84.
- World Health Organization. 1981. Criteria and meaning of tests for determining the susceptibility or resistance of insects to insecticides. WHO/VBC/81.806.,Geneva.
- World Health Organization. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. WHO/VBC/81.807.,Geneva.
- World Health Organization. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides. Establishment of the baseline. WHO/VBC/81.805.,Geneva.
- World Health Organization. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides-diagnostic test. WHO/VBC/81.806.,Geneva.
- World Health Organization. 1998. Techniques to detect insecticide resistance mechanism. Field and laboratory manual. WHO/CPC/MAL/98.6.
- World Health Organization. 2001. Supplies for monitoring insecticide resistance in disease vectors, procedures and conditions. WHO/CDS/CPE/PVC/2001.2
- Zhou YB, Zhao TY, Leng PE. 2009. Evaluation on the control efficacy of source reduction to *Aedes albopictus* in Shanghai, China. *Chin J Vector Bio Control* 20:3–6.

## B、登革熱病媒蚊綜合防治策略及新技術應用研究(戴淑美、白秀華)

應用佈哨式誘蚊產卵器與成蟲誘引器誘殺登革熱病媒蚊之策略研究(戴淑美) 登革熱

- 防治手冊：衛生署疾病管制局，2003。
- 林鶯熹、吳淑靜、徐爾烈、鄧華真、何兆美、白秀華。2002年台灣地區登革熱流行區埃及斑蚊的抗藥性。台灣昆蟲 23: 263-273, 2003。
- Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18 : 265 - 267. 1925.
- Antonio GE, S'anchez D, Williams T, Marina CF. Paradoxical effects of sublethal exposure to the naturally derived insecticide spinosad in the dengue vector mosquito, *Aedes aegypti*. *Pest Manag Sci* 65:323–326, 2009.
- Annis B, Nalim S, Hadisuwasono, Widiarti, Boewono DT. 1990. Toxorhynchites amboinensis larvae released in domestic containers fail to control dengue vectors in a rural village in central Java. *J Am Mosq Control Assoc* 6:75-8
- Barbosa R.M., Regis L., Vasconcelos R., Leal W.S. 2010a. Culex mosquitoes (Diptera: Culicidae) egg laying in traps loaded with Bacillus thuringiensis variety israelensis and baited with skatole. *J Med Entomol.* 47(3):345-348.
- Barbosa R.M., Furtado A., Regis L., Leal W.S. 2010b. Evaluation of an oviposition-stimulating kairomone for the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*, in Recife, Brazil. *J. Vector Ecol.* 35(1):204-207.
- Bond JG, Marina CF, Williams T. The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. *Med Veterinary Entomol* 18: 50–56, 2004.
- Fillinger U, Lindsay SW. Suppression of exposure to malaria vectors by an order of magnitude using microbial larvicides in rural Kenya. *Trop Med Int Health* 11: 1-14, 2006。
- Finney D.J., 1971. Statistical logic in the monitoring of reactions to therapeutic drugs. *Methods Inf Med* 10:237–245.
- Finney, D.J. Probit analysis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, London. 1971.
- Joes AG, Rafael FG. 1994. Application of environmental management principles in the program for eradication of *Aedes aegypti* in the Republic of Cuba. *PAHO bull* 20:186-93.
- Kouri G, Guzman MG, Valdes L, Carbonel I, del Rosario D, Vazquez S, Laferte J, Delgado J.

- Cabrera MV. 1998. Reemergence of dengue in Cuba: a 1997 epidemic in Santiago de Cuba. *Emerging Infectious Diseases*. 4:89-92.
- Lee YW, Zairi J, Yap HH, Adanan CR. Integration of *Bacillus thuringiensis* H-14 formulations and pyriproxyfen for the control of larvae of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, *J Am Mosq Control Assoc* 21: 84-9, 2005.
- Lima J.B., Da-Cunha M.P., Da Silva R.C., Galardo A.K., Soares Sda S., Braga I.A., Ramos R.P., and Valle D. 2003. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the State of Rio de Janeiro and Espirito Santo, Brazil. *Am J Trop Med Hyg*. 68(3):329-333.
- Lin Y.H., Wu, S.C., Teng, H.J., Ho, C.M., Pai, H.H. And Hsu, E.L. 2003. Insecticide Resistance in *Aedes aegypti* during Dengue Epidemics in Taiwan, 2002. *Formosan Entomol*. 23:263-274.
- Luna J.E., Martins M.F., Anjos A.F., Kuwabara E.F. and Navarro-Silva M.A. 2004. Susceptibility of *Aedes aegypti* to temephos and cypermethrin insecticides, Brazil. *Rev Saude Publica*. 38(6):842-843. in Portuguese.
- Mazzarri, M.B. and Georghiou, G.P. 1995. Characterization of resistance to organophosphate, carbamate, and pyrethroid insecticides in field populations of *Aedes aegypti* from Venezuela. *J Am Mosq Control Assoc*. 11(3):315-322.
- N. Wang SS. Han GX. Xu RM. Tang GK. Qian C. 1987. Control of *Aedes aegypti* larvae in household water containers by Chinese cat fish. *Bull WHO* 65:503-6.
- Osaka K, Ha DQ, Sakakihara Y, Khiem HB, Umenai T. Control of dengue fever with active surveillance and the use of insecticidal aerosol cans. *Southeast Asian J Trop Med Pub Health* 30:484-8, 1999 .
- Pai HH, Lu YL, Hong YJ, Hsu EL. The Differences of Dengue Vectors and Human Behavior between Families with and without Members Having Dengue Fever/Dengue Hemorrhagic Fever. *Int J Environ Health R* 15: 263-269, 2005.
- Pai HH, Hong YJ, Hsu EL. 2006. Impact of a Short-Term Community-Based Cleanliness Campaign on the Sources of Dengue Vectors: An Entomological and Human Behavior Study. *J Environ Health* 68: 35-39.
- Pai HH, Lu YL. 2009. Seasonal abundance of vectors at outdoor environments in endemic

- and non-endemic districts of dengue in Kaohsiung, South Taiwan. *J Environ Health* 71: 56-60.
- PE' REZ CM, Marina CF, Bond JG, Rojas JC, Valle J, Williams T. Spinosad, a Naturally Derived Insecticide, for Control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): Efficacy, Persistence, and Elicited Oviposition Response. *J Med Entomol* 44:631-639, 2007.
- Ponnusamy E., Xu N., Nojima S., Wesson D.M., Schal C., and Charles S. Apperson C.S. 2008. Identification of bacteria and bacteria-associated chemical cues that mediate oviposition site preferences by *Aedes aegypti*. *PNAS* 105: 9262-9267.
- Ram K. and J.S. Hwang 2006. Larvicidal efficiency of aquatic predators: A perspective for mosquito biocontrol. *Zoologica Studies* 45: 447-466.
- Richie, S. A., Long, S., Smith, G., Pyke, A. and Knox, T. B. 2004. Entomological investigations in a focus of dengue transmission in Cairns, Queensland, Australia, by using the sticky ovitraps. *J. Med. Entomol.* 41(1): 1-4.
- Riviere F., Thirel R. 1981. La pre'dation du cope'pode *Mesocyclops leuckarti pilosa* (Crustacea) sur les larves de *Aedes (Stegomyia) aegypti* et *Ae. (St.) polynesiensis* (Dip.: Culicidae): essais pre'liminaires d'utilisation comme agent de lutte biologique. [Predation of the copepod *Mesocyclops leuckarti pilosa* (Crustacea) on the larvae of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Ae. (St.) polynesiensis* (Dip.: Culicidae): preliminary trials of its use as a biological control agent.] *Entomophaga* 26:427-439.
- Santos E., Correia J., Muniz L., Meiado M., Albuquerque C., 2010. Oviposition Activity of *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) in Response to Different Organic Infusions. *Neotropical Entomology* 39(2):299-302.
- Somboon P., Prapanthadara, L.A. and Suwonkerd, W. 2003. Insecticide susceptibility tests of *Anopheles minimus* s.l., *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* in northern Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 34: 87-93
- Swaddiwudhipong W, Chaovakiratipong C, Nguntr P, Koonchote S, Khumklam P, Lerdlukanavong P. 1992. Effect of health education on community participation in control of dengue hemorrhagic fever in an urban area of Thailand. *Southeast Asian J*

Trop Med Pub Health 23:200-206.

Vashishtha VM. World Malaria Report 2008: a billion-dollar moment for a centuries old disease? Indian Pediatr 45:985-986.

Vythilingam I, Luz BM, Hanni R, Beng TS, Huat TC. Laboratory and field evaluation of the insect growth regulator pyriproxyfen(Sumilarv 0.5G) against dengue vectors. J Am Mosq Control Assoc 21: 296-300, 2005.

WHO. 1997. Dengue Haemorrhagic fever diagnosis , treatment,prevention and control,2<sup>nd</sup>ed.

### C、台灣地區矮小瘧蚊消長因子及防治策略研究(吳懷慧、林鶯熹)

行政院衛生署。1993。台灣撲瘧紀實。259頁。

行政院衛生署疾病管制局。2009。瘧疾(Malaria)。21頁。自

<http://www.cdc.gov.tw/ct.asp?xItem=6486&ctNode=1733&mp=1>.

行政院衛生署疾病管制局。疾病管制局全球資訊網。傳染病統計資料查詢系統。

何兆美。2001。台灣地區瘧疾病媒蚊-微小瘧蚊種型之調查研究。疾病管制局委託計畫研究成果報告。(DOH90-DC-1035)

周欽賢、連日清、王正雄。1984。醫學昆蟲學。南山堂出版社。536頁。

連日清。2004。台灣蚊種檢索。藝軒圖書出版社。178頁。

鄧華真。2003。台灣地區矮小瘧蚊孳生溪流空間分佈及其型別組成。疾病管制局計畫。(DOH92-DC-2009)

鄧華真。2006。台灣地區矮小瘧蚊棲息場所及吸血源的研究。疾病管制局計畫研究報告。(DOH94-DC-2015及DOH95-DC-2012)

蘇勳璧、江亭誼、嵇達德、鄧華真。2005。台灣瘧疾再度流行的可能性探討。醫檢會報。5:73-77。

Alou, L. P A., A. A Koffi, M. A Adja, E.l Tia, P.K. Kouassi, M .Kone1 and F. Chandre. 2010. Distribution of *ace-1R* and resistance to carbamates and organophosphates in *Anopheles gambiae* s.s. populations from Cote d'Ivoire. *Ahoua Alou et al. Malaria Journal*, 9:167. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/167>.

Bortel, W. V., H.D. Trung, P Roelants, T. Backeljau and M. Coosemans. 2003. Population

- genetic structure of the malaria vector *Anopheles minimus* A in Vietnam.. *Heredity* () 91, 487–493.
- Bukhari.T., A. Middelman, C. J.M. Koenraadt, W. Takken, and B. G.J. Knols. 2010. Factors affecting fungus-induced larval mortality in *Anopheles gambiae* and *Anopheles stephensi*.. *Malaria Journal*, 9:22. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/22>.
- Burkett, D. A., W. J. Lee, K. W. Lee, H. C. Kim, H. I. Lee, J. S. Lee, E. H. Shin, R. A. Wirtz, H. W. Cho, d. M. Claborn, R. E. coleman, W. Y. Kim, T. A. Klein. 2002. Late season commercial mosquito trap and host seeking activity evaluation against mosquitoes in a malarious area of the Republic of Korea. *The Korean Journal of Parasitology* 40:45-54.
- Castro, M.C., A. Tsuruta, S. Kanamori, K.Kannady and S. Mkude. 2009. Community-based environmental management for malaria control: evidence from a small-scale intervention in Dares Salaam,Tanzania. *Malaria Journal* 8:57. from: <http://www.malariajournal.com/content/8/1/57>.
- Chang, M.C., H. J. Teng, C. F. Chen, Y.C. Chen, and C. R. Jeng. 2008 The resting sites and blood-meal sources of *Anopheles minimus* in Taiwan. *Malaria Journal*. 7:105. from: <http://www.malariajournal.com/content/7/1/105>.
- Chen, W. I. 1991. Malaria Eradication in Taiwan, 1952-1964 -Some Memorable Facts. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*7:263-270.
- Chuang ,C.H. 1991. Current Status of Malaria in Taiwan from 1966 to 1990. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 7: 233-242.
- Cooper R.D., M. D. Edstein., S. P. Frances, and N.W.Beebe. 2010. Malaria vectors of Timor-Leste. *Malaria Journal* 2010, 9:40 from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/40>
- Fouque F., P. Gaborit, R Carinci, J Issaly, and R. Girod. 2010. Annual variations in the number of malaria cases related to two different patterns of *Anopheles darlingi* transmission potential in the Maroni area of French Guiana. *Malaria Journal*, 9:80. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/80>.
- Garros1, C. W. Van Bortel, H. D. Trung, M. Coosemans and S. Manguin. 2006.Review of the Minimus Complex of *Anopheles*, main malaria vector in Southeast Asia: from

- taxonomic issues to vector control strategies. *Tropical Medicine and International Health* 11 : 102–114.
- Green, C. A., R. F. Gass, L. E. Munstermann, and V. Baimai. 1990. Population genetic evidence for two species in *Anopheles minimus* in Thailand. *Medical and Veterinary Entomology* 4:25-34.
- Harrison, B. A. 1980. Medical entomology studies-XIII. The *Myzomyia* series of *Anopheles* (*Cellia*) in Thailand, with emphasis on intra-interspecific variations (Diptera: Culicidae). *Contrib. Amer. Entomol. Inst.* 17:1–195.
- Hope, L. A. K., J. Hemingway and F. E. McKenzie. 2009. Environmental factors associated with the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Kenya. *Malaria Journal* 8:268. from: <http://www.malariajournal.com/content/8/1/268is>.
- Jude, P. J., S. Dharshini, M. Vinobaba, S. N. Surendran and R. Ramasamy. 2010. *Anopheles culicifacies* breeding in brackish waters in Sri Lanka and implications for malaria control. *Malaria Journal* 2010, 9:106. from <http://www.malariajournal.com/content/9/1/106>.
- Kroeger, A., A. Lenhart, M. Ochoa, E. Villegas, M. Levy, N. Alexander, P. J. McCall. 2006. Effective control of dengue vectors with curtains and water container covers treated with insecticide in Mexico and Venezuela: cluster randomized trials. *British Med. J.* 332:1247-1252.
- Lee, H. I., B. Y. Seo, D. A. Burkett, W. J. Lee, Y. H. Shin. 2006. Study of flying height of culicid species in the northern part of the Republic of Korea. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 22:239-245.
- Liang, K.C. 1991. Historical Review of Malaria Control Program in Taiwan. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 7:271-277.
- Lien, J.C. 1991. Anopheline Mosquitoes and Malaria Parasites in Taiwan. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 7:207-223.
- Minakawa, N., G. Sonye, M. Mogi, and G. Yan. 2004. Habitat characteristics of *Anopheles gambiae* s.s. larvae in a Kenyan highland. *Medical and Veterinary Entomology* 18:301–305.
- Mboera, L. E., J. Kihonda, M. A. Braks, B. G. Knols. 1998. Influence of centers for disease

- control light trap position, relative to a human-baited bed net, on catches of *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* in Tanzania. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 59:595-596.
- Olanga, E A, M N kal, P.A.Mbadi1, E.D.Kokwaro, W.R Mukabana. 2010. Attraction of *Anopheles gambiae* to odour baits augmented with heat and moisture. *Malaria Journal*, 9:6. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/6>.
- Phuc, H. K., A. J. Ball, L. Son, N. V. Hanh, N. D. Tu, N. G. Lien, A. Verardi, and H. Townson. 2003. Multiplex PCR assay for malaria vector *Anopheles minimus* and four related species in the *Myzomyia* Series from Southeast Asia. *Medical and Veterinary Entomology* 17:423–428.
- Rona, L.D.P, C. J. Carvalho-Pinto, and A.A. Peixoto. 2010. Molecular evidence for the occurrence of a new sibling species within the *Anopheles (Kerteszia) cruzii* complex in south-east Braz. *Malaria Journal*, 9:33. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/33il>.
- Provost, M. W. 1959. The influence of moonlight on light-trap catches of mosquitoes. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 52:261-271.
- Rosen, L., D. A. Shroyer, J. H. Lien. 1980. Transmission of Japanese encephalitis virus by *Culex tritaeniorhynchus* mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 29:711-712.
- Rueda, L. M., T.L. Brown, H. C. Kim, S. T. Chong, T. A. Klein, D. H. Foley, A. Anyamba, M. Smith, E. P. Pak, and R. C. Wilkerson. Species composition, larval habitats, seasonal occurrence and distribution of potential malaria vectors and associated species of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) from the Republic of Korea Rueda et al. *Malaria Journal* 2010, 9:55. from: <http://www.malariajournal.com/content/9/1/55>.
- Sawabe, K., M. Takagi, Y. Tsudo, L. H. Tang, J.J. xu, c.P. Qui, L. Z. Jin, and X. F. Luo. 1996. Genetic differentiation among three populations of *Anopheles minimus* of Guangxi and Yunnan Provinces in the People's Republic of China. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 27:818-827.
- Sithiprasasna, R., B. Jaichapor, S. Chanaimongkol, P. Khongtak, T. Lealsirivattanakul, S. Tiang-Trong, D. A. Burkett, M. J. Perich, R. A. Wirtz, and R. E. Coleman. 2004. Evaluation of candidate traps as tools for conducting surveillance for *Anopheles* mosquitoes in a malaria-endemic area in western Thailand. *J Med Entomol.* 41:151-7.
- Sreehari, U., K. Raghavendra, M. M. A. Rizvi and A. P. Dash. 2009. Wash resistance and

- efficacy of three long-lasting insecticidal nets assessed from bioassays on *Anopheles culicifacies* and *Anopheles stephensi*. *Tropical Medicine and International Health* 14: 597–602.
- Teng, H. J., Y. L. Wu, S. J. Wang, and C. Lin. 1998. Effects of environmental factors on abundance of *Anopheles minimus* (Diptera: Culicidae) larvae and their seasonal fluctuation. *Environ. Entomol.* 27:324-328.
- Trung, H. D., W. Van Bortel, T. Sochantha, K. Keokenchanh, N. T. Quang, L. D. Cong, and M. Coosemans. 2004. Malaria transmission and major malaria vectors in different geographical areas of Southeast Asia. *Tropical Medicine and International Health* 9:230–237.
- Trung, H. D., P. Roelants, R. E. Harbach, T. Backeljau and M. Coosemans 2000. Molecular identification of *Anopheles minimus* s.l. beyond distinguishing the members of the species complex W. Van Bortel. *Insect Molecular Biology* 9:335–340.
- Tungu, P. S. Magesa, C. Maxwell, R. Malima, D. Masue, W. Sudi, J. Myamba, O. Pigeon, M. Rowland. 2010. Evaluation of PermaNet 3.0 a deltamethrin-PBO combination net against *Anopheles gambiae* and pyrethroid resistant *Culex quinquefasciatus* mosquitoes: an experimental hut trial in Tanzania. *Malaria J.* 9:21-34.
- Van Bortel W., H. D. Trung, P. Roelants, R. E. Harbach, T. Backeljau, M. Coosemans. 2000. Molecular identification of *Anopheles minimus* s.l. beyond distinguishing the members of the species complex. *Insect Mol. Boil.* 9:335-340.
- Vanessa C.H., A. Drexler<sup>2</sup>, L. W. de Jong<sup>1</sup> Y. Antonova<sup>1</sup>, N. Pakpour, R. Ziegler<sup>1</sup>, F. Ramberg, E. E. Lewis, J. M. Brown, S. Luckhart, and M. I. A. Riehle<sup>1</sup>. 2010 Activation of Akt Signaling Reduces the Prevalence and Intensity of Malaria Parasite Infection and Lifespan in *Anopheles stephensi* Mosquitoes. *PLoS Pathogens* 6(7) : e1003.
- WHO. 2010. Guidelines for the treatment of malaria, second edition. 210pp.
- WHO. 2005. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal mosquito nets. Communicable disease control, prevention and eradication, WHO pesticide evaluation scheme (WHOPES). Pp.18.
- WHO. 2006. Malaria vector control and personal protection. 72pp.
- Yu, Y, M. Li. 1984. Notes on the two forms of *Anopheles* (Cellio) *minimus* Theobald 1901 in

Hainan island. J. Parasit. Parasitic dis. 2: 95.

Yu, Y, Z., X. Peng. 1985. Studies on the patterns of nonspecific esterase isozymes of *Anopheles minimus* Theobald, (dipteran, Culicidae). Abstract of Annual Report 1985, Institute of Parasitic Diseases, Chinese Academy of Preventive Medicine, P20.

## 八、附件

### 登革熱藥劑防治問卷

編號：\_\_\_\_\_ 訪員姓名：\_\_\_\_\_

住址：\_\_\_\_\_區\_\_\_\_\_里\_\_\_\_\_路(街)\_\_\_\_\_巷\_\_\_\_\_弄\_\_\_\_\_號\_\_\_\_\_樓

調查日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

#### 一. 家庭清潔維護者基本資料：

1. 性別：1. 男 2. 女；年齡：\_\_\_\_\_歲 電話：\_\_\_\_\_
2. 教育程度：1. 不識字 2. 國小 3. 國中 4. 高中或高職 5. 專科 6. 大學 7. 研究所以上
3. 職業：1. 農漁牧 2. 工 3. 商 4. 公務員 5. 教育或研究 6. 軍警 7. 學生  
8. 服務業 9. 自由業 10. 家庭主婦 11. 已退休 12. 待業中
4. 請問本人或同住的家人是否得過登革熱：1. 是\_\_\_\_\_（寫出稱呼） 2. 否
5. 請問您的住家類型：1. 透天，共\_\_\_\_\_層 2. 公寓，住\_\_\_\_\_樓 3. 大廈，住\_\_\_\_\_樓 4. 平房 5. 其它\_\_\_\_\_
6. 請問您的住家建坪有\_\_\_\_\_坪  
客廳：\_\_\_\_\_間，臥室：\_\_\_\_\_間，廚房：\_\_\_\_\_間，衛浴：\_\_\_\_\_間，餐廳：\_\_\_\_\_間，其它：\_\_\_\_\_間
7. 受訪者住家有無庭院：1. 有 2. 無； 有無種植盆栽：1. 有 2. 無
8. 受訪者住家有無地下室：1. 有 2. 無
9. 受訪者家中是否有積水的容器：1. 是 2. 否
10. 請問您現在住的房屋是：1. 自宅 2. 租屋 3. 其他\_\_\_\_\_
11. 請問您做哪些預防登革熱的工作（可複選）：1. 清除積水容器 2. 裝紗門紗窗 3. 噴防蚊液  
4. 穿長袖衣褲 5. 使用蚊帳 6. 噴殺蟲劑 7. 使用捕蚊燈 8. 使用電蚊拍  
9. 使用電蚊香 10. 使用蚊香 11. 水池內飼養魚類 12. 沒有做任何預防工作

#### 二. 對噴灑殺蟲劑之接受情形

1. 請問您平時有對登革熱病媒蚊進行防治嗎？  
噴灑殺蟲劑嗎？1. 有（續答1-1） 2. 沒有  
1-1. 請問您多久噴一次藥：1. 每天 2. 一星期 3. 半個月 4. 一個月 5. 不定時
2. 請問貴里里長平時有對登革熱病媒蚊進行防治嗎？  
噴灑殺蟲劑嗎？1. 有（續答2-1） 2. 沒有  
2-1. 請問您知道多久噴一次藥：1. 每天 2. 一星期 3. 半個月 4. 一個月 5. 不定時
3. 對於政府派員至您家中噴灑殺蟲劑，  
3-1. 請問您有配合政府派員至您家中噴灑殺蟲劑嗎？  
1. 有 2. 部分（僅室內 僅室外） 3. 沒有（請續答2-3）  
3-2. 請問您覺得政府派員噴灑殺蟲劑後，住家內蚊子有減少嗎？  
1. 有 2. 部分（僅室內 僅室外） 3. 沒有  
3-3. 請問您不願配合政府派員至家中噴灑殺蟲劑是因為（可複選）：  
1. 根本沒用 2. 沒時間或沒人在家等候 3. 隱私顧慮 4. 影響家人健康 5. 不環保  
6. 已做了病媒蚊防治的工作 7. 家中沒有蚊子 8. 屋外水溝噴藥即可不必進屋噴灑  
3-4. 請問政府派員噴灑殺蟲劑，對您有造成下列何種影響嗎（可複選）？  
1. 必須在家等候 2. 家俱受損 3. 地板受損 4. 地面潮濕 5. 清理不易  
6. 身體不適 7. 魚缸養殖魚類死亡 8. 寵物死亡 9. 氣味無法接受 10. 沒有影

#### 三. 對登革熱防治的看法

1. 請問您家人或親戚是否曾得過登革熱 1. 有 2. 沒有  
1-1. 請問您認為登革熱 1. 很危險應注意 2. 還好，自己要小心 3. 沒什麼不會致死 4. 不知道  
1-2. 如果您鄰居或家中有人得登革熱，你認為 1. 政府應即刻來噴藥 2. 環保局應即刻來整理環境  
3. 噴要與環境清潔都要即刻進行 4. 政府應補助經費清除孳生源 5. 不知道該怎麼辦  
1-3. 你認為登革熱防治最好的方法是：1. 噴藥 2. 孳生源清除 3. 重罰家中養蚊子的人 4. 提升民眾健康教育  
5. 電視、電台、報紙多宣導 6. 自己多注意不被蚊子叮咬 7. 不知道

#### 四、對於噴藥或防治登革熱病媒蚊您還有那些意見？ 謝謝受訪！