

計畫編號：DOH92-DC-1108

行政院衛生署九十二年度研究計畫

屏東地區登革熱病媒蚊抗藥性及藥效評估

研究報告

執行機構：國立屏東科技大學

計畫主持人：張念台

研究人員：

執行期間：92年3月1日至92年12月31日

本研究報告僅供參考，不代表本署意見

目 錄

中文摘要	2
英文摘要	3
前言	4
材料與方法	8
結果	13
討論	17
結論與建議	18
參考文獻	19
表一	22
表二	22
表三	23
表四	23
表五	24
表六	24
表七	25
表八	25
表九	26
表十	26
表十一	27
圖一	28
圖二	28
圖三	29
圖四	29
圖五	30

計畫名稱：屏東地區登革熱病媒蚊抗藥性及藥效評估

計畫編號：DOH92-DC-1108

執行機構：國立屏東科技大學

計畫主持人：張念台

計畫主持人服務單位：國立屏東科技大學植物保護系

計畫主持人職稱：教授

研究報告中文摘要：

本計畫主要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北區埃及斑蚊品系對 0.10% 安丹之感藥性明顯較低。1% 撲滅松對東港與萬丹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% 賽洛寧對各白線斑蚊品系的防治率均達 100%。0.15% 賽飛寧則與賽洛寧相似，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 90% 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。

斑蚊幼蟲的藥效試驗則顯示，相對於對照品系，屏東中區品系的埃及斑蚊對 92% 百滅寧已有 12.1 的抗性比，而東港埃及斑蚊品系則分別對 92% 百滅寧、90% 普亞列寧及 95% 賽滅寧產生 14.8、11.6 與 29.4 的抗性比，施藥前選擇用藥種類時值得多加考量。

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。)

Project Title: Insecticides efficacy and resistance of dengue vectors in Pingtung area
Project Number:DOH92-DC-1108
Executing Institute: National Pingtung University of Science and Technology
Principal Investigator(P.I.): Niann Tai Chang
P.I. Position Title: Professor
P.I. Institute: Department of Plant Protection, National Pingtung University of Science and Technology

Abstract:

This report illustrated the insecticide susceptibility of both *Aedes albopictus* (AA) and *Aedes aegypti*(AE) collected from Pingtung county. The AA strains collected from Wendan and northern Pingtung showed low susceptibility to 0.10% Propoxur. Although the low mortality of AA strains from Tunkung and Wendan was found when treated them with 1% Fenitrothion, this insecticide was highly efficient to kill 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 form Tunkung, northern and central Pingtung. This insecticide will no be recommended when concerning the indoor spray. The High efficacy of 0.05% Deltamethrin was detected to both AA and AE strains in Pingtung area. Almost 100% mortality was found when all AA strains treated with 0.05% cyhalothrin, which along with 0.15% Cyfluthrin are low efficient to control AE vector in Pingtung, especially in Tunkung area. Less than 10% mortality of AE strains occurred when treating with 0.50% Etofenprox while 90% mortality to AA strains can be reached. It also seems not suitable for indoor spraying. In the tests of susceptibility of *Aedes* larvae, relatively to the control, the AE strain from central Pingtung showed 12.1 resistance ratio to 92% Permethrin. The resistance ratios of AE strain from Tunkung were 14.8, 11.6 and 29.4 under the treatment of 92% Permethrin, 90% Prallethrin and 95% Cypermethrin, respectively. Those data in this report can be carefully concerned during the practice of chemical control of dengue vectors.

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，以解釋與藥劑感受性的關係。

並實測現用的施藥器材是否有防治效果(Khoo & Sutherland. 1985)，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。

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：

1. 對埃及斑蚊及白線斑蚊進行抗藥性測試：

(1).測試地區包括屏東市及屏東縣近年曾發生病例與經常施用殺蟲劑防治之鄉里。

(2).分別以成蟲濾紙薄膜法和幼蟲浸浴法以世界衛生組織設計之抗藥性套組進行上述地區具抗性蚊蟲檢測，發現抗藥性品系進一步檢測半致死濃度求其抗藥性比。

2. 以現行的微粒噴霧法，超低容量噴霧法、煙霧法噴灑器材於田間檢測藥效。

(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).殘留藥效測試。

材料與方法

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) 屏東市東區品係：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。

(3) 屏東市西區品係：2003年3月起由屏東市西區採回卵條，於實驗室內孵化繁

殖5代以內。

- (4) 屏東市南區品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (5) 屏東市北區品係：2003年3月起由屏東市北區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (6) 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。
- (7) 屏東縣東港品係：2003年3月起由屏東縣東港採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (8) 屏東縣潮州品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (9) 屏東縣琉球品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (10) 屏東縣萬丹品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (11) 屏東縣新園品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (12) 屏東縣高樹品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。
- (13) 屏東縣內埔品係：2003年3月起至2003年10月底仍未採到埃及斑蚊。

2. 白線斑蚊：

- (1) 墾丁鵝鑾鼻品係白線斑蚊：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) 屏東市東區品係：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。
- (3) 屏東市西區品係：2003年3月起由屏東市西區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (4) 屏東市南區品係：2003年3月起由屏東市西區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (5) 屏東市北區品係：2003年3月起由屏東市北區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (6) 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。
- (7) 屏東縣東港品係：2003年3月起由屏東縣東港採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (8) 屏東縣潮州品係：2003年3月起由屏東縣潮州採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (9) 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。
- (10) 屏東縣萬丹品係：2003年3月起由屏東縣萬丹採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。
- (11) 屏東縣新園品係：2003年3月起由屏東縣新園採回卵條，於實驗室內孵化繁殖5代以內。

(12) 屏東縣高樹品係：2003 年 3 月起由屏東縣高樹採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。

(13) 屏東縣內埔品係：2003 年 3 月起由屏東縣內埔採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。

(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°C，濕度 70%，光照 12 小時、黑暗 12 小時。

二、藥劑：

(1)、七種購自馬來西亞 (School of Biological Sciences Universiti Sains Malaysia 的 Vector Control Research Unit) WHO 藥膜：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)。

(2)、殺成蟲劑：permethrin、cypermethrin、prallethrin、Fenitrothion、Cyphenothrin 為測試藥劑等。

(3)、殺幼蟲劑：Bacillus thuringiensis serotype H-14、駐樂保粒劑、permethrin、cypermethrin、prallethrin、Fenitrothion、Cyphenothrin 為測試藥劑等。

三、方法：

(一)、成蟲乾膜測試法:

固定濃度測定成蟲抗藥性:以 0.10%安丹、1%撲滅松、0.15%賽飛寧、0.05%第滅寧、0.50%依芬寧、0.75%百滅寧和 0.05%賽洛寧等七種 WHO 藥膜(購自馬來西亞)，測試屏東市東區、西區、南區、北區、中區及屏東縣內埔、萬丹、潮州、新園、高樹、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。

(二)、幼蟲浸漬法:

20 隻幼蟲加水 9ml 於 190ml 蒸餾水中，加 1ml 前述系列濃度的測試藥劑溶液。每一種處理各 3 重覆。每一種品系分別與室內感性品系在同一天測試以獲得抗性比結果。

結果

一、成蟲藥膜測試法

(一)、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和白線斑蚊的作用

屏東市中區、北區、東港、萬丹、琉球之白線斑蚊對 0.10% 安丹藥膜的 KT_{50} ，皆高於鵝鸞鼻 2003 品系的 37.34 分鐘，尤其萬丹品系的 KT_{50} 高出 3.2 倍。藥劑處理 24 小時後的死亡率，只有屏東中區 98.3% 高於鵝鸞鼻 2003 品系的 97.3%，其中萬丹的白線斑蚊死亡率僅為鵝鸞鼻 2003 品系的 1/3，此品系之感藥性明顯降低甚多（表一）。受測各埃及斑蚊品系對相同濃度安丹藥膜的 KT_{50} ，皆高於 Bora Bora 品系(50.37 分)2~3 倍，而 24 小時後的死亡率東港與屏東北區品系皆高於 Bora Bora 品系(77.09%) 的 2~7 倍，其感藥性亦明顯甚低（表一）。

表二為不同白線斑蚊與埃及斑蚊品系對 1% 撲滅松藥膜的試驗結果，屏東市中區、北區、東港、萬丹、琉球等白線品系對 1% 撲滅松的 KT_{50} 皆與鵝鸞鼻 2003 品系相同大於 120 分鐘，而東港與萬丹品系 24 小時死亡率分別僅 33.3 與 3.3%，較其他受測品系 91.6~100% 的死亡率都低許多。至於相同 1% 撲滅松藥膜對四個埃及斑蚊品系的測試(表二)，其 KT_{50} 則在 67.2~76.8 分之間，死亡率則皆與 Bora Bora 品系相當，在 97.7~100% 間，顯示此些品系埃及斑蚊感藥性仍高。

對 0.75% 百滅寧藥膜各品系白線斑蚊的 KT_{50} 與死亡率顯示於表三，只有萬丹的 KT_{50} =32.15 分鐘大於鵝鸞鼻 2003 品系的 13.82 分鐘，但其 24 小時後死亡率也與其他受測品系相同達 100%。另埃及斑蚊對 0.75% 百滅寧藥膜的感受性，以屏東中區與東港的 KT_{50} 皆大於 120 分鐘，而 24 小時後死亡率都低，分別為 15.3 與 52.3% (表三)，屏東中區對百滅寧的感受性明顯較低。

0.05% 第滅寧藥膜處理兩種斑蚊，各地區品系與對照組之 KT_{50} 相近(10.5~28.9 分鐘)，24 小時後死亡率也都在 88.3~100% 間(表四)，感藥性皆高。

屏東中區、屏東北區及琉球品系之白線斑蚊，經 0.05% 賽洛寧藥膜處理 KT_{50} 在 12.6~20.1 分鐘間，24 小時後死亡率則皆達 100% (表五)。受測各埃及斑蚊品系，經 0.75% 百滅寧藥膜處理其 KT_{50} ，皆高於 Bora Bora 品系的(14.41 分鐘)2 至 6 倍，東港與屏東北區品系 24 小時死亡率則僅 Bora Bora 品系 100% 的一半(表五)。

以 0.15% 賽飛寧藥膜，測試對屏東中區、屏東北區及琉球品系之白線斑蚊，其 KT_{50} 皆高於鵝鸞鼻 2003 品系的 9.19 分鐘，而處理 24 小時後的死亡率，除琉球品系外(96.6%)皆達 100% (表六)。相對於對照之 Bora Bora 品系，三個受測埃及斑蚊品系對此藥感受性似都較低，其 KT_{50} 皆高於對照品系，且其中東港口品系死亡率僅 28.3% (表六)。

表七為測試 0.50% 依芬寧藥膜的結果，屏東中區、屏東北區、東港及萬丹之白線斑蚊品系的 KT_{50} 在 22.9~36.8 分鐘間，與鵝鸞鼻 2003 品系的(27.92 分) 無甚差異，處理 24 小時後的死亡率也都在 90~100% 間。

但對屏東中區、屏東北區及東港地區的埃及斑蚊品系而言，0.50%依芬寧藥膜的處理，其 KT_{50} 皆大於 120 分鐘，24 小時後死亡率低約 1.6~6.6% 間，相較於對照 Bora Bora 品系 95% 的死亡率，埃及斑蚊對此藥幾無感受性。

(2)、比較不同地區埃及斑蚊和白線斑蚊對七種藥膜的感藥性

鵝鸞鼻 2003 白線斑蚊與 Bora Bora 埃及斑蚊的感藥性品系，對七種藥膜感藥性，分別顯示於表八與表九中，都具有高感藥性。

依芬寧和百滅寧對屏東中區埃及斑蚊的死亡率僅分別為 6.6 與 15.3%，感藥性甚低，而各區的白線斑蚊品系則對七種藥膜都具有高感藥性(圖一)。屏東北區的埃及斑蚊對安丹與依芬寧處理後死亡率分別為 11.6 與 1.6%，其感藥性結果示於圖二，而該地區白線斑蚊品系對七種藥膜都具有高感藥性，死亡率達 90% 以上。東港口系的埃及斑蚊對依芬寧、賽飛寧及安丹感藥性較低，24 小時死亡率僅 1.6~44.8% 間，此白線斑蚊品系對撲滅松之處理，死亡率 33.3%，則具較低的感藥性(圖三)。另外圖四中的萬丹白線斑蚊品系對安丹與撲滅松二藥，具甚低感藥性，死亡率僅 30.3 與 3.3%。琉球的白線斑蚊品系對七種藥膜之死亡率皆高於 91.6%，具高感藥性(圖五)。

依兩種斑蚊各地區品系對測試藥劑的感受性，所製作之登革熱病媒蚊藥劑防治建議清單示如表十。綜合言之，防治白線斑蚊安丹與撲滅松似不宜再推薦使用，而對埃及斑蚊的防治，則宜避免使用依芬寧、賽飛寧、百滅寧與安丹。

二、幼蟲浸漬法

白線斑蚊與埃及斑蚊的幼蟲，以浸漬法測試對藥劑的感受性。結果列於表十一中，以 92% 的百滅寧處理 Bora Bora 品系的埃及斑蚊幼蟲，其 LC_{50} 為 0.91ppb，屏東中區與東港口系的埃及斑蚊幼蟲，其 LC_{50} 分別為 11 ppb 與 13.5 ppb，與 Bora Bora 品系的 LC_{50} 抗性比，各為 12.09 與 14.84 (RR)。以 90% 普亞列寧處理 Bora Bora 品系埃及斑蚊的幼蟲，其 LC_{50} 為 6.52 ppb，對東港口系埃及斑蚊幼蟲的 LC_{50} 為 75.6 ppb，與 Bora Bora 品系的 LC_{50} 抗性比為 11.60。另以賽滅寧 95% 對 Bora Bora 品系的埃及斑蚊幼蟲測試，其 LC_{50} 為 0.34 ppb，測試東港口系的埃及斑蚊幼蟲，得到 LC_{50} 為 10ppb，與 Bora Bora 品系抗性的 LC_{50} 比則為 29.41。

討論

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)，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。

目前所獲結果，萬丹品系的白線斑蚊對 0.10% 安丹之感藥性明顯較低，屏東北區埃及斑蚊品系對此藥之感藥性亦甚低。1% 撲滅松對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 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% 賽洛寧則顯示對埃及斑蚊的致死率不高，但卻 100% 可防治各白線斑蚊品系。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 90% 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。

斑蚊幼蟲的藥效試驗則顯示，相對於對照品系，屏東中區品系的埃及斑蚊對 92% 百滅寧已有 12.1 的抗性比，而東港埃及斑蚊品系則分別對 92% 百滅寧、90% 普亞列寧及 95% 賽滅寧產生 14.8、11.6 與 29.4 的抗性比，施藥前選擇用藥種類時值得多加考量。

就登革熱病媒埃及斑蚊成蟲之防治而言，依芬寧、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，具體建議請參考表十。除萬丹地區不宜用安丹與撲滅松防治白線斑蚊外，其他六種藥劑對白線斑蚊均可考慮選用。但對埃及斑蚊而言，似乎僅地滅寧與撲滅松有效，而依芬寧則最不宜再使用。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、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。
- Amin, A.M. and J. Hemingway. 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, C.S. and G.P. Georghiou. Mechanisms of resistance to organophosphate insecticides in *Culex tarsalis*. J. Econ. Entomol. 1975; 68:153-157.
- Brown, A.W.A. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. J. Am. Mosquito. Control Assoc. 1986; 2:123-140
- Brown, T.M. and W.G. Brogdon. Improved detection of insecticides resistance through conventional and molecular techniques. Ann. Rev. Entomol. 1987; 32:145-162.
- Chadwick, P.R., R. Slatter and M.J. Brown. Cross-resistance to pyrethroids and other insecticides in *Aedes Aegypti*. Pestic. Sci. 1984; 15:112-120
- Chan, K.L. 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. 1985.
- Chasseand, L. F.. The role of glutathion and glutathion s-transferase in metabolism of chemical carcinogens and other electrophilic agents. Adv. Cancer Research 1979; 29:175-274.
- Danterman W. C. and E. Hodgson.. Detoxication mechanisms in insects. In M. Rockstein (ed.) Biochemistry of Insects Academic Press New York. 1978; pp:541-577.
- Devonshire, A.L. and L.M. Field. Gene amplification and insecticide resistance. Ann. Rev. Entomol. 1991; 36:1-23.
- Devonshire, A.L. and G.D. Moores. 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.
- Georghiou, G.P. and N. Pasteur. Electrophoretic esterase patterns in insecticide-resistant and susceptible mosquitoes. J. Econ. Entomol. 1978; 71:201-205.
- Georghiou, G.P. and N. Pasteur. Organophosphate resistance and esterase patterns in a natural population of the Southern house mosquito from California. J. Econo. Entomol. 1980; 73:489-492.
- Georghion, G. P., M. Wirth, H. Tran, F. Saume, and A. B. Knudsen. Potential for organophosphate resistance in *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) in the Carubbean area and neighbouring countries. J. Med. Entomol. 1981; 24:290-294.

- Grant, D. F., E. C. Dietze, B. D. Hammock. Glutathione S-transferase isozymes in *Aedes aegypti* : purification, characterization and isozyme-specific regulation. *Insect Biochem.* 1991; 21:421-433.
- Habig, W.H., M.J. Pabst and W.B. Jakoby. Glutathion Stransferase. The first enzyme step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.* 1974; 249:7130-7139.
- Hawley, W.A.. 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., R.G. Boddington, J. Harris and S.J. Dunbar. Mechanisms of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) from Puerto Rico. *Bull. ent Res.* 1989; 79:123
- Kao, L. R., N. Motoyama and W. C. Dauterman. 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,-B.K.; Sutherland,-D.J. Resistance management by operational targeting of female *Aedes sollicitans* with ULV malathion. *Proc-Annu-Meet-N-J-Mosq-Control-Assoc. (72nd)* 1985; p. 204-208.
- Khoo,-B.K.; Sutherland,-D.J.; 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
- Matsumura, F. Metabolism of insecticides by animals and plants. In f. Matsumura (ed.). *Toxicology of insecticides* Plenum Press New York. 1985; pp203-298.
- Metcalf, R. C. Insect resistance to insecticides. *Pestic. Sci.* 1989; 26:333-358.
- Nakatsugawa, T., and M. A. Morelli. Microsomal oxidation and insecticide metabolism. In C. F. Wilkinson. *Insecticide Biochemistry and Physiology* Plenum Press New York. 1976; pp.61-114.
- Patil,-N.S.; Lole,-K.S.; Deobagkar,-D.N. Adaptive larval thermo-tolerance and induced cross-tolerance to propoxur insecticide in mosquitoes *Anopheles stephensi* and *Aedes aegypti*.*Med-vet-entomol.* 1996; 10 (3) : 277-282.
- Rodriguez-Coto,-M.M.; Bisset-Lazcano,-J.A.; 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 ;16 (4) : 324-330.

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

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

表一、2003 年安丹 0.10% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
安丹 0.1%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	37.34	97.3±3.2
		屏東中區 AA	40.60	98.3±2.8
		屏東北區 AA	65.16	88.3±7.6
		東港 AA	55.62	65±8.6
		萬丹 AA	>120	30±35
		琉球 AA	42.86	95±5
		埃及斑蚊	Bora.Bora AE	50.37
	屏東中區 AE	74.08	80.3±8.5	
	東港 AE	>120	44.8±16.0	
	屏東北區 AE	>120	11.6±5.7	

表二、2003 年撲滅松 1% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
撲滅松 1%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	>120	93.98±3.6
		屏東中區 AA	>120	100±0.00
		屏東北區 AA	>120	100±0.00
		東港 AA	>120	33.3±10.4
		萬丹 AA	>120	3.3±5.7
		琉球 AA	>120	91.6±2.8
		埃及斑蚊	Bora.Bora AE	73.16
	屏東中區 AE	74.54	100±0.00	
	東港 AE	67.62	97.7±3.8	
	屏東北區 AE	76.85	100±0.00	

表三、2003 年百滅寧 0.75% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
百滅寧 0.75%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	13.82	100±0.00
		屏東中區 AA	7.64	100±0.00
		屏東北區 AA	13.41	98.0±3.4
		萬丹 AA	32.15	100±0.00
		琉球 AA	12.62	100±0.00
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	9.07	100±0.00
		屏東中區 AE	> 120	15.3±8.3
		東港 AE	> 120	52.3±4.6
		屏東北區 AE	22.20	68.3±2.8

表四、2003 年第滅寧 0.05% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
第滅寧 0.05%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	11.5	100±0.00
		屏東中區 AA	12.60	98.3±2.8
		屏東北區 AA	10.83	100±0.00
		萬丹 AA	20.05	100±0.00
		琉球 AA	10.76	100±0.00
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	10.55	100±0.00
		屏東中區 AE	28.99	100±0.00
		東港 AE	18.46	93.3±2.8
		屏東北區 AE	13.97	88.3±5.7

表五、2003 年賽洛寧 0.05% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
賽洛寧 0.05%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	15.37	100±0.00
		屏東中區 AA	20.12	100±0.00
		屏東北區 AA	19.18	100±0.00
		琉球 AA	12.68	100±0.00
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	14.41	100±0.00
		屏東中區 AE	85.67	88.3±5.7
		東港 AE	28.66	51.6±12.5
		屏東北區 AE	20.14	55±10

表六、2003 年賽飛寧 0.15% 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
賽飛寧 0.15%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	9.19	100±0.00
		屏東中區 AA	13.29	100±0.00
		屏東北區 AA	11.77	100±0.00
		琉球 AA	10.24	96.6±2.8
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	9.85	100±0.00
		屏東中區 AE	32.79	65±5
		東港 AE	22.02	28.3±14.4
		屏東北區 AE	12.01	46.6±15.27

表七、2003 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	蚊子種類	蚊子品係	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
依芬寧 0.5%	白線斑蚊	鵝鸞鼻 2003 AA	27.92	98.7±2.1
		屏東中區 AA	22.96	95±0.00
		屏東北區 AA	30.73	90±5
		東港 AA	23.36	100±0.00
		萬丹 AA	36.88	100±0.00
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	42.61	95±7.2
		屏東中區 AE	> 120	6.6±2.8
		東港 AE	> 120	1.6±2.8
		屏東北區 AE	> 120	1.6±2.8

表八、2003 年固定濃度藥膜測試鵝鸞鼻 2003 品系白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊子品係	藥劑	濃度 (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
鵝鸞鼻 2003 AA	安丹	0.1	37.34	97.3±3.2
	撲滅松	1	> 120	93.98±3.6
	百滅寧	0.75	13.82	100±0.00
	第滅寧	0.05	11.5	100±0.00
	賽洛寧	0.05	15.37	100±0.00
	賽飛寧	0.15	9.19	100±0.00
	依芬寧	0.5	27.92	98.7±2.1

表九、2003 年固定濃度藥膜測試 Bora.Bora 品系埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊子品係	藥劑	濃度 (%)	KT ₅₀ (分鐘)	24 小時死亡率 (%) (Mean±SD)
Bora.Bora AE	安丹	0.1	50.37	77.09±12.9
	撲滅松	1	73.16	99.4±0.9
	百滅寧	0.75	9.07	100±0.00
	第滅寧	0.05	10.55	100±0.00
	賽洛寧	0.05	14.41	100±0.00
	賽飛寧	0.15	9.85	100±0.00
	依芬寧	0.5	42.61	95±7.2

表十、屏東地區登革熱病媒蚊防治藥劑使用建議

藥劑	屏東中區		屏東北區		東港		萬丹		琉球	
	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE
安丹 0.1%	✓	✓	✓	✗	○	○	✗	?	✓	?
撲滅松 1%	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	?	✓	?
百滅寧 0.75%	✓	✗	✓	○	?	○	✓	?	✓	?
第滅寧 0.05%	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	?
賽洛寧 0.05%	✓	✓	✓	○	?	○	?	?	✓	?
賽飛寧 0.15%	✓	○	✓	○	?	✗	?	?	✓	?
依芬寧 0.5%	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	?	?	?

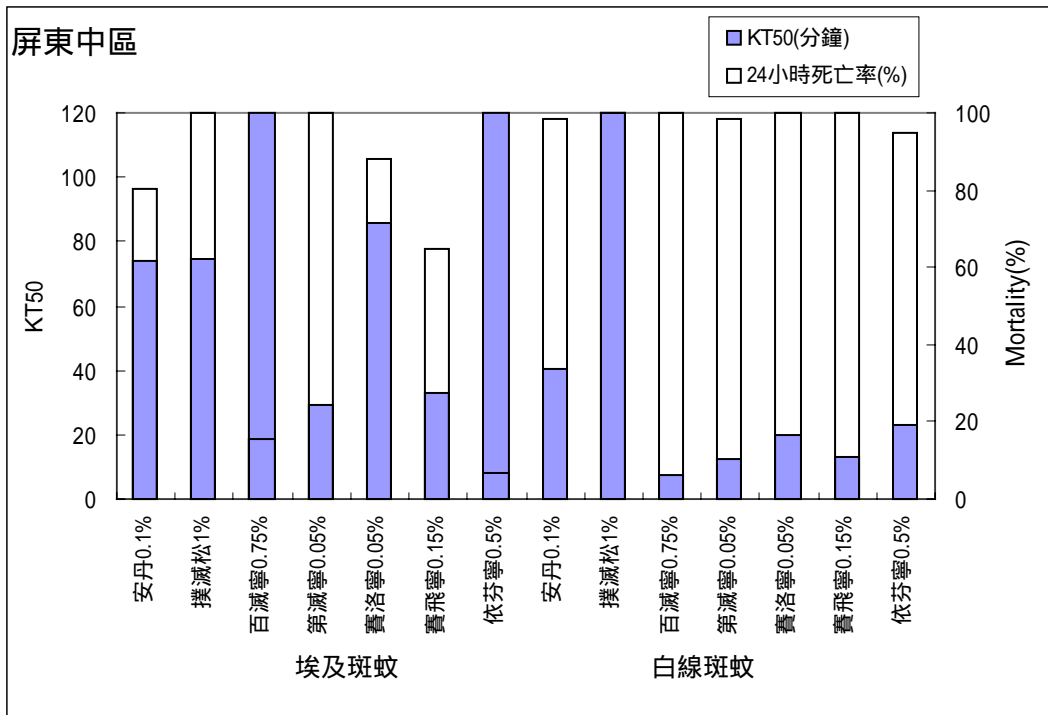
AA:白線斑蚊 AE:埃及斑蚊

「✓」表示可用，「✗」表示不建議使用，「○」表示慎重使用，「？」未知

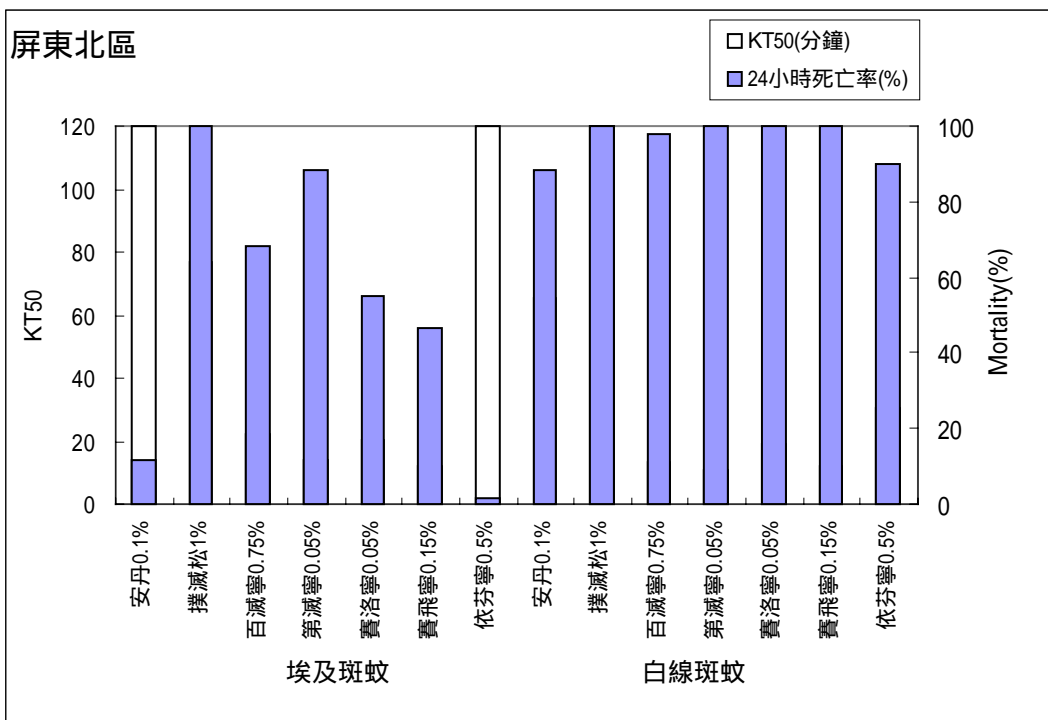
表十一、5種原體不同稀釋濃度的幼蟲感藥性測試

藥劑	蚊子種類	品系	LC ₅₀ (ppb)	RR*
百滅寧 92%	白線斑蚊	鵝鸞鼻	1.52	-
		2003AA		
		屏東中區 AA	3.42	2.25
		東港 AA	3.55	2.34
		萬丹 AA	4.05	2.66
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	0.91	-
		屏東北區 AE	3.16	3.47
屏東中區 AE		11	12.09	
東港 AE		13.5	14.84	
賽芬寧 92%	白線斑蚊	鵝鸞鼻	4.2	-
		2003AA		
		屏東北區 AA	14.6	3.48
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	0.75	0.18
東港 AE		20	4.76	
普亞列寧 90%	白線斑蚊	鵝鸞鼻	14.3	-
		2003AA		
		屏東中區 AA	23.7	1.66
	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	6.52	-
東港 AE		75.6	11.60	
撲滅松 98%	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	2.2	-
		東港 AE	16	7.27
賽滅寧 95%	埃及斑蚊	Bora.Bora AE	0.34	-
		東港 AE	10	29.41

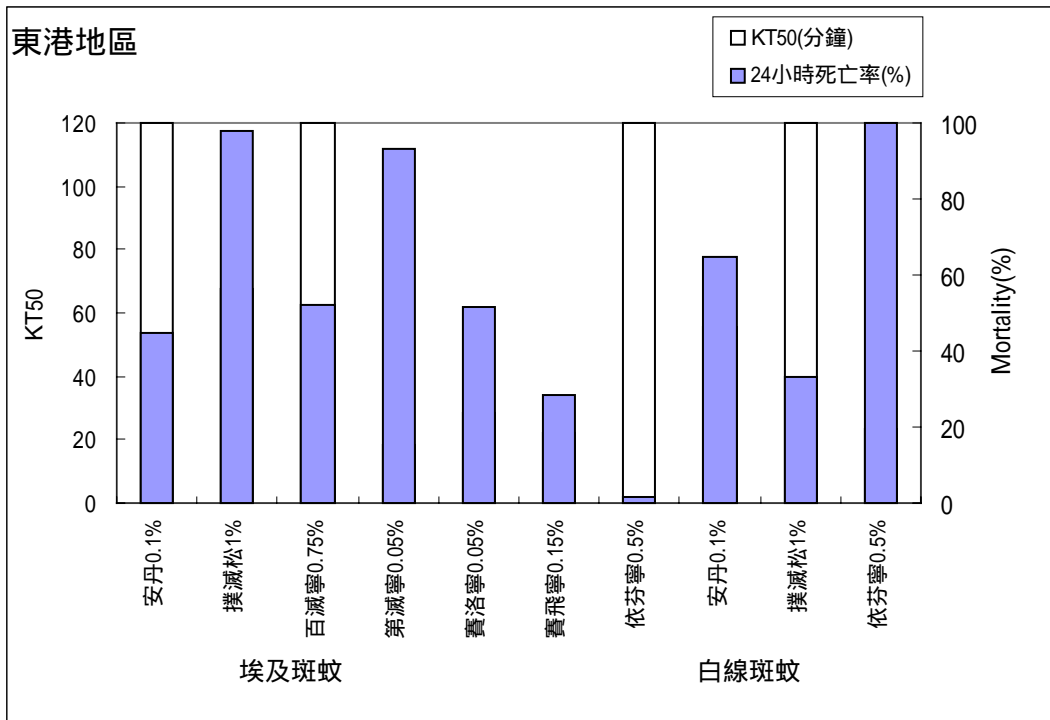
* RR (resistance ratio) = LC₅₀ (Wild strain) / LC₅₀ normal strain。
(受測野外品系代數皆不超過 F5)



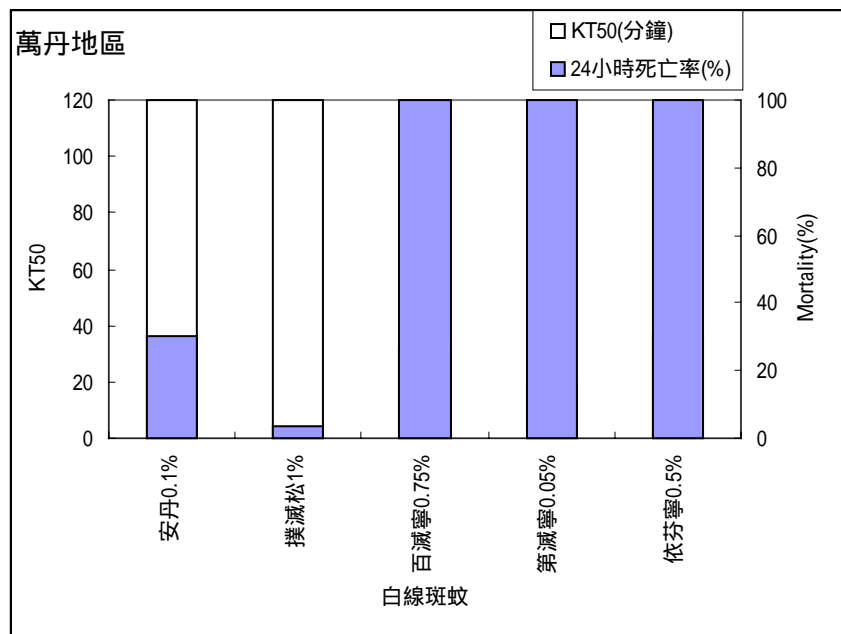
圖一、2003年固定濃度藥膜測試屏東中區品系埃及斑蚊與白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和24小時死亡率



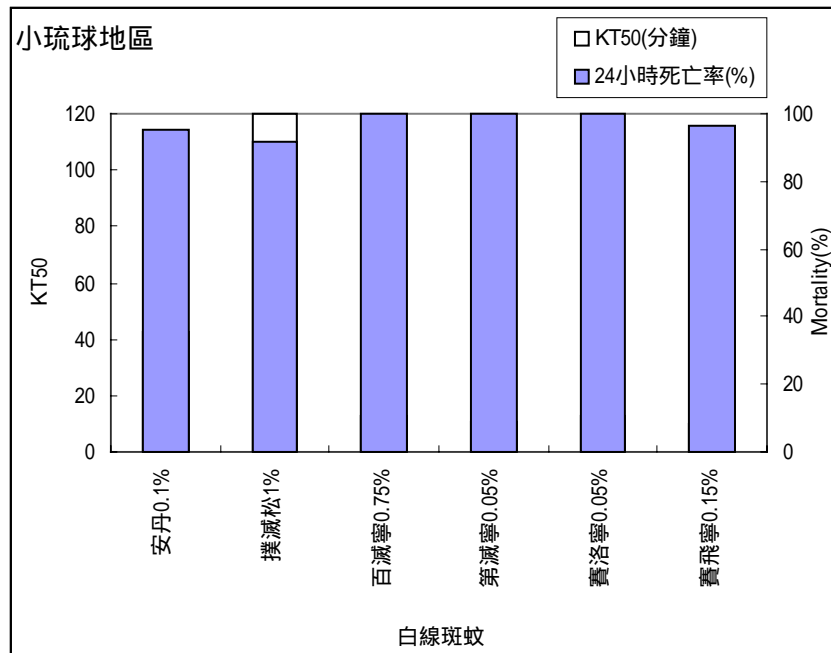
圖二、2003年固定濃度藥膜測試屏東北區埃及斑蚊與白線斑蚊品系成蟲的半數擊昏時間和24小時死亡率



圖三、2003年固定濃度藥膜測試東港埃及斑蚊與白線斑蚊品系成蟲的半數擊昏時間和24小時死亡率



圖四、2003年固定濃度藥膜測試萬丹白線斑蚊品系成蟲半數擊昏時間和24小時死亡率



圖五、2003年固定濃度藥膜測試琉球白線斑蚊品系成蟲半數擊昏時間和24小時死亡率