

衛生署疾病管制局委託研究計畫書

九十三年度

計畫編號：DOH93-DC-1127

計畫名稱：屏東及東港地區病媒斑蚊抗藥性及藥效評估

執行機構：屏東科技大學

計畫主持人：張念台

執行期限：93年1月1日起至93年12月31日止

中華民國九十三年十二月日

目 錄

中文摘要	2
英文摘要	3
前言	4
材料與方法	7
結果	11
討論	17
結論與建議	18
參考文獻	19
表一	23
表二	23
表三	24
表四	24
表五	25
表六	25
表七	26
表八	27
表九	28
表十	29
表十一	29
表十二	29
圖一	30
圖二	30
圖三	30
照片一	31
照片二	31
照片三	31
照片四	31
照片五	31

中文摘要

本計畫主要目的為測試屏東地區不品系病媒蚊之感藥性，與建立斑蚊敏感品系感藥性基礎線。0.75%百滅寧對屏東中區與東港地區的埃及斑蚊之感藥性差，不建議使用此藥防治埃及斑蚊。0.1%安丹、1%撲滅松、0.5%依芬寧、0.75%百滅寧、0.05%賽洛寧、0.15%賽飛寧與0.05%第滅寧對小琉球白線斑蚊品系，皆有100%致死亡率，但對東港地區白線斑蚊品系藥效測試，除了0.1%安丹與1%撲滅松的藥效不佳外，其餘都有100%的防治率。0.5%依芬寧東港與小琉球的埃及斑蚊的防治率低於1.7%，但對白線斑蚊有100%致死亡率，因此仍不推薦依芬寧用於東港地區與小琉球地區防治斑蚊。

斑蚊敏感品系(Bora Bora)感藥性基礎線測試，結果以第滅寧、亞滅寧、賽滅寧的 LC_{50} 于0.05 ppm以下，毒性最強。又第滅寧對所測試的斑蚊之致死率效果最好。第滅寧、亞滅寧、賽滅寧的毒性強也不推薦使用而，因此也不建議使用。

關鍵詞：埃及斑蚊、白線斑蚊、感藥性、感藥性基礎線

英文摘要

Insecticides efficacy and resistance of dengue vectors in Pingtung and Tungkung area

The insecticide susceptibility of both *Aedes albopictus* (AA) and *Aedes aegypti*(AE) collected from Pingtung and Tungkung area as well as the baseline susceptibility in AE were conducted. Low susceptibility of AE strain from central area of Pingtung and Tungkung was detected and not recommended. Following pesticides that include 0.10%Propoxur, 1% Fenitrothion, 0.5%Ethofenprox, 0.75%Permethrin, 0.05%Cyhalothrin, 0.15%Cyfluthrin, and 0.05%Deltamethrin can cause 100% mortality of AA strain from small LiuChu. Pingtung. In addition to 0.1% Propoxur and 1%Fenitrothion, those pesticides can also kill 100% of AA strain from Tungkung area. Both control rates of 0.5% Ethofenprox to the AE strains from Tungkung and small LiuChu are all as low as 1.7%, while it can cause 100% mortality when tested with AA strain from these two area. Thus, 0.5% Ethofenprox is not recommended using in Tungkung and small LiuChu for the control of the vector mosquitoes. The susceptible strain, Bora Bora, was used to predict the baseline of tested chemicals. The predicted LC50 of Deltamethrin, Alphacypermethrin , Cypermethrin are 0.02, 0.03, and 0.04 ppm, respectively.

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

前言

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。本計劃擬以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。

全世界對有機氯鹵劑(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，故其損失則因流行程

度而擴大，病媒蚊密度高則登革熱流行的風險愈大。

本研究的目的是在探討屏東及東港地區在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在白線斑蚊或埃及斑蚊而有差異，以解釋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有防治效果(Khoo & Sutherland. 1985)，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：

本計畫為因應近來屏東地區登革熱疫情升溫，對於該區登革熱病媒蚊抗藥性及藥效評估實有了解之必要而擬定。計畫欲達成目標與工作項目包括：

一、供試蟲

(一) 供試蟲源：

1. 埃及斑蚊

(1) Bora Bora 品系(室內品系)埃及斑蚊：由英國引進，於實驗室內繁殖繼代的敏感品系。

(2) 屏東市中區品係：2003 年 3 月起由屏東市中區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第三代。

(3) 屏東縣東港口品係：2003 年 3 月起由屏東縣東港口採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第四代。

(4) 屏東縣琉球品係：2003 年 3 月起由屏東縣琉球採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第二代。

2. 白線斑蚊：

(1) 墾丁鵝鑾鼻品係白線斑紋：2003 年 2 月起由屏東縣墾丁鵝鑾鼻採回卵條，於實驗室內繁殖繼代的敏感品系。

(2) 屏東市中區品係：2003 年 3 月起由屏東市中區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第二代。

(3) 屏東縣東港口品係：2003 年 3 月起由屏東縣東港口採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第四代。

(4) 屏東縣琉球品係：2003 年 3 月起由屏東縣琉球鄉採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內，目前已繁殖至第二代。

(二) 供試蚊蟲之培養：

幼蟲飼養於長 22 公分，寬 15 公分，深 7 公分的塑膠水盆，以台糖酵母+豬肝粉(1:1)飼育，每盆約飼養 200 隻幼蟲，逐日添加飼料，待

化蛹後，將蛹挑至水杯，再放入養蟲籠中(20 cm X 20 cm X 30cm)，供給 10%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，即可得到一齡幼蟲。養蟲室之溫度維持於 25-28℃，濕度 70%，光照 12 小時、黑暗 12 小時。

(三) 感藥性測試:

1. 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。第一階段以成蟲抗藥性套組測試之，並篩選出具抗藥性的第二代，第二階段是以體表滴定法測定具抗藥性第二代成蟲的半數致死劑量 (LD_{50}) (Khoo et. al., 1988)。
2. 幼蟲：第一階段以幼蟲浸浴法依據鑑識濃度 (即感藥品系 LC_{95} 的兩倍濃度)，並篩選出具抗藥性的第二代，第二階段是以幼蟲浸浴法測定出各品系的半數致死濃度。
3. 以機值分析法 (Probit analysis) 分析致死劑量 (LD_{50} 和 LC_{95}) 以 t-test 分析比較各品系的抗藥性差異性。
4. 殺蟲劑使用之藥效: 以現行的超低容量噴霧法、煙霧法噴灑器材於田間檢測效。
 - (1).噴藥前後以誘卵器調查斑蚊密度，評估其藥效。

(2).噴藥期間以網籠盛裝斑蚊成蟲，誘卵器盛裝幼蟲，觀察直接殺蚊效果。

(3). 測試殘留藥效。

5.供測試殺蟲劑種類:

(1).殺成蟲劑:百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、治滅寧、亞特松、陶斯松等，

(2).殺幼蟲劑：亞培松、百利普芬、蘇力菌、二福隆、三福隆。

6.建議斑蚊敏感品系感藥性基礎線：

(1).市售藥劑包括百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、賽飛寧、撲滅松、亞特松、亞滅寧、第滅寧、亞芬化利及依芬寧等進行測試。每一藥劑至少稀釋 10 種濃度。

(2).待測藥劑的各稀釋濃度處理，以世界衛生組織成蟲抗藥性套組測試，每處理使用雌蚊 25 隻，重複四次，記錄死亡率。

(3).需找出 20~80 死亡率的稀釋濃度，則可推算出 95%與 99%的致死劑量，建立特殊環衛用藥滅成蚊藥劑的基礎感藥性數據。

7. 玻璃室檢測特殊環境用藥

殺蟲劑使用之藥效以煙霧機，煙霧法使用煙霧機(Burgess[®], Propane Insect Fogger 1443, The Fountainhead Group, Inc.)於 3m×4m×2m 玻璃室(模擬居家房間)，對 Bora Bora 品系和屏東縣東港鄉品系埃及斑蚊及屏東縣恆春鄉品系和屏東縣東港鄉品系白線斑蚊的藥效。將 20 隻雌蚊置入 10cm x 10cm x 25cm 之網籠內。噴霧機預熱 5 分鐘。每 10 秒記錄一次擊昏數，至 30 分鐘。24 小時後觀察死亡數。五重覆。

- (1) A 品牌(Tetramethrin 2.0% w/w、Cypermethrin 6.0 % w/w)，依推薦濃度，以煤油稀釋成 100 倍。自玻璃室之噴藥口噴入藥劑(噴入藥劑 59.92ml)。
- (2) B 品牌(d-tetramethrin 0.75 % w/w Cyphenothrin 7.5 % w/w Piperonyl Butoxide 8.0 % w/w)，依推薦濃度，稀釋成 4 倍。自玻璃室之噴藥口噴入藥劑(噴入藥劑 59.86ml)。
- (3) C 品牌(Deltamethrin 0.5 % w/w、Permethrin 7.0 % w/w、Piperonyl Butoxide 5.0 % w/w)，依推薦濃度，稀釋成 100 倍。自玻璃室之噴藥口噴入藥劑 60ml。

結果

一、成蟲藥膜測試法

固定濃度藥膜測定成蟲抗藥性

(1) 比較七種藥膜對各地區埃及斑蚊與白線斑蚊的作用

測試七種固定濃度藥膜對屏東中區、東港鎮與琉球鄉的埃及斑蚊和白線斑蚊藥效作用，並與 2003 年之藥效測試結果進行比較。屏東中區、東港與琉球鄉之埃及斑蚊對於 0.10% 安丹藥膜的 KT_{50} ，除屏東中區品系的 49.77 分鐘外，東港與琉球品系的 KT_{50} ，比 Bora Bora 品系的 71.55 分鐘高出 1.7 倍，而琉球品系的埃及斑蚊死亡率是 Bora Bora 品系的 1/2 倍（表一）；鵝鸞鼻白線斑蚊品系之 KT_{50} (89.73 分)，比琉球品系的 (30.01 分) 高 3 倍，但比東港口系的 (>120 分) 低 1.33 倍，而東港口系死亡率只有 68.33%。表一顯示 2004 年所測試的品系死亡率，比 2003 年的有增加現象，但琉球品系的埃及斑蚊與東港口白線斑蚊品系的死亡率，分別感藥性品系(Bora Bora 品系、鵝鸞鼻白線斑蚊品系)的低 1.33 與 1.4 倍，明顯的這二個品系對 0.10% 安丹感藥性較差。

表二為屏東市中區、東港與琉球之白線斑蚊與埃及斑蚊，對 1% 撲滅松藥膜的試驗結果，此三區品系的白線斑蚊對 1% 撲滅松藥膜的 KT_{50} 與鵝鸞鼻 2003 品系相同，都大於 120 分鐘，而其 24 小時後死亡率，琉球品系的死亡率 100%，比東港口系的 53.33% 與鵝鸞鼻 2003 品系的 73.33 % 高。埃及斑蚊對 1% 撲滅松藥膜的 KT_{50} ，只有屏東中區 KT_{50} 63.72 分，比 Bora

Bora 品系 (99.2 分) 低 1.6 倍，另就處理藥劑後的死亡率多為 100%，除東港口系只有 70% 死亡；就數據顯示，東港口系兩種測試斑蚊對 1% 撲滅松的感藥性甚差，此結果與 2003 年的藥效成果是相似的。

0.50% 依芬寧藥膜的測試結果於表三中，屏東中區、東港及琉球之埃及斑蚊品系的 KT_{50} (>120 分)，都比 Bora Bora 品系的 78.28 分低 1.5 倍，但東港及琉球的埃及斑蚊品系死亡率於 2% 以下；至於東港白線斑蚊品系的 KT_{50} ，比鵝鸞鼻高 1.5 倍，而琉球鄉白線斑蚊品系的 KT_{50} 比鵝鸞鼻低 1.3 倍；而處理 24 小時後的死亡率皆達到 100%。在 2004 年對 0.50% 依芬寧藥膜的試驗結果，由表三中看來仍與 2003 的相同，東港及琉球的埃及斑蚊品系對此藥依然不具感藥性。

表四為測試 0.75% 百滅寧藥膜對各品系斑蚊的 KT_{50} ，除了顯示屏東中區與東港的埃及斑蚊品系對此藥依然不具感藥性，兩區的 KT_{50} (>120 分) Bora Bora 品系的 15.1 分鐘，而 24 小時後死亡率都低於 Bora Bora 品系的 100%，分別有 16.67% 與 43.3% 的死亡率。東港及琉球品系之白線斑蚊的 KT_{50} ，與鵝鸞鼻品系相差不大，其處理 24 小時後全為 100% 死亡率。與去年的對 0.75% 百滅寧藥膜測試結果亦相似。

東港及琉球品系之白線斑蚊，經 0.05% 賽洛寧藥膜處理 24 小時後死亡率皆達到 100%，結果顯示於表五中。相反的，屏東中區與東港之埃及斑蚊品系經 0.05% 賽洛寧藥膜處理過的 KT_{50} ，皆高於 Bora Bora 品系（16.73 分鐘）的 3.5~4.5 倍，且 24 小時後死亡率也低於 Bora Bora 品系的 100%，雖然琉球埃及斑蚊品系的 KT_{50} ，與 Bora Bora 品系的差異不大，但 24 小時後死亡率為 76.67%；顯然屏東中區、東港及琉球品系之埃及斑蚊對 0.05% 賽洛寧藥膜，與 2003 的藥效結果相同，依然不具感藥性。

以 0.15% 賽飛寧藥膜，測試對東港及琉球品系之白線斑蚊，其 KT_{50} 只有琉球品系的(11.59 分)比鵝鸞鼻 2004 品系的 20 分鐘高 1.7 倍，而處理 24 小時後的死亡率，皆達到 100%(表六)。至於埃及斑蚊經 0.15% 賽飛寧藥膜處理屏東中區與東港及琉球品系的 KT_{50} 皆大於 Bora Bora 品系的 12.48 分鐘，而 24 小時後死亡率都低於 Bora Bora 品系的 100%，兩種斑蚊對 0.15% 賽飛寧藥膜皆具高感藥性。

表七為受試的白線斑蚊及埃及斑蚊經 0.05% 第滅寧藥膜處理 24 小時後死亡率皆達 100%。東港的埃及斑蚊品系的 KT_{50}

40.38 分為 Bora Bora 品系的 3.1 倍，琉球的白線斑蚊品系的 KT_{50} 比鵝鸞鼻品系的(20.83 分)低 0.6 倍，兩種斑蚊對 0.05% 第滅寧藥膜於 2003 與 2004 年的測試結果，顯示皆具有高感藥性。

(2) 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 埃及斑蚊品系與鵝鸞鼻的白線斑蚊品系，由上述結果顯示對七種藥膜感藥性測試，都具高感藥性。

百滅寧測試屏東中區的埃及斑蚊藥膜的感受性，其死亡率只有 1.7%，感藥性最低(圖一)。東港的白線斑蚊品系經撲滅松與安丹處理後的死亡率分別為 53.3%與 68.3%，對其它五種藥膜都有 100%死亡率；而其埃及斑蚊品系經依芬寧、百滅寧與賽洛寧處理後的死亡率分別為 0.0%、43.3 與 53.3%，結果於圖二中。琉球白線斑蚊品系對七種藥膜皆有高達 100%死亡率，為具高感藥性(圖三)。依芬寧與賽洛寧處理琉球埃及斑蚊後的死亡率分別為 1.7%與 76.7%，其餘藥膜都有 86.7%以上的死亡率，具感藥性。

二、玻璃室檢測特殊環境用藥

檢測今年屏東縣使用防治登革熱藥劑藥效，對 Bora Bora 品系、屏東縣東港鄉品系埃及斑蚊、屏東縣恆春鄉品系和屏東縣東港鄉品系白線斑蚊的藥效結果於表八中。三種組合藥劑對測試斑蚊 24 小時後的

防治率 100%，表示 2004 年所使用的藥劑藥效殺蟲良好。

三、斑蚊敏感品系感藥性基礎線測試

挑選七種市售藥劑，將成品稀釋十濃度，進行檢測感藥性斑蚊品系的感藥性基礎線試驗，結果於表九中， LC_{50} 為 0.01 ppm 以下的有：第滅寧、亞滅寧、賽滅寧，**毒性較高**； LC_{50} 為 0.1 ~0.5 ppm 間的有依芬寧、撲滅松； LC_{50} 為 0.5 ppm 以上有賽酚寧、百滅寧。

百滅寧檢測出 Bora Bora 埃及斑蚊敏感品系之 LC_{50} 為 1.15 ppm、 LC_{95} 為 3.35 ppm，而 95 % 信賴區間為 1.27-1.02 ppm 之間；撲滅松的埃及斑蚊敏感品系之 LC_{50} 為 0.19 ppm、 LC_{95} 為 2.36 ppm，而 95 % 信賴區間為 0.22-0.17 ppm 之間。賽酚寧的斑蚊敏感品系之 LC_{50} 為 0.58 ppm、 LC_{95} 為 2.86 ppm，95 % 信賴區間為 0.65-0.52 ppm 之間。埃及斑蚊 Bora.Bora 敏感品系對感藥性較高的藥劑，有賽滅寧之 LC_{50} 為 0.04 ppm、 LC_{95} 為 1.83 ppm，95 % 信賴區間為 0.05-0.03 ppm。亞滅寧之斑蚊敏感品系之 LC_{50} 為 0.03 ppm、 LC_{95} 為 1.77 ppm 而 95 % 信賴區間為 0.04-0.02 ppm 之間。第滅寧之 LC_{50} 為 0.019 ppm， LC_{95} 為 0.14 ppm 而 95 % 信賴區間為 0.02-0.01 ppm 之間。而埃及斑蚊 Bora.Bora 敏感品系對於依芬寧感藥性較低其 LC_{50} 為 0.46 ppm， LC_{95} 為 6.34 ppm 而 95 % 信賴區間為 0.57-0.36 ppm 之間。

四、吸血與不同日齡雌、雄埃及斑蚊對百滅寧抗藥性之測試

表十為雌、雄埃及斑蚊對百滅寧抗藥性之測試結果，以屏東中區對百滅寧有抗性的埃及斑蚊為試驗組，其雌蚊 24 小時的死亡率為 46.66 %，對於百滅寧的抗藥性較雄蚊 24 小時的死亡率 55.00 % 高；而與對照組的 Bora Bora 品系比較，雌蚊 24 小時的死亡率為 51.66% 差異不大，

與雄蚊 24 小時的死亡率高達 71.66 % 有差。

對吸血與未吸血雌蚊的測試結果在表十一中，雌蚊在吸飽血的狀況下 24 小時的死亡率為 23.33 % ，較 Bora Bora (36.66 %) 與未吸血 24 小時的死亡率 51.66 % 低，可能與能否成功生殖下一代有關。

屏東中區 F4AE 與 Bora.Bora 品系的不同日齡雌蚊對百滅寧抗藥性之測試結果，由表十二得知，對藥劑的抗性會隨著羽化日齡的時間延長而增加。

討 論

九十一年高高屏地區本土性登革熱大流行，屏東市有 380 確定病例，就登革熱發生時，用緊急噴藥防治是必須的，但經常使用殺蟲藥往往導致抗藥性的產生。於去年(92)執行「屏東地區登革熱病媒蚊抗藥性及藥效評估計畫」，發現因屏東市在九十一年所使用的殺蟲藥為百滅寧，且檢測屏東中區、屏東北區與東港地區的埃及斑蚊對 0.75% 百滅寧的感藥性效果差，處理 24 小時的死亡率分別於 15.3% 、 68.3% 與 52.33% 間(張，2003)；今年的藥效檢驗結果，屏東中區與東港地區的埃及斑蚊經百滅寧處理後處理 24 小時的死亡率分別為 16.67% 與 43.3%。顯示此二區的埃及斑蚊對百滅寧無感藥性。因此不推薦使用於屏東中區與東港地區斑蚊防治。

0.1% 安丹、1% 撲滅松、0.5% 依芬寧、0.75% 百滅寧、0.05% 賽洛寧、0.15% 賽飛寧與 0.05% 第滅寧對東港地區白線斑蚊藥效測試，除了 0.1% 安丹與 1% 撲滅松的致死率各為 68.3% 與 53.3% 外，其餘都有 100% 的死亡率。用 0.1% 安丹、0.15% 賽飛寧與 0.05% 第滅寧處理埃及斑蚊的致死率可達 91.7% 以上，但以 0.5% 依芬寧處理之死亡率為 0% 最差，而 1% 撲滅松、0.75% 百滅寧與 0.05% 賽洛寧的死亡率為於 43.3%~70%。

七種藥劑對小琉球的白線斑蚊，藥效皆有 100% 死亡率；但小琉球地

區的埃及斑蚊用 0.5% 依芬寧處理之死亡率為 1.2% 效果最差，用 0.1% 安丹處理之死亡率為 45%；其他三種藥效也有 76.7%~90%。因此不推薦依芬寧用於東港地區與小琉球地區防治斑蚊。

七種市售藥劑進行斑蚊敏感品系感藥性基礎線測試試驗，結果第滅寧、亞滅寧、賽滅寧的 LC_{50} 為 0.01 ppm 以下毒性最高。而第滅寧對三區斑蚊的致死率效果最好，因此也不建議使用。

結論與建議

以本計畫結果與就防治觀點而言，安丹、依芬寧、百滅寧、賽洛寧與賽飛寧都不能在大量使用防治埃及斑蚊；安丹與撲滅松則不妨有效防治白線斑蚊。第滅寧、亞滅寧、賽滅寧的毒性強也不推薦使用。

93 年爆發本土性登革熱，主要流行區域於屏東市，至 12 月 4 日確定病例有 396 例，其中 305 例為本土病例，屏東縣有 267 例登革熱，且多集中於屏東市區，幾緊急防治所使用的成蟲藥劑為第佳寧、賽滅寧、速滅寧、第滅寧、百芬寧與大春乳劑等；而幼蚊多使用蚊戰。再加上至登革熱持續發燒中，因此 94 年登革熱防治用藥，應不能再使用上述等藥劑進行防治，預防藥效失效，請慎選防治登革熱藥劑。

參考文獻

- 未具名。1989。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。191 頁。
- 朱耀沂、王正雄、徐爾烈。1990。台灣地區家蠅抗藥性發生之監測及預測。行政院環保署。37 頁。
- 徐爾烈。1988。台灣重要蚊蟲之發生及其抗藥性之研究。行政院環保署。28 頁。
- 徐爾烈、李學進、陳錦生、張念台。1990。登革熱主要病媒蚊之發生密度調查。行政院環保署。41 頁。
- 張念台。2003。屏東地區登革熱病媒蚊抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局。29 頁。
- 羅怡珮、徐爾烈。1989。蚊類抗藥性現況。第一屆病媒防治技術研討會。145-160 頁。
- 羅怡珮。1992。台灣白線斑蚊抗藥性之研究。台大植病所博士論文。127 頁。
- Amin, A.M. and J. Hemingway. 1989. Preliminary investigation of the mechanisms of DDT and pyrethroids resistance in *Culex quinquefasciatus* ; Say (Diptera:Culicidae) from Saudi Arabia, Bull. Ent. Res. 79:361-166.
- Apperson, C.S. and G.P. Geuoghiou 1975. Mechanisms of resistance to organophosphate insecticides in *Culex tarsalis*. J. Econ. Entomol. 68:153-157.
- Brown, A.W.A. 1986 Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. J. Am. Mosquito. Control Assoc. 2:123-140

- Brown, T.M. and W.G. Brogdon 1987. Improved detection of insecticides resistance through conventional and molecular techniques. *Ann. Rev. Entomol.* 32:145-162.
- Chadwick, P.R., R. Slatter and M.J. Brown 1984. Cross-resistance to pyrethroids and other insecticides in *Aedes Aegypti*. *Pestic. Sci.* 15:112-120
- Chan, K.L. 1985 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 N0.*45. SEAMIC, Tokyo.
- Chasseand, L. F. 1979. The role of glutathion and glutathion s-transferase in metabolism of chemical carcinogens and other electrophilic agents. *Adv. Cancer Research* 29:175-274.
- Danterman W. C. and E. Hodgson. 1978. Detoxication mechanisms in insects. In M. Rockstein (ed.) *Biochemistry of Insects* Academic Press New York. pp:541-577.
- Devonshire, A.L. and L.M. Field 1991 Gene amplification and insecticide resistance. *Ann. Rev. Entomol.* 36:1-23.
- Devonshire, A.L. and G.D. Moores 1982 A carboxylesterase with broad substrate specificity cause organophosphorus, carbamate and pyrethroids resistance in peach potato aphids *Myzus persicae*. *Pestic. Biochem. Physiol.* 18:235-246.
- Georghiou, G.P. and N. Pasteur 1978. Electrophoretic esterase patterns in insecticide-resistant and susceptible mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 71:201-205.
- Georghiou, G.P. and N. Pasteur 1980. Organophosphate resistance and esterase patterns in a natural population of the Southern house mosquito from California. *J. Econ. Entomol.* 73:489-492.
- Georghion, G. P., M. Wirth, H. Tran, F. Saume, and A. B. Knudsen. 1981.

- Potential for organophosphate resistance in *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) in the Caribbean area and neighbouring countries. *J. Med. Entomol.* 24:290-294.
- Grant, D. F., E. C. Dietze, B. D. Hammock. 1991. Glutathione S-transferase isozymes in *Aedes aegypti* : purification, characterization and isozyme-specific regulation. *Insect Biochem.* 21:421-433.
- Habig, W.H., M.J. Pabst and W.B. Jakoby 1974. Glutathion S-transferase. The first enzyme step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.* 249:7130-7139.
- Hawley, W.A. 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.(Supp.)* 439pp
- Hemingway, J. 1982 The biochemical nature of malathion resistance in *Anopheles stephensi* from Pakistan, *Pestic Biochem. Physiol.* 17:149-155.
- Hemingway, J., R.G. Boddington, J. Harris and S.J. Dunbar 1989. Mechanisms of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) from Puerto Rico. *Bull. ent Res.* 79:123
- Kao, L. R., N. Motoyama and W. C. Dauterman. 1984. Multiple forms of esterase in mouse rat, and rabbit liver, and their role in hydrolysis of organophosphorus and pyrethroid insecticides. *Pestic. Biochem. Physiol.* 23:66-67.
- Khoo,-B.K.; Sutherland,-D.J. 1985. Resistance management by operational targeting of female *Aedes sollicitans* with ULV malathion. *Proc-Annu-Meet-N-J-Mosq-Control-Assoc.* (72nd) p. 204-208.
- Khoo,-B.K.; Sutherland,-D.J.; Sprenger,-D.; Dickerson,-D.; Nguyen,-H. 1988. Susceptibility status of *Aedes albopictus* to three topically applied adulticides. *J-Am-Mosq-Control-Assoc.* v. 4 (3) p. 310-313
- Matsumura, F. 1985. Metabolism of insecticides by animals and plants. In f. Matsumura (ed.). *Toxicology of insecticides* Plenum Press New York..

pp203-298.

Metcalf, R. C. 1989. Insect resistance to insecticides. *Pestic. Sci.* 26:333-358.

Nakatsugawa, T., and M. A. Morelli. 1976. Microsomal oxidation and insecticide metabolism. In C. F. Wilkinson. *Insecticide Biochemistry and Physiology* Plenum Press New York. pp.61-114.

Patil,-N.S.; Lole,-K.S.; Deobagkar,-D.N. 1996. Adaptive larval thermo-tolerance and induced cross-tolerance to propoxur insecticide in mosquitoes *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*. *Med-vet-entomol.* v. 10 (3) p. 277-282.

Rodriguez-Coto,-M.M.; Bisset-Lazcano,-J.A.; Molina-de-Fernandez,-D.; Soca,-A. 2000. Malathion resistance in *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* after its use in *Aedes aegypti* control programs. *J-Am-Mosq-Control-Assoc.* v. 16 (4) p. 324-330.

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

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

表一 2003 年和 2004 年 0.10% 安丹藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
安丹(Propoxur)	埃及 Bora Bora 斑蚊	50.37	77.09±12.9	71.55	96.66±6.35
0.10%	東港	> 120	44.8±16.0	> 120	98.33±2.35
	琉球	-	-	> 120	45.00±13.22
	屏東中區	74.08	80.3±8.5	49.77	100.00±0.00
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	37.34	97.3±3.2	89.73	98.33±2.88
	東港	55.62	65±8.6	> 120	68.33±2.88
	琉球	42.86	95±5	30.01	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表二 2003 年和 2004 年 1% 撲滅松藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
撲滅松 (Fenitrothion)	埃及 Bora Bora 斑蚊	73.16	99.4±0.9	99.20	100.00±0.00
1%	東港	67.62	97.7±3.8	> 120	70.00±4.08
	琉球	-	-	> 120	100.00±0.00
	屏東中區	74.54	100±0.00	63.72	100.00±0.00
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	> 120	93.98±3.6	> 120	73.33±5.77
	東港	> 120	33.3±10.4	> 120	53.33±5.77
	琉球	> 120	91.6±2.8	> 120	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表三 2003 年和 2004 年依芬寧 0.50% 藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
依芬寧 (Etofenprox) 0.50%	埃及 Bora Bora 斑蚊	42.61	95±7.2	78.28	81.66±4.71
	東港	> 120	1.6±2.8	> 120	0.00±0.00
	琉球	-	-	> 120	1.66±2.88
	屏東中區	> 120	6.6±2.8	> 120	100.00±0.00
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	27.92	98.7±2.1	24.30	100.00±0.00
	東港	23.36	100±0.00	36.81	100.00±0.00
	琉球	30.51	100±0.00	19.17	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表四 2003 年和 2004 年 0.75% 百滅寧藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
百滅寧 (Permethrin) 0.75%	埃及 Bora Bora 斑蚊	9.07	100±0.00	15.10	100.00±0.00
	東港	> 120	52.3±4.6	> 120	43.33±2.35
	琉球	-	-	19.45	90.00±10.00
	屏東中區	> 120	15.3±8.3	> 120	16.66±2.88
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	13.82	100±0.00	18.68	100.00±0.00
	東港	11.31	100±0.00	24.47	100.00±0.00
	琉球	12.62	100±0.00	12.88	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表五 2003 年和 2004 年 0.05% 賽洛寧藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
賽洛寧(-cyhalothrin) 0.05%	埃及 Bora Bora 斑蚊	14.41	100±0.00	16.73	100.00±0.00
	東港	28.66	51.6±12.5	75.86	53.33±4.71
	琉球	-	-	18.88	76.66±10.40
	屏東中區	85.67	88.3±5.7	58.11	76.66±2.88
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	15.37	100±0.00	22.85	100.00±0.00
	東港	15.79	100±0.00	29.56	100.00±0.00
	琉球	12.68	100±0.00	12.77	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表六 2003 年和 2004 年 0.15% 賽飛寧藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
賽飛寧 (Cyfluthrin) 0.15%	埃及 Bora Bora 斑蚊	9.85	100±0.00	12.48	100.00±0.00
	東港	22.02	28.3±14.4	32.26	91.66±6.23
	琉球	-	-	15.13	86.66±5.77
	屏東中區	32.79	65±5.0	27.94	81.66±15.27
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	9.19	100±0.00	20.00	100.00±0.00
	東港	13.79	100±0.00	20.34	100.00±0.00
	琉球	10.24	96.6±2.8	11.59	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表七 2003 年和 2004 年 0.05% 第滅寧藥膜測試不同品系埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

藥劑	蚊種 品系	2003年*		2004年**	
		KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
第滅寧 (Deltamethrin) 0.05%	埃及 Bora Bora 斑蚊	10.55	100±0.00	12.95	100.00±0.00
	東港	18.46	93.3±2.8	40.38	100.00±0.00
	琉球	-	-	13.66	100.00±0.00
	屏東中區	28.99	100±0.00	21.18	100.00±0.00
	白線 鵝鸞鼻 斑蚊	11.5	100±0.00	20.83	100.00±0.00
	東港	9.66	100±0.00	22.45	100.00±0.00
	琉球	10.76	100±0.00	11.61	100.00±0.00

*: 2003 年度的感藥性測試資料。

**：本年度的感藥性測試結果。

表八、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效

品牌	主成分	藥劑濃度	品系	KT ₅₀ (min)	95%信賴界限 (min)	KT ₉₅ (min)	24 小時死亡 率(%)
A	Tetramethrin 2.0% w/w Cypermethrin 6.0 % w/w	100 倍	屏東縣東港 鄉白線斑蚊 品系	9.35	6.05-10.06	20.01	100.00
			屏東縣恆春 鄉白線斑蚊 品系	7.18	6.31-8.25	29.54	100.00
			屏東縣東港 鄉埃及斑蚊 品系	19.46	18.29-21.21	46.55	96.00
			Bora Bora	7.55	7.03-9.02	36.26	100.00
B	d-tetramethrin % w/w Cyphenothrin 7.5 % w/w Piperonly Butoxide8.0 % w/w	0.7 40 倍	屏東縣東港 鄉白線斑蚊 品系	2.46	2.35-2.57	6.21	100.00
			屏東縣恆春 鄉白線斑蚊 品系	6.30	6.02-7.00	16.26	100.00
			屏東縣東港 鄉埃及斑蚊 品系	10.23	9.30-11.39	33.11	100.00
			Bora Bora	5.41	5.29-5.55	9.20	100.00
C	Deltamethrin w/w Permethrin 7.0 % w/w Piperonly Butoxide5.0 % w/w	0.5 % 100 倍	屏東縣東港 鄉白線斑蚊 品系	16.25	14.46-18.	54.29	100.00
			屏東縣恆春 鄉白線斑蚊 品系	20.00	19.14-20.58	33.02	100.00
			屏東縣東港 鄉埃及斑蚊 品系	11.49	10.30-14.00	45.47	100.00
			Bora Bora	4.24	3.59-4.54	14.43	100.00

表九、斑蚊敏感品系感藥性基礎線

Bora Bora AE	LC ₅₀ (ppm)	95% CL (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	Slope
百滅寧	1.15	0.125	3.35	3.53
撲滅松	0.19	0.025	2.36	0.01
賽滅寧	0.04	0.01	1.83	0.99
賽酚寧	0.58	0.065	2.86	2.39
亞滅寧	0.03	0.01	1.77	0.009
依芬寧	0.46	0.105	6.34	1.44
第滅寧	0.019	0.005	0.14	0.012

表十、屏東中區 F4AE 與 Bora.Bora 雌雄蚊對百滅寧抗藥性之測試

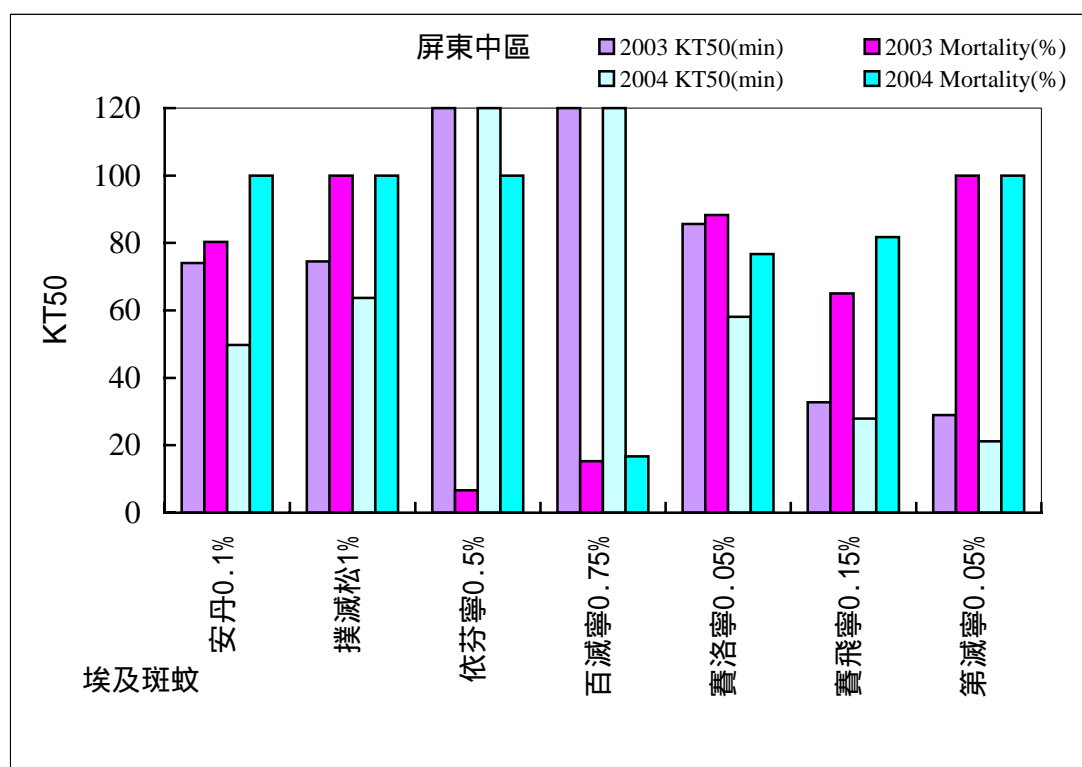
	屏東中區 F4AE	Bora.Bora
	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	
雄蚊	55.00±13.22	71.66±5.77
雌蚊	46.66±15.27	51.66±10.4
ck	0.00±0.00	0.00±0.00

表十一、屏東中區 F4AE 與 Bora.Bora 吸血與未吸血雌蚊對百滅寧抗藥性之測試

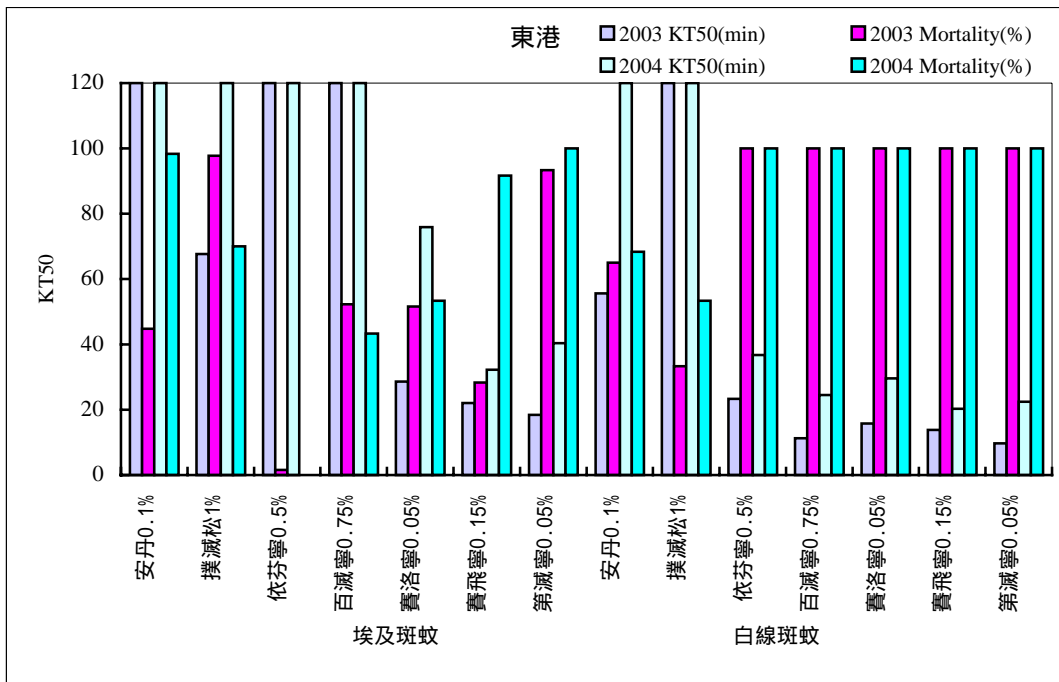
	屏東中區 F4AE	Bora.Bora
	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	
吸血	23.33±12.58	36.66±12.58
未吸血	51.66±7.63	50.00±13.22
ck	0.00±0.00	0.00±0.00

表十二、屏東中區 F4AE 與 Bora.Bora 不同日齡雌蚊對百滅寧抗藥性之測試

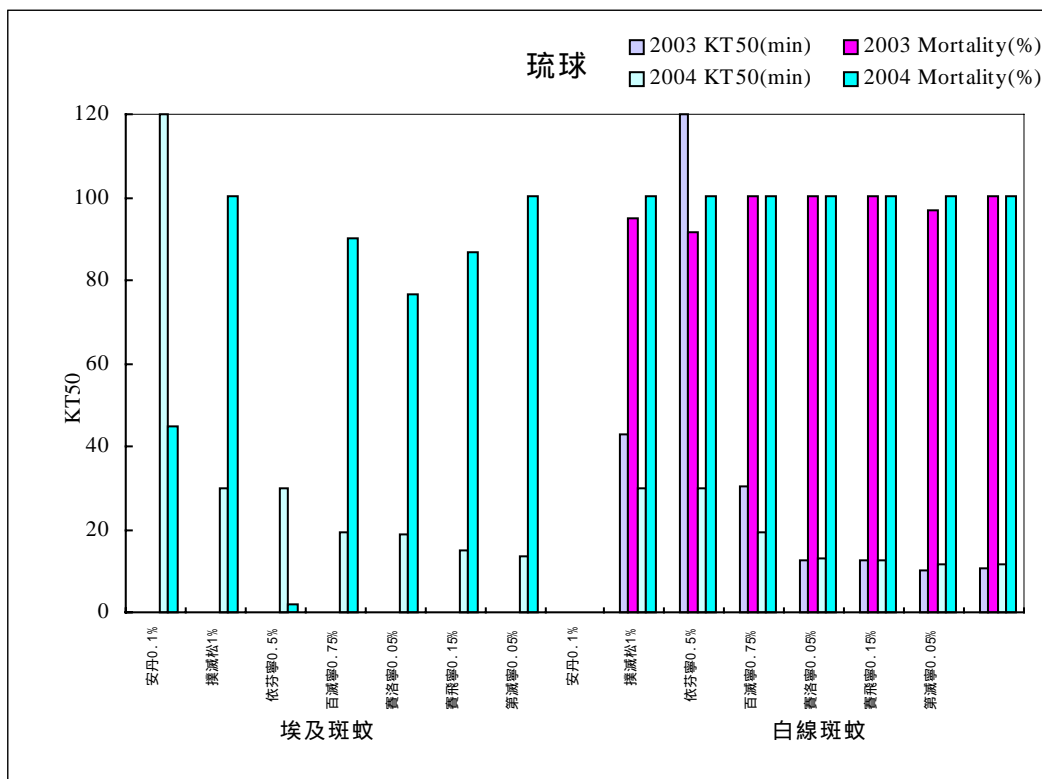
	屏東中區 F4AE	Bora.Bora
羽化天數	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	
0	1.66±2.88	11.66±10.4
2	53.33±24.66	63.33±10.4
4	50.00±13.22	55.00±5.0
6	53.33±10.4	53.33±10.4
8	61.66±5.77	73.33±10.4
10	68.33±10.4	80.00±10.0
12	86.66±7.63	91.66±2.88
14	93.33±7.63	100.00±0.00
16	100.00±0.00	100.00±0.00
ck	0.00±0.00	0.00±0.00



圖一、2003 年和 2004 年固定濃度藥膜測試屏東中區埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率。



圖二、2003 年和 2004 年固定濃度藥膜測試東港埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率。



圖三、2003 年和 2004 年固定濃度藥膜測試琉球埃及斑蚊和白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率。



照片一、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效



照片二、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效



照片三、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效



照片四、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效



照片五、煙霧機於玻璃室測試特殊環境用藥對埃及斑蚊及白線斑紋成蟲之藥效