

衛生署疾病管制局委託研究計畫書

九十五年度

計畫編號：DOH95-DC-1029

計畫名稱：台灣地區登革熱防治之研究

執行機構：屏東科技大學

計畫主持人：張念台

研究人員：張念台、吳懷慧、李昶億、楊益昇

執行期限：95年1月1日起至95年12月31日止

中華民國九十五年十一月十五日

目 錄

中文摘要	3
英文摘要	4
前言	5
材料與方法	12
結果	15
討論	24
結論與建議	25
參考文獻	26
表一	32
表二	33
表三	34
表四	35
表五	36
表六	37
表七	38
表八	39
表九	40
表十	41
表十一	42
表十二	43
表十三	44
表十四	45
表十五	46
表十六	47
表十七	48
表十八	49

表十九	50
表二十	50
圖一	51
圖二	52
圖三	53
圖四	54
圖五	55
圖六	56
圖七	57
圖八	58

中文摘要

本年度總計於四縣 335 村里進行登革熱病媒蚊調查、清除與放置產卵桶，探討登革熱病媒蚊分布，僅於澎湖縣馬公市石泉里、朝陽里、光復里與西嶼鄉內垵村有埃及斑蚊幼蟲孳生。另一目的在測試屏東地區不同品系病媒斑蚊之感藥性，萬丹品系的白線斑蚊及屏東中區埃及斑蚊品系對 0.10% 安丹之感藥性明顯較低。1% 撲滅松對屏東地區品系之白線斑蚊的致死率亦低，但對埃及斑蚊各受測地區品系則皆有近 100% 之效果。0.75% 百滅寧對各白線斑蚊品系致死率均達 98% 以上，但對屏東中、北區及東港之埃及斑蚊則藥效均不佳，建議室內噴藥時勿使用此藥劑。0.05% 第滅寧對目前各測試品系的白線與埃及斑蚊均有甚佳的效果，0.05% 賽洛寧與 0.15% 賽飛寧對各白線斑蚊品系的防治率均達 100%；但不宜使用於埃及斑蚊的防治。0.50% 依芬寧雖對白線斑蚊有 98% 以上的致死率，但對屏東與東港的埃及斑蚊致死率卻都未達 10%，亦不宜推薦使用於室內。

關鍵詞：白線斑蚊，埃及斑蚊，藥劑感受性，抗藥性。

英文摘要(研究目的、研究方法、主要發現、結論及建議事項，並填寫中英文關鍵詞三至五個。)

Surveillance of dengue vectors and their insecticides susceptibility in Southern area of Taiwan

The surveillance of dengue vectors, ovitrap collection, and source reduction in 335 villages of 4 counties had been conducted this year. The larvae of *Aedes aegypti*(AE) were found only in Guangrong, Chaoyang, Guangfu of Magong City and Nei-an of Siyu Township of Peng Hu county.

This report also illustrated the insecticide susceptibility of both AE and *Aedes albopictus* (AA) collected from Pingtung county. The AA strains collected from Wendan and central Pingtung showed significantly low susceptibility to 0.10% Propoxur. The low mortality of AA strains from Eastern was also found when treated them with 1% Fenitrothion, although this insecticide was highly efficient to kill almost 100% of all the tested AE strains. The treatment of 0.75% Permethrin showed over 98% mortality to all AA strains, while the low efficacy occurring to AE strains from eastern, northern Pingtung and Tungkung. This insecticide will not be recommended when concerning the indoor spray. The High efficacy of 0.05% Deltamethrin was detected to control both AA and AE strains in Pingtung area. Almost 100% mortality was found when all AA strains treated with 0.05% Cyhalothrin and 0.15% Cyfluthrin, while they are low efficient to control AE vector in Pingtung. Less than 10% mortality of both Pingtung and Tungkung AE strains occurred when treating with 0.50% Etofenprox, while 98% mortality to AA strains can be reached. It also seems not suitable for indoor spraying.

Key words: *Aedes albopictus* , *Aedes aegypti* , insecticide, insecticide resistance.

前言

台灣近年之登革熱流行始自於 1981 年琉球鄉，1986 年蔓延至南部迄今每年都有病例發生。台灣之登革熱疫情主要發生於南部有埃及斑蚊分布的地區(徐 1998，羅及徐 1990)，二十多年來主要以台南市、高雄縣、市與屏東縣、市為登革熱流行地區，已有上萬民眾罹病，至九十四年度截至八月底共計有 21 例本土性登革熱，且主要流行於高屏地區。在過去 30 年來，全球的登革熱流行已有很大的轉變，依據 WHO 估計每年全球大約有 5 千萬人感染，其中有 50 萬人屬於嚴重之登革出血熱。關於全球蚊蟲密度與分布之增加，如全球人口之增加，未妥善規化之都市化，輪胎及塑膠棄物的堆積，汗水的積聚，缺乏蚊蟲之控制計劃，以及劇增的空運交通等因素有關，這些都直接或間接導致登革熱病例明顯上升(王，2003)。登革熱病媒蚊以埃及斑蚊為主，其次是白線斑蚊，如能全面徹底清除其孳生源，保持環境及居家衛生，並佐以適當之殺蟲劑使用，應可達到降低埃及斑蚊、白線斑蚊繁衍的目標。因此，貫徹孳生源清除，是登革熱防治最重要的工作策略。

、台灣地區埃及斑蚊分布調查

登革熱疾病的傳染病媒為埃及斑蚊，其棲息在人工及天然積水容

器，而埃及斑蚊和人工積水容器關係尤其密切，又二十年來台灣隨著鄉鎮都市化的結果，使得一些城市傳統或邊新興區域，因都市計畫、容積管制未能及時配合，導致人口過度集中，居住條件惡化，居家環境或地下室、前後院、防火巷弄雜物堆積等，往往造成登革熱疾病流行。且國人出國旅遊及外籍勞工來台的人數遽增，每年均有約 100 例境外移入登革熱確定病例，再則許多病人其發病症狀不明顯或無症狀，常增加登革熱的防治工作困擾。近年來，因人口及產業移動，產生大量空戶及廢棄民宅、廠房，成為社區病媒蚊孳生死角。

自七十六年以來，南部地區為登革熱主要流行區，而主要病媒埃及斑蚊分布最北於嘉義沿海布袋以南，而次要病媒白線斑蚊則分布於全省，但埃及斑蚊的生態習性則與人類的居所相關性高，兩種斑蚊的分布具有明顯差異。而討論台灣埃及斑蚊的分布的說法不一，有因地區性簇蟲的存在影響埃及斑蚊幼蟲生長(鄧等，1997)，有環境不利埃及斑蚊的生存，但大多都同意是因溫度影響埃及斑蚊發育，於嘉義布袋以北的溫度，促使埃及斑蚊的有效發育積溫不足而無法完成世代，雖然疾病管制局曾有報導於嘉義沿海地區病媒蚊的分布調查及探討，結果仍無法說明埃及斑蚊的發生分布，其他研究報告並無證據與數據顯示埃及斑蚊發育的地理限制。而登革熱疾病與病媒的研究，主

要以疾病治療、病毒檢測、免疫、病媒生態、孳生源清除防治、病媒監測與根絕等為主，但主要病媒的分布亦得探討。

關於台灣地區埃及斑蚊分布資料為民國 85 年以前，由疾病管制局建立。但全球環境改變，暖化造成台灣島的溫度逐年上昇，生物物種亦隨之變動，而埃及斑蚊長期在地理區域(北迴歸線)的差異，分布範圍是否異動等空間異動情形卻鮮有探討。因此擬以三年計畫來探討與嘗試找出影響登革熱病媒蚊分布因子。計畫擬先就實驗室內定溫下找出埃及斑蚊發育有效發育積溫，配合北迴歸線南北共 60 公里之埃及斑蚊全面調查與 GIS 定位，應用地理資訊系統分析埃及斑蚊空間分布，再配合環境因子進行空間相關分析，將可提供防治登革熱病媒蚊的基礎空間變動生態資料。

、屏東縣登革熱病媒斑蚊抗藥性及藥效評估

台灣位於亞熱帶地區，溫暖多濕，終年都有蟲鼠活動滋擾民生，如遇病源侵入，則有造成疾病之流行之可能。早期的流行病如蚊媒的瘧疾、血絲蟲病，蚤媒的鼠疫由於積極防治已經絕跡多時。但蟲、鼠等病媒造成的流行病如登革熱、腦炎、恙蟲病及漢他病毒出血熱仍未根絕。近年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，1996 後在台中市、彰化市、台北縣、台

北市陸續都有病例報告。為遏止流行及時消滅帶病毒病媒蚊，以殺蟲劑緊急噴灑防治時仍不失為有效的方法。但經常性的使用殺蟲劑防治害蟲，發生抗藥性是無可避免的(徐 1998，羅及徐 1990)，必須經加以檢測，以選擇使用有效的防治藥劑，才不會導致防治失敗。登革熱發生地區之乃經常施藥區域，斑蚊對殺蟲劑的感受性必須加以檢測，以確保有效滅蚊。本計畫延續 92 至 93 年度對屏東縣市登革熱重點流行鄉里的蚊蟲進行藥劑效果的檢測，以確定是否有抗藥性產生。並調查各地方單位施用殺蟲劑的方式、劑量、種類及防治成效以評現行藥劑的成分及濃度能否有效防治，測試藥劑含殺成蟲劑：百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、治滅寧、亞特松、陶斯松...等，殺幼蟲劑：百利普芬、蘇力菌、二福隆、三福隆...等。

目前登革熱(Dengue fever)之防治，並無免疫接種之預防方法，也無有效的治療藥物。唯一有效的防治方法是阻斷傳播途徑，消滅病媒斑蚊(Chan 1985)。台灣目前登革熱的病媒有二種即埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)及白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，平時消滅斑蚊的方法很多如孳生源清除，生物防治法(如魚類、捕食性昆蟲及微生物等)，誘殺法(誘卵器、捕蚊燈等)，化學防治法等。但緊急防治時唯有殺蟲劑奏效最快，1995 年台北縣中和市與 1996 年台北市的登革熱防

治，執行病患住家 50 公尺半徑的範圍內噴灑滅蚊劑(登革熱防治工作手冊 1989)，消滅帶毒之斑蚊是衛生署防治登革熱擴散流行的主要成功因素。

但長期且高頻率使用除蟲菊酯很容易產生蚊蟲之抗藥性，而使防治工作失敗，(羅 1992，Apperson and Georgiou 1975, Brown 1986, Wilkinson 1983)。因此必須尋求替代藥劑或輪替使用不同化學結構之殺蟲劑以減緩病媒抗藥性之產生，而唯有對抗藥性的檢測與瞭解，才能合理的制訂藥劑防治蚊蟲之使用策略，以確保病媒防治的成功。

全世界對有機氯劑(Organochlorine insecticide)產生抗藥性的蚊子族群已知道共有 109 種的蚊子，17 種蚊子對氨基甲酸鹽殺蟲劑(Carbamate insecticide)產生抗藥性，10 種蚊子對合成除蟲菊酯(Pyrethroid insecticide)產生抗藥性,也有蚊子對有機磷殺蟲劑發生抗藥性(Georgiou et al.1980, Hemingway 1982, Rodriguez 2000)。更甚者如 *Aedes aegypti*，*Culex quinquefariatus*，*Anopheles culicifacies*，*Anopheles sacharovi*，*Anopheles albimanus*，*Anopheles pseudopunctipennis* 及 *Anopheles stepensi* 等對上述四類藥劑都產生多重抗藥性或交互抗藥性(Chadwick et. al. 1984),澳洲的斑蚊對蘇力菌

也產生抗藥性(Brown 2001)。1947 年於義大利的尖音家蚊(*Culex pipiens*)及 1974 年美國佛羅里達州的 *Aedes sollicitans* 和 *Aedes taeniorhynchus* 都發現其對滴滴涕產生抗藥性(Mefcalf 1989), 蚊蟲對滴滴涕產生抗藥性的原因為脫氯化氫酵素增幅之故(Amin & Hemingway 1989)。

昆蟲產生抗藥性的原因是其曝露於殺蟲劑後，不帶抗藥性基因的昆蟲即遭受淘汰，經由選汰作用的結果，帶抗藥性基因的個體數比例性的增加，導致族群中多數個體不能被某一殺蟲劑殺死，即稱之為對某一殺蟲劑的抗藥性，因此抗藥性是一遺傳現象(Devonshire & Field 1980)。昆蟲代謝上的變異是導致抗藥性的主因之一。昆蟲體內的解毒酵素可以增加對外來物質的水溶性，使得這些外來物的有機物質能很容易以排泄作用的機制而排出體外(Dauterman and Hogdson 1978)，蚊蟲在高溫時對氨基甲酸鹽會發生耐藥性(Patil et. al.1996)。

一般性登革熱會造成病人發燒、骨骼肌肉酸痛難忍、胃口不佳、出疹等不同程度之症狀。登革出血熱或登革休克症候群則除上述症狀外還有致命之風險。除了病人求醫造成醫療費用損失外，又由於病人臥床不能工作也影響經濟生產，國家形象也受影響，觀光客卻步，故其損失則因流程度而擴大，病媒蚊密度高則登革熱流行的風險愈大。

本研究乃延續 92 年度以來，持續探討屏東及東港地區的白線斑蚊及埃及斑蚊對殺蟲藥劑感受性的程度及探討抗藥機制是否會因不同地區的白線斑蚊或埃及斑蚊而有差異，以解釋其與藥劑感受性的關係。同時，本計畫亦實測現用的施藥器材是否能有效防治(Khoo & Sutherland. 1985)、監測流行病區域病媒蚊藥效、抗藥性是否產生及進行初步抗藥性機制之探討，以有效剋制病媒蚊，降低登革熱流行的機率，保障醫療資源，保護人民健康。

材料與方法

、台灣地區埃及斑蚊分布調查

1、行前講習

調查人員訓練課程，主要為認識登革熱疾病與病媒蚊之埃及斑蚊、白線斑蚊，其形態、分類、生態、孳生處、調查方法、使用環衛用藥須知與防治等研習，並詳細說明調查表之記錄與戶外實務採樣。

2、登革熱病媒蚊孳生源調查及清除

第一年調查範圍以北迴歸線南北各 30 公里做全面取樣調查，包括：南投 2 個鄉鎮、雲林 14 個鄉鎮、花蓮 8 個鄉鎮、台東 3 個鄉鎮、嘉義地區 20 鄉鎮、澎湖 4 個鄉鎮、台南縣 15 個鄉鎮、高雄縣 2 個鄉，共計 68 個鄉鎮。

取樣方法是採分層取樣，第一層為鄉鎮，第二層為村里，第三層為 50 戶住宅，第四層為所有可能之幼蟲棲所。第一層及第四層為全選，第二層和第三層則採系統性取樣法(systematic sampling method)，以不重複調查及涵蓋全鄉鎮為原則，調查居家室內、室外之斑蚊孳生源並清除之。

3、埃及斑蚊之分布

進行登革熱病媒蚊孳生源清除與調查時，將積水容器中之蚊子幼

蟲攜回實驗室飼育與區辨蚊種，配合 GPS 定位點記錄埃及斑蚊於各鄉鎮的分佈狀況。

4、登革熱病媒蚊指數

住宅之調查包括該調查戶室內外所有容器之斑蚊孳生狀況、容器種類及材質，詳細登記於調查表中，並以住屋指數、容器指數與布氏(Breteau)指數作為幼蟲孳生頻率之估計標準，並以 Excel 軟體作統計計算各指數之值。

5、斑蚊產卵資料

調查第一日時即至該調查鄉鎮未被取樣之村里，各放置 2 個產卵筒，誘引斑蚊產卵，於 24 小時後，回收產卵筒之產卵紙分別標示並裝袋，攜回實驗室乾燥一日後，將有卵之產卵紙置於 $28 \times 20 \times 5$ (cm³) 塑膠盆內，加水至 2.5 cm 高，上覆 $30 \times 25 \times 0.3$ (cm³) 壓克力板，待卵孵化後，以幼蟲辨別斑蚊種類。

6、應用地理資訊系統

配合調查區域內之病媒蚊發生數、溫度、雨量與地理環境因子，應用空間地理資訊系統分析埃及斑蚊空間發生分布，選擇適當溫度網格 (raster) 面積比對單位網格面積內病媒蚊發生數，分析台灣地區病媒蚊發生限制環境因子(例溫度、雨量、地形等)。

、屏東縣登革熱病媒斑蚊抗藥性及藥效評估

1、供試材料採集

於屏東市北、中區，屏東縣東港鎮、新園、和琉球等鄉鎮。找尋蚊蟲孳生源，所得幼蟲帶回實驗室飼養至最大數量進行測試，飼養之供測蚊蟲不超過三代，第三代後則淘汰，儘量於第二代完成。抗藥性品系保留並重複測定抗藥性。另病媒蚊的採集地點以發生過登革熱病例的處所四周為主。

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 ，濕度 70%，光照 12 小時、時黑暗 12 小時。

3、野外品系感藥性監測

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。成蟲乾膜測試法以成蟲抗藥性套組測試之，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，每三個月測試一次，接觸藥劑為 2 小，每 30 秒記錄擊昏蚊數，統計求半數擊昏數時間(KT₅₀，Finney，1971)，與實驗室內感行品系比對，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。

供測試殺蟲劑種類有七種購自馬來西亞 (School of Biological Sciences Universiti Sains Malaysia 的 Vector Control Research Unit) WHO 藥膜：固定濃度測定 1.0 %撲滅松(fenitrothion)、0.1%安丹(propoxur)、0.75%百滅寧(permethrin)、0.05%第滅寧(deltamethrin)、0.05%賽洛寧(Lambdacyhalothrin)、0.15%賽飛寧(cyfluthrin)和 0.5%依芬寧(etofenprox)，測試屏東市北區、中區及屏東縣萬丹、琉球、東港等地區埃及斑蚊和白線斑蚊的半數擊昏時間(KT₅₀)和 24 小時死亡率，以判定是否已對某些藥劑產生抗藥性。

結果

、台灣地區埃及斑蚊分布調查

九十五年度三月開始進行台灣地區埃及斑蚊分布調查，但因低溫，斑蚊調查數據為 0。因此從五、六月份病媒蚊密度開始上升時，

進行調查，本年度總計調查與清除北回歸線附近 109 村里，並放置產卵桶於 226 個村里，探討登革熱病媒蚊分布，結果如下述：

1、登革熱病媒蚊指數

表一為九十五年六至七月調查與清除嘉義市區 41 里登革熱病媒蚊指數資料，以六月仁武里與七月興安里之布氏指數高達 20，其密度等級為 4 最高，且有 11 里密度等級為 3。至於斑蚊種類，於 32 里內發現全為白線斑蚊。

九十五年 7 月 31 日調查澎湖縣四鄉共 24 村里的資料顯示於表二中，密度等級為 3 最高，為馬公市石泉里、光復里、白沙鄉外垵村與西嶼鄉內垵村等五村里。且馬公市石泉里、朝陽里、光復里與西嶼鄉內垵村有埃及斑蚊幼蟲孳生，其比例各為 50、25、60 和 16.7%。

九十五年八至九月調查嘉義縣六鄉 30 村里，表三為各里登革熱病媒蚊指數資料，以鹿草鄉重寮村、碧潭村、布袋鎮光復里與太保市前潭里之病媒密度 3 級最高。而 73.3%(22/30) 的村里中發現有白線斑蚊孳生。

表四為調查台東縣與花蓮縣四鄉鎮 9 村里之密度指數，3 級為有二，分別為豐濱鎮靜埔村與富野鄉永豐村；白線斑蚊出現在調查的 9 村里中。

2、斑蚊產卵資料

除了進行嘉義地區的病媒蚊孳生源清除處與分布調查外，同時利用產卵桶進行病媒蚊分布調查，同時以 GPS 定位產卵桶方位。表五為六月至七月在嘉義市東區 30 里所放置 24 小時產卵桶資料，所收回 24 小時所產的卵數為 0~121 個卵/桶，卵攜回實驗室孵化後全為白線斑蚊。在嘉義市西區 29 里的調查中 22 個為陽性產卵桶，斑蚊種類為白線斑蚊 (表六)。

表七為八月份調查嘉義縣病媒蚊分布狀況，計四鄉鎮 41 村里，每桶卵數為 0~142，其中有 26 村里有白線斑蚊幼蟲孳生。另九月調查嘉義縣太保市與水上鄉共 25 村里，有 15 個陽性產卵桶，卵數為 1~99 個卵/桶； 10 村里的產卵桶卵數為 0，表八中資料顯示仍是白線斑蚊孳生。在七月份調查澎湖縣馬公市與湖西鄉 31 村里，有 24 村里發現白線斑蚊幼蟲，每桶卵數有 1~177 粒。而澎湖縣白沙鄉與西嶼鄉 16 村利用產卵桶調查斑蚊分布於表十中，且 11 村之產卵桶的卵數為 1~118 粒，至於斑蚊種類也全為白線斑蚊。

東部近北回歸線的臺翁縣與花蓮縣五鄉鎮 32 村里的調查資料於表十一中，有 25 個村里的產卵桶有白線斑蚊幼蟲孳生，24 小時產卵數為 1~123 粒。

3、埃及斑蚊之分布

本年度就以上的病媒蚊調查陽性容器與陽性產卵桶，利用 GPS 定位資料，以 GIS 系統繪出的分布圖於圖一中，在北回歸線通過的嘉義縣、市與花蓮縣區域，並未有埃及斑蚊孳生；但由圖二中顯示於澎湖縣的馬公與西嶼鄉有埃及斑蚊分布，主要分布於馬公市石泉里、朝陽里、光復里與西嶼鄉內垵村等四村里。

、屏東縣登革熱病媒斑蚊抗藥性及藥效評估

1、固定濃度藥膜測定成蟲抗藥性

2006(九十五)年針對屏東地區已流行登革熱疾病之病媒蚊進行成蟲抗藥性監測，每三個月從屏東中、北區、萬丹鄉、琉球鄉與東港鎮，利用產卵桶採樣再攜回實驗室飼養至 F₁ 與 F₂ 成蟲，以七種固定濃度藥膜監測定成蟲抗藥性，以實驗室累代飼養品系 Bora Bora 埃及斑蚊，與林口白線品系作為對照組。同時進行九十二年與九十三年度屏東區之藥劑監測資料比對。

2006 年 3、6 與 9 月測試埃及斑蚊和白線斑蚊對 0.10% 安丹藥膜之藥效測試結果於表十二中，3 月份的屏東中、北區、東與九月中區埃及斑蚊，與 3 月萬丹與 6 月白線斑蚊之 KT₅₀ 皆 >120 分。就屏東中區的埃及斑蚊 3 月死亡率為 14%、6 月有 96% 至 9 月又降 78%；東港的埃及斑蚊 3 月死亡率為 93%，到 6 月降低為 74%；而屏東中區的白線斑

蚊在 3 月測得死亡率為 91%、6 月時降至 38%，到 9 月又升高為 89%。藥劑致死率差異大，另萬丹的白線斑蚊在 3~9 月測得死亡率於 59.7%~86%。表十二顯示本年度比 2004 年所測試的品系死亡率低，與 2003 年的結果相差不大。就屏東中區、東港的埃及斑蚊與東港、萬丹與琉球白線斑蚊品系的死亡率低，明顯的對 0.10% 安丹感藥性較差。

屏東地區白線斑蚊與埃及斑蚊對 1% 撲滅松藥膜的試驗結果於表十三，2006 年兩種斑蚊對於的 1% 撲滅松 KT_{50} 除東港埃及斑蚊為 117.7 分，其餘皆超過 120 分。所測試各品系埃及斑蚊之死亡率高達為 100%，此與 2003 與 2004 年對埃及斑蚊效應相似。而琉球白線斑蚊品系在 3、6 與 9 月之死亡率大於 93%；其他屏東中、北，東港與萬丹之白線斑蚊死亡率皆小於 77%，9 月萬丹白線斑蚊之死亡率 19% 最低；1% 撲滅松對琉球白線斑蚊品系死亡率與 2003 與 2004 年結果差異不大；在 2003 年報告中指出撲滅松不推薦用於萬丹地防治白線斑蚊；不使用，故東港白線斑蚊品系死亡率比 2003 與 2004 年藥效結果的高。就數據顯示，屏東區的白線斑蚊對撲滅松的感藥性甚差。

0.50% 依芬寧藥膜的測試結果於表十四中，Bora Bora 埃及斑蚊品系的 KT_{50} 比所測試各區的埃及斑蚊品系 (>120 分)，平均高 4.3 倍；且 3、6、9 月屏東中、北區的埃及斑蚊品系死亡率於 29~1%；3、6

月東港的埃及斑蚊品系死亡率分別為 67~6%；而 3、6、9 月屏東區白線斑蚊品系的平均 KT_{50} ，與林口品系數值相近；而處理 24 小時後的死亡率皆達 98~100%。本年度對 0.50% 依芬寧藥膜的試驗結果，由表中看來仍與 2003 與 2004 年的相同，埃及斑蚊品系對此藥依然不具感藥性。

測試 0.75% 百滅寧藥膜對各品系斑蚊的 KT_{50} ，表十五顯示屏東中、北區與東港的埃及斑蚊品系對此藥依然不具感藥性，三區的 3 月的平均 KT_{50} 為 71 分鐘比 Bora Bora 品系的 11.1 分鐘高出 6.4 倍，至 6 與 9 月份的 KT_{50} 均高於 120 分，而三區埃及斑蚊的 24 小時後死亡率都低於 Bora Bora 品系的 100%，死亡率在 3 月份為 63~78%；但至 6 與 9 月為 時死亡率降至 42~18%。屏東中、北區、萬丹、東港及琉球品系之白線斑蚊的 KT_{50} ，與對照組林口品系相差不大，其處理 24 小時後全為 100% 死亡率。與 2003 與 2004 年的兩種斑蚊對 0.75% 百滅寧藥膜測試結果亦相似。

3 月屏東北區與 6 月屏東中區之白線斑蚊，經 0.05% 賽洛寧藥膜處理 24 小時後死亡率各為 73% 與 98% 外，其它測試區各月之死亡率高達 100%，結果顯示於表十六中。而相反的，3、6、9 月屏東中區之埃及斑蚊品系經 0.05% 賽洛寧藥膜處理後 24 小時後死亡率分別為

45、93 與 61%，其 KT_{50} 高於同月份 Bora Bora 品系的 3~4 倍；另 3 月東港口系埃及斑蚊品系的 24 小時後死亡率為 95%，但至 6 月降低為 65%。顯然屏東中、北區及東港口系之埃及斑蚊對 0.05% 賽洛寧藥膜，與 2003 與 2004 的藥效結果相同，依然不具感藥性。

兩種斑蚊各區品系以 0.15% 賽飛寧藥膜處理，表十七結果與賽洛寧藥膜處理有相同趨勢；測試對屏東各區白線斑蚊品系之 KT_{50} 與各月份對照組數值相似，而處理 24 小時後的各月份死亡率皆達到 95%~100%。至於 3、6、9 月屏東中、北區與東港口系埃及斑蚊經 0.15% 賽飛寧藥膜處理 24 小時後死亡率都低於 Bora Bora 品系的 100%，為 36~85%；此與 2003 與 2004 年兩種斑蚊對 0.15% 賽飛寧藥膜皆具高感藥性結果不同，2006 年埃及斑蚊對 0.15% 賽飛寧藥膜具低感藥性。

表十八為受試的白線斑蚊經 0.05% 第滅寧藥膜處理 24 小時後死亡率皆達 100%。而屏東中、北區埃及斑蚊處理 24 小時後死亡率從 3 月的 73%，至 9 月呈上升趨勢，而三區各月份埃及斑蚊品系的平均 KT_{50} 分為 Bora Bora 品系的 1.8~3.3 倍；東港口系埃及斑蚊的死亡率從 3 月的 94%，至 6 月降至 87%。兩種斑蚊對 0.05% 第滅寧藥膜於 2003 與 2004 年的測試結果，顯示皆具高感藥性，但 2006 年白線斑蚊對 0.05% 第滅寧藥膜仍具高感藥性；而埃及斑蚊對第滅寧感藥性已降

低。

2、比較不同地區埃及斑蚊與白線斑蚊對七種藥膜的累積擊昏時間

圖三為屏東中區埃及斑蚊與白線斑蚊對七種藥膜的累積擊昏數量與時間，安丹與撲滅松為非除蟲菊類所以其擊昏效果差，其餘五種藥劑中區白線斑蚊在測試月份於20~25分鐘內可達到100%擊昏效果，以第滅寧效果最佳；但對照組林口品系以賽滅寧與第滅寧擊昏效果好。比對中區埃及斑蚊6月賽滅寧與9月份賽滅寧第與滅寧55分鐘後，有95%以上擊昏效應，3月份於85分鐘後第滅寧有90%以上擊昏效應。而Bora Bora於20分鐘對百滅寧有100%擊昏效果。

屏東北區與林口白線斑蚊品系對五種除蟲菊類藥膜的累積擊昏時間，測試各月份於20分鐘即可達到100%擊昏效果(圖四)，以百滅寧效果最佳。北區埃及斑蚊對百滅寧擊昏效果最差，3月對賽滅寧與第滅寧於65分鐘後有80%以上成蟲擊昏，6月賽滅寧與第滅寧55分鐘後，有95%以上擊昏效應，9月份於70分鐘後第滅寧有100%以上擊昏效應。而Bora Bora於20分鐘內對百滅寧有100%擊昏效果。

同樣趨勢出現於東港白線斑蚊品系對五種除蟲菊類藥膜的累積擊昏時間，圖五中顯示依芬寧之擊昏效應最差。測試各月份於20

分鐘對百滅寧即可達到 100% 擊昏效果。百滅寧對東港埃及斑蚊擊昏效果最差，賽洛寧次之；3 月對第滅寧於 50 分鐘後有 92% 以上成蟲擊昏，6 月第滅寧 95 分鐘後，有 100% 以上擊昏效應。而 Bora Bora 於 15 分鐘內對第滅寧有 100% 有 100% 擊昏效果。

萬丹白線斑蚊品系對五種除蟲菊類藥膜的累積擊昏時間顯示於圖六中，測試各月份於 20 分鐘對百滅寧即可達到 100% 擊昏效果。琉球白線斑蚊同樣於各月份測試於 20 分鐘對第滅寧與百滅寧即可達到 100% 擊昏效果。對照組於 15 分鐘內對第滅寧與賽飛寧有 100% 有 100% 擊昏效果。

3、比較不同地區埃及斑蚊與白線斑蚊對七種藥膜的感受性

Bora Bora 埃及斑蚊品系與 林口白線斑蚊品系，由上述結果顯示對七種藥膜感藥性測試，都具有高感藥性。

圖七為屏東地區的白線斑蚊七種藥膜的感受性，屏東中、北區、萬丹、東港口品系以安丹與撲滅松處理後各月份的死亡率低於 77%，其中以六月的中區僅有 29% 死亡。3 月北區白線斑蚊對賽洛寧之死亡率為 73%。屏東地區的埃及斑蚊七種藥膜的感受性顯示圖八，屏東中區埃及斑蚊品系經依芬寧與百滅寧處理後的平均死亡率分別為 11% 與 38.7%，而北區埃及斑蚊則為 5.3% 與 45%。6 月測試東港

埃及斑蚊品系對依芬寧與百滅寧處理後的平均死亡率分別為 6% 與 21%。

討論

本年度總計於四縣 335 村里進行登革熱病媒蚊調查、清除與放置產卵桶，探討登革熱病媒蚊分布，僅於澎湖縣馬公市石泉里、朝陽里、光復里與西嶼鄉內垵村有埃及斑蚊幼蟲孳生，其他地區持續調查中。

對於登革熱發生時，以殺蟲劑緊急噴灑防治仍不失為有效的方法。但經常性的使用殺蟲劑防治害蟲，發生抗藥性是無可避免的(徐 1998，羅及徐 1990)，且抗藥性發生是地域性，常因噴藥種類與頻度而改革，因此必須經加以檢測，以選擇使用有效的防治藥劑，才不會導致防治失敗。本報告以屏東縣市登革熱重點流行鄉里的斑蚊，進行常用藥劑效果的檢測，以探討其感藥狀況，並確定是否有抗藥性產生。

本年度測試結果，萬丹品系的白線斑蚊對 0.10% 安丹之感藥性明顯較低，屏東中區埃及斑蚊品系對此藥之感藥性亦甚低。1% 撲滅松對屏東中、北區、東港與萬丹品系之白線斑蚊的致死率極低，但對埃及斑蚊各受測地區品系則皆有近 100% 之效果。0.75% 百滅寧對白線斑蚊致死率均達 100%，但對屏東中、北區及東港之埃及斑蚊則藥效均不佳，建議室內噴藥時勿使用此藥劑。0.05% 第滅寧對目前各測試品系的白線有甚佳的效果，但今年度所測試各埃及斑蚊品系死亡率下降 73%，應慎

重使用。0.05%賽洛寧則顯示對埃及斑蚊的致死率不高，但卻 100%可防治琉球與東港白線斑蚊品系，但屏東北區應考量使用。0.15%賽飛寧與賽洛寧相似，不宜使用於埃及斑蚊的防治，尤其在東港地區。0.50%依芬寧雖對白線斑蚊有 98%以上的致死率，但對屏東與東港的埃及斑蚊致死率卻都未達 10%，亦不宜推薦使用於室內。

另屏東地區白線斑蚊對五種除蟲菊類藥膜的於 20~25 分鐘內可達到 100%擊昏效果，以第滅寧效果最佳。屏東埃及斑蚊對五種除蟲菊類藥膜的累積擊昏時間，大於 Bora Bora 品系的 3 倍。

表十九為九十五年屏東縣環境局使用防治登革熱病媒藥劑，以依芬寧、賽洛寧、百滅寧為主，就今年的藥效測試結果，就登革熱病媒埃及斑蚊成蟲之防治而言，依芬寧、賽洛寧、賽飛寧、百滅寧與安丹均不適於再大量使用，而防治白線斑蚊則安丹與撲滅松似不宜再推薦。

結論與建議

就本計畫目前所獲結果，對於屏東地區登革熱病媒蚊的防治藥劑之篩選，對於防治室外白線斑蚊與防治室內埃及斑蚊者似有極大不同，具體建議請參考表二十。除萬丹地區不宜用安丹與撲滅松防治白線斑蚊外，其他五種藥劑對白線斑蚊均可考慮選用。但對埃及斑蚊而言，似乎僅撲滅松有效，而依芬寧、賽洛寧與百滅寧則最不宜再使用。病媒斑蚊幼蟲的防治，東港地區用藥應極小心，避免再選用百滅寧、普亞列寧、依芬寧與賽滅寧。

參考文獻

- 未具名。登革熱防治工作手冊。行政院衛生署及環保署登革熱防治中心。1989。191 頁。
- 朱耀沂、王正雄、徐爾烈。台灣地區家蠅抗藥性發生之監測及預測。行政院環保署。1990。37 頁。
- 徐爾烈。台灣重要蚊蟲之發生及其抗藥性之研究。行政院環保署。1988。28 頁。
- 徐爾烈、李學進、陳錦生、張念台。登革熱主要病媒蚊之發生密度調查。行政院環保署。1990。41 頁。
- 羅怡珮、徐爾烈。蚊類抗藥性現況。第一屆病媒防治技術研討會。1989。145-160 頁。
- 羅怡珮。台灣白線斑蚊抗藥性之研究。台大植病所博士論文。1992。127 頁。
- 六、重要參考文獻：依一般科學論文之參考文獻撰寫方式，列出所引用之參考文獻，並於計畫內容引用處標註之。
- 王維恭。關於登革熱。台大醫網。2003。20-23 頁。
- 未具名。登革熱防治工作手冊。行政院衛生署及環保署登革熱防治中心。1989。191 頁。
- 朱耀沂、王正雄、徐爾烈。台灣地區家蠅抗藥性發生之監測及預測。行政院環保署。1990。37 頁。
- 吳懷慧、張念台。埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食率之比較。中華昆蟲。1990。10:433-442。
- 吳懷慧、張念台。生物因子對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響。1992。中華昆蟲 12:41-48。
- 吳懷慧、張念台。溫度、水質及酸鹼度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響。1993。中華昆蟲 13:33-44。
- 洪玉珠、徐爾烈、陳錦生、李學進、張念台、白秀華、羅怡珮、梁素琴、李麗杏。台灣地區登革熱病媒蚊孳生源清除成效抽測。1997。第九屆病媒防治技術研討會論文集：61-87 頁，行政院環保署。
- 徐爾烈。台灣重要蚊蟲之發生及其抗藥性之研究。行政院環保署。1988。28 頁。

- 徐爾烈、李學進、陳錦生、張念台。登革熱主要病媒蚊之發生密度調查。行政院環保署。1990。41 頁。
- 張念台。1996。蘇力菌對登革熱病媒蚊之防治。中華環境有害生物防治協會暨病媒蚊蟲生物防治研討會論文集，47-48 頁。
- 張念台。台灣南部地區登革熱病媒蚊防治。1999。第十一屆病媒防治技術研討會論文集：85-9 頁，行政院環保署。
- 張念台、吳懷慧。八十七年度屏東與臺東地區登革熱病媒孳生源清除宣導計畫工作報告。1998。高雄醫學科學雜誌 14:s65-s73。
- 張念台、吳懷慧。屏東縣琉球鄉登革熱病媒蚊十年監測。1998。高雄醫學科學雜誌 14:s18-s25。
- 張念台、林存德、王光輝、吳懷慧、黃基森。屏東縣琉球鄉登革熱病媒蚊之監測與防治。1990。興大昆蟲學會會報 23:13-27。
- 張念台、梁龍文、吳懷慧。屏東縣琉球鄉居民對登革熱及其病媒之認知。1995。中華昆蟲 15:125-135。
- 黃基森、吳懷慧、張念台。高雄市三民區斑蚊孳生環境之調查與登革熱流行原因之探討。1995。中華昆蟲 15:215-225。
- 鄧華真、鍾兆麟、王昇燦、侯春錦。嘉義沿海地區登革熱病媒蚊之分布調查及其原因探討。1996。中華昆蟲 16:155-165。
- 羅怡珮、徐爾烈。蚊類抗藥性現況。第一屆病媒防治技術研討會。1989。145-160 頁。
- 羅怡珮。台灣白線斑蚊抗藥性之研究。台大植病所博士論文。1992。127 頁。
- 蘇明道、張念台。利用地理資訊系統監視登革熱病媒蚊之架構探討。1995。國立屏東技術學院學報 4:45-54。
- Amin AM, Hemingway J: Preliminary investigation of the mechanisms of DDT and pyrethroids resistance in *Culex quinquefasciatus* ; Say (Diptera:Culicidae) from Saudi Arabia, Bull. Ent Res 1989;79:361-166.
- Apperson CS, Geuoghiou GP: Mechanisms of resistance to organophosphate insecticides in *Culex tarsalis*. J Econ Entomol 1975;68:153-157.

- Brown AWA: Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J Am Mosquito Control Assoc* 1986;2:123-140
- Brown TM, Brogdon WG: Improved detection of insecticides resistance through conventional and molecular techniques. *Ann Rev Entomol* 1987;32:145-162.
- Chadwick PR, Slatter R, Brown MJ: Cross-resistance to pyrethroids and other insecticides in *Aedes Aegypti*. *Pestic Sci* 1984;15:112-120
- Chan KL: Singapore's dengue haemorrhagic fever control programme: a Case study on the successful control *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using mainly environment measures as a part of integrate vector control, SEAMIC Publication 1985;N0.*45. SEAMIC, Tokyo.
- Chang NT: Dengue control in an isolated islet "Hsiao-Liu-Chiu" and application of geographic information science (GIS). Page 24-25, in Program and Abstracts of NHRI Conference on Dengue Virus and Dengue fever, May 19-20, 2001, Tao-Yuan, Taiwan. Chang, N. T., J. S. Hwang and Y. J. Guo. 1994. Posters and exhibition of dengue vector control in Taiwan area. *Kaohsiung J Med Sci* 2001;10:S147-S151.
- Chang NT, Liu SD: Virulence of entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* Var. *anisopliae* to *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae. 1990.
- Chasseand LF: The role of glutathion and glutathion s-transferase in metabolism of chemical carcinogens and other electrophilic agents. *Adv Cancer Research* 1979;29:175-274.
- Kobayashi MN, Nihei, Kurihara T: Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by geographical information system. *J. Med. Entomol.* 2002;39: 4-11.
- Danterman WC, Hodgson E: Detoxication mechanisms in insects. In M. Rockstein (ed.) *Biochemistry of Insects* Academic Press New York. 1978;pp:541-577.
- Devonshire AL, Moores GD: A carboxylesterase with broad substrate specificity cause organophosphorus, carbamate and pyrethroids resistance in peach potato aphids *Myzus persicae*. *Pestic Biochem Physiol* 1982;18:235-246.
- Devonshire AL, Field LM: Gene amplification and insecticide resistance. *Ann Rev Entomol* 1991;36: 1-23.

- Enayati AA, Vatandoost H, Ladonni H, Townson H, Hemingway J: Molecular evidence for a kdr-like pyrethroid resistance mechanism in the malaria vector mosquito *Anopheles stephensi*. *Medical and Veterinary Entomology* 2003;17: 138-144.
- Georghiou GP, Pasteur N: Electrophoretic esterase patterns in insecticide-resistant and susceptible mosquitoes. *J Econ Entomol* 1978;71: 201-205.
- Georghiou GP, Pasteur N: Organophosphate resistance and esterase patterns in a natural population of the Southern house mosquito from California. *J Econo Entomol* 1980;73:489-492.
- Georghion GP, Wirth M, Tran H, Saume F, Knudsen AB: Potential for organophosphate resistance in *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) in the Carubbean area and neighbouring countries. *J Med Entomol* 1981;24:290-294.
- Grant DF, Dietze EC, Hammock BD: Glutathione S-transferase isozymes in *Aedes aegypti* : purification, characterization and isozyme-specific regulation. *Insect Biochem* 1991;21:421-433.
- Habig WH, Pabst MJ, Jakoby WB: Glutathion Stransferase. The first enzyme step in mercapturic acid formation. *J Biol Chem* 1974;249:7130-7139.
- Hawley WA: The biology of *Aedes albopictus*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* (Supp.) 1988;439pp.
- Hemingway J: The biochemical nature of malathion resistance in *Anopheles stephensi* from Pakistan. *Pestic Biochem Physiol* 1982;17:149-155.
- Hemingway J, Boddington RG, Harris J, Dunbar SJ. Mechanisms of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) from Puerto Rico. *Bull ent Res* 1989;79:123.
- Kao LR, Motoyama N, Dauterman WC: Multiple forms of esterase in mouse rat, and rabbit liver, and their role in hydrolysis of organophosphorus and pyrethroid insecticides. *Pestic Biochem Physiol* 1984;23:66-67.
- Khoo BK, Sutherland DJ: Resistance management by operational targeting of female *Aedes sollicitans* with ULV malathion. Proc-Annu-Meet-N-J-Mosq-Control-Assoc. 1985;(72nd) p. 204-208.

- Khoo BK, Sutherland DJ, Sprenger D, Dickerson D, Nguyen H: Susceptibility status of *Aedes albopictus* to three topically applied adulticides. *J-Am-Mosq-Control-Assoc.* 1988; v.4 (3) p. 310-313.
- Kobayashi M, Nihei N, Kurihara T: Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by geographical information system. *J Med Entomol* 2002;39: 4-11.
- Luna J, S de, Santos dos AF, de Lima MRF, de Omena MC, de Mendonca FAC, Bieber LW, Sant' Ana AEG : A stude of the larvicidal and molluscicidal activities of some medicinal plants from northeast Brazil. *Journal of Ethnopharmacology* 2005 ;97: 199-206.
- Matsumura F: Metabolism of insecticides by animals and plants. In f. Matsumura (ed.). *Toxicology of insecticides* Plenam Press New York 1985;pp203-298.
- Metcalf RC: Insect resistance to insecticides. *Pestic Sci* 1989;26:333-358.
- Nakatsugawa T, Morelli MA: Microsomal oxidation and insecticide metabolism. In C. F. Wilkinson. *Insecticide Biochemistry and Physiology* Plenum Press New York. 1976; pp.61-114.
- Patil NS, Lole KS, Deobagkar DN: Adaptive larval thermo-tolerance and induced cross-tolerance to propoxur insecticide in mosquitoes *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. *Med-vet-entomol* 1996;v. 10 (3) p. 277-282.
- Rodriguez-Coto MM, Bisset-Lazcano JA, Molina-de-Fernandez D, Soca A : Malathion resistance in *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* after its use in *Aedes aegypti* control programs. *J-Am-Mosq-Control-Assoc* 2000;v.16 (4) p. 324-330.
- Su MD, Chang NT: Framework for application of geographic information system to the monitoring of dengue vectors. *Kaohsiung J Med Sci* 1994; 10:S94-S101.
- Teng HJ, Wu YL, Lin TH: Mosquito fauna in water-holding containers with emphasis on dengue vectors (Diptera: Culicidae) in Chungho, Taipei county, Taiwan. *J Med Entomol* 1999;36: 468-472.
- Teng HJ, and Charles SA: Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: effects of density, food, and competition on response to Temperature. *J Med Entomol* 2000;37: 40-52.

Wang CH, Chang NT, WU HH, HO CM: Integrate control of the dengue vector: *Aedes aegypti* in Liu-Chiu village, Ping-Tung county, Taiwan. *Journal of the American Mosquito Control Association* 2000;16(2): 93-99.

Wilkinson CF: Role of mixed-funtion oxidases in insecticides resistance. In "Pest Resisrance to Pesticides" (G.P. georghiou and T.Saito Eds.) Plenum Press. New York. 1983.

Yu SJ: Induction of microsomal oxidase by host plants in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Pestic Biochem Physiol* 1982;17:59-67