

計畫編號：DOH97-DC-1101

行政院衛生署疾病管制局 98 年度科技研究發展計畫

# 台灣南部地區登革熱及病 媒蚊防治整合型計畫

第二年研究報告

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、金傳春、白秀華、杜武俊、唐立正、  
戴淑美、羅怡珮、吳懷慧、林鶯熹

執行期間：97 年 1 月 1 日至 99 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

	頁 碼
封面	
摘要	
中文摘要	2
英文摘要	6
一、前言	9
二、材料與方法	33
病媒蚊監測	33
病媒蚊抗藥性監測	37
病媒蚊抗藥性基因監測	45
病媒蚊對登革熱病毒感受性探討	49
登革熱流行模式與衛教	53
登革熱病媒蚊防治技術研發	56
三、結果與討論	69
病媒蚊監測	69
病媒蚊抗藥性監測	95
病媒蚊抗藥性基因監測	139
病媒蚊對登革熱病毒感受性探討	157
登革熱流行模式與衛教	168
登革熱病媒蚊防治技術研發	186
四、結論與建議	209
五、研究成果與具體建議	218
六、審查意見與回覆	223
七、參考文獻	228

## 中文摘要

本年度病媒蚊監測部分，台南市 6~10 月稽查結果中有 9 次發現病媒蚊孳生，僅有 2 里為白線班蚊(*Aedes albopictus*)其餘各里檢查所得為埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)。尤其 8 月監測台南市小西、中正、文元與賢北 4 里查獲之斑蚊全為埃及斑蚊。高雄市去年登革熱病例主要分布於苓雅、三民、前鎮等三區。2009 年 1 月至 6 月病媒蚊密度均較 2008 年同時期為低；2009 年 7 月媒蚊密度開始增高，至 10 月家屋指數、容器指數與布氏指數分別為 6.7%、6.0%與 8.1；相較於 2008 年同時期的三指數(6.2%、4.8%與 7.6)，則似未較低。2008 年曾發生疫情之楠梓區，從 3~6 月室外調查結果，誘蚊產卵器陽性率自 15.55%至 68.75%間；另於 9~10 月選取楠梓區不同地點，室外誘蚊產卵陽性率為 20.0%~55.0%，室內誘蚊產卵器陽性率則在 5.3%至 42.1%間；由此可知，該區仍有進行孳生源清除及登革熱病媒蚊防治之必要。鳳山市 97 年 11 月至 98 年 10 月主要發生登革熱病例各里稽查病媒蚊之布氏指數 0~6。98 年 10 月鳳山市稽查有斑蚊發生 8 里中有 5 里都有埃及斑蚊孳生。屏東市 20 里登革熱病媒蚊稽查的布氏指數為 0~8，98 年 8 月時厚生里的布氏指數為 8 最高。98 年屏東市各里埃及斑蚊發生比率與數量比 95~97 年多，因此增高 98 年屏東市登革熱局部發生流行的風險。歷年來主要流行里中潭墘、金泉、厚生、崇禮與崇智里於 98 年內查獲全為埃及斑蚊，而永安與仁愛里所稽查的為白線班蚊。台東市第 3 季的監測調查，病媒發生地區在 9 月增多，以中心、民族與建國里的布氏指數 4 為最高，在建國里則有埃及斑蚊發生，其他里發生均為白線斑蚊。

利用誘蚊產卵器監測病媒發生部分，鳳山市登革熱主要流行 20 里中，鳳山市埃及斑蚊的數量比白線斑蚊多，且 4、5 月時，登革熱病媒蚊即開始增多，4 月的北門里、一甲里、大德里與和興里 4 里分別誘得 1~71 隻埃及斑蚊；5 月則有 9 里有埃及斑蚊發生；6~9 月埃及斑蚊發生增多；至 10 月共 17 里誘有埃及斑蚊。屏東市的陽性誘蚊產卵器有 15~90%，其中埃及斑蚊逐月增加，6 月有 3 里；7 月 7 里；8 月 5 里；9 月 4 里出現埃及斑蚊。98 年屏東市有小區域的登革熱發生，本年度病媒數量與孳生里數比 92~97 年的多，顯然疾病流行與主要登革熱病媒蚊—埃及斑蚊數量增加相關。台東市區放置誘蚊產卵器監測登革熱病媒蚊，98 年 2 月監測 20 里中，半數有班蚊卵；6 月則有 14 里；9 月則增多為 17 里，而 98 年 9 月的調查僅強國里有 2 隻埃及斑蚊發生。其他里誘得均為白線斑蚊。台南市中西區與北區自 98 年 7 月起進行誘蚊產卵器監測，誘蚊產卵器陽性率以 7 月中正里、8 月小西里、9 月文元里與 10 月銀同里的 60%為最高。南部地區台南市埃及斑蚊分布的里數明顯比鳳山市與屏東市多，其 7~10 月各月份有埃及斑蚊里的發生比率分別為 77.8%、62.5%、60%與 50%。

98年88水災重創屏東縣後，從9月起進行屏東縣水災區(林邊、萬丹與佳冬鄉)登革熱病媒蚊監測，調查3鄉10村的病媒蚊布氏指數與斑蚊種類，9月份布氏指數4者有4村，但全為白線斑蚊。而10月則只有1村有白線斑蚊孳生。

病媒蚊抗藥性監測工作包括偵測不同地區病媒蚊對藥劑的感受性，建立殺蟲劑的感藥性基線，及評估生化檢測在抗藥性偵測的應用。利用WHO開發的成蟲抗藥性套組測試0.1%安丹、0.1%免敵克、1%撲滅松、5.0%馬拉松、0.15%賽飛寧、0.05%第滅寧、0.5%依芬寧、0.75%百滅寧、0.05%賽洛寧和4.0%DDT對台灣南部地區白線斑蚊及埃及斑蚊的抗藥性。結果顯示除撲滅松外，其他藥劑對各區之埃及斑蚊皆各異，依據各地方蚊蟲的抗藥性狀況提出建議適用藥劑。室外白線斑蚊可使用安丹、百滅寧、第滅寧、賽洛寧、賽滅寧與依芬寧等藥劑防治。另外協力劑的使用，確可降低測試品系埃及斑蚊對百滅寧的抗藥性，但仍需進一步測試協力劑與百滅寧的添加比例，以達到最佳殺蚊效果。為快速且準確的監測病媒之抗藥性，微量盤的生化分析應可達到大量及快速的目的，而抗藥性的情形往往不是單一因子所決定，故由生物檢測資料與酵素活性測定的值，尋找最直接的相關性，仍為未來努力的方向。整體而言，五種殺蟲劑的多元迴歸，在可接受範圍內的品系皆有半數以上，可再進一步研擬可修正的變數因子以達更準確的預估。

長期施用殺蟲劑已導致病媒蚊對許多殺蟲劑產生抗藥性，並影響防治效果。因此發展更快速精確的技術來預測病媒蚊之抗藥性實有必要。本計畫另先以分子檢測技術分析感性、抗性與台南市埃及斑蚊之抗擊昏基因(kdr)點突變頻率，並建立七種合成除蟲菊酯之半擊昏時間(KT<sub>50</sub>)與埃及斑蚊kdr點突變頻率的相關性。再以此相關性快速預測高雄市埃及斑蚊對七種合成除蟲菊酯的抗藥性發展情形，結果發現高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊對百滅寧分別具有20與10倍的抗擊昏能力，對治滅寧則有大約10與6倍的抗擊昏能力。因此，百滅寧與治滅寧均不宜繼續用於高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊防治。另外也篩選出四個可能與合成除蟲菊酯解毒相關的細胞色素P450(CYP)基因，擬於下年度以real time PCR進一步確認，並建立此四種CYP基因表現量與除蟲菊半致死濃度(LC<sub>50</sub>)的相關性。

登革熱病毒監測方面今年完成台南市北區、南區、安平區、中西區及安南區共五區的埃及斑蚊及白線斑蚊對登革一、二、三、四型病毒感受性測試。其中埃及斑蚊對登革病毒的經口吸食感染率介於14.44%至30%之間，白線斑蚊介於21.22%至30%之間。地下家蚊(*Culex pipiens molestus*)對登革病毒之經口感染率以登革二型病毒的13.33%最高、登革一、三型的

6.67%最低。另試驗亦顯示熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)對登革三、四型病毒不具感染力。

登革熱高風險區的偵測系統改進與公共傳播宣導教育方面，本年度欲整合各項環境因子、病媒蚊密度以及血清流行病學的資料。期望能從各種環境因子中找出登革流行的預警指標，並以血清盛行率和發生率作為這些指標的修正參考。為獲得精確的病媒蚊指數，首先分析高雄地區的病媒蚊指數，從而找出現行病媒蚊指數解析度不足之處；並設計一病媒蚊抽樣方法，期望能建構病媒蚊指數與登革流行間的相關模式，從而可以病媒蚊指數作為登革流行的預警指標，並進一步探索氣候對其之影響。

本年度病媒蚊防治新技術之研發與應用方面，工作結果包括 (一) 生物製劑對室內孳生病媒蚊幼蟲防治功效評估--高雄地區埃及斑蚊發生之 30 處積水地下室，分別以 4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑，均勻灑於水面上，24 小時後顯示 4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系 VectoBac WG 生物製劑，對積水地下室登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅效果，均可達 100 %。施藥後每隔一週，共進行 8 週的觀察結果 4 PPM 組 15 處及 8 PPM 組 15 處積水地下室均未發現任何蚊蟲幼蟲孳生，顯示蘇力菌生物製劑對積水地下室之登革熱病媒蚊幼蟲，可有長達至少 8 週之殺滅效果。戶外施用蘇力菌藥劑測試，第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)仍繼續升高；而於第三次施藥後顯著降低(施藥後 17 日之誘蚊產卵指數 34.78%)，可看出其防治功效。停止施藥後 9 日之誘蚊產卵指數 35.56%，16 日後之誘蚊產卵指數即上升(92.86%)，較對照組高；亦較第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)為高，由此得知其於戶外使用殘效期短。(二) 應用誘蚊產卵器防治登革熱疫區病媒蚊—以內襯藍色黏紙誘蚊產卵器，加入不同來源水，測試對埃及斑蚊產卵誘引效果，24 小時後以幼蟲飼育水的誘引率平均  $83.3 \pm 1\%$  為最高。以相同誘蚊產卵器，對 0、1、2、3 日齡吸血埃及斑蚊進行室內誘捕測試，結果以羽化後 3 日齡成蟲效果最好，誘捕率達  $91.1 \pm 1.2\%$ 。將新型誘蚊產卵器入口，設置為黑色及透明管，再放入不同吸血天數的雌斑蚊，進行 24 小時的誘捕率測試。以吸血後三日的處理組誘捕率最高，且有遮蔽的黑色入口管的誘捕率，明顯較透明組顯著為高，利用入口管內襯藍色黏紙、黑色紙捲及透明管的三種誘捕管進行 24 小時誘捕測試，結果不論哪一種誘蚊產卵器，對吸血雌蚊的誘捕率皆明顯比未吸血雌蚊顯著較高。另此三種誘蚊產卵器置於蚊帳中，24 小時後以黑色紙管對成蚊的誘捕率最高，次為藍色粘紙，透明管處理最差。(三) 蟲生真菌田間施用技術之開發--  $10^7$  及  $10^8$  conidia/ml 不同濃度黑殭菌孢子對不同吸血處理斑蚊雌成蚊致死比較，較低濃度下埃及斑蚊吸血雌蚊  $LT_{50}$  短，死亡率高，感受性比

未吸血組為高；較高濃度組時則相反。而感染白線斑蚊的測試中，低及高濃度處理吸血雌蚊  $LT_{50}$  短，總死亡率高。黑殭及白殭菌的孢子在室內測試對白線及埃及斑蚊侵染較佳的侵染致死殘效期應以 7 日為限。(四) 新型誘蚊產卵器田間應用及監測評估—以台南市安南區人口稠密的海佃路三段、安中路三段及本原街三段，所圍成的三角形區域，選擇 15 個適當的放置點，各放一個藍色黏紙誘蚊產卵器及一個黑色中空管誘蚊產卵器，進行野外誘捕監測。結果在連續四週的調查中，黑紙管誘蚊產卵器捕獲成蟲的筒數(4~6 筒)比藍色黏蟲紙管(1~4 筒)為高。在誘蚊產卵器捕獲幼蟲的調查中，也是以黑紙管的效果較好。

關鍵字：登革病毒、埃及斑蚊、白線斑蚊、地下家蚊、熱帶家蚊、登革熱、埃及斑蚊、抗藥性、抗擊昏基因、合成除蟲菊酯、半擊昏時間、細胞色素 P450、半致死濃度、誘蚊產卵器。

## Abstract

Dengue fever has become an endemic disease in southern Taiwan, The studies of this integrated project, in the second year, include: the surveillance of vectors, the detection of vectors pesticides resistance, the resistant gene tests, investigation of the susceptibility of vectors for dengue virus, disease simulation and the improvement of health education and development of new techniques for vectors control.

The surveillance in Tainan showed the vectors were detected 9 times during June and October. In addition to 2 counties are *Aedes albopictus*, all the vectors detected are *Aedes aegypti*. In August, all *Aedes* collected at 4 counties (Xiaoxi、Zhangzheng、Wenyuan and Xianbei) of Tainan are *Ae. aegypti*. The dengue cases were concentrated in LingYa, SanMin and CianJhen areas of Kaohsiung last year. The density of vector mosquitoes of those areas in the period of Jan. and Jun, 2009, is lower than that in same period of 2008. The density has been increasing since July and the house, container, and Breteau index were 6.7%、6.0% and 8.1, respectively which seems no less than those indices (6.2%、4.8% and 7.6) in the same period of 2008. The surveillance using ovitraps from Mar. to Jun., 2009 in NanZi area showed that positive rate was 15.55% to 68.75%, while 20.0%~55.0% positive container rate detected in Sep. and Oct. The indoor surveillance also showed the positive container rate was as high as 5.3% to 42.1%, which indicated the high risk of dengue epidemic of this area. The Breteau index were 0~6 in major dengue epidemic areas of FongShan city in period of Nov. 2008 to Oct. 2009. *Ae. aegypti* were detected in five out of eight Li of FongShan city at Oct. of 2008. The Breteau index were 0~8 in 20 Li of Pingtung. The number and ratio of *Ae. aegypti* occurring in Pingtung at 2009 are higher than that from 2005 to 2008. The vectors in TaiDong increasingly occurred in Sep. when the Breteau index is 4 at 3 Li of TaiDong. However, *Ae. aegypti* can only be detected at one Li (JianGuo Li) and *Ae albopictus* occurred in all other areas .

Insecticide resistance detection is an important component in mosquito abatement program. There are three goals for this study: to establish bioassay techniques for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* for the principal groups of insecticides (organophosphates, carbamates, and pyrethroids); to determine the insecticide susceptibilities of the dengue vectors in southern Taiwan; and to evaluate the potential applicability of the resistance mechanism-specific biochemical tests compared with bioassay as a possible surveillance tool for use by vector control program in Taiwan. In this study, 2-5 days old female adult mosquito were tested against propoxur 0.1%, bendiocarb 0.1%, fenitrothion 1%, malathion 5%, cyfluthrin 0.15%, deltamethrin 0.05%, etofenprox 0.5%, permethrin 0.75%, lamada-cyhalothrin 0.05% and DDT 4%, based on WHO

protocol. Bioassay results indicated that a high level of resistance to all insecticides except fenitrothion was found in *Aedes aegypti* strains from southern Taiwan. All *Aedes albopictus* strains were susceptible to propoxur, permethrin, deltamethrin, cyfluthrin, etofenprox and lamada-cyhalothrin. Synergist assays indicated that the synergist reduced resistance to permethrin in *Aedes aegypti* tested strain. The biochemical assays provide more information about the insect population being analyzed. The correct use of biochemical methods for resistance detection at a mechanistic level can provide a powerful tool for analyzing field and laboratory populations with the goal of improving resistance and management. The multiple gradually regression analysis was to establish an ideal formula for biochemical assays data to estimate the 50% lethal concentration of five insecticides in adult *Aedes aegypti*. Although half of the expected value was acceptable, more variance factor was needed to modify the ideal formula to make the use of practical applications.

The vector mosquitoes have developed resistance to insecticides used frequently and threaten the control efficiency of dengue fever. It is necessary to develop a high-throughput technique for predicting insecticide resistance of vector to control vectors with proper insecticides alternatively and delay the development of insecticide resistance in vectors. In this year, we had analyzed and established the relationship between the point mutation frequencies of knockdown resistance (*kdr*) gene and half knockdown time ( $KT_{50}$ ) of seven pyrethroids in susceptible, resistant and field strains of *Ae aegypti*. With the correlation of *kdr* point mutation frequencies and  $KT_{50}$ , we predicted that Kaohsiung Linyea and Fonshan areas have about 20- and 10-fold knockdown resistance to permethrin, respectively, from the *kdr* point mutation frequencies of Kaohsiung Linyea and Fonshan strains of *A. aegypti*. Similar, 10- and 6-fold knockdown resistance to tetramethrin, respectively, in Kaohsiung Linyea and Fonshan strains of *A. aegypti*. Therefore, both permethrin and tetramethrin are not suggested to control *A. aegypti* in Kaohsiung Linyea and Fonshan. In addition, we found 4 cytochrome P450 monooxygenases (CYP) were associated with pyrethroids resistance by detoxification in *A. aegypti*. We plan to confirm this result by real time PCR and establish the relationship between the expression of CYP genes and the half lethal concentration ( $LC_{50}$ ) to pyrethroids among different strain of *Aedes aegypti*.

Susceptibilities of *Ae aegypti* and *Ae albopictus* to dengue virus serotype 1, 2, 3 and 4 were investigated in North, South, Anping, West Central, Annan districts of Tainan City. Detected oral infection rate of *Ae aegypti* to dengue viruses was between 14.44% and 30%, while was 21.22% to 30% for *Ae. albopictus*. The highest infection rate recorded for *Culex pipiens molestus* was 13.33% to dengue 2 virus by oral infection route, while was only 6.67% to dengue 1 and 3 virus. By the intrathoracic injection inoculation, there were high

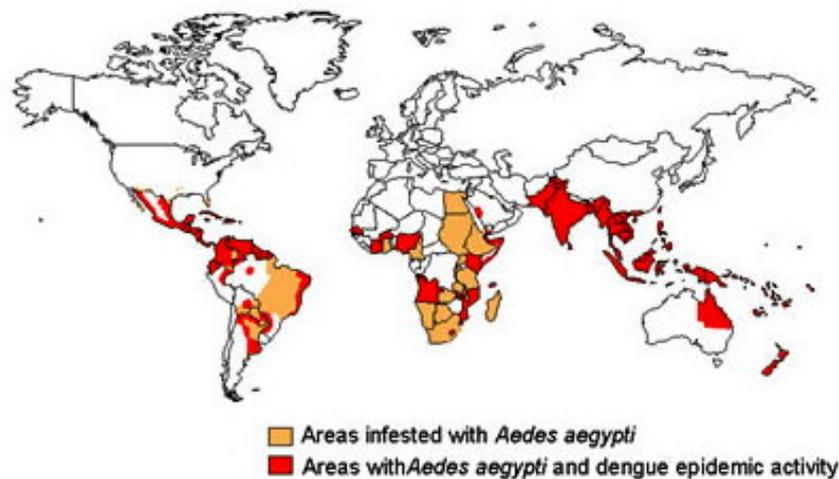
transmission rate in the dengue virus transmission via oral route, which indicated it real vector of dengue disease.

In developing new technologies to control dengue vectors, four approaches this year include: (1) Establishing a biological control model against dengue vectors-- The  $LT_{50}$  for the preparation of soluble *Bacillus thuringiensis* against *Aedes* larvae was found to be less than 0.5 hour in the indoor or outdoor application, which suggesting the immediate insecticidal effect. In addition, the indoor residual effect was long than the outdoor effect. The preparation was found to have 100% insecticidal effect in 8 weeks after indoor application. (2) Application of ova-traps on dengue vector control at endemic areas-- A 100% insecticidal effect against larvae of *Ae aegypti* was found at 30 flooding basements in Kaohsiung City after spraying *B. thuringiensis* var. *israelensis* preparations (VectoBac WG) (4 ppm or 8 ppm for 15 basements) on the water surface and evaluating the mortality rate of the larvae after 24 h. Moreover, the residual effects in the two groups were evaluated once a week for 8 weeks and no breeding of mosquito larvae was found. These findings indicate that the residual effects last for at least 8 weeks. An ova-trap index of 74.47% was obtained on day 3 after applying the preparation outdoor. The index was decreased to 34.78% after applying the preparation three times on day 17. Since the preparation is a larvicide, ova-trap index may not reflect the effect immediately. The index was 35.56% on day 9 after the last spraying. This percentage remained significantly lower than that on day 3 after application. However, an index of 92.86% was obtained on day 16 after the last spraying. These findings indicate that *B. thuringiensis* preparation may have a shorter residual effect outdoor.

Key words : dengue fever, dengue virus, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex pipiens molestus*, insecticide resistance, vector competence, knockdown resistance (kdr), cytochrome P450 monooxygenases (CYP), half lethal concentration ( $LC_{50}$ ), half knockdown time ( $KT_{50}$ ), ovitrap.

## 一、前言

登革熱(Dengue)與登革出血熱(Dengue hemorrhagic fever, DHF)為由四型病毒所引發感染的流行病。本病發生流行於包括台灣在內的美洲、非洲、亞洲與大洋洲等熱帶地區(圖一)。台灣近年本病的流行始於 1981 年的屏東縣琉球鄉，1987 年底屏東的暴發造成 1988 年高雄市



圖一、World distribution of dengue viruses and their mosquito vector, *Aedes aegypti*, in 2005. (from <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/map-distribution-2005.htm>)

與高雄縣高達 4389 個確定病例的大流行。此後每年或多或少均有登革熱的發生與流行，尤其 1994 年高雄左營地區出現登革出血病例，1995 年甚至出現四種不同血清型的流行，導致台北中和與台中地區均發生疫情。隨後 1998 年與 2001 年台南、高雄縣市均又暴發流行，且延燒至 2002 年造成台南、高雄與屏東地區的大流行，全台有高達 5387 登革熱病例，242 個登革出血病例，以及罕見的登革休克症候群 (dengue shock syndrome, DSS) 死亡病例。2004 與 2005 年主要流行區仍在高雄與屏東縣市，分別有 416 及 303 個確定病例。2006 年至 11 月

底台灣地區又達 864 個確定病例，登革熱流行又成高峰，而今(2007)年至 11 月初的記錄則發生 362 本土及 196 境外，共 558 個確定病例。由台灣近年來登革熱的發生歷史得知，(1)登革熱四型病毒均已出現，(2)全省埃及斑蚊與白線斑蚊發生地區均有可能爆發登革熱疫情，(3)登革出血與登革休克症候群病例均已發生，(4)本土性病例已為歷年登革熱發生的主流，(5)傳播登革熱的斑蚊已確定對某些殺蟲劑產生抗藥性。

近年來全球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，與全球人口之增加，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均有關，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，如能推動民眾自發性的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，貫徹病媒蚊監測與孳生源清除，是登革熱防治最重要的工作策略。

世界各地登革熱近年的發生顯示一相同趨勢，即登革熱病例突然大量增加之際，極易同時出現許多登革出血熱病人(Gubler 1998)。然而，登革熱偵測至今的困難包括：(1)如何決定警哨偵測(sentinel surveillance)的點、必須涵蓋率、所需經費、時效性均有所考量而有其侷限 (CDC，1998)；(2)目前蚊子偵測所採用的數據至少要達多少以上才有其傳播力仍是未知數，況且許多登革病媒蚊偵測並不能反映疾病流行實況，(3)臨床偵測僅重視嚴重病例，反而對於登革病毒

如何在社區中到處流竄並無所助益；及(4)病毒偵測與血清偵測又耗時費力。因此了解病媒蚊的發生或密度與疾病流行的關係、病媒獲毒與致病間的關係、登革病毒在台灣的傳播因素、改進登革熱偵測系統(surveillance system)、建立一套高效率的病媒偵測系統即時控制疫情等，均是決定流行幅度大小與疫情控制成敗的關鍵。

此外，登革熱疫情發生時，為及時消滅帶病毒之病媒蚊，以殺蟲劑緊急噴灑防治仍為目前主要及有效的方法。但經常使用殺蟲劑防治，病媒蚊發生抗藥性乃無可避免(徐等 1990；徐 1998；羅及徐 1990)，必須經常加以檢測，以助選擇有效的防治藥劑，才不會導致防治失敗。

昆蟲產生抗藥性的機制包括行為、生理和生化機制，而生化機制包括代謝能力增強和標的位置敏感性降低。實驗室成功地建立抗性品系昆蟲後，可藉由協力劑測試比較累代篩藥的抗性品系與感性品系之酵素活性以推測族群生化代謝抗性機制(Brown and Brogdon, 1987)。病媒蚊抗藥性的三個重要生化代謝包括：多功能氧化酶系、水解酯酶系，和麩胱苷肽硫轉基酶系(Matsumura 1985)。尤其登革熱發生地區乃為經常施藥區域，斑蚊對殺蟲劑的感受性更必須加以檢測，以確保有效滅蚊。如 2002 年高雄地區埃及斑蚊對百滅寧產生抗藥性，使得病媒防治的困難度增加。唯有長期病媒抗藥性的監測，才能尋求替代藥劑或輪替使用不同化學結構之殺蟲劑，以減少對環境及人體健康的衝擊，也唯有藉助對抗藥性的瞭解才能合理的製訂藥劑防治蚊蟲之使用策略，以確保病媒防治成功。

抗藥性是一種經遺傳而獲得的特徵，其中牽涉到一種或多種基因的改變。常見的有因乙醯膽鹼酯酶(acetylcholinesterase)點突變而對有

機磷與胺基甲酸鹽殺蟲劑不敏感造成的抗藥性，也有因抗擊昏(knockdown resistance, *kdr*)突變而對合成除蟲菊殺蟲劑產生抗藥性。基因突變檢測優點在於它不但可以快速提供病媒蚊的抗藥性發展現況，更可以從抗性對偶基因突變頻率確定此抗藥性是永久性(所有個體均發展為抗性同型合子)，或是在沒有選汰壓力下可恢復敏感度的抗藥性(部分個體為抗性異型合子或感性同型合子)。這些資訊在選擇適當的防治藥劑上，可提供更明確的參考依據，故值得深入探討。

目前在瘧蚊已發展出以專一序列寡核苷酸探針(sequence-specific oligonucleotide probe，簡稱SSOP)或以hot ligation oligonucleotide assay快速偵測*kdr*點突變的方法(Kulkarni et al., 2006；Lynd et al., 2005)，在家蚊也有檢測乙烯膽鹼酯酶點突變生化試驗(Bourguet et al., 1996；Weill et al., 2004)。*kdr*點突變是一種將鈉離子通道(voltage-gated sodium channel)中之白氨酸(Leucine)變成苯丙胺酸(Phenylalanine)的單核苷酸多態性(Single Nucleotide Polymorphism, SNP)。此胺基酸的改變導致鈉離子通道與上述殺蟲劑之結合部位發生變化而使包括蚊子等多種昆蟲對這些殺蟲劑產生抗藥性(Brengues et al., 2003; Dong, 1997; Martinez-Torres et al., 1999)。目前在家蠅、瘧蚊、家蚊、德國蜚蠊等已經鑑定出*kdr*點突變是位於鈉離子通道第二區第六節第1014位置之白氨酸(Leucine)變成苯丙胺酸(Phenylalanine)的單核苷酸多態性(Single Nucleotide Polymorphism, SNP)；除此之外，還有同位置不同突變、額外突變或其他不同位置的突變(Davies et al., 2007)。至於抗合成除蟲菊殺蟲劑之抗性埃及斑蚊，在鈉離子通道第二區域中的白氨酸也未變成苯丙胺酸，而是將位置1011的異白氨酸(Isoleucine)變成蛋氨酸(Methionine)或是將位置1016的纈氨酸(Valine)變成甘胺酸

(Glycine)(Bregues et al., 2003)。96年本計畫共同主持人戴老師的初步研究結果亦顯示本省抗性埃及斑蚊對合成除蟲菊殺蟲劑之抗藥性與 *kdr* 之顯氨酸變成甘氨酸有關。

由於台灣南部 14 個衛生與環保單位連續多年以合成除蟲菊殺蟲劑防治病媒蚊，可能已經同時使部分地區埃及斑蚊之 *kdr* 與 CYP 基因發生改變。因此，本計畫有關病媒蚊抗藥性基因監測部分首先將針對屏東縣市、高雄縣市與台南縣市採集回來的埃及斑蚊個體進行鈉離子通道的抗擊昏對偶基因點突變之頻率變化分析，再以 Real-time RTPCR，比較分析各疫區病媒蚊族群之 CYP 基因差異，快速預測各疫區病媒蚊對合成除蟲菊殺蟲劑之抗藥性發展現況與對其他藥劑產生交互抗性之潛力。其次，將針對 *Ace1* 點突變頻率，建立另一組指標，快速預測田間病媒蚊對胺基甲酸鹽與有機磷殺蟲劑之抗藥性發展趨勢。最後，綜合 *kdr/Ace1* 對偶基因之點突變頻率與 CYP 基因表現等分析結果，提供各地登革熱病媒蚊對合成除蟲菊、胺基甲酸鹽與有機磷等各類殺蟲劑之抗藥性與交互抗性之發展現況，作為正確選擇防治藥劑或輪替藥劑之參考依據，以避免或延緩病媒蚊抗藥性之產生，並延長防治藥劑使用壽命。

埃及斑蚊成蟲可依腹部背板白色鱗片從基部往後延伸的情形分為深色型(dark form, *Aedes aegypti fomorsus*)、模式型(type form, *Aedes aegypti aegypti*)及淺色型(pale form, *Aedes aegypti queenslandensis*) (Mattingly, 1957)。而以 CKM 分級系統可分為 CKM0-CKM7，共 8 級 (McClelland, 1960, 1974)。模式型和淺色型皆分布於熱帶和亞熱帶地區，深色型分布於撒哈拉沙漠以南的非洲地區和印度洋上島嶼。深色型埃及斑蚊體色較深，除腹部各節基部具白色鱗片外，完全無往後延

伸的情形；模式型埃及斑蚊體呈深棕色，腹部各節基部具白色鱗片，僅在第一腹節的白色鱗片向後延伸；另淺色型埃及斑蚊腹部背板白色鱗片往後延伸的情形可連續發生於其他腹節上。蘇等(2003)發現在台灣目前只採集到模式型和淺色型，其可混合生長於相同的生態席位(niche)，利用鱗片分布情形和 RAPD-PCR 的方法得以區分。

目前多使用 RAPD-PCR、微衛星、粒線體 DNA 等分子標誌，探討生物族群的基因流動情形，以判定物種親緣關係、遷移和造成變異的原因。Apostol, et al. (1996)以 RAPD-PCR markers 發現波多黎各埃及斑蚊在城市中明顯具遺傳分化，且具高分散率。Gorrochotegui-Escalante, et al. (2002)以 387bp region 的粒線體基因 NADH dehydrogenase subunit 4 (ND4)分析墨西哥東南部的埃及斑蚊來自烏干達和太平洋海岸，而基因在 250km 內隨著地理距離增加而變異減少。而 Bosio, et al. (2005)也以的粒線體基因 NADH dehydrogenase subunit 4 (ND4)分析泰國的埃及斑蚊基因變異則較墨西哥低，近 50 年才由高族群地區擴散出去。最近 Hampton (2007)則報導埃及斑蚊的 genome sequence 草圖已完成。在台灣目前只有 Su, et al. (2003)以 RAPD-PCR 對埃及斑蚊的地理分布區分為東部和西南部兩群。且蘇等(2003)發現在台灣的模式型和淺色型埃及斑蚊可混合生長於相同的生態席位(niche)。目前有許多不同的遺傳標誌(genetic marker)以及許多不同的多型性標誌(包括遺傳、型態和生理上的標誌)進行遺傳研究，所推論的結果往往有些爭議，因而需要更多的遺傳標誌與這些結果連結分析。因而本計畫亦依 RAPD-PCR 將台灣埃及斑蚊分為兩大群的結果為背景，佐以 ND4 和 COII 等粒線體基因的分析，更可進一步了解不同地區埃及斑蚊間的關係。

實際病媒防治技術開發方面，由於埃及斑蚊雌蟲經常出沒於居家內及其周邊環境，通常於白天吸食人血。吸血高峰約在下午 4-5 時，次高峰在上午 9-10 時(周等，1996)。由於雌蚊吸血時易受驚擾而中斷吸血，因此為達足量之血餐，必需再次尋找宿主吸血，也因此增加疾病傳播的機會。相對而言，白線斑蚊吸血時較為安定，通常一次血餐便足夠其懷卵所需之養分。雌蚊吸血前具有宿主搜尋行為，Grossman and Pappas (1991)指出雌蚊可受人體體表所散發之氣味、汗液、體溫、二氧化碳等因子誘引。其中體溫的升高可促使血管舒張、血流量增大、血液黏稠度降低，同時亦使人體的氣味更易發散，因而造成雌蚊更亦尋得寄主並吸取血液。因此，人體如處於病毒血症期或發燒時期，常會因體溫升高招致雌蚊前來吸血。Reeves (1990)模擬雞(25ml/分鐘)、人(250ml/分鐘)、以及牛(2500ml/分鐘)等動物體散發二氧化碳的釋放速率，探討雌蚊對二氧化碳的趨化性，結果顯示二氧化碳對雌蚊具良好誘引效果，任何濃度均可誘引雌蚊，且濃度愈高吸引效果愈佳。至於雌蚊受汗液中乳酸成份吸引的說法，Shiral 等 (2001)實際測試乳酸對白線斑蚊雌蚊的吸血誘引，結果證實僅濃度適中的乳酸對雌蚊具些微之誘引效果，過高及過低濃度之乳酸皆會使斑蚊產生忌避行為。

利用氣味誘引滅蚊的商品以二氧化碳誘引劑的商品最多，此類產品於田間施用成效常不若燈光誘集，其主要原因為戶外空氣之擾動易使誘引器所散發的氣體過度逸散，造成誘集成效甚微。近來德國開發出 BG-Lure 誘引器，混和氨、乳酸、脂肪酸及其他人體散發之氣味分子，模擬人體體表所散發之氣味，並輔以風扇收集受誘引之成蟲，可於白天發揮有效誘集埃及斑蚊與白線斑蚊的功用，且該誘引劑可維持

長達五個月的田間效果(Williams *et al.*, 2006)，然而德國地處溫帶地區，氣候不若台灣亞熱帶地區來的濕熱，其在台灣施用的田間維持效果是否如此長久有待進一步試驗。Geier 等學者證明人工氣味誘引器誘集埃及斑蚊的效果遠比以二氧化碳為氣味源來得有效，其效果與直接以人體誘集相去不多；Rafael 等學者的研究也指出人工氣味誘引器所誘集埃及斑蚊之數目遠比使用 CDC 背帶式吸氣機(CDC backpack aspirator)進入屋內直接進行吸取來的多。由於氣味誘引器具有對環境衝擊小、對多種吸血昆蟲具誘引效果、無須考慮害蟲抗藥性問題、誘引效力持久等優點，因此產卵誘引器為一值得推動之防治策略。研發更具誘引效果之誘引劑，可為蚊蟲防治提供極佳的助力。

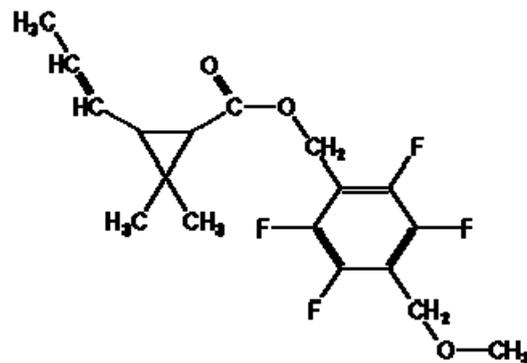
懷卵雌蚊的產卵習性也是可以善加利用的防治手段。雌蚊多於傍晚產卵，喜產於水面邊界之深色粗糙器物表面，分粒單產。成蚊之飛行範圍多於孳生地附近 50-150 公尺間，少有超過 200 公尺者。白線斑蚊多於戶外活動，優先選擇於天然積水容器中產卵，如積水之樹洞、竹筒、葉鞘、窪地等，亦可產卵於其他戶外積水容器中。埃及斑蚊則多選擇人工積水容器產卵，也比較具有室內產卵的習性。利用誘蚊產卵器添加有利幼蟲生存的氣味，可有效誘引雌蚊前往產卵，在配合清理的管理手段，即可達降低田間病媒蚊密度之目的。然斑蚊雌成蟲具分散產卵的習性，其中白線斑蚊的產卵分散性較埃及斑蚊為高，懷卵雌蚊通常不會將所有的卵產於同一地區，而會逐次於合適之處將體內的卵分批產完。因此產卵誘集器能有防止雌蚊脫出之設置，可防止雌蚊飛出而於他處產卵，如此可達到降低登革熱病媒蚊在環境中的蔓延孳生，繼而達到阻止疫病傳播的效果。當然，利用誘蚊產卵器防治策略，一定要配合孳生源的清除，如此才可充分發揮誘蚊產卵器的

防治效果；由於舊型的誘蚊產卵器(ov-trap)在室外誘引監測時，只能誘引雌蟲產卵，無法捕捉到成蟲，其密度只能依所孵化的幼蟲數量來評估。其數據與野外實際蚊蟲密度尚有相當差異，而無法對應顯示實際密度。而新型的誘蚊產卵器則可利用中空管內襯黏蟲紙，黏捕被誘引的成蟲，不但可以顯示實際密度，同時也可以取得新鮮的蟲體，進行病媒蚊帶毒檢測工作。開發登革熱病媒蚊防治新技術，以作為登革熱病媒蚊防治政策擬定之參考依據。

自二次大戰結束以來，人類長期以有機氯劑、有機磷劑作為防治瘧疾、登革熱病媒蚊之主要用藥。然而此類型藥劑在環境中不易分解、易藉食物鍊在生物體中轉移並累積、廣泛對包含人類之非對象生物具危害，因此約於半世紀前，除蟲菊精一類之藥劑被開發、應用而漸漸取代先前之藥劑。由於除蟲菊精類藥劑對哺乳動物之毒性低，現今已被廣為應用於防治居家害蟲、農業害蟲。該類藥劑對多種昆蟲具有擊昏之效果，藥劑經由噴灑、燃燒或揮發後，於環境中僅需極低濃度，即可迅速導致蟲體癱瘓。

在早期，人類多以天然除蟲菊精加入蚊香、線香中點燃，藉由該藥劑揮發於空氣中，達到驅散、擊昏蚊蟲之效果。然某些種類之天然除蟲菊精揮發後，會使部份人、畜之呼吸道、眼、皮膚等部位產生刺激性過敏，同時點燃後產生之氣體成分，亦會造成少數人產生不適反應。有鑑於此，對人畜危害較低之合成除蟲菊類藥劑漸漸被開發，同時亦研發以揮發、噴灑方式取代燃燒釋放之藥劑。最近有日本公司開發一種新劑型合成除蟲菊 Metofluthrin，其蒸氣壓(vapor pressure)為 d-allethrin 之兩倍、permethrin 之一百倍。常溫即可產生蒸散作用，為一安全、無須外加能源的環境衛生用藥。將浸有

Metofluthrin 之紙網條置於室內外即可有效忌避埃及斑蚊及熱帶家蚊 (*Culex quinquefasciatus*)，效果可持續至少六周(Kawada et al. 2005)。metofluthrin 登記之商品名稱為速滅王，為四氟苯(Tetrafluorobenzyl)衍生物，具高揮發性之藥劑，不需經點燃即可於常溫下揮發，且該藥劑僅需極低濃度即可對蚊蟲產生忌避或擊昏效果。對尖音家蚊(*C. pipiens*)、熱帶家蚊及埃及斑蚊成蟲之擊昏效力高於異亞滅寧(*d*-allethrin)效力之 40 倍以上(Ujihara & Sugano, 2005)，顯示速滅王為一極具開發及應用潛力之病媒蚊防治用藥。本計畫亦擬購買 Metofluthrin 原體進行藥效測試，以及開發可適用於登革熱病媒蚊防治之應用技術。



Metofluthrin(圖片來源網站：

<http://www.alanwood.net/pesticides/metofluthrin.html>)

由於世界各登革熱疫區均大量使用包括有機氯(organochlorine)殺蟲劑滴滴涕(DDT)，有機磷(organo phosphates)殺蟲劑亞培松(temephos)與撲滅松(fenitrothion)，氨基甲酸鹽(carbamate)殺蟲劑安丹(propoxur)，以及合成除蟲菊酯(pyrethroid)殺蟲劑百滅寧(permethrin)等殺蟲劑防治病媒蚊，以致於埃及斑蚊對滴滴涕、亞培松、安丹與百滅寧等殺蟲劑產生抗藥性(Lumjuana et al., 2005; Prapanthadara et al.,

2002)。台灣南部 14 個環保單位亦因連續四年以合成除蟲菊酯殺蟲劑，包括百滅寧、賽滅寧(cypermethrin)、治滅寧(tetramethrin)與芬化利(fenvalerate)防治蚊蟲，使部分地區之埃及斑蚊對百滅寧產生極高的抗藥性(Lin *et al.*, 2003)。由於登革熱病媒蚊對多種傳統化學用藥皆呈現出抗藥性，因此採用微生物防治策略為一可考量之方案。其中蘇力菌以色列品系已被證實對病媒斑蚊具有良好殺蟲效果。惟以台灣都會區型態，除蘇力菌之應用外，應可考慮開發蟲生真菌(Entomopathogenic Fungi)在病媒蚊防治之應用；因為病媒成蚊在無吸血活動時，多躲在陰暗處所，因此若能在這些場所施用蟲生真菌，或許有機會讓成蚊接觸施放之分生孢子，繼而導致感染致死或族群弱勢，以期發揮協助病媒蚊防治之功效。

目前已有約 700 種的昆蟲病原性真菌被報導過，然僅有 10 種被應用於害蟲防治中(Hajek and St. Leger, 1994)。大部分的昆蟲病原性真菌，乃經由表皮侵染穿透進入寄主體內，繼而引起複雜的真菌發芽、穿透、生長、與繁殖前的生物化學反應 (Hsiao, 1998; Shih and Hsieh, 1994)。善加利用昆蟲病原性真菌，可發揮調節害蟲族群的功效。如 Hyphomycetes 種類蟲生真菌，已商業化量產並使用於同翅目害蟲的防治工作。近年來，白殭菌(*Beauveria bassiana* Balsamo Vuillemin) (Su, 1991 a,b; Hu *et al.*, 1996)、黑殭菌(*Metarhizium anisopliae* Metschnikoff Sorokin)(Lee and Hou, 1989)、*Verticillium lecanii* (Zimmermann) Viegas(Hsiao, 1997)與 *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith、*Metarhizium flavoviride* Gams and Rozsypal、綠殭菌(*Nomuraea rileyi* Farlow Samson)、*Aschersonia aleyrodis* Webber 等均被開發應用於田間(Tang and Hou, 1998)。Scholte *et al.* (2006)進行黑殭菌感染甘比

亞瘧蚊(*Anopheles gambiae*)成蟲之試驗，證實黑僵菌可以導致該瘧蚊壽命減短、產卵量下降、吸血能力變差、甚至死亡等效果；類似的試驗亦指出黑僵菌在埃及斑蚊與白線斑蚊的成蟲防治上具有相當的潛力(Scholte et al., 2007)。況除防治效果外，蟲生真菌類具有對哺乳動物無毒性、對標的生物具高專一性、無環境污染等優點，因此於病媒蚊防治上極具開發、推廣之潛力。本計畫將先篩選具有可應用於斑蚊病媒斑蚊幼蟲、成蟲防治的黑僵菌品系與適合田間施用之劑型。再於實驗室及南部曾有登革熱流行之社區，開發黑僵菌社區噴灑或成蟲誘沾板之防治技術，以及符合社區綜合防治之實用策略研擬。

傳染登革熱的病媒蚊主要為埃及斑蚊，其次為白線斑蚊。然不同病媒蚊種對同一病毒品系之感受性卻不盡相同；例如：*Ae. mediovittatus* 及白線斑蚊對各型登革病毒的感受性均較埃及斑蚊高出許多(Hardy et al., 1983)，而在台灣埃及斑蚊對於登革病毒一型之感受性較白線斑蚊高(Chen et al., 1993)，但在印尼及泰國埃及斑蚊及白線斑蚊對於各型登革病毒之感受性差異不大(Tan et al., 1981; Whitehead et al., 1971)。另外，同種不同品系病媒蚊對同一病毒品系之感受性；例如：Tardieux 等人於 1990 年調查 18 株採自世界各地的埃及斑蚊對同品系二型登革病毒的經口吸食感染率，結果發現其感染率從 5%-50%不等；Gubler 等人於 1979 年採集印尼 13 種埃及斑蚊之地理區隔品系(geographic stain)並以注射及口吸食感染同株一型及二型登革病毒，結果發現其感染率分別為 0-25%及 6%-57%不等，此外除登革病毒外，該現象亦在黃熱病毒、Ross river virus、St. louis encephalitis virus、West Nile virus 等病媒感受性試驗中出現。然不同病媒蚊種對同一病毒品系之感受性可能不同；也可能不同品系的同種病媒蚊對同

一病毒品系之感受性亦可能大相逕庭，因此當把防疫工作換到台灣時，建立台灣南部疫區的埃及斑蚊、白線斑蚊對不同血清型病毒的感受性資料，有助瞭解台灣地區病媒蚊傳播登革病毒之潛能。此外，熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)、地下家蚊(*Cx. pipiens molestus*)、白腹叢蚊(*Armigeres subalbatus*)等常見蚊種是否亦參與登革熱之傳播途徑；而不同地區的埃及斑蚊及白線斑蚊或其他可能傳播登革熱之病媒蚊之病毒感受性是否存在差異等問題，並期以能提供更完善之防範及杜絕登革熱之建議。

有鑑於此，本計畫的首要目標即針對易發生登革熱疫情的南部縣市，包括高雄縣市、屏東縣市、與台南縣市，探討登革熱病媒蚊對登革病毒的感受性是否有所改變，是否更具登革病毒傳播力，以及各疫區病媒蚊種對登革病的毒感受性以及其傳播病毒能力是否有所差異。登革熱病媒蚊對登革病毒的感受性與傳播病毒能力。分三年進行：第一年：建立高雄縣市蚊種對各型登革病毒之感受性與傳播病毒能力資料庫。第二年：建立台南縣市蚊種對各型登革病毒之感受性與傳播病毒能力資料庫。第三年：建立屏東縣市蚊種對各型登革病毒之感受性與傳播病毒能力資料庫。三年完整建立台灣南部地區各病媒蚊種對病毒感受性與傳播病毒能力之資料庫。

另外，台灣地區埃及斑蚊只出現於北回歸線以南、登革熱發生頻繁的南部縣市，白線斑蚊則分佈於全省各地；然而由於時空變化與氣候逐漸暖化現象，埃及斑蚊的分佈範圍可能異動並影響登革熱的傳播範圍。登革病毒在自然界中除人類外並無任何動物宿主存在，而得過登革熱的患者是終生免疫的，傳統上登革熱疫情的預警是以病媒蚊指數為警戒、防治的參考依據，此法未能確切掌握登革病毒的動向。因

此，若能建立一套檢測田間病媒蚊攜帶登革病毒之早期偵測系統，相信對疫情的預警是非常有幫助的。反轉錄—聚合酶連鎖(RT-PCR)反應技術目前已廣泛的應用於生物學各領域的分子層次研究，在登革熱的臨床醫學上也可進行患者病毒血症的病毒鑑別研究(Eldadah *et al.* 1991)，惟極少應用於病媒蚊與登革病毒關係的研究上(Maneckarn *et al.* 1993)。因此，本計畫也包括利用 RT-PCR 技術探討登革病毒與其病媒蚊之關係，並進一步應用於疫區病媒蚊攜帶登革病毒之檢驗，以期能發展出一套登革熱疫情的早期偵測預警系統。

過去登革熱的防治，主要包括衛教宣導、孳生源清除、藥劑噴灑等，均屬個別針對居民習慣行為或病媒蚊防除來進行，若能整合產卵誘集、氣味誘引減少成蚊及其產卵，並施用新型除蟲菊類藥劑 Metolfuthrin 防除成蚊，以及噴灑蘇力菌降低幼蟲密度，或可減少登革熱病媒之發生，降低登革熱爆發的機率。

台灣登革熱/登革出血熱/登革休克症候群流行之公共衛生需求，自 1946 年以後登革出血熱/登革休克症候群鮮有病例報告(謝維銓，1982)，但是地處熱帶與亞熱帶，氣溫暖化、季節性的豐沛雨量以及颱風的強風豪雨，氣候環境適合病媒蚊滋生，提昇登革病媒蚊的傳播潛能；且鄰近東南亞各國為登革病毒危害最烈的「地方性流行」地區，加上便捷交通、登革疫區旅遊人數激增，以及台灣近年自疫區的外籍勞工入境，造成境外移入案例的防不勝防，登革熱/登革出血熱的防治與流行病學之關係及其未來預測模式之研究因而值得重視。

台灣登革熱的近年流行史，始於 1981 年的屏東縣琉球鄉，在 1987 年疫情由屏東往北擴大延燒致 1988 年高雄縣市大流行，確定病例達 4389 人，1994 年高雄左營出現登革出血熱病例。值得注意的是

臺灣以往每年均以單一血清型別的登革病毒流行為主，在 1995 年卻出現四種不同血清型別的流行。過去研究知登革病毒若進駐某地區流行後，即有可能久留該地，因而未來會有極高的機會造成登革出血熱的流行，如古巴 1977 年發生第一型登革病毒流行之後，隨即在 1981 年爆發第二型登革病毒流行，導致十一萬餘人住院及 158 人死亡，其他如聖地牙哥、泰國、菲律賓、馬來西亞也有相同的趨勢，即登革熱病例突然大量增加之際，極易同時出現許多登革出血熱病人(Gubler 1998)。台灣於 2002 年高屏縣市的登革出血熱疫情，警示我們正處於此一轉型的關鍵時期，因此了解登革病毒在台灣的傳播因素進而改進登革偵測系統(surveillance system)，建立一套高效率的病媒、環境及結合數理統計抽樣做法的「整合性」登革偵測系統，以及時控制疫情，是決定流行幅度大小與疫情控制成敗的關鍵。1998 年台大流行病所傳染流行病研究室在台南田野調查，結果從 23 例登革出血熱中，發現流行後期的登革出血熱比例較高，換言之，流行時的即時控制可減少其後的嚴重病例。至 2002 年發生了台灣近六十年最嚴重的一次登革出血熱流行，全台有 5387 位典型登革熱(classical dengue fever, DF)，242 人為登革出血熱病例(dengue hemorrhagic fever, DHF)，更出現罕見的登革休克症候群(dengue shock syndrome, DSS)之死亡病例(吳民惠等 2005,台灣公衛)，顯示登革熱/登革出血熱在台灣地區流行的嚴重性日益增加。

傳統的登革偵測是待登革病例數增多，才更積極啟動病媒蚊控制，此對如登革病毒感染後有極高的感染者呈現「不顯性症狀感染(asymptomatic infection)」與病徵極似其他病毒的病毒徵候群(viral syndrome)而言(Chen et al., 1996)，猶如捕魚前魚網漏大洞，如此「反

應式」的作為 (responsive action) (Gubler et al., 2006)，不但對防疫工作並沒有前瞻預警性，又同時轉瞬間對傳播登革病毒的要角—病媒蚊 (vector) 在殺蟲劑控制之下，反增其抗藥機會，對蚊子生態與後續防疫成效均大打折扣 (Macoris et al., 2007)。換言之，登革偵測若針對「病例」，無論醫師多麼熱心，又有百分之百的通報意願，在防疫死角甚多的條件與時效性較差之狀況下，仍易有「成效不彰」之憾。

然而，若欲增進為「登革病毒感染的偵測」，由於此病毒「人→蚊→人」的傳染鏈中牽涉兩種不同的宿主，所以必須兩方面同時進行。首先，在「人」方面，由於埃及斑蚊的分布在臺灣南部（北回歸線以南），涵蓋高雄縣市、屏東縣與臺南縣市，若均以血清流行病學偵測來看，會十分昂貴，所以如何將人力、經費用在刀口上，仍需「先」掌握一些「危險因素 (risk factors)」，再將研究重點「聚焦」至於病媒蚊感染登革病毒的偵測，過去台灣的研究經驗也發現斑蚊 (*Aedes spp.*) 感染登革病毒率其實是相當低 (Mendez et al., 2006)，近年疾管局的調查，也是如此 (Teng et al., 2008)，所以「登革病毒感染偵測」的最大挑戰是如何作法將會有較高的經濟效益與公共衛生意義。

至於平日（非流行期）的病媒蚊偵測，傳統的病媒蚊指數如戶數、容器與布氏指數，並不能準確預測「是否流行」 (Swaddiwudhipong et al., 1992)。此外，病例數是隨著流行的時間之拉長而增減，因此在不同時間點選擇採用不同的統計抽樣方式，將會使結論更形貼切實況而愈準確，甚或有其公共衛生人群的代表性。這些均是學術研究尚值得鑽研、改進之處。

針對上述近年的另一種登革偵測的新穎想法是直接切入病媒蚊的孳生環境 (Regis et al., 2008)，而在人、蚊相交處進行數據蒐集，尤其是人對病媒蚊和疾病的想法與滅蚊的行動力，即行為科學的「執行力」，否則再好的偵測數據，若沒有防疫行動，流行仍可能不斷發生。

由於登革熱係經由埃及斑蚊或白線斑蚊的兩大台灣重要病媒蚊而傳播，因此病媒蚊的分佈在疫情防治上扮演著相當重要的角色，本計畫在這部分將分析區域與環境特質，例如空屋或空地等與病媒蚊密度的關連性，評估病媒蚊在戶外的潛在孳生地區。相關孳生病媒蚊的環境特性，儲水空間的環境：在蚊子的生活史中，孑孓生長於水，雌蚊也必須將卵產於水中，無疑的，具備儲水空間的環境，是病媒蚊孳生最佳地點。事實上，可儲水的空間眾多，一般家戶內的人造容器積水，如花盤、空瓶空罐是病媒蚊孳生的最佳空間，也因此發展出了許多清理家戶內積水容器的衛教活動及相關措施。除此之外，環境中自然形成的儲水空間，如樹洞、窪地等，也均是可能的病媒蚊孳生地點。其中，特別值得注意的是，在缺水的地區，由於需要儲水，這些儲水的容器便成為了病媒蚊生長的溫床，因此，一個環境若無法提供充足及適當的用水，也被認為是造成病媒蚊孳生的因子之一；廢棄物處置及髒亂或閒置空間：泰國研究利用地理資訊系統及空間自相關統計分析，發現登革熱/登革出血熱的發生與每個街區內商店的密度、磚房的密度及沒有良好廢棄物處置的房屋密度，有顯著的相關 (Thammapalo et al., 2007)。此外，巴西的研究也發現家戶沒有良好廢棄物處理與登革熱發生率有顯著相關 (de Mattos Almeida et al., 2007、印度分析抓羅 (Jalore) 鎮的空間資料，同樣地發現沒有良好的廢棄物處

置與病媒蚊密度有顯著的關連性，探究其原因，發現垃圾中含有的瓶瓶罐罐或是其他物品，均可能造成積水，而導致病媒蚊孳生(Bohra and Andrianasolo, 2001)。這些研究在在顯示廢棄物處置及髒亂空間兩者與登革熱疫情的關連性。另外，閒置的空間亦可能是病媒蚊孳生的地點。新加坡近年的調查發現，空屋的病媒蚊住宅指數高達14.6%(Tang, 2007)；馬來西亞於2000年調查了5789處空地，其中212處(3.70%)被發現有埃及斑蚊的孳生源(Ang and Singh, 2001)。台灣儘管在防疫措施上有針對市場、資源回收中繼站及空屋、空地進行相關噴藥及環境改善措施，其與每波疫情的空間相關性，往往在流行吃緊時必須『滅火為先』而無暇顧及。因此進一步針對空屋、空地等與病媒蚊指數及登革熱疫情關連，進行系統性的研究分析。

許多流行病學的研究中，發現登革熱疫情的發生與埃及斑蚊相關性較高(Paupy, Vazeille-Falcoz et al. 2000; Ali et al., 2003; Otero et al., 2006)，並且與拋棄式容器的使用、交通運輸便捷的程度、人口密集的程度及氣候暖化的趨勢等因素，均往往有其正向的聯帶關係(Gubler 1998)。就疫病防治而言，若能將所有可能的因素通盤考慮，甚至進一步加以量化，防治效能自然將事半功倍，也將對登革熱的傳播途徑與致病機轉有更全面的徹底了解。

在全球登革/登革出血熱愈演愈烈的同時，可看到埃及斑蚊的版圖也愈形擴大，為何此源於東/中非洲叢林區的蚊種近年會如此壯大而不堪回首？若由蚊子偵測的過去數據來看，多少蚊子易造成流行一直是學術界關注，也是爭議處較大的焦點。在新加坡住戶指數小於1多年，也逃不過流行的魔掌(Eng Eong, 2001)，主因地處四周均已是登革熱「地方性流行」的疫情國，由感染者時時帶入的登革病毒機會之大

的重要性，已遠超過病媒蚊的低指數與低感染率。綜言之，蚊子的空間傳播力、人群的群體免疫力、蚊子的品系、登革病毒的型別與病毒株之差異及外在氣候環境等因素，均會影響而造成大小程度不一的登革熱流行。

病媒傳染病防治在全球變遷下的日趨困難，必須關照更廣泛且更前瞻的自然與社會生態現象(Sutherst 2004)。由衛生行為 (hygiene behavior) (Almedom 1996) 的觀點來看，不同於愛滋病、腸病毒或肺結核等傳染病，登革熱的預防控制涉及了另一種生物 (中間宿主)。在這樣的前提之下，要求民眾由行為配合難免成為一種挑戰，主要是因為登革病媒蚊這個物種雖然令人嫌惡，但因其生活「圈」 (niche) 愈來愈與人類交錯重疊，欲將之驅離或根本除盡，成了人類生活中的不便與負擔。

由於 1960 至 1990 年代間急遽的都市化與工業化，登革病媒蚊的孳生源的種類樣式快速增長 (Hwang 1991)。不僅家戶外，家戶內也同樣可能因生活方式或水的問題，形成各類孳生源(Coreil et al. 2001)。同樣的情形也見於台灣南部 (Wang & Roam 1994)。這種家戶內相對於家戶外(洪玉珠等 1998)、公私權屬有別、個人與家戶生活方式的選擇及其所產生的環境生態影響，呈現了病媒防制的複雜性與困難度。

因此，瞭解民眾對登革熱這個疾病或病媒蚊防制策略的想法與做法，一直是各國學者研究的重點。但是傳統的研究取向，多由個人防護行為或家戶生態 (household ecology) 著眼，特別是強調個人對疾病的知識及文化信念所扮演的角色。無論就傳染病的行為理論、介入成效或防治政策來說，皆顯現其限制(Gillett 1985, Kendall et al. 1991, Espinoza-Gomez et al. 2002, Rosenbaum et al. 1995)。

反之，若將登革熱置於「社區及整體環境」的脈絡中檢視與處理，也就是環境管理（environmental management），已是近年來逐漸被強調的研究與防治視角(林純美等 1992; 洪玉珠等 1998; Ault 1994; Lehman & Geller 2004)。進而以通則來說，所有病媒(vector-borne)傳染病均可視為「生態環境」的問題；同樣的，所有像登革熱這樣的蚊媒(mosquito-borne)傳染病，雖然病原體相異，應該皆可依循同樣的策略進行防治。目前在全球，為禍最烈的蚊媒傳播疾病為瘧疾與登革熱，此外，美國自 1999 年開始流行的西尼羅腦炎(West Nile Encephalitis)更是提供值得參酌的傳染病行為科學研究，且也發展出足以借鏡的宣導傳播方式。唯一不同的是，西尼羅腦炎對美國民眾來說是新興傳染病，他們對這個病的知覺態度，恐怕相當不同於已經生活於登革熱/登革出血熱疫區數十年的東南亞居民，這也是值得深入探究的現象。

為何一些蟲媒傳染病易持續流行而難控制?著名的瘧疾專家普羅梭羅(Prothero)曾經慨嘆道：「在與人類瘧疾相關的三個面向：(病原體、病媒蚊及人類)當中，後者所受到的研究關注最少，所花費的時間及能力等方面皆相對不足。」(Rajagopalan et al. 1986)。的確，誠如瘧疾專家達令(Darling)所提醒「如果你想成功控制病媒蚊，你必須學習思考同蚊子一般。」(“If you wish to control mosquitoes, you must learn to think like a mosquito.”) (Paul, 1955:1)，我們也可以說「如果你想要人們能『起而行』來控制蚊子，你必須學習人們對蚊子的想法。」(“If you wish people can control mosquitoes, you must learn how they think about mosquitoes.”)即在人們如何想像某一種病媒蚊疾病、他如何看待蚊子？如何與蚊互動？又如何看待人、蚊與環境的關係？如何定義環境、區隔環境的範疇及處理環境？這些均與任何防治（制）策略的設計、發展、實施息息相關。

除了對於疾病本身以及病媒蚊的風險認知之外，目前在病媒蚊防制相關的風險議題上，最廣被重視的是使用殺蟲劑所造成的人類健康危害及生態危機與防蚊間的風險權衡 (risk-risk trade offs) (Roche 2002)。在本研究探討與登革疫區民眾接觸的過程中，此議題也成為最廣被關切與討論的防制層面。殺蟲劑的使用，特別是大幅員的噴藥所引發的關切，包括短期與長期的負向健康效應、噴藥與罹患疾病的相對健康風險、噴藥對減少蚊蟲數量的效果；噴藥與罹病的相對經濟花費及更重要的是噴殺幼蟲的相對經濟效應與健康風險 (Roche 2002)。這些也均是我們的民眾、政府以及學界所面臨的困惑與不確定性。

公共傳播宣導 (public communication campaign) 是指對一般民眾所進行非營利的教育宣導。公共傳播宣導是一個「統包」的新名詞，用以涵蓋常用的一些名詞及概念，如公共資訊 (public information)、公共教育 (public education)、公共知覺 (public awareness) 及公眾參與宣導 (public engagement campaign) 等。公共傳播宣導通常是利用媒體、通訊 (messaging) 及一套有組織的傳播活動，在特定的一段時間內，針對為數眾多的人經此期望產生某些特定的結果 (Rogers & Storey 1987)。

大致而言，公共傳播宣導做法上包含所謂的高空 (air) 及地面 (ground) 策略。所謂高空策略是指對大眾的媒體宣導；而地面策略是使用社區為基礎的傳播或草根性的組織活動 (Henry & Gordon, 2003)。例如美國疾病管制與預防中心 (Centers for Disease Control and Prevention, 以下簡稱美國疾管中心 U.S.-CDC) 的社區愛滋病 (Acquired Immunodeficiency Syndrome, 簡稱為 AIDS) 示範計畫，即是一個典型的地面策略，為了能觸及邊緣族群及高風險人口，該計畫透過社區志工及特殊群體之同儕成員，將多樣性的傳播宣導材料，以及保險套與

消毒用品傳佈至社區；換言之，類似的目標是絕對不可能僅透過高空式的宣導所能達成(Fishbein, et al., 1997)。在台灣的疾病管制局(Centers for Disease Control in Taiwan，以下簡稱 Taiwan-CDC)也發展出進行地面策略的管道，以人類免疫缺失病毒(human immunodeficiency virus, HIV)/愛滋病的宣導教育或其他推廣行銷活動來說，經由台灣疾管局的補助，透過各類民間組織或團體的小眾或人際間宣導傳播或教育活動，即是典型的地面策略。

而在公共傳播目的方面，可分為個人行為改變及提升公眾意願(public will)兩種型式。前者指的是影響個人信念及知識、態度等，最終目標是改變個人的行為，而此處的個人又特別針對「高風險」的次人口群，透過各種媒體、管道進行之。而後者強調增加某項議題的能見度及重要性，提昇社會大眾對該議題的知覺，強化必要的知識，形塑社會氣候，以影響決策或政策之制定等。這種宣導通常仍是以一般民眾為目標受眾，有時還包括決策者。值得強調的是，所謂公眾意願，非僅指民眾的意見或覺知(awareness)，而是指民眾對某項議題形成採取行動予以支持的意願。有效的傳播宣導能讓民眾瞭解到他們可以做些什麼，讓他們肯定他們的行動能影響政策，且是可以自己努力的(Coffman, 2002)。

隨著公共傳播宣導的愈來愈受到重視與實施，瞭解投入的資源是否獲得相對回饋，已成為不可或缺的政策落實要素。特別是傳染病的預防與控制，往往除了常規性的宣導外，還須配合疫情危急或突然爆發流行，而進行快速因應的公共傳播宣導。也因此，在針對傳染病防治的所有介入與策略中，公共傳播宣導的實施不但頻繁，而且多樣化

與具機動性，它的必要性無庸置疑，但其成效卻往往未透過系統化的機制加以檢視與評估。

至於，民眾主觀的傳播偏好，也多少可顯現或預測宣導教育成效。一般來說，非都市居民如：波多黎各(Puerto Rico)比較偏愛用小群體討論，並配合以大眾傳播來宣導登革熱防治 (Pérez-Guerra et al. 2005)。而就蚊媒傳染病的教育宣導來說，面對不同地區居民識字率(教育水準)的不同，而有不同的設計。在第三世界地區或國家，圖像、圖示、標誌被密集使用，且當傳達的訊息內容較為廣泛時，以故事表達是常用的方式。例如波多黎各(Puerto Rico)在 1980 年代與 1998 年分別以一個小女孩及兩位小男孩為主角以短片劇(電視及廣播)向整個地區放送。時隔一、二十年之後，居民仍可朗朗上口，而且記憶猶新，可見其銘印效果之深遠。

具創意的在地介入計畫，近年也在多國有成功之例，尤其是南美國家如古巴(Cuba)的社區在鄰里層級所形成的多元小型任務編組，能由基本的需求評量開始，進行一連串的介入活動，在行為變化、容器指數、幼蚊指數、布氏指數、住宅指數等五個重要指標上展現成效 (Romani et al., 2007)。此外，在巴西(Brazil)的社區研究中，最先進行廢棄物的民族誌(ethnography)研究，瞭解社區居民的「廢棄物觀」，而後讓家戶廢棄物處理者與民間的廢棄物收集者(拾荒者)共同參與廢棄物回收與處理計畫，致使登革熱的流行得以控制(Yasumaro et al., 1996)。類似的社區介入，遠比清除積水或孳生源更為根本，更為上游，值得台灣借鏡。然而，無論是由何種視角來因應登革熱的肆虐，傳染病的預防基本上還是必須由科技、行為及結構等三方面著手，為了在每一方面都能發揮預期的成效，掌握民眾的認知圖像及其與當時

傳播宣導教育的關係，往往成為是否能發生成效及成效能否永續的關鍵。

本整合計畫擬針對上述台灣地區目前日益嚴重之登革熱流行病的原因，自六個面向進行登革熱及其病媒蚊之監測管制，包括登革熱病媒分布與監測、病媒抗藥性監測、抗藥性基因監測、病媒對病毒感受性測試、流行病模式推估與衛教改進、以及病媒蚊防治新技術的開發等六項議題。期能從影響登革熱疫病流行的病毒、病媒、抗藥性、流行與衛教關係、及研發防治技術等不同角度切入探討，以達有效管制登革熱及其病媒蚊的發生與流行之目的。

## 二、材料與方法

### (一)、病媒蚊監測 (Surveillance of Mosquito Vectors)

#### 1、台南地區病媒蚊監測 (嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師)

本計畫執行台南地區病媒蚊監測地區包括台南縣及台南市，選定在民國 96 年間登革熱病例數較多的村、里。取樣方法是採分層取樣技術，第一層為台南縣的鄉、鎮及台南市各行政區，第二層為村、里。共選定 10 個行政區、20 村里，以誘蚊產卵器進行病媒蚊密度監測調查。

進行調查的地點包括：台南市東區大福里、崇善里，台南市中西區忠義里（至 98 年六月止）、赤崁里（98 年一月調整為大南里），台南市南區大恩里、大忠里，台南市北區文賢里、大豐里，台南市安南區溪東里、淵東里（98 年一月調整為溪墘里），台南市安平區億載里、國平里。台南縣仁德鄉保安村、仁愛村，台南縣歸仁鄉南保村、文化村，台南縣關廟鄉山西村、南花村，台南縣永康市二王里、大橋里。

於各採樣村、里擇定一個調查點，各放置 5 個誘蚊產卵器誘引斑蚊產卵，各地點每週調查一次。一週後回收誘蚊產卵器之產卵紙，更新誘蚊產卵紙，並以細紗網過濾誘蚊產卵器內的水。產卵紙攜回實驗室後計算誘卵總數，乾燥處理後，將有卵的產卵紙置於  $28 \times 20 \times 5$  (cm<sup>3</sup>) 塑膠盆內，加水至 2.5 cm 高，待卵孵化後，分辨斑蚊幼蟲種類。

#### 2、高雄市病媒蚊密度監測 (高雄大學 白秀華老師)

高雄市病媒蚊監測於民國 95 年及 96 年針對登革熱病例主要分布地區(前鎮區、苓雅區、三民區、前金區)進行，另外為預防今年

登革熱病例擴散至周圍區域，故同時選取主要病例分布之其他周圍地區(小港區、左營區、鼓山區)進行調查。方法為各區隨機抽樣 3 里，每里隨機抽樣 10 鄰，每鄰隨機抽樣 10 戶，進行病媒蚊密度之監測。

病媒蚊密度監測方法包括:

(1). 病媒蚊孳生源調查

(i). 居民住屋室內、室外調查—包括登錄訪查日期、氣候、住戶社經狀況、人口密度等基本資料，及

A. 住宅種類、人口結構、教育程度。

B. 室內之人工容器：花瓶、冰箱水槽、儲水容器、浴室、積水容器、地下室積水處等。

C. 室外之人工容器：積水容器、廢輪胎及其他空瓶、空罐、貯水槽（塔）、花盆等。

(ii). 公共建設、空屋、空地調查—包括

A. 學校、寺廟：週邊環境之空瓶、空罐、地下室、運動遊樂器材積水處、噴水池及其是否有養殖防治魚類等。

B. 空屋、空地、公共區域：草叢之空瓶、空罐及保麗龍容器、積水金屬製品、塑膠管、塑膠布、遊樂器材、廢輪胎、四周大環境狀況等。

(iii) 病媒蚊幼蟲密度之判定

A. 家屋指數（House index）：檢查家屋總數中，檢出病媒蚊幼蟲之家屋數百分比。

B. 器指數 (Container index) : 檢查幼蟲可孳生容器總數，  
檢出幼蟲容器數之百分比。

C. 布氏指數 (Breteau index) : 檢查每 100 戶住宅孳生斑  
蚊幼蟲之積水容器總數。

## (2). 誘蚊產卵器調查

(i). 上述各區以誘蚊產卵器調查進行病媒蚊密度之調查，各區共 30  
個監測點，擺置誘蚊產卵器 60 個，室內 1 個，室外 1 個。

(ii). 誘蚊產卵器調查—誘蚊產卵器調查法，係以一黑色塑膠容器  
作為誘蚊產卵器，埃及斑蚊喜選擇黑色而又粗糙之表面產卵，  
故於其內置一條寬厚紙片，作為產卵時之用。將誘蚊產卵器放  
置室內或室外，3~4 天後，產於器內之卵孵化為幼蚊，然後鑑  
定其蚊種。

此種方法調查的結果，可用誘蚊產卵器內發現埃及斑蚊幼蟲之  
陽性百分率表示之，亦即誘蚊產卵指數 (ovitrap index)。

## (iii). 資料分析方法:

各區病媒蚊密度監測分析與比較: 各區之病媒蚊密度: 家屋  
指數 (House index)、容器指數 (Container index)、布氏指數  
(Breteau index)、誘蚊產卵指數 (ovitrap index)，先分別以頻  
率百分比表示; 各區之病媒蚊密度，可再以  $\chi^2$ -test 檢定做統計分  
析比較。

## 3、高雄、屏東與台東地區登革熱病媒蚊監測(屏東科技大學 張念台老師)

### (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之定期稽查與清除

(i). 每月於鳳山市與屏東市多年來常發生登革熱疾病各選 20 里；台東市則每三個月隨機選 20 里；每里隨機取樣 50 戶住宅，調查居家室內、外斑蚊之孳生源，並清除之，空地與髒亂處除登錄外，並配合 GPS 定位點記錄；同時進行登革熱病媒蚊之宣導教育，進行登革熱病媒監測。

高雄縣鳳山市調查 20 里：天興里、南成里、鎮南里、福興里、和興里、正義里、文山里、一甲里、富甲里、大德里、鎮西里、忠義里、瑞竹里、東門里、誠正里、誠義里、興仁里、海光里、北門里、誠德里。

屏東縣屏東市調查 20 里：潭墘里、崇蘭里、空翔里、平和里、崇禮里、斯文里、厚生里、永城里、維新里、溝美里、仁愛里、安樂里、崇智里、擇仁里、金泉里、大連里、興樂里、太平里、永安里。

(ii). 病媒蚊指數及相關資料登錄如上所述，以 Excel 軟體作統計計算各指數之值。

(3). 登革熱病媒蚊分布

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 定位點記錄斑蚊分布狀況。

#### (4). 誘蚊產卵器監測

調查時，同時於各里放置 5~10 個誘蚊產卵器，誘引斑蚊產卵，於 48 小時後，回收誘蚊產卵器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 28×20×5 (cm<sup>3</sup>) 塑膠盆內，加水至 2.5 cm 高，上覆 30×25×0.3 (cm<sup>3</sup>) 壓克力板，待卵孵化後，以幼蟲辨別斑蚊種類。

#### 4、應用地理資訊系統

配合調查區域內之病媒蚊發生數、溫度、雨量與地理環境因數，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數(例溫度、雨量、地形等)。

### (二)、病媒蚊抗藥性監測 (Monitoring Pesticide Resistance of Vector Mosquitoes)

本整合計畫進行病媒蚊抗藥性監測，包括以購自 WHO 固定濃度的藥膜進行南部地區埃及斑蚊及白線斑蚊的抗藥性監測，提出建議防治用藥。再進行解毒酵素活性測定，研究蚊蟲對殺蟲劑的抗性機制，探討利用協力劑加強藥劑防治的效果，及使用微量盤酵素分析以預估田間蚊蟲對的殺蟲劑感藥性。

#### 材料與方法

##### 1. 供試蚊蟲之飼養:

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 200 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

## 2.供試昆蟲採集:

A、台灣大學已進行登革熱病媒蚊蚊蟲採集、飼育及感藥性測試品系  
包括：（台灣大學 徐爾烈老師）

- (1) NS 品系(室內品系)埃及斑蚊：1987 年由陽明大學寄生蟲所取得，於實驗室內繁殖繼代的敏感品系。
- (2) 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。
- (3)高雄市苓雅區(篩藥品系)埃及斑蚊斑蚊：1990 年由高雄苓雅區採埃及斑蚊繼代，並以百滅寧持續篩藥的抗性品系。
- (4)高雄市前鎮區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高雄市前鎮區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (5)高雄市左營區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高雄市左營區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (6)高雄市小港區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月由高雄市小港區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (7)高雄市苓雅區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月起陸續由高雄市苓雅區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (8)高雄市前金區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高雄市前金區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (9)高雄市鹽埕區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高

- 雄市鹽埕區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (10)高雄市楠梓區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高雄市楠梓區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (11)高雄市鼓山區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月起陸續由高雄市鼓山區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (12)高雄市旗津區品系埃及斑蚊：2008 年 4 月及 2009 年 4 月由高雄市旗津區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (13)高雄市新興區品系埃及斑蚊：2009 年 4 月起陸續由高雄市新興區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (14)高雄市三民區區品系埃及斑蚊：2009 年 4 月起陸續由高雄市三民區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (15)高雄縣鳳山市品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由高雄縣鳳山市採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (16)台南市北區品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由台南市北區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (17)台南市中西區品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由台南市中西區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (18)台南市南區品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由台南市南區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (19)台南市東區品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由台南市東區採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- (20)台南縣關廟鄉品系埃及斑蚊：2008 年 3 月起陸續由台南縣關廟鄉採回卵條，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。
- B、大仁科技大學已完成98年度1~11月進行登革熱病媒蚊抗藥性蚊蟲**

採集與飼育品系包括：（大仁科技大學 吳懷慧老師）

- (1) 2008 年第四季 9~12 月鳳山中區、鳳山北區、屏東中區、東港與左營地區之埃及斑蚊與白線斑蚊完成測試。
- (2) 2008 年第四季 9~12 月屏東北區、萬丹、琉球與台東市地區白線斑蚊已完成測試。但台東與屏東北區埃及斑蚊未誘集到。
- (3) 2009 年第一與二季(1~6 月)鳳山中區、鳳山北區、屏東中區、屏東北區、東港之埃及斑蚊與白線斑蚊完成測試。
- (4) 2009 年第一與二季(1~6 月)台東、萬丹、琉球白線斑蚊與東港白線斑蚊、埃及斑蚊已完成測試。
- (5) 2009 年第三季(7~9 月)鳳山中區、鳳山北區、屏東中區、屏東北區、東港、台南北區與台南中西區的埃及斑蚊及白線斑蚊已完成測試。
- (6) 2009 年第三季(7~9 月) 鳳山中區與鳳山北區之埃及斑蚊；台南中西區、琉球、佳冬、林邊、萬丹與台東白線斑蚊持續繼代中，待數量多即可試驗。
- (7) 2009 年對 88 水災區登革熱病媒蚊抗藥性監測，10~12 月萬丹、佳冬、林邊之白線斑蚊持續繼代中，F1 已可進行試驗。
- (8) 2009 年第四季 10~12 月之鳳山中區、鳳山北區、屏東中、台南北區、台南中西區、東港埃及斑蚊與白線斑蚊續代與採集中。
- (9) 2009 年屏東北區、琉球鄉與台東埃及斑蚊數量少進行檢測，仍持續採集中。

C、嘉南藥理科技大學進行之登革熱病媒蚊抗藥性蚊蟲採集與飼育品系包括：（嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師）

高雄市左營區、旗津區、苓雅區、前鎮區、鼓山區、及鹽埕區；台南市東區、南區、中西區、北區、安南區、安平區；台南縣仁德鄉、永康市、關廟鄉及歸仁鄉之白線斑蚊、埃及斑蚊成蚊及幼蟲品系的建立。

### 3.病媒蚊感藥性測試:

#### (1). 成蟲抗藥性監測: (台灣大學、大仁科技大學)

以世界衛生組織成蟲抗藥性套組進行測試各地區採集蚊蟲的抗藥性，包括0.10%安丹、0.1%免敵克、1%撲滅松、5.0%馬拉松、0.15%賽飛寧、0.05%第滅寧、0.50%依芬寧、0.75%百滅寧、0.05%賽洛寧和4.0%滴滴涕(DDT)等十種WHO藥膜(購自馬來西亞)。

測試高雄市的前鎮區、左營區、小港區、苓雅區、前金區、鹽埕區、楠梓區、鼓山區、旗津區及高雄縣鳳山市和台南市的中西區、南區、東區及台南縣關廟鄉，98年鳳山市、屏東市與台東市等登革熱病媒蚊抗藥性、埃及斑蚊的半數擊昏時間(KT<sub>50</sub>)和24小時死亡率，以判定是否已對某些藥劑產生抗藥性。

另外可自備測試藥膜，分別各取0.9ml稀釋之藥液，以自動滴管平均將稀釋藥液施加於12 x 15 cm濾紙(Whatman, no.1)上，風乾後即為藥膜。對照組以丙酮替代。

以壓克力套筒進行成蟲感藥性測試，取二個透明壓克力管，管的一端皆以紗網罩住，兩管間藉由活動夾層隔板接通或隔離兩管間的蚊蟲。將20隻3~7日齡未吸血雌蚊放入一個透明壓克力管(觀察管)中，再將已風乾之藥膜捲起放入另一透明壓克力管(藥膜管)，開啟活動夾層的隔板，將觀察管的雌蚊吹入藥膜管，使其接

觸1小時，記錄各觀察時間的擊昏率，以機值分析法（Probit analysis）分析法測定具抗藥性族群後代的半數致死時間，並記錄接觸藥膜24小時後的死亡率。

(2). 建立成蟲感藥性基線：（嘉南藥理科技大學）

建立成蟲感藥性基線的生物檢定參考世界衛生組織進行蚊成蟲生物檢定的標準方法（WHO/VBC/81.805，806，807），將各供試藥劑以酒精稀釋成系列濃度，按每平方公尺50毫升的用量噴灑於濾紙（Whatman，no 1）上，晾乾後製成藥膜。測試方法同成蟲抗藥性監測。每一供試濃度處理進行3次重複，每一供試藥劑進行4-5個系列濃度，（死亡率介於10%~95%之間），依Finney(1971) Probit Analysis計算 $LC_{50}$ 及 $LC_{95}$ 。以目前環衛用藥登記防治蚊蟲的有機磷劑、合成除蟲菊劑及氨基甲酸鹽劑建立台南、高雄地區埃及斑蚊及白線斑蚊成蟲的感藥性基線。

選擇於環保署登記用於防治蚊子的殺蟲劑種類進行試驗，目前建立18個野外品系及2個室內對照品系埃及斑蚊的藥劑感受性測定，已接近完成成蟲感藥性基線的藥劑種類包括Cypermethrin、Deltamethrin、Permethrin、 $\alpha$ -Cypermethrin及 $\lambda$ -Cyhalothrin等五種除蟲菊劑，Fenitrothion、Pirimifosmethyl及Chlorpyrifos等三種有機磷劑，和Propoxur氨基甲酸鹽劑。

目前建立13個野外品系及1個室內對照品系白線斑蚊的藥劑感受性測定，已接近完成成蟲感藥性基線的藥劑種類包括Cypermethrin、Deltamethrin、Permethrin、 $\alpha$ -Cypermethrin、Pyrethrin、Etofenprox及 $\lambda$ -Cyhalothrin等七種除蟲菊劑，

(3).建立幼蟲感藥性基線：（嘉南藥理科技大學）

參考世界衛生組織進行蚊幼蟲生物檢定的標準方法（WHO/VBC/81.807）進行幼蟲浸浴法藥效測定，將25隻供試幼蟲置於250毫升含供試殺蟲劑的蒸餾水中，每一供試濃度處理進行3次重複，每一供試藥劑進行4-5個系列濃度，觀察24小時的死亡率（死亡率介於10%~95%之間），依Finney(1971) Probit Analysis計算LC50及LC95。採用登記防治蚊幼蟲的環境衛生用藥包括Temephos、Fenitrothion、Pirimifosmethyl及Chlorpyrifos等種有機磷劑，Permethrin、Pyrethrin、Cypermethrin、Esbiothrin及Fenvalerate等五種合成除蟲菊劑，建立台南、高雄地區埃及斑蚊及白幼線斑蚊幼蟲的感藥性基線。

4. 四種協力劑與百滅寧的對成蟲的協力作用測試：（台灣大學）

(1).系列濃度藥膜測定成蟲抗藥性：

百滅寧原體以矽油(Silicon Oil)配製成系列濃度溶液，取0.9ml均勻滴在12cm×15cm濾紙上，以世界衛生組織成蟲抗藥性測試套組(圖一)，測試20隻3-5日齡埃及斑蚊的半數致死濃度(LC50)(Khoo et. al., 1988)。對照組以矽油(Silicon Oil)處理。每一種處理各3重覆。每一種品系分別與NS品系在同一天測試以獲得抗性比結果，接觸藥膜時間為2小時。以機值分析法(Probit analysis)分析致死劑量(LC50和LC95)。

(2). 四種協力劑與百滅寧對成蟲的協力作用

將PBO、TPP、DEM及DEF四種協力劑分別以矽油配製成25mg/1 ml及40mg/1 ml，92%百滅寧原體以矽油配製成系列濃度溶液，分別取0.9 ml均勻滴在12 × 15 cm濾紙(Whatman, no. 1)上晾乾後成為藥膜。以協力劑藥膜接觸20隻3-6日齡埃及斑蚊雌蟲1小時後改以系列濃度百滅寧藥膜接觸2小時，對照組只以矽油處理。所有的處理各3重覆。以機值分析法(Probit analysis)分析致死濃度(LC<sub>50</sub>和LC<sub>95</sub>)。

#### 5. 病媒蚊抗藥性快速檢測之開發與應用(嘉南藥理科技大學)

為開發快速檢測斑蚊的抗藥性，擬利用生化分析技術快速偵測族群抗性頻率改變的情形進行評估 (WHO/CDS/CPC/MAL/98.6)。利用微量盤 (microtitre plate tests) 可分析族群個體之酯酶、多功能氧化酶、乙醯膽鹼酯酶及麩胱苷肽轉基酶，藉由族群解毒酵素活性的分析結果，評估抗性發生的情形，建立快速偵測田間抗藥性蚊蟲的方法，以監測南部地區登革熱病媒蚊的抗藥性。

利用酵素與受質作用，可分析產物吸光值的變化評估酵素活性。取 100ul，0.01M Potassium phosphate buffer (pH 7.2) 研磨單隻供試雌蚊 (5 日齡，未吸血)，研磨液再以 2ml 同樣的緩衝溶液配置成懸浮液，每次取 100ul 稀釋的研磨液放入微量盤中進行酵素活性分析，每一微量盤可分析 90 隻供試雌蚊，每一隻供試蟲共可進行 6 種酵素分析，分別是乙醯膽鹼酯酶 (AChE)，不敏感的乙醯膽鹼酯酶 (iAChE)， $\alpha$ -及  $\beta$ -酯酶 ( $\alpha$ -and  $\beta$ -esterase)，多功能氧化酶 (mixed-function oxidase, MFO)，及麩胱苷肽轉基酶 (GST)。生化分析的結果繪製成族群個體吸光值的頻率分佈圖，並分析各品系酵素活性的差異。

### (三)、病媒蚊抗藥性基因監測 (Detection of Resistant Gene of Vector Mosquitoes)

#### 1. 病媒蚊：

本年度相關實驗所使用的病媒蚊包括：Bora Bora 與 NS 感性品系、抗百滅寧品系 F42 三個實驗室長期飼養的埃及斑蚊，以及台南市東區、中西區、南區、北區、安平區等採集回來的田間埃及斑蚊。將幼蟲飼養於塑膠盆，幼蟲化蛹後挑入水杯，再放入成蟲箱，箱中放置糖水供羽化成蚊吸食定時放入小白鼠與浸水紙片供交配後的雌蚊吸血產卵。養蚊室條件則維持在  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 70%，光照、黑暗各 12 小時。

#### 2. 使用藥劑：

(1). 成蟲：92% 百滅寧原體 (Permethrin)、93.5% 賽滅寧原體 (Cypermethrin)、98% 第滅寧原體 (Deltamethrin)、81% 賽洛寧原體 (Lambda-cyhalothrin) 和 90% 芬化利原體 (Fenvalerate)，由興農股份有限公司提供。98.6% 治滅寧標準品 (Tetramethrin) 和 97.2% 賽酚寧 (Cyphenothrin) 購自 Sigma 公司。

(2). 幼蟲：98% 安丹 (Propoxur) 由興農股份有限公司提供。97.3% 亞培松 (Temephos) 與 99.9% 亞特松 (Pirimiphos-methyl) 購自 Riedel-de Haën (RDH) 公司。

#### 3. 成蟲擊昏試驗：

(1). 藥膜製備：分別各取 0.9ml 稀釋之藥液以自動滴管平均施於 12 x 15 cm 濾紙 (Whatman, no.1) 上，風乾後即為藥膜。對照組以丙酮替代。

(2). 使用壓克力套組測試：二根透明壓克力管，管端以紗網罩住，兩管之間藉由活動夾層隔板來接通或隔離兩管之間的蚊蟲。將一透明壓克力管(觀察管)中放入 20 隻 3~7 日齡未吸血雌蚊，再將已風乾之藥膜捲起放入另一透明壓克力管(藥膜管)，開啟活動夾層隔板，再把觀察管之雌蚊送入藥膜管，使其接觸 2 小時，每隔 30 秒透過管端之紗網觀察並記錄擊昏數。數據以 Finney(1971)對機數值分析法(Probit analysis)為原理，使用中興大學昆蟲學系齊心教授所撰寫之電腦程式，計算出各地病媒成蚊之半數擊昏時間(KT50)。

#### 4. 幼蟲基礎藥效試驗：

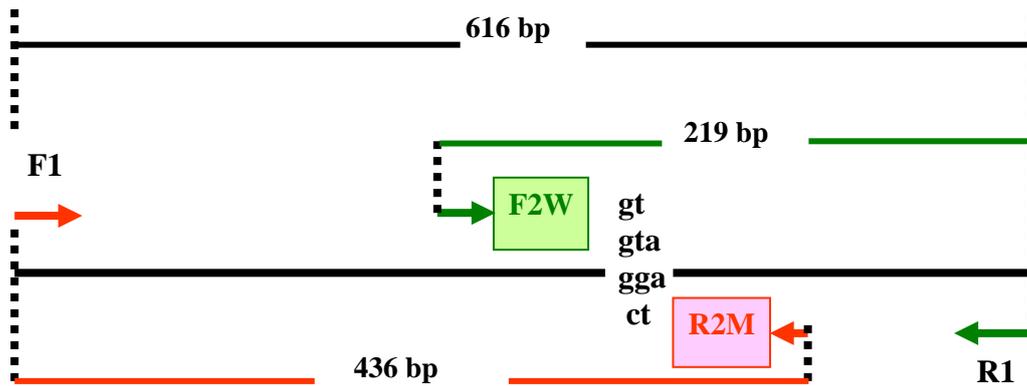
以浸浴法將 20 隻四齡幼蟲分別置於 99ml 水中，再加入 1ml 系列稀釋濃度的藥劑；每種藥劑處理 5~6 濃度、每個測試濃度進行 3~4 次重複，對照組則只加丙酮處理；24 小時後紀錄死亡率。每一種品系分別與 NS 品系和 Bora Bora 品系在同一天測試以獲得抗性比結果。並以上述方法計算出各地病媒蚊之半數致死濃度(LC50)。

#### 5. 單隻成蚊基因體 DNA 之抽取：

從上述各品系之埃及斑蚊分別隨機取 40 隻成蚊(雌雄各半)，利用 chelex 100 (Walsh et al., 1991)分別抽取單隻個體之基因體 DNA。首先將單隻成蚊個體置於 0.6 ml 離心管中，加入 5% Chelex 100 (200 $\mu$ l) 後，每管分別用 tip 戳 sample 2~3 下，再置於 95 $^{\circ}$ C、1500 rpm 的 Heat-shaker 震盪 40 分鐘，於室溫冷卻約 5 分鐘後，離心 10 分鐘，取上清液 60~80 $\mu$ l 保存於-20 $^{\circ}$ C 冰箱備用。

#### 6. *kdr* 點突變頻率分析：

以 96 年度計畫所確認之 *kdr* 點突變(胺基酸序列第 1005 位置的 纈氨酸變成甘氨酸)為中心，於距離突變點 5'端約 200bp 與 3'端約 400bp 處，設計一個外圍專一引子對(*kdrF1/kdrR1*)，再於點突變設計含正常 *kdr* 序列與含點突變序列的內側專一引子對(*kdrF2W/kdrR2M*)，如下圖所示：



專一引子對序列：

*kdr* F1: 5'-ggatcgcttcccgacaagg-3'

*kdr* R1: 5'-ctgcacggacgcaatctggc-3'

*kdr* F2W(野生型): 5' -tgttcccactcgcacaggt-3'

*kdr* R2M(突變型): 5' -ggctaagaaaaggttaagtc-3'

首先，以單隻成蚊之基因體 DNA 與 *kdrF1/kdrR1* 引子對進行第一階段聚合酶連鎖反應(條件如下)，複製大小約 600bp 產物，再以此產物為模板，*kdrF1*、*kdrF2W*、*kdrR1*、*kdrR2M* 為引子進行第二階段聚合酶連鎖反應，複製出含有 *kdr* 點突變的基因片段與正常序列片段。最後，將含有 *kdr* 點突變的基因片段與正常序列片段之反應產物以 1.5% 的 Agarose gel 分離、純化與定序。

第一階段聚合酶連鎖反應：

(1). 配 Premix：（每 100 $\mu$ l）

H <sub>2</sub> O	73.5 $\mu$ l
10X Buffer	10 $\mu$ l
2.5 mM dNTP	8 $\mu$ l
20 $\mu$ M Primer F1	1 $\mu$ l
20 $\mu$ M Primer R1	1 $\mu$ l
Taq polymerase	0.5 $\mu$ l

(2). 每管分裝 14 $\mu$ l，加 1 $\mu$ l Template 之後每管總體積為 15 $\mu$ l

(3). PCR Condition：

94 $^{\circ}$ C x 2 min

(94 $^{\circ}$ C x 30 sec，58 $^{\circ}$ C x 30 sec，72 $^{\circ}$ C x 1 min) 30 cycles

72 $^{\circ}$ C x 7 min

第二階段聚合酶連鎖反應：

(1). 配 Premix：（每 100 $\mu$ l）

H <sub>2</sub> O	76.5 $\mu$ l
10X Buffer	10 $\mu$ l
2.5 mM dNTP	8 $\mu$ l
20 $\mu$ M Primer F1	1 $\mu$ l
20 $\mu$ M Primer WtR/MutR	1 $\mu$ l
Taq polymerase	0.5 $\mu$ l

(2). 分裝至每管 14.5 $\mu$ l，加 0.5 $\mu$ l Template 之後每管總體積為 15 $\mu$ l

(3). PCR Condition：

94 $^{\circ}$ C x 2 min

(94 $^{\circ}$ C x 30 sec，62 $^{\circ}$ C x 30 sec，72 $^{\circ}$ C x 30 sec) 10 cycles

72 $^{\circ}$ C x 7 min

#### (四)、病媒蚊對登革熱病毒感受性探討 (Susceptibility of Vector Mosquitoes to Dengue Viruses)

##### 4-1、病媒蚊之採集與飼育

本年度計畫採集台南市北區、南區、安平區、中西區和安南區的埃及斑蚊，以及白線斑蚊進行實驗室品系建立與病毒感受性試驗。此外，並以實驗室飼育之台中市南區地下家蚊(F17)品系和彰化地區的熱帶家蚊(F7)分別進行登革病毒感受性與傳播能力試驗。將所誘集之蚊蟲帶回實驗室中，經過鑑定後於實驗室大量飼養，建立品系後進行對各型登革病毒感受性及傳播能力測試。將野外採回之病媒蚊幼蟲飼養於長 31.2 公分，寬 24.4 公分，深 5.2 公分含 1.5 公升打氣水(degas)的塑膠盆中，每個水盆約放置 200 隻幼蟲，並以 1:1 混合的台糖酵母粉與豬肝粉飼養，待幼蟲化蛹後挑入水杯中，再放入成蟲箱(25.6 cm X 20.5 cm X15.6cm)。箱中放置內含 10%糖水與棉花棒之三角錐瓶供羽化成蚊吸食，並定時放入小白鼠與浸水紙片供交配後的雌蚊吸血產卵。產過卵的紙片可直接置於水中孵化飼養，也可以在乾燥後收藏保留，保留期以一個月為限。養蚊室條件則維持在  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 70-80%，光照:黑暗 L14:D10 小時。

##### 4-2、供試登革病毒

採用原型(prototype)登革二型病毒新幾內亞株(dengue 2 virus, New Guinea C strain)，該株病毒係 1993 年自成功大學醫學院寄生蟲科引進本實驗室。引進病毒原培養於 *Aedes pseudoscutellaris* (Theobald)蚊子細胞株 AP-61 中(Varma *et al.* 1974)，引進本實驗室後改以白線斑蚊成蚊生體培養以及 C6/36 細胞株培養。其他病毒株自國防醫學院引進，分別為 DENV-1 (Myanmar 38862/01), DENV-3(98TW503), DENV-4 (H241)等各型登革病毒，均培養於 C6/36 細胞

株。C6/36 細胞培養乃將感染病毒 3-4 天且呈現細胞病變(CPE)之細胞收下，以低速離心去除細胞及碎片後，以 0.45 $\mu$ l 濾膜過濾成病毒液(virus stock)，病毒液利用 BHK 細胞進行力價測試；並冷凍保存於-70 $^{\circ}$ C 中備用。

#### 4-3、抗體

##### 1. 抗登革病毒單株抗體

免疫螢光染色檢測技術所採用之一次抗體，為小白鼠抗登革病毒單株抗體(mouse anti-dengue virus monoclonal antibody)，係購自 Chemicon International Inc. (Temecula, USA)。經預備試驗之測定，確定其專一性可提供本試驗所需；使用之作用濃度為抗體原體之 200 倍稀釋(working dilution)。

##### 2. 間接免疫螢光抗體

二次抗體為具 Fluorescein Isothiocyanate (FITC) 螢光標識之兔子抗小白鼠 IgG 免疫球蛋白血清 (Fluorescein (FITC)-conjugated AffiniPure Rabbit Anti-Mouse IgG(H+L); Jackson Immuno-Research Laboratories, Inc., West Grove, USA)，使用時稀釋抗體原體 50 倍為作用濃度。

#### 4-4、病毒效價測定

病毒之效價測試：採用 Morens et al. (1985) 之方法，以病毒蝕斑檢定法(plaque assay)測試病毒效價，先以含 10% FBS 之 DMEM 培養基(GIBCO BRL)培養 BHK-21 細胞，調整細胞濃度至  $1 \times 10^5$ /ml，於 24 孔的培養盤中每一個孔洞加入 1 ml 細胞，置於 37 $^{\circ}$ C，含 10% 之 CO<sub>2</sub> 恆溫箱中培養 24 小時後，吸去培養液，每一孔接種 200  $\mu$ l 病毒 (以含有 2% FBS 之 DMEM 培養液十倍系列稀釋，病毒稀釋濃度從  $10^{-3} \sim 10^{-8}$ )，每個濃度 3 重複。感染 2 小時後，吸去病毒液，每個孔洞

加入含 0.5% 甲基纖維(methylene cellulose)之 DMEM 培養液 1 ml，於 37°C，10%之 CO<sub>2</sub> 恆溫箱中培養 5 天，吸去培養液以 0.15 M PBS (pH 7.4) 清洗一次，於每一孔洞中加入 200 μl 結晶紫溶液(crystal solution；1% crystal violet, 20% ethyl alcohol, 32% formalin)固定及染色 1 小時，再以流動水退染，烘乾，計數病毒蝕斑，並利用 Rovozzo and Burke (1973)所述之方法計算病毒效價。

#### 4-5、蚊子之登革病毒感染方法

##### 1. 吸食感染法

蚊子吸食感染登革病毒之方法採用人工薄膜給食法(artificial membrane feeding)，該法係修改自 Wade (1976)及 Leake (1984)的方法。健康志願者之捐血(含 10 IU Heparin/ml)經 1,500 rpm 離心 10 分鐘，棄含血清之上清液，以 0.01M PBS 依上述離心狀況清洗三次，清洗之紅血球以 PBS 還原成原體積。然後將此紅血球液與病毒原液以 1:1 混合，置於裝有豬十二指腸膜之人工薄膜給食器 (Wade 1976) 中，以 39°C 水浴幫浦循環將病毒混合液保持在 37°C，再令羽化 3-5 天經飢餓處理 24 小時之雌蚊吸食，進行吸食感染試驗。對照組之雌蚊則吸食未添加病毒之紅血球液。

對登革病毒感受性試驗，利用吸食感染法，分別將登革一型 ( $3.75 \times 10^4$  PFU/ml)、二型 ( $3.12 \times 10^4$  PFU/ml)、三型 ( $2.75 \times 10^4$  PFU/ml) 及四型病毒 ( $2.87 \times 10^4$  PFU/ml) 令已過夜飢餓之雌蚊吸食，經 30°C、14 天處理後，取出雌蚊，以碎冰麻醉，將其頭部製成組織抹片，以間接免疫螢光檢驗技術檢測其感染率。

##### 2. 胸部注射接種法

本試驗以注射為主要病毒接種方式，採用 Rosen and Gubler (1974)之胸部注射接種法(intrathoracic inoculation)。雌、雄蚊均取羽化三天之成蚊，先以碎冰進行冰浴麻醉，再於解剖顯微鏡下利用具刻度之自製玻璃毛細管微針(Drummond Scientific Co., USA)，將病毒由蚊體胸部前胸側板(pleuron)與中胸側板前片(mesepisternum)間，位於氣孔下方之節間膜質區注入蚊體，每次注射量為 0.31 $\mu$ l，對照組則注射斑蚊生理鹽水(*Aedes saline*) (Hayes 1953)。接種後之蚊體置於紙杯內飼以 10%糖水，並置於 32 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C、相對濕度 75 $\pm$ 5%，光照 L:D=14:10 之昆蟲生長箱中飼育。

#### 4-6、間接免疫螢光檢驗技術

採用 Kuberski and Rosen (1977)的間接螢光免疫檢測技術，將蚊子頭部切下並置於檢驗玻片上壓製成頭部壓片，經 1-2 小時風乾處理，以丙酮於 -20 $^{\circ}$ C 固定 10 分鐘後，在 0.15M PBS (pH 7.4)中浸泡 10 分鐘，再以 3%明膠(w/v)進行 30 分鐘的非專一性吸附反應，反應後吸去多餘明膠，並以 PBS 浸泡處理 10 分鐘，再與抗登革病毒之小白鼠單株抗體(Chemicon International Inc., Temecula, USA)於 37 $^{\circ}$ C 下作用 90 分鐘，以 0.15M PBS 震盪清洗三次，每次 10 分鐘，以洗去未結合之抗體，隨後與含 FITC 螢光標識的抗小白鼠之兔血清(Jackson ImmunoResearch Laboratories, Inc., West Grove, USA)於 37 $^{\circ}$ C 下作用 90 分鐘後，復以 PBS 清洗三次，每次 10 分鐘，洗去未結合之螢光抗體，最後以甘油封片，並置於螢光顯微鏡下鏡檢(Nikon, Optiphot-2 Fluorescence Microscope, Tokyo, Japan)。對照組則以注射斑蚊生理鹽水之頭部抹片進行之。

#### 4-7、感染登革病毒之雌蚊其經口傳播病毒率之測定

注射染登革病毒之雌蚊在飼育 14 天後，先經饑餓 24 小時處理，依 Schoepp *et al.*(1990)之方法，切除翅及足，並令其口吻部(proboscis)伸入含 10 $\mu$ l 人工吸食液(含 10% FCS 和 10% sucrose 之 distilled water)之黃色微量吸管頭(yellow tip)中令其吸食。取蚊子吸食過之人工吸食液，以胸部注射感染法注射 5 隻健康雌蚊，經 32 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C、14 天之培養後，以免疫螢光技術檢測蚊體頭部抹片，每處理中只要有一隻被注射吸食液之蚊體呈病毒陽性反應，即計算該蚊為具經口傳播能力之雌蚊。

## (五)、登革熱流行模式與衛教 (Epidemiology of Dengue Fever and Health Education)

### 5-1、登革偵測

登革病毒藉病媒蚊傳播，因此環境中是否有登革病毒的病媒蚊乃是否會引發登革流行的條件之一。此外，病媒蚊需與人互動才有機會將登革病毒傳染給人，故人口密度、病媒蚊密度可為偵測登革是否流行的參考指標。病媒蚊不可能憑空出現，環境中病媒蚊的孳生源亦可為參考之一。本年度研究即對各種環境因子（如：空屋、空地、陽性容器）間的關係、病例分布的空間關係，和病媒蚊與登革流行的時間關係，討論各種可能指標的偵測力。

#### 1.環境因子

建立臺南市空屋、空地分布，和臺南市病媒蚊分布的地理資料庫。分析空屋、空地與病媒蚊指數（陽性容器數）的關係。

#### 2.病例分布的空間關係

分析自 1998 年至 2008 年本土登革病例總數和境外移入病例總數間的空間分布和數量關係。

### 3. 病媒蚊指數對登革流行的偵測力

分析高雄市 2002 年和 2006 年兩波登革大流行中，登革病例數和病媒蚊指數（布氏指數、住戶指數、容器指數）間的時序關係。

### 5-2、血清流行病學探究

各種預測指標仍須配合登革感染的資料才能判斷其預測力。登革的不顯型症狀感染使實際上感染登革的案例可能較通報病例（reported case）、確定病例（confirmed case）高。因此單以病例數作為流行是否發生的依據實易疏忽真實的感染狀況，需輔以血清流行病學的資料才能完整探見流行全貌。

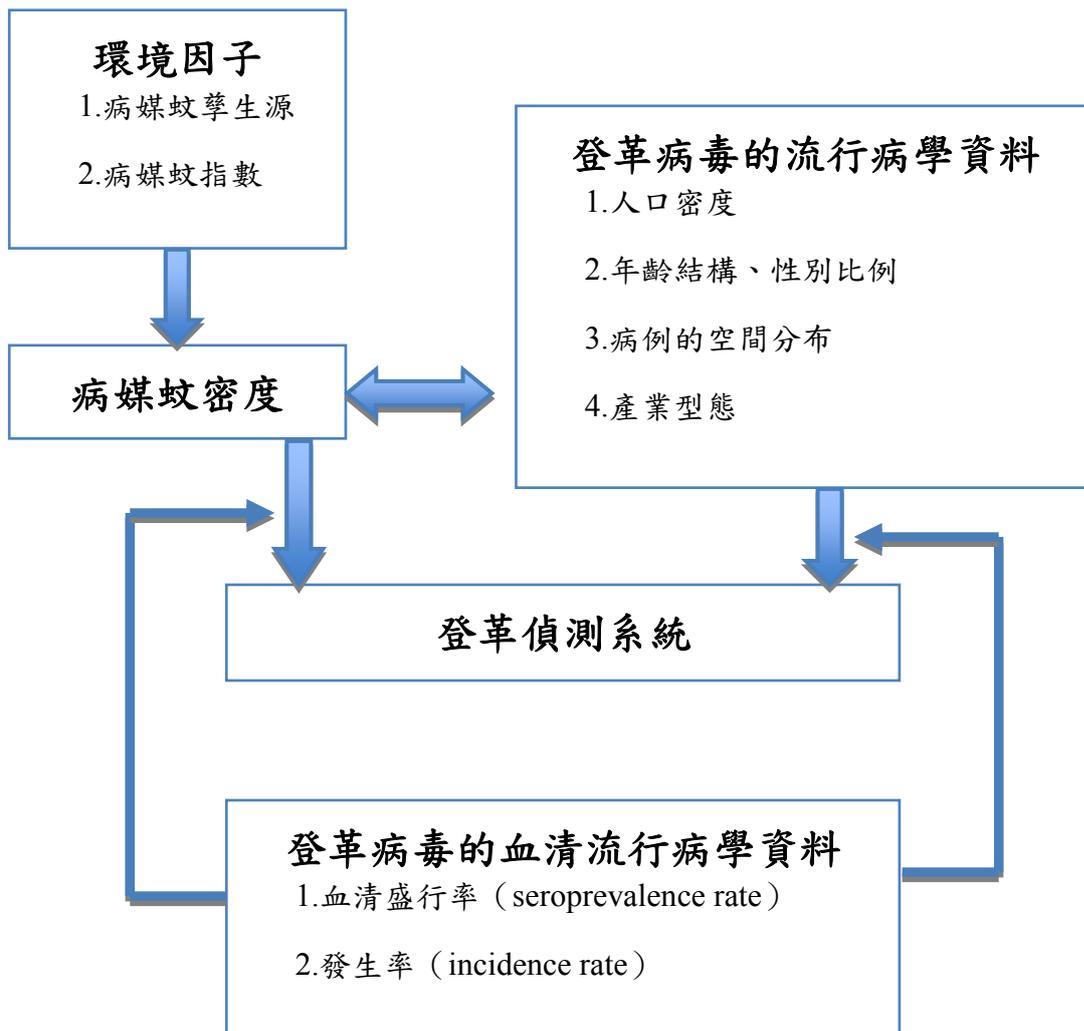


圖 5.1 登革偵測系統中各項因子整合模式

去年（2008 年）本研究選擇臺南市北區六甲里、延平里、大豐里，東區大福里進行社區血清流行病學調查。今年度為補足樣本數不足的年齡層，並延續去年的研究目標，選擇北區的 DGU 國小（實踐里）、DGA 國小（大港里）、YP 國中（延平里），東區的 DT 國小（大福里），經校長與老師同意後為參與本研究的學校，共 3 所國小與 1 所國中（圖 5.1）。

本研究採用一階段等比隨機群集抽樣法（one-stage random cluster sampling with probability proportional to size）。此抽樣方法採用的群集（cluster）為里，參考的族群大小指標為 2007 年臺南市登革大流行的病例數（epidemic size），且因為臺南市中小學（8-14 歲）的學生可能僅經歷兩次登革流行（2002、2007 年），各年齡層和性別間的血清盛行率應無太大差異，因此不需要做抽樣後分層（sampling with post-stratification）。欲估計之參數為族群比例（population proportion，即血清盛行率）及族群總和（population total，即學童年齡層中，應有多少登革感染者）。血清流行病學調查中，「抽血」乃是資訊的來源，但獲得學童家長首肯實為不易之事，因此本抽樣方法無法完全符合一階段等比隨機群集抽樣法的「隨機」條件。不過，檢體採得與否的因素，包括家長意向和學童的意願，與血清盛行率間並無太大關係，雖然無法完全符合「隨機」的條件，仍可用一階段等比隨機群集抽樣法的估算法推知近似值。本年度選擇的學校皆位於高發區（high incidence area），無對照區可供比較，因此估算出的血清盛行率僅能推知高發區的感染狀況。

學童的血清以登革病毒的酵素連結免疫呈色法（Enzyme-linked immuno-sorbant assay，ELISA）判別其是否為登革病毒抗體 IgG 陽性。步驟如下：

- 1.將血清用 TBST（Tris-buffered saline Tween-20）以 1:100 的比例稀釋。
- 2.取 100  $\mu$ L 稀釋後的血清置入登革抗原覆蓋於底部（dengue antigen-coated）的 96 孔盤內，置於 37°C 下 30 分鐘。
- 3.以一倍 PBST（1x Phosphate-buffered saline Tween-20）洗六次。
- 4.取 100  $\mu$ L HRP 結合的山羊抗人 IgG 抗體（horseradish peroxidase-conjugated goat anti-human IgG antibody）置入 96 孔盤內，置於 37°C 下 30 分鐘。
- 5.以一倍 PBST（1x Phosphate-buffered saline Tween-20）洗六次。
- 6.取 100  $\mu$ L TMB 反應物（tetramethylbenzidine substrate）置入 96 孔盤內，置於室溫下 10 分鐘。
- 7.取 100  $\mu$ L 磷酸（phosphate）加入 96 孔盤內停止反應。放入光度計中測吸光值（optical density，O.D.）。
- 8.血清樣本的吸光值經校正後，其值大於 11 以上為登革抗體 IgG 陽性（positive），小於 9 為以下為登革抗體 IgG 陰性（negative），介於 9 和 11 之間者需再以其他方法確認其是否為登革抗體 IgG 陽性。

## (六)、登革熱病媒蚊防治技術研發 (Development of Dengue Vectors Control)

### 6-1、登革熱病媒蚊生物防治模式之建立

第一年(97.1.1~97.12.31)：生物防治實驗室之模擬試驗(Simulated Field Study)

1. 生物製劑對蚊蟲幼蟲殺蟲效果測試:

(1). 生物製劑

選用目前台灣已有的之蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*)生物製劑: VectoBac WG。

(2). 測試劑量: 4 g/1000 L (4 PPM) 和 8 g/1000 L (8 PPM)。

(3). 室內外人工容器模擬: 以 PPE 材質盛裝 60 公升水，分別放置室內及室外屋簷下,以防下雨影響評估；無論室內或室外均區分為 5 個區塊，進行 5 重複試驗。

(4). 測試蚊蟲蟲源及飼育法<sup>(15)</sup>:

A. 測試蚊蟲種類:

實驗室品系埃及斑蚊幼蟲: Bora Bora(室內品系)埃及斑蚊，1994 年衛生署疾病管制局自英國引進，於實驗室內繁殖繼代的敏感品系。高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲:自 2006 年 3 月開始由高雄市苓雅區(Lingya 2006)品系、高雄市前鎮區(Chianjen)品系、高雄市三民區(Sanmin)品系、高雄市左營區(Tzuoying)品系等，於實驗室內孵化繁殖 5 代以內。

B. 飼育法<sup>(15)</sup>:

幼蟲飼養於長 22 公分，寬 15 公分，深 7 公分的塑膠水盆，以台糖酵母粉加豬肝粉(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(20x20x30cm)，給予 10%糖水。以小白鼠供雌成蚊吸血，使產卵於水杯壁上浸濕的紙片上，附卵的紙片乾燥後再放入水中即可得到一齡幼蟲，飼育至三齡幼蟲或四齡幼蟲以進行模擬試驗。養蟲

室之溫度維持於 25-28°C，相對溼度 70%，光照 12 小時、黑暗 12 小時。

(5). 幼蟲殺蟲效果測試:

實驗依以下 6 組進行:

- i. 藥劑劑量 8 g/1000L，測試高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲
- ii. 藥劑劑量 8 g/1000L，測試實驗室品系埃及斑蚊
- iii. 藥劑劑量 4 g/1000L，測試高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲
- iv. 藥劑劑量 4 g/1000L，測試實驗室品系埃及斑蚊
- v. 沒有藥劑之對照組，測試高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲
- vi. 沒有藥劑之對照組，測試實驗室品系埃及斑蚊

將 VectoBac WG 生物製劑均勻灑於容器水面上後，每個容器分別置入 50 隻三齡幼蟲或四齡幼蟲，24 小時及 48 小時後，分別計算幼蟲死亡率。

2. 生物製劑殘留有效期測試:

完成生物製劑對蚊蟲幼蟲殺蟲效果測試後，每隔三天每個容器再加入 50 隻三齡幼蟲或四齡幼蟲，並計算幼蟲死亡率，持續進行實驗至死亡率低於 30%時停止，即可以 Probit analysis<sup>(17)</sup> 求得生物製劑殘留 50%有效期。

第二年(98.1.1~98.12.31)：生物製劑防治之功效評估

1. 生物製劑

選用目前台灣已有的之蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*)生物製劑: VectoBac WG。

2. 測試劑量: 4 g/1000 L 和 8 g/1000 L。

### 3. 生物製劑對室內孳生源斑蚊幼蟲防治功效評估:

自高雄市公寓、大樓地下室積水列管清冊中隨機選取分配為 8 PPM 生物製劑施藥組及 4 PPM 生物製劑施藥組。

在發現地下室積水點時，進行水量估計，使用 BOSCH 雷射測距儀做水平測量，以竹筴或木條插入水中測量得知其水深，計算其積水體積水量及應施生物製劑之藥劑量。另以一公升之水杯取其積水，計數其中內含蚊蟲幼蟲數，並帶回鑑別其蚊種。

各組分別使用經第一年模擬試驗之 8 g/1000L 及 4 g/1000L 劑量之生物製劑(VectoBac WG)，VectoBac WG 生物製劑均勻灑於水面上後，於施藥 24 小時後，同樣以一公升之水杯取其積水，並觀察是否蚊蟲已死亡以評估其殺滅效果，施藥後每週定期觀察是否有蚊蟲幼蟲孳生情形，以評估其殘留有效期。

### 4. 生物製劑對室外孳生斑蚊幼蟲防治功效評估

#### (1). 實驗區的選取

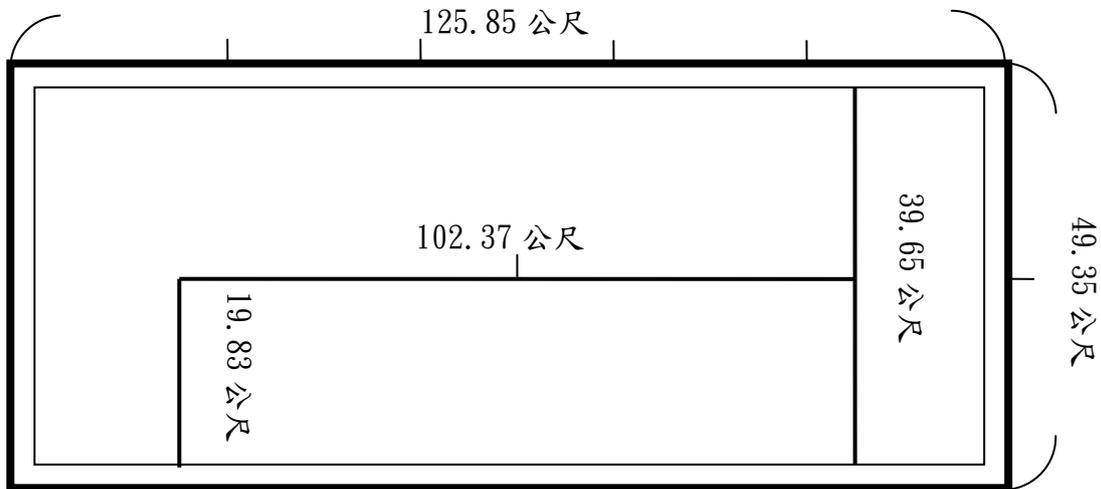
戶外天然孳生源如樹洞、坑洞等繁多，很難逐一投予亞培松。故僅進行生物製劑施藥組: 自高雄市選取一個區塊(以馬路隔開)，使用生物製劑(VectoBac WG)水溶劑噴灑於戶外；另自鄰近生物製劑組之區塊處，再選一個區塊(以馬路隔開)為不噴灑生物製劑之對照組。

依上述規劃選擇高雄市楠梓區五常里地區兩鄰近且相似之區塊作為實驗區及對照區。由於此兩區塊大小及區宅型態類近，住屋型態皆屬於老舊公寓。

#### (2). 藥量之估算

## 水域區域

對非水域區域直接施藥，其中包含屋前溝以及屋後溝。



生物製劑施藥組對水域直接施藥，包含屋前溝及屋後溝。施藥區塊屋前溝經測量一為 125.85 公尺，一為 49.35 公尺。屋前溝之水溝寬為 0.5 公尺， $125.85 \times 0.5$  為單邊區塊長的水域面積，以及  $49.35 \times 0.5$  為另一邊區塊的水域面積，故  $(125.85 \times 0.5 + 49.35 \times 0.5) \times 2 \times$  水深為屋前溝之水域體積。 $175.2\text{M}^2 \times$  水深，為屋前溝之水域體積。

施藥區塊屋後溝有三段，經測量一為 102.37 公尺，一為 39.65 公尺，另一為 19.83 公尺。屋後溝之水溝寬近 0.2 公尺， $102.37 \times 0.2$  為一長的水域面積、 $39.65 \times 0.2$  為一長的水域面積以及  $19.83 \times 0.2$  為另一長的水域面積，故  $102.37 \times 0.2 + 39.65 \times 0.2 + 19.83 \times 0.2$  水深為屋前溝之水域體積。 $32.4\text{M}^2 \times$  水深，為之屋後溝之水域體積。

經上述算得整體水域面積為  $208 \text{ M}^2$ 。對水域直接施藥濃度為  $8\text{g} / 1000\text{L}$  (8 PPM)。依該生物製劑的使用說明建議稀釋比例為 150-200L。

5 月 9 日第一次施藥最高水深約為 17 公分，故水域體積為 35360 公升，施藥 283g。

5 月 16 日第二次施藥最高水深約為 17 公分，故水域體積為 35,360 公升，施藥 283g。

5 月 24 日第三次施藥最高水深約為 15 公分，故水域體積為 31,200 公升，施藥 250g。

5 月 30 日第四次施藥最高水深約為 17 公分，故水域體積為 35,360 公升，施藥 283g。

6 月 6 日第五次施藥最高水深約為 17 公分，故水域體積為 35,360 公升，施藥 283g。

6 月 14 日第五次施藥最高水深約為 19 公分，故水域體積為 39,520 公升，施藥 316g。

對水域直接施藥劑量為 8g/1000L。依該生物製劑的使用說明建議稀釋比例為 150-200 公升。

將實驗區塊之屋前溝以及屋後溝皆為流動之水域，粗略以 25 公尺為一等分，且以住屋附近擺放物品或門牌號碼作為標記其約 25 公尺之距離。長為 125.85 公尺約 5 等分，寬為 49.35 公尺約為 2 等分，共計 14 等分。屋後溝以 25 公尺為一等分，102.37 公尺約為 4 等分，39.65 公尺與 19.83 公尺約計為 2 等分。故實驗區塊為 20 等分，若以最高水深 17 公分計算，每等分為 14.15 克。採以建議稀釋比例為 200 公升，故將水量分以 20 等分，每等分 10 公升，故每約 25 公尺以 10 公升的水加入生物製劑 14.15 克予以噴灑施藥。

水域部分由於屋後溝巷道窄小，背負式噴霧機難以進入，故以管線深入噴灑。故使用車載式高壓動力噴霧機械（海龍牌 TL45），迴

轉速 400rpm 時，出水量為 15.2 公升/每分鐘，工作壓力 20 公斤/每平方公分，使用錐型噴頭口徑 1.2 公厘。

屋前溝每區段 25 公尺噴要約時 40 秒，但重新再次加水 10 公升以及倒入每等份生物製劑再充份混合約 5~7 分鐘，全部屋前溝部分整體噴藥噴完約需 1 小時至 1 小時又 20 分鐘。屋後溝因每 25 公尺處難以明顯標記又不方便進出重新再次加水 10 公升以及倒入每等份生物製劑，故 102.37 公尺部分僅標記中間點(一最大支最粗之水管)，將原先四段縮為兩段，所以 102.37 公尺部分分為兩段噴灑，每段加入兩等份 10 公升共為 20 公升的水也及兩等份的生物性殺蟲劑，兩段分別由兩側入口進入噴灑，每段噴灑近 80 秒，由內退出後再從另一側之入口進入噴灑。39.65 公尺與 19.83 公尺部分約計為 2 等分，故加入兩等份 10 公升共為 20 公升的水也及兩等份的生物性殺蟲劑充分均勻混合後，39.65 公尺部分噴藥量 13 公升，而 19.83 公尺部分噴藥量 7 公升。全部屋後溝部份整體噴藥噴完約需 20~30 分鐘。

生物製劑對室外孳生源斑蚊幼蟲防治之施藥量

日期	最高水深(公分)	水域體積(公升)	施藥量(克)	每等分藥量(克)
5 月 9 日	17	35,360	283	14.15
5 月 16 日	17	35,360	283	14.15
5 月 24 日	15	31,200	250	12.50
5 月 30 日	17	35,360	283	14.15
6 月 6 日	17	35,360	283	14.15
6 月 14 日	19	39,520	316	15.80

### 非水域區域

對非水域區域做地面噴藥，包含堆積的垃圾、輪胎、屋頂排水溝、植被、葉梗、樹洞、落葉、地面的水窪、帆布等。經測量長為 125.85 公尺，寬為 49.35 公尺。實驗涵蓋面積  $125.85 \text{ 公尺} \times 49.35 \text{ 公尺} = 6,210.6975 \text{ 平方公尺}$  約 0.62 公頃。依該生物製劑的使用說明直接施藥劑量為 500g/ha，建議稀釋比例為 30-60L。故每次施藥量為  $0.62\text{ha} \times 500 \text{ g/ha} = 310\text{g}$ 。

將實驗區塊粗略以 25 公尺為一等分，且以住屋附近擺放物品或門牌號碼作為標記其約 25 公尺之距離。長為 125.85 公尺約 5 等分，寬為 49.35 公尺約為 2 等分，共計 14 等分。生物製劑每等分藥量 22.14 克，建議稀釋比例為 30-60L，故取其 42 公升為稀釋比例，每等分 3 公升，故每約 25 公尺以 3 公升的水加入生物製劑 22.14 克予以噴灑施藥。

非水域部分使用背負式動力噴霧機械（丸崎 AF 709），噴霧量為 5.2 公升/每分鐘，工作壓力 25～30 公斤/每平方公分，使用錐型噴頭口徑 1.2 公厘。

每區段 25 公尺噴藥對象有堆積垃圾、輪胎、屋頂排水溝、廢棄家具、盆栽、葉梗、樹洞、落葉、地面的水窪、機車上覆蓋的帆布，每區段噴藥所需約時 35～40 秒不等，爾後重新再次加水 3 公升以及倒入每等份生物製劑再充份混合 5 分鐘，全部非水域部分整體噴藥噴完約需 1 小時。

### (3). 生物製劑對室外孳生斑蚊幼蟲防治功效評估

於 2009 年 3 月延區塊周圍各放置 50 個誘蚊產卵桶，以監測當地病媒蚊密度。因擺放為戶外，而誘蚊產卵桶常因貓狗而打翻，影響誘蚊產卵之評估，故將其數目予以扣除。觀察 7 週後病媒蚊密度逐漸上

升後，於5月9日開始每週一次，進行一共6次的蘇力菌生物製劑施藥。防治前、防治時、防治後，於每個區塊以誘蚊產卵調查，進行病媒蚊密度之調查，每區各50個監測點，評估生物製劑對室外孳生源斑蚊幼蟲防治之功效。

### 第三年(99.1.1~99.12.31)：登革熱病媒蚊生物防治模式之建立

#### 1. 完成生物製劑使用之適當使用頻率評估

上述第二年實驗之各組防治後繼續監測病媒蚊密度，經長期監測看出病媒蚊密度於噴藥後多久會回升，以決定往後噴藥之頻率。

#### 2. 完成生物製劑使用之成本評估

得知適當使用頻率後，即可比較上述各組之成本，包括生物製劑成本、噴藥器具成本(購買與維護)、噴藥工人雇工成本、或投藥之人力成本。

#### 3. 建立適用於登革熱病媒蚊之生物防治模式

綜合上述各項，了解登革熱病媒蚊生物防治功效與成本，建立適用於登革熱病媒蚊之生物防治模式，作為往後登革熱病媒蚊生物防治政策擬定之參考。

#### 4. 資料分析方法:

##### (1). 生物防治功效之評估

比較室內地下室孳生源兩組斑蚊幼蟲防治功效，評估24小時死亡率，可以t-test進行統計檢定。

##### (2). 各組病媒蚊密度監測分析與比較:

各組之誘蚊產卵指數，可分別以 $\chi^2$ -test檢定；經長期監測可看出病媒蚊密度於噴藥後多久會回升，以決定往後噴藥之頻率。

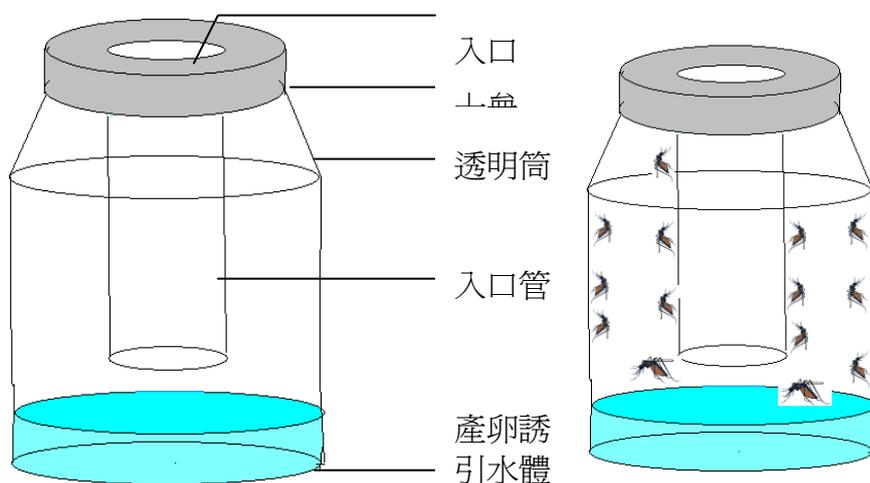
##### (3). 不同兩組防治方式所需成本比較:

可分別以t-test做統計分析比較。

## 6-2、應用誘蚊產卵器防治登革熱疫區病媒蚊

### 1.不同水質於黏紙誘卵器中對埃及斑蚊雌成蟲之誘引效果評估

取直徑 11cm、高 15.5cm，透明塑膠筒容器，上方筒蓋挖直徑 6cm 圓孔，裝置長 6 × 11.5 cm 之透明圓管。中間透明圓管，管內周圍以藍色黏紙圍繞，容器底部裝魚飼育水、幼蟲飼育水、RO 水各 150ml。將此三種誘卵筒各別置於長 50、寬 45、高 45cm 之透明壓克力箱，分別釋放 30 隻 3-5 日齡的埃及斑蚊雌成蟲，經 24 小時後計算管內黏捕之蟲數。



新型雌蟲誘卵容器

### 2. 黏紙誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

取直徑 11cm、高 15.5cm，透明塑膠筒容器，上方筒蓋挖直徑 6cm 圓孔，裝置長 6 × 11.5 cm 之透明圓管。中間透明圓管，管內周圍以藍色黏紙圍繞，容器底部幼蟲飼育水各 150ml。將此黏紙誘蚊產卵器各別置於長 50、寬 45、高 45cm 之透明壓克力箱，分別釋放 30 隻 3-5 日齡吸血後 0、1、2 及 3 天的埃及斑蚊雌成蟲，經 24 小時後計算管內黏捕之蟲數，每試驗三次重複。

### 3. 黑色及透明入口管誘蚊產卵器對吸血後不同日數雌蚊效果評估

取直徑 11cm、高 15.5cm，透明塑膠筒容器，上方筒蓋挖直徑 6cm 圓孔，裝置長 6 × 11.5 cm 之透明圓管。中間透明圓管，一組管內周圍以黑色紙捲圍繞；另一組保持透明，容器底部設置幼蟲飼育水各 150ml。將此兩組誘卵筒各別置於長 50、寬 45、高 45cm 之透明壓克力箱，分別釋放 30 隻 3-5 日齡吸血後 1、2 及 3 天的埃及斑蚊雌成蟲，經 24 小時後計算管內黏捕之蟲數，每試驗三次重複。

### 4. 不同新型誘蚊產卵器對吸血及未吸血雌蚊之誘捕效果比較

取直徑 11cm、高 15.5cm，透明塑膠筒容器，上方筒蓋挖直徑 6cm 圓孔，裝置長 6 × 11.5 cm 之透明圓管。中間透明圓管，一組管內周圍以藍色黏紙圍繞；第二組管內周圍以黑色紙捲圍繞；第三組保持透明，容器底部幼蟲飼育水各 150ml。將此黏紙誘卵筒各別置於長 50、寬 45、高 45cm 之透明壓克力箱，分別釋放 30 隻 3-5 日齡吸血及不吸血的埃及斑蚊雌成蟲，經 24 小時後計算管內黏捕之蟲數，每試驗三次重複。

### 5. 埃及斑蚊及白線斑蚊雌成蟲對不同新型誘蚊產卵器選擇偏好

取直徑 11cm、高 15.5cm，透明塑膠筒容器，上方筒蓋挖直徑 6cm 圓孔，裝置長 6 × 11.5 cm 之透明圓管。中間透明圓管，一組管內周圍以藍色黏紙圍繞；第二組管內周圍以黑色紙捲圍繞；第三組保持透明，容器底部幼蟲飼育水各 150ml。將此三種誘卵筒同時放置於三個長 180cm、寬 120cm、高 180cm 蚊帳，每一蚊帳中三個誘捕器採輪換擺置，且同時釋放埃及斑蚊及白線斑蚊雌成蟲各 100 隻，進行 24 小時的偏好選擇測試，紀錄每種誘捕器所誘得之斑蚊種類，進行統計分析。

## 6-3、蟲生真菌田間施用技術之開發

### 1. 不同濃度黑殭菌及白殭菌孢子對不同吸血處理斑蚊雌成蚊致死比較

取 SMA+Y 培養基純培養之黑殭菌之分生孢子，以含 0.05% 之 Tween80 無菌水振盪配置  $10^7$ 、 $10^8$  孢子/ml 濃度之殭菌懸浮液。以細紗網（長 25cm×高 11cm）沾取孢子懸浮液，經陰乾後圍繞於新型誘捕器中間之中空透明管外圍，供斑蚊成蟲停憩造成感染。誘捕器底部裝水約 150 ml。每一裝置器各別接入 30 隻 3~5 日齡埃及或白線斑蚊雌蚊，此雌蟲分別以未吸血及吸血兩種處理，並提供 10% 糖水之棉條。每天觀察成蟲受殭菌感染發病之過程，記錄成蟲死亡率。每組濃度及處理各有三次重複。對照組以未加殭菌懸浮液處理，步驟與試驗組相同。

## 2. 蟲生真菌孢子對斑蚊造成感染的殘效測試

取 SMA+Y 培養基純培養之黑殭菌之分生孢子，以含 0.05% 之 Tween80 無菌水振盪配置  $10^8$  孢子/ml 濃度之殭菌懸浮液。以細紗網（長 25cm×高 11cm）沾取孢子懸浮液，經陰乾後圍繞於新型誘捕器中間之中空透明管外圍，供斑蚊成蟲停憩造成感染。誘捕器底部裝水約 150 ml。此接種裝置在經放置 0、7、14 及 21 日後，每一裝置誘捕器各別接入 30 隻 3~5 日齡埃及或白線斑蚊雌蚊，並提供 10% 糖水之棉條。每天觀察成蟲受殭菌感染發病之過程，記錄成蟲死亡率。每組濃度及處理各有三次重複。對照組以未加殭菌懸浮液處理，步驟與試驗組相同。

## 6-4、新型誘捕器田間應用及監測評估

選定台南市安南區人品稠密的小區沿海佃路三段、安中路三段及本原街三段，所圍成的三角形區域，選擇 15 個適當的放置點，每一點放置點最少相距 50 公尺，各放一個藍色黏紙誘捕器及一個黑色中空管誘捕器。此兩個誘捕相距 10 公尺，進行防治監測，每隔一週回收及更換新的裝置，並記錄黏捕的雌成蟲、幼蟲之數量及種類。



台南市安南區之 OV-trap 放置點

### 三、結果與討論

#### (一)、病媒蚊監測

##### 1. 台南地區病媒蚊監測(嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師)

本計畫自 97 年 3 月份開始進行台南地區病媒蚊監測，資料統計到 98 年 10 月份第二次採樣為止。整理 20 個調查點兩年的誘卵結果(圖 1.1.1)，在 97 年與 98 年的平均誘卵數都有同樣的發生趨勢，每年的七、八月是誘卵數的高峰，一月是誘卵數發生的最低點。98 年的八月份因為 88 水災的關係，誘卵數較 97 年低，但是 9 月份又立即呈現上升情形，顯見登革熱病媒蚊在環境中的生殖潛能值得重視。

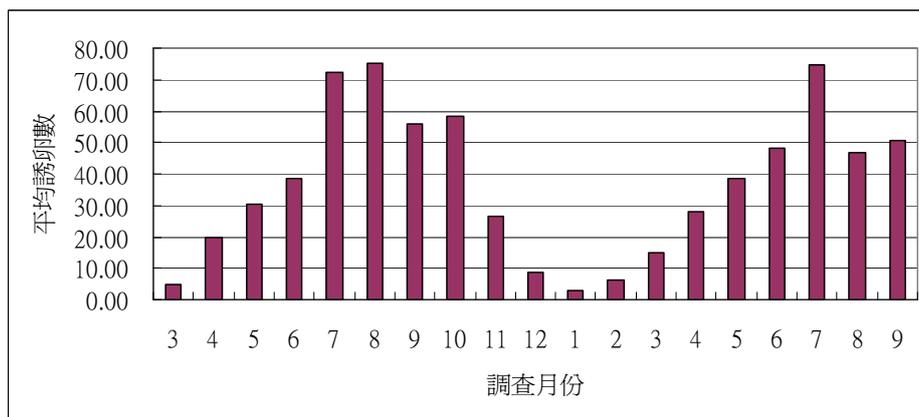


圖 1.1.1 台南地區各調查月份平均誘卵數(調查期間自 97 年 3 月至 98 年 9 月)。

誘卵筒所得之結果呈現一個趨勢，在不同月份間所誘集的產卵數具顯著性差異，其中以七月份所誘得的卵數最多，平均每次誘得卵數為 75.01 個。依單因子變異數分析(One-Way ANOVA) Duncan 檢定結果，一年當中，不同月份誘卵數的差異可分為五個水準。每

表1.1.1台南地區不同月份平均誘卵數

月份	Mean±Std.D.	N
1月	2.8689±13.12 <sup>a</sup>	61
2月	6.33±20.92 <sup>ab</sup>	78
3月	11.41±34.01 <sup>ab</sup>	140
4月	23.58±62.13 <sup>abc</sup>	177
5月	35.08±81.15 <sup>cd</sup>	171
6月	41.34±75.51 <sup>cde</sup>	174
7月	75.01±106.12 <sup>f</sup>	174
8月	59.91±102.00 <sup>ef</sup>	169
9月	55.06±77.67 <sup>de</sup>	172
10月	49.66±77.70 <sup>de</sup>	127
11月	26.78±43.88 <sup>bc</sup>	77
12月	8.35±18.73 <sup>ab</sup>	98
Total	37.99±76.38	1618

年的七月份到達平均誘卵數的最高峰，每年一月份的平均誘卵數是最低點（表 1.1.1）。在本計畫的 20 個誘集點中，各地誘卵的結果具顯著性差異，期中以永康市大橋里的誘卵數居冠，仁德鄉保安村的誘卵數次之（圖 1.1.2）。

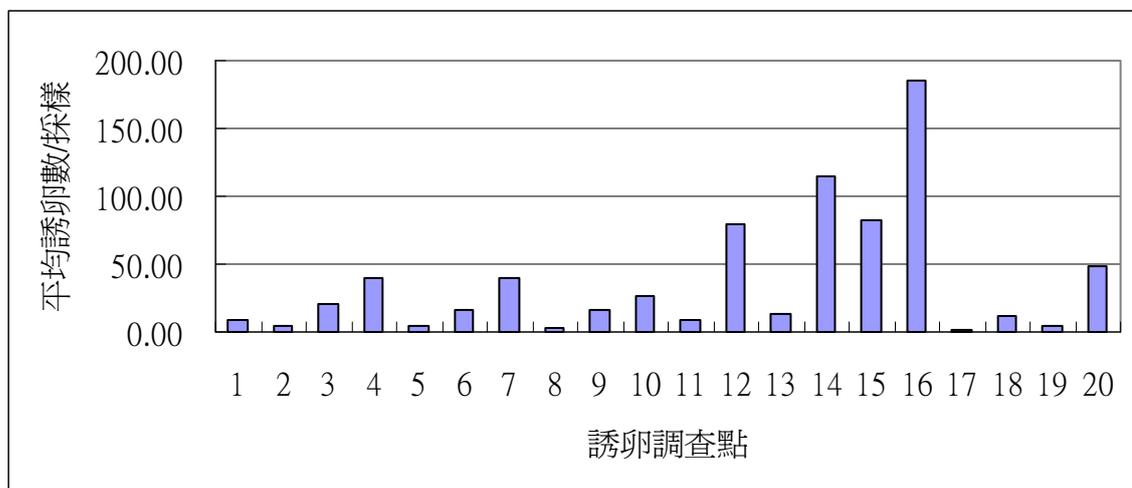


圖 1.1.2 台南地區各調查點平均誘卵數。

調查期間：97 年 3 月至 98 年 9 月。各數字代號：1.台南市東區大福里，2.崇善里，3.台南市南區大恩里，4.大忠里，5.台南市中西區忠義里（至 98 年 6 月止），6.赤崁里（98 年 1 月調整為大南里），7.台南市北區文賢里，8.大豐里，9.台南市安南區溪東里，10.淵東里（98 年 1 月調整為溪墘里），11.台南市安平區國平里，12.億載里。13.台南縣仁德鄉仁愛村，14.保安村，15.台南縣永康市二王里，16.大橋里，17.台南縣關廟鄉山西村，18.南花村，19.台南縣歸仁鄉南保村，20.文化村。

依單因子變異數分析 (One-Way ANOVA) Duncan 檢定結果，一年當中，不同地區誘卵數的差異可分為七個水準。各地每月平均的誘卵結果見表 1.1.2。其中在台南縣的採樣點，如永康市大橋里、二王里，仁德鄉保安村及台南市安平區億載里的平均誘卵數偏高。而台南市東區、中西區、北區大豐里、安平區國平里、關廟鄉山西村、歸仁鄉南保村的平均誘卵數則較低。

表1.1.2 台南地區各調查點誘卵數調查結果

行政區	里別	Mean±Std.	N
東區	大福里	9.96±20.57 <sup>ab</sup>	80
	崇善里	3.87±12.29 <sup>ab</sup>	82
南區	大恩里	22.96±30.77 <sup>abc</sup>	81
	大忠里	41.43±43.29 <sup>cd</sup>	80
中西區	忠義里	5.41±16.96 <sup>ab</sup>	69
	赤崁里	17.70±33.15 <sup>ab</sup>	82
北區	文賢里	38.78±49.97 <sup>cd</sup>	81
	大豐里	3.44±7.73 <sup>ab</sup>	82
安南區	溪東里	18.15±24.32 <sup>ab</sup>	82
	淵東里	25.54±36.26 <sup>bc</sup>	81
安平區	國平里	8.79±19.09 <sup>ab</sup>	82
	億載里	80.61±120.01 <sup>e</sup>	82
仁德鄉	仁愛村	13.53±24.64 <sup>ab</sup>	81
	保安村	121.20±118.09 <sup>f</sup>	82
永康市	二王里	82.66±87.33 <sup>e</sup>	82
	大橋里	188.46±51.78 <sup>g</sup>	82
關廟鄉	山西村	1.91±7.23 <sup>a</sup>	81
	南花村	12.73±18.56 <sup>ab</sup>	82
歸仁鄉	南保村	5.12±9.95 <sup>ab</sup>	82
	文化村	50.71±56.48 <sup>d</sup>	82
Total		37.99±76.38	1618

各採樣點的誘卵紙片，經孵化鑑定後，在 10 個行政區內都可誘集到埃及斑蚊及白線斑蚊的卵。收集 98 年 1 月至 8 月份的卵片，經孵化後經鑑定統計，各月份在調查地點誘集的埃及斑蚊及白線斑蚊成蟲的比例結果見圖 1.1.3。在 8 個月的統計，埃及斑蚊的平均發生百分比為 39%，白線斑蚊的平均發生百分比為 61%。

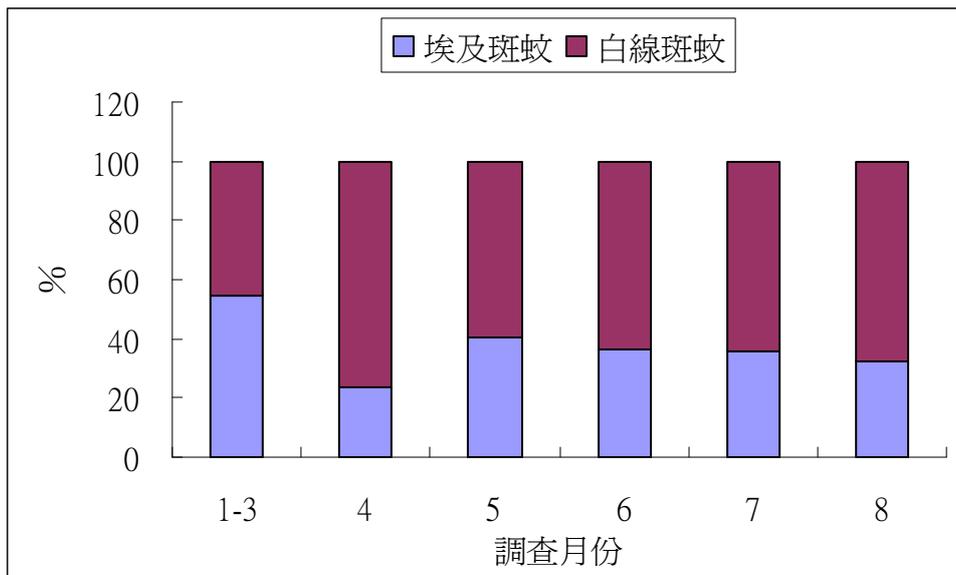


圖1.1.3 不同調查月份，埃及斑蚊與白線斑蚊發生情形

統計20個調查點的結果見圖1.1.4，各地斑蚊發生情形不一，其中台南市東區大福里、崇善里，台南市南區大恩里，台南市北區文賢里、大豐里，台南市安南區溪墘里，台南縣關廟鄉南花村，台南縣歸仁鄉南保村等，埃及斑蚊發生的比例較白線斑蚊高。台南市安平區國平里、億載里，台南縣仁德鄉保安村，台南縣永康市大橋里，台南縣關廟鄉山西村則只誘集到白線斑蚊。台南市崇善里只誘集到埃及斑蚊。

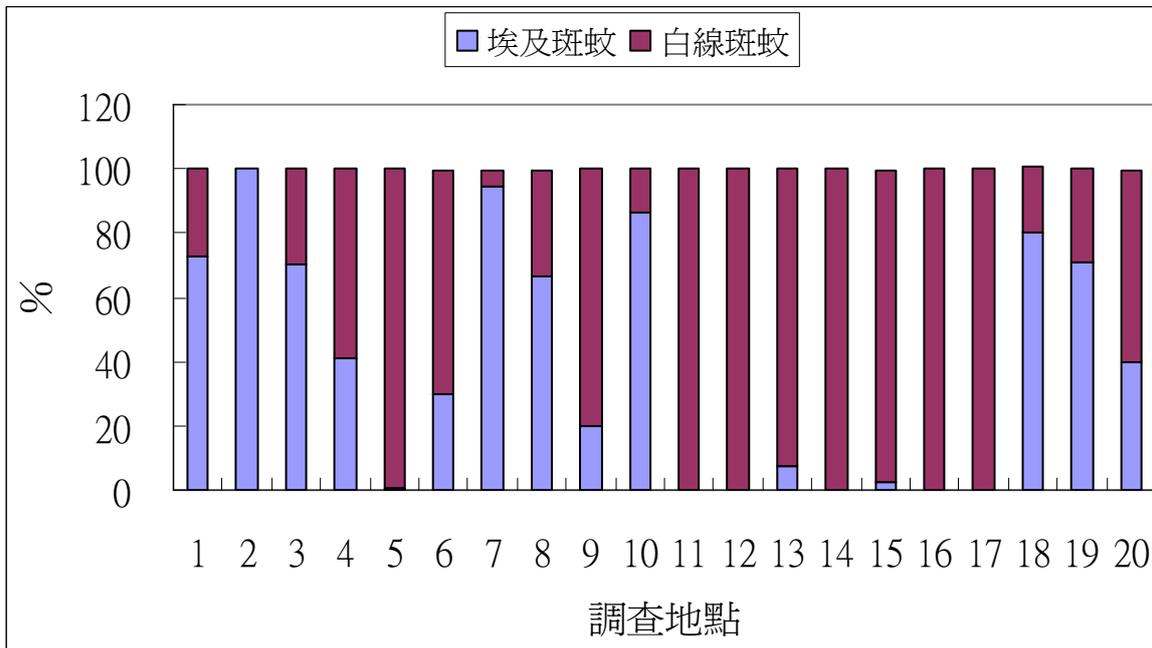


圖1.1.4 台南地區各調查點，埃及斑蚊與白線斑蚊發生情形。

各數字代號：1.台南市東區大福里，2.崇善里，3.台南市南區大恩里，4.大忠里，5.台南市中西區忠義里（至98年六月止），6.赤崁里（98年一月調整為大南里），7.台南市北區文賢里，8.大豐里，9.台南市安南區溪東里，10.淵東里（98年一月調整為溪墘里），11.台南市安平區國平里，12.億載里。13.台南縣仁德鄉仁愛村，14.保安村，15.台南縣永康市二王里，16.大橋里，17.台南縣關廟鄉山西村，18.南花村，19.台南縣歸仁鄉南保村，20.文化村。

## 2. 高雄市登革熱病媒蚊之監測 (高雄大學 白秀華老師)

選取高雄市登革熱病例主要分布地區，另外為預防今年登革熱病例擴散至周圍區域，故同時選取主要病例分布之其他周圍地區進行調查。

過去登革熱病例主要分布地區：高雄市：前鎮區、苓雅區、三民區。

周圍地區：小港區、新興區、左營區、鼓山區。

各區隨機抽樣 3 里，每里隨機抽樣 10 鄰，每鄰隨機抽樣 10 戶，進行病媒蚊密度監測。結果如表 1.2.1.至表 1.2.6. 所示, 2009 年 1 月至 6 月病媒蚊密度，家屋指數、容器指數、布氏指數均較 2008

年同時期為低；2009年7月媒蚊密度增高，家屋指數、容器指數、布氏指數至10月分別為6.7%、6.0%、8.1；與2008年同時期比較(6.2%、4.8%、7.6)，則沒有比較低(表1.2.7.至表1.2.10.)。而楠梓區曾於2008年發生疫情，故本年度從3月至6月在楠梓區進行室外誘蚊產卵調查，結果如表1.2.11所示，誘蚊產卵陽性率自15.55%至68.75%；另於9月至10月選取楠梓區不同地點，再一次進行室外及室內誘蚊產卵調查，結果如表1.2.12所示，室外誘蚊產卵陽性率自20.0%至55.0%，室內誘蚊產卵陽性率自5.3%至42.1%；綜合以上，仍有進行孳生源清除及登革熱病媒蚊防治之必要。

表1.2.1. 2009年1月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	1/300(0.3)	3/598(0.5)	1.0
苓雅區	3/300(1.0)	3/276(1.1)	1.0
三民區	2/300(0.7)	2/301(0.7)	0.7
小港區	3/300(1.0)	4/286(1.4)	1.3
新興區	1/300(0.3)	1/334(0.3)	0.3
左營區	2/300(0.7)	3/353(0.8)	1.0
鼓山區	1/300(0.3)	3/342(0.9)	1.0
合計	13/2,100(0.6)	19/2,490(0.8)	0.9

表1.2.2. 2009年2月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	2/300(0.7)	2/579(0.3)	0.7
苓雅區	2/300(0.7)	2/253(0.8)	0.7
三民區	3/300(1.0)	3/265(1.1)	1.0
小港區	1/300(0.3)	1/308(0.3)	0.3
左營區	2/300(0.7)	3/235(1.3)	0.0
鼓山區	0/300(0.0)	0/267(0.0)	0.0
合計	10/2,100(0.5)	11/2,058(0.5)	0.5

表1.2.3. 2009年3月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	2/ 300(0.7)	3/ 424(0.7)	1.0
苓雅區	2/ 300(0.7)	2/ 371(0.5)	0.7
三民區	3/ 300(1.0)	5/ 387(1.3)	1.7
小港區	3/ 300(1.0)	3/ 478(0.6)	1.0
新興區	0/ 300(0.0)	0/ 124(0.0)	0.0
左營區	4/ 300(1.3)	5/ 364(1.4)	1.7
鼓山區	0/ 300(0.0)	0/ 418(0.0)	0.0
合計	14/2,100(0.7)	18/2,566(0.7)	0.9

表1.2.4. 2009年4月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	3/ 300(1.0)	3/ 376(0.8)	1.0
苓雅區	2/ 300(0.7)	3/ 346(0.9)	1.0
三民區	3/ 300(1.0)	5/ 415(1.2)	1.7
小港區	3/ 300(1.0)	4/ 475(0.8)	1.3
新興區	1/ 300(0.3)	2/ 156(1.3)	0.7
左營區	2/ 300(0.7)	3/ 364(0.8)	1.0
鼓山區	1/ 300(0.3)	2/ 414(0.5)	0.7
合計	15/2,100(0.7)	22/2,546(0.9)	1.0

表1.2.5. 2009年5月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	5/300(1.7)	8/ 554(1.4)	2.7
苓雅區	6/300(2.0)	7/ 324(2.2)	2.3
三民區	9/300(3.0)	12/ 372(3.2)	4.0
小港區	7/300(2.3)	8/ 362(2.2)	2.7
新興區	3/300(1.0)	5/ 184(2.7)	1.7
左營區	8/300(2.7)	10/ 323(3.1)	3.3
鼓山區	7/300(2.3)	10/ 421(2.4)	3.3
合計	45/2,100(2.1)	60/2,540(2.4)	2.9

表1.2.6. 2009年6月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	11/300(3.7)	12/ 563(3.4)	4.0
苓雅區	9/300(3.0)	10/ 424(5.1)	3.3
三民區	11/300(3.7)	13/ 347(7.1)	4.3
小港區	12/300(4.0)	15/ 335(6.7)	5.0
新興區	4/300(1.3)	6/ 202(3.8)	2.0
左營區	11/300(3.7)	14/ 337(5.0)	4.7
鼓山區	10/300(3.3)	12/ 398(4.9)	4.0
合計	68/2,100(3.2)	82/2,606(3.1)	3.9

表1.2.7. 2009年7月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	14/ 300(4.7)	23/ 532(4.3)	7.7
苓雅區	16/ 300(5.3)	21/ 418(5.0)	7.0
三民區	18/ 300(6.0)	26/ 393(6.6)	8.7
小港區	20/ 300(6.7)	30/ 469(6.4)	10.0
新興區	4/ 300(1.3)	11/ 214(5.1)	3.7
左營區	14/ 300(4.7)	16/ 395(4.1)	5.3
鼓山區	12/ 300(4.0)	25/ 458(5.5)	8.3
合計	98/2,100(4.7)	152/2,879(5.3)	7.2

表1.2.8. 2009年8月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	19/ 300(6.3)	29/ 437(6.6)	9.7
苓雅區	14/ 300(4.7)	18/ 464(3.9)	6.0
三民區	15/ 300(5.0)	26/ 373(7.0)	8.7
小港區	24/ 300(8.0)	29/ 482(6.0)	9.7
新興區	5/ 300(1.0)	7/ 184(3.8)	2.3
左營區	12/ 300(4.0)	23/ 386(6.0)	7.7
鼓山區	11/ 300(3.7)	12/ 431(2.8)	4.0
合計	100/2,100(4.8)	144/2,757(5.2)	6.9

表1.2.9. 2009年9月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	25/300(8.3)	29/ 472(6.1)	9.7
苓雅區	19/300(6.3)	23/ 432(5.3)	7.7
三民區	21/300(7.0)	23/ 443(5.2)	7.7
小港區	27/300(9.3)	33/ 392(8.4)	11.0
新興區	4/300(1.3)	5/ 211(2.4)	1.7
左營區	14/300(4.7)	17/ 382(4.5)	5.7
鼓山區	11/300(3.7)	13/ 452(2.9)	4.3
合計	121/2,100(5.8)	143/2,784(5.1)	6.8

表1.2.10. 2009年10月高雄市登革熱病媒蚊密度之監測

區別	家屋指數(%)	容器指數(%)	布氏指數
前鎮區	24/300(8.0)	30/ 586(5.1)	10.0
苓雅區	29/300(9.7)	33/ 482(6.9)	11.0
三民區	21/300(7.0)	23/ 471(4.9)	7.7
小港區	22/300(7.3)	35/ 359(9.8)	11.7
新興區	7/300(1.3)	8/ 182(4.4)	2.7
左營區	18/300(6.0)	20/ 376(5.3)	6.7
鼓山區	20/300(6.7)	22/ 413(5.3)	7.3
合計	141/2,100(6.7)	171/2,869(6.0)	8.1

表1.2.11. 高雄市楠梓區室外登革熱病媒蚊密度之監測(誘蚊產卵調查)

日期	室外(%)
03月24日	15/50(30.0)
03月31日	16/47(34.0)
04月07日	7/45(15.6)
04月14日	14/47(29.8)
04月21日	14/46(30.4)
04月28日	10/46(21.7)
05月05日	29/48(60.4)
05月12日	31/49(63.3)
05月19日	33/48(68.8)
05月27日	23/47(48.9)
06月02日	23/49(46.9)
06月09日	31/50(62.0)
06月16日	27/46(58.7)

表1.2.12.高雄市楠梓區登革熱病媒蚊密度  
之監測(誘蚊產卵調查)

日期	室外(%)
09月 07日	4/20(20.0)
09月 14日	6/20(30.0)
09月 21日	10/20(50.0)
09月 28日	8/20(40.0)
10月 05日	7/20(35.0)
10月 12日	6/19(31.6)
10月 19日	10/20(50.0)
10月 26日	11/20(55.0)

### 3、高雄、屏東與台東地區登革熱病媒蚊監測(屏東科技大學 張念台老師) 登革熱病媒蚊監測

#### (1)、高雄縣鳳山市病媒蚊監測

延續 97 年度監測計畫，將 97 年 11 月至 98 年 10 月鳳山市主要發生登革熱病例里登革熱病媒蚊稽查結果，各月份監測的布氏指數列於表 1.3.1 中，97 年 12 月瑞竹里的布氏指數為 2，至 98 年 5 月其他各監測里的布氏指數皆為 0；6 月時積水容器增多，有 2 里有斑蚊孳生源、7 月則增至 5 里，到 10 月資料顯示 8 里有孳生處，而布氏指數以 8、9 月海光里與 10 月誠德里的 6 最高(表 1.3.1 中)，且病媒蚊密度等級換算為 1 級。

表 1.3.1 9711~9810 高雄縣鳳山市稽查 20 里登革熱病媒蚊之布氏指數

	2008		2009									
	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
興仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
誠德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
誠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
誠正里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東門里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
一甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
富甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
天興里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	4
南成里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
福誠里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2
福興里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
鎮南里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
正義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
瑞竹里	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	6	0
海光里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	4
北門里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
忠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
鎮西里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
和興里	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0

表 1.3.2 為監測區所得兩種病媒斑蚊發生比率，97 年 12 月瑞竹里的病媒種類為埃及斑蚊，下年度至 6 月時同樣也有埃及斑蚊發生；98 年 7 月有斑蚊生的 5 里中，東門、天興、福誠與海光等 4 里內都為埃及斑蚊。而 8 月份天興、鎮南與和興等 3 里；9 月份福誠與北門里；至 10 月，鳳山市稽查有斑蚊發生 8 里中，福誠、誠德、東門、一甲與興仁等 5 里都有埃及斑蚊孳生。

表 1.3.2 9711~9810 高雄縣鳳山市稽查 20 里登革熱病媒蚊之種類

埃及斑蚊：白線斑蚊												
	2008 NOV	DEC	2009 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
興仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0
誠德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.3:66.7
誠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
誠正里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東門里	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	0	0	100:0
一甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0
富甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100
天興里	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	50:50	0:100	0:100
南成里	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0:100	0:100	0
福誠里	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	0	100:0	100:0
福興里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鎮南里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50:50	0	0
正義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0	0
瑞竹里	100:0	0	0	0	0	0	0	100:0	0	0	0:100	0
海光里	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	0	0:100	0:100
北門里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	0
忠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0:100	0
鎮西里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
和興里	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0	100:0	0	0

## (2)、屏東市病媒蚊監測

97 年 10 月至 98 年 10 月屏東市 20 里登革熱病媒蚊稽查的布氏指數列於表 1.3.3 中，97 年 10~12 月監測的維新里與永安里；11 與 12 月金泉里與永安里的布氏指數都為 2。98 年稽查屏東市 20 里，到 3 月時發現 1 里有斑蚊，而 3、5 月的維新里；4、5 月之金泉維新里；5 月的崇禮里稽查結果布氏指數都為 2，其他各里為 0。5 月份後田間病媒蚊發生里增加，7 月時發現 9 里有斑蚊孳生為最多，至 8 月後病媒蚊發生里減少至 2 里，而 8 月時厚生里的布氏指數為 8 最高，同月份的潭墘里、崇禮里與 9 月潭墘里與崇蘭里的布氏指

數 4 次之，其餘各里為 0~2。但有蚊里之病媒蚊密度等級都是 1 級。

表 1.3.3 9710~9810 屏東市稽查 20 里登革熱病媒蚊之布氏指數

	2008			2009									
	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
潭墘里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4	0
空翔里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
崇蘭里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0
平和里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
崇禮里	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0
厚生里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	2	0
維新里	2	0	0	0	0	2	0	2	0	2	2	0	0
永城里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
安樂里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溝美里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
仁愛里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
崇智里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0
擇仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金泉里	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
大連里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永安里	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
斯文里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
興樂里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
太平里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長安里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 1.3.4 為 97 年 10 月至 98 年 10 月屏東市 20 里登革熱病媒蚊稽查所得斑蚊發生比率，98 年屏東市各里發埃及斑蚊發生比率與數量比 95~97 年多，因此增高 98 年屏東市登革熱局部發生流行的風險。歷年來主要流行里中潭墘、金泉、厚生、崇禮與崇智里於 98 年發生斑蚊月份，經攜回室內鏡檢全為埃及斑蚊，而永安與仁愛里所稽查的為白線班蚊。

表 1.3.4 9710~9810 屏東市稽查 20 里登革熱病媒蚊之種類

埃及斑蚊：白線斑蚊															
	2008	OCT	NOV	DEC	2009	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
潭墘里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50:50	100:0	100:0	0
空翔里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0	0	0
崇蘭里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0	100:0	0
平和里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
崇禮里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	0	100:0	0	0	0
厚生里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	100:0	0	100:0	0
維新里	100:0	0	0	0	0	0	100:0	0	0	100:0	0	0:100	0:100	0	0
永城里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0	0	0
安樂里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溝美里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
仁愛里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0:100	0:100	0	0
崇智里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100:0	100:0	0	100:0	0
擇仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金泉里	0	100:0	100:0	0	0	0	0	100:0	100:0	0	0	0	0	0	0
大連里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永安里	0:100	0:100	0:100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
斯文里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
興樂里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
太平里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長安里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### (3)、台東市病媒蚊監測

97 年第 4 季與 98 第 1~3 季的台東市監測調查，登革熱病媒蚊布氏指數與發生種類列於表 1.3.5 中，97 年 12 月份的東海里的布氏指數為 4 最高，而建國里與中山里的為 2 次之；埃及斑蚊只出現於中山里，其他二里發生的為白線斑蚊。而 98 年 2 月的調查結果，仁愛里、建國里與中山里三里的布氏指數為 2；6 月以卑南里的布氏指數皆為最高，而兩季所發現的蚊種全為白線斑蚊。9 月病媒發生里數增多，中心、民族與建國里的布氏指數 4 為最高，僅建國里有埃及斑蚊發生，其他里發生的是白線斑蚊(表 1.3.5)。

表 1.3.5 97 年 12 月~98 年 09 月台東市稽查登革熱病媒蚊之布氏指數與分布

2008 DEC			2009FEB			JUN			SEP		
稽查 地區	布氏 指數	埃及： 白線									
四維里	0	0	大同里	0	0	中華里	2	0：100	中心里	4	0：100
大同里	0	0	中心里	2	0:100	光明里	0	0	文化里	0	0
中山里	2	100:0	仁愛里	2	0:100	自強里	0	0	四維里	2	0：100
仁愛里	0	0	東海里	0	0	卑南里	4	0：100	民族里	4	0：100
成功里	0	0	建國里	2	0:100	南榮里	0	0	光明里	2	0：100
東海里	4	0:100	馬蘭里	0	0	馬蘭里	0	0	卑南里	0	0
建國里	2	0:100	強國里	0	0	新生里	2	0：100	建國里	4	50：50
興國里	0	0	復國里	0	0	興國里	0	0	新生里	2	0：100
豐谷里	0	0	新生里	0	0	豐里里	2	0：100	興國里	0	0
寶桑里	0	0	豐谷里	0	0	鐵花里	0	0	豐田里	2	0：100

#### (4)、台南市病媒蚊監測

98 年 5 月 14 日登革熱整合團隊與台南市衛生局胡局長，洽談於台南市中北區進行試驗詳見附件一會議記錄。表 1.3.6 為於 6 月進行監測台南市 12 里資料，登革熱病媒蚊布氏指數多為 0。8 月則有小西、中正、文元與賢北里 4 里查獲斑蚊，且全為埃及斑蚊。在台南市 6~10 月稽查結果中，有 9 次發現病媒蚊孳生，僅有 2 里為白線斑蚊，其餘各里檢查所得為埃及斑蚊。

表 1.3.6 9806~10 台南市 12 里登革熱病媒蚊稽查

	JUN		JUL		AUG		SEP		OCT	
	布氏指數	埃及：白線								
小西里	0	0	0	0	2	100:0	0	0	0	0
中正里	0	0	0	0	2	100:0	0	0	0	0
五妃里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五福里	0	0	0	0	0	0	2	0:100	0	0
文元里	0	0	2	100:0	4	50:50	0	0	2	0:100
安民里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
赤嵌里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
和順里	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100:0
進學里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
銀同里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
賢北里	0	0	0	0	2	100:0	0	0	0	0
興南里	0	0	0	0	0	0	2	100:0	0	0

### 誘蚊產卵器監測登革熱病媒蚊

#### (1)、高雄縣鳳山市監測

97 年 11 月至 98 年 10 月間利用誘蚊產卵器監測鳳山市登革熱主要流行 20 里登革熱病媒蚊，將每月誘蚊產卵器總卵數與孵化率資料整理於表 1.3.7 中，11 月監測 20 里其中 8 里誘蚊產卵器有 6~120 個卵，且有 20.8%~94.4%羽化為成蟲；12 月 2 里，忠義里與海光里誘蚊產卵器中有斑蚊卵數量為 35 與 41 粒，羽化率分別為 51.2 與 92.3%；98 年 1 月只有海光里發現蚊卵；而 2 月有 5 里，至 3、4 月分別有 11 里，5 月 18 里；6 月 19 里；7、8 月 17 里；至 9 月也有 16 里誘到斑蚊卵，卵數為 0~233，成蟲羽化率為 0~100%，隨溫度回升，各里誘蚊產卵器內的卵數大量增加中。又 98 年為暖冬氣候，10 月份鳳山市主要登革熱流行地區 20 里的誘蚊產卵器誘到的卵數量增加中，卵數為 4~296，成蟲羽化率為 26.7~100%。其中海光里全年都誘到斑蚊卵。

表 1.3.7 9711~9810 高雄縣鳳山市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之總卵數與孵化率

	2008 NOV		DEC		2009JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUN		JUL		AUG		SEP		OCT	
	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率	總卵數	羽化率
一甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	3	66.7	6	100	0	0	69	91.3	33	63.6	48	77.1	20	50.0	36	88.9
大德里	34	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	100	14	28.6	44	45.5	3	100	129	76.0	91	74.7	18	77.8
天興里	6	83.3	0	0	0	0	0	0	31	83.9	0	0	11	72.7	0	0	74	77.0	0	0	0	0	69	76.8
北門里	17	94.1	0	0	0	0	57	89.5	5	100	29	58.6	0	0	35	100.0	116	69.8	0	0	9	66.7	45	86.7
正義里	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	57.9	14	100.0	95	75.8	84	84.5	0	0	36	77.8
和興里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	100	7	0	25	100.0	0	0.0	0	0	0	0	45	88.9
忠義里	0	0	39	92.3	0	0	5	100	10	70	0	0	185	95.7	174	79.3	25	88.0	93	66.7	77	96.1	31	41.9
東門里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	28.6	7	71.4	67	73.1	15	20.0	47	8.5	26	42.3	21	76.2
南成里	120	20.8	0	0	0	0	0	0	41	97.6	13	0	213	84.5	329	57.1	217	70.0	180	87.2	227	92.1	296	80.1
海光里	74	89.2	41	51.2	45	8.9	15	53.3	2	0	8	150	33	90.9	76	83.9	96	84.4	115	73.0	67	62.7	60	26.7
富甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	85	115	89.6	12	41.7	65	53.8	5	80.0	146	83.6
瑞竹里	0	0	0	0	0	0	6	66.7	0	0	17	100	97	102.1	76	98.7	35	57.1	77	74.0	42	71.4	57	87.7
誠正里	0	0	0	0	0	0	0	0	57	96.5	2	0	87	48.3	233	61.8	120	39.2	18	16.7	84	53.6	67	70.1
誠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	55	78.2	0	0	118	93.2	118	60.2	22	9.1	102	47.1	46	19.6	14	100
誠德里	0	0	0	0	0	0	0	0	8	87.5	50	86	145	71	37	113.5	0	0	77	7.8	0	0	99	85.9
福誠里	0	0	0	0	0	0	0	0	3	33.3	0	0	84	81	95	75.8	72	56.9	65	67.2	11	54.5	193	64.2
福興里	42	35.7	0	0	0	0	0	0	26	80.8	19	42.1	9	55.6	46	80.4	22	0.0	32	15.6	1	0	4	75.0
興仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	54.7	109	66.1	68	39.7	41	34.1	55	78.2	64	54.7
鎮西里	54	94.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	25	80.0	0	0	21	61.9	9	0	29	72.4
鎮南里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	39	94.9	11	72.7	45	95.6	7	85.7	33	100.0

表 1.3.8 9711~9810 高雄縣鳳山市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之種類

	2008 NOV		DEC		2009 JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUN		JUL		AUG		SEP		OCT	
	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE
一甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	63	0	21	0	37	0	10	6	26
大德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	1	4	0	20	0	1	2	0	98	0	68	13	1
天興里	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	53
北門里	0	16	0	0	0	0	0	51	0	5	0	17	0	8	2	33	0	81	0	0	0	6	1	38
正義里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	14	0	72	0	71	0	0	0	28	0
和興里	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	71	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25	15
忠義里	0	0	36	0	0	0	0	5	0	0	0	0	119	58	138	0	22	0	62	0	67	7	9	4
東門里	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	2	0	0	5	36	13	2	1	0	4	11	0	0	16
南成里	24	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	180	0	188	0	152	0	157	0	209	0	236	1
海光里	0	66	0	21	4	0	0	0	0	0	12	0	12	18	37	10	73	8	21	63	24	18	0	16
富甲里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	103	0	5	0	35	0	4	0	122
瑞竹里	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	17	0	99	0	71	4	20	0	56	1	18	12	50	0
誠正里	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	42	0	134	10	47	0	3	0	45	0	23	24
誠義里	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	110	0	71	0	0	0	48	0	9	0	3	14
誠德里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	11	92	29	13	2	0	0	6	0	0	83	2
福誠里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	43	0	56	12	68	4	6	35	45	0	6	0	29	95
福興里	0	15	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	3	2	18	19	0	0	1	4	0	0	0	3
興仁里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	58	0	72	0	27	0	14	0	32	11	35	0
鎮西里	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	0	0	13	0	0	0	0	21
鎮南里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	37	8	0	1	42	0	6	0	33

表 1.3.9 9711~9809 屏東市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之總卵數與孵化率

	2008 NOV		DEC		2009 JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUN		JUL		AUG		SEP	
	總產 卵數	羽化 率																				
大連里	0	0	0	0	0	0	56	66.1	0	0	0	0	60	55	213	28.6	42	81	493	32.3	288	5.6
仁愛里	0	0	0	0	0	0	37	78.4	0	0	0	0	64	63	58	60.3	134	51.5	223	58.7	7	42.9
太平里	152	26.3	20	55	11	18.2	66	25.8	52	28.9	278	38.8	0	0	75	53.3	296	62.8	134	76.1	0	0
平和里	0	0	0	0	0	0	11	18.2	0	0	0	0	74	59	0	0	0	0	0	0	0	0
永安里	118	28	14	71.4	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	281	66.5	271	38	70	34.3	34	11.8
永城里	82	82.9	43	81.4	0	0	207	63.3	0	0	27	51.9	274	32	366	7.1	0	0	0	0	0	0
安樂里	217	81.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	251	67	0	0	8	37.5	9	44.4	0	0
空翔里	0	0	14	92.9	0	0	0	0	0	0	13	38.5	6	50	120	1.7	43	0	0	0	17	47.1
金泉里	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	69	0	0	25	56	37	51.4	0	0
長安里	0	0	0	0	0	0	46	47.8	0	0	0	0	38	63	0	0	48	85.4	39	79.5	0	0
厚生里	76	26.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	54	65	87.7	76	25	46	97.8	10	20
崇智里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307	22	0	0	0	0	24	29.2	27	44.4
崇禮里	0	0	0	0	39	42	0	0	0	0	78	32.1	23	39	48	35.4	58	65.5	143	39.2	31	90.3
崇蘭里	389	65.6	99	96	0	0	0	0	0	0	23	47.8	67	36	246	24	108	5.6	0	0	167	70.7
斯文里	48	29.2	56	0	0	0	0	0	0	0	171	28.7	127	54	51	62.7	98	65.3	76	72.4	61	77
溝美里	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	24.1	247	57.5	145	44.1	116	6.9
維新里	73	58.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	27.9	46	76.1	22	36.4	0	0
潭墘里	59	55.9	47	0	0	0	38	31.6	42	61.9	388	29.1	0	0	11	81.8	75	85.3	135	54.8	19	100
擇仁里	6	50	76	26.3	0	0	46	63	0	0	185	35.1	11	55	0	0	24	33.3	45	55.6	0	0
興樂里	129	73.6	43	20.9	81	32.1	136	50.7	51	96.1	483	45.3	34	59	485	57.5	411	67.2	98	81.6	184	87.5

表 1.3.10 9711~9809 屏東市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之種類

	2008 NOV		DEC		2009 JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUN		JUL		AUG		SEP	
	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE
大連里	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	33	0	61	0	34	0	159	0	16	0
仁愛里	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	40	0	36	0	69	0	131	0	3	0
太平里	40	0	11	0	2	0	19	0	15	0	108	0	8	0	40	0	186	0	102	0	0	0
平和里	33	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永安里	68	0	35	0	0	0	22	0	12	0	0	0	88	0	187	0	85	18	24	0	3	0
永城里	0	0	0	0	0	0	131	0	0	0	14	0	168	0	22	0	0	0	0	0	0	0
安樂里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	4	0	0	0
空翔里	177	0	13	0	0	0	0	0	0	0	5	0	66	0	2	0	0	0	0	0	6	2
金泉里	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	16	0	0	0
長安里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	41	0	31	0	0	0
厚生里	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	39	18	1	34	11	2	0
崇智里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12	0
崇禮里	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5	12	22	16	14	42	21	7
崇蘭里	0	0	95	0	16	0	0	0	0	0	11	0	24	0	47	12	6	0	0	0	105	13
斯文里	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	68	0	32	0	64	0	55	0	47	0
溝美里	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	140	2	64	0	8	0
維新里	43	0	0	0	0	0	12	0	0	0	113	0	0	0	29	0	35	0	8	0	0	0
潭墘里	33	0	48	0	0	0	29	0	26	0	61	0	0	0	0	0	56	8	8	66	15	4
擇仁里	3	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	3	14	11	0	0
興樂里	95	0	9	0	26	0	69	0	49	0	219	0	20	0	279	0	276	0	80	0	161	0

表 1.3.8 為鳳山市 20 里以誘蚊產卵器監測所得羽化斑蚊成蟲數量，97 年 11 月 8 里中有 6 里發現埃及斑蚊，數量為 1~66 隻；12 月的海光里發現有 21 隻埃及斑蚊；98 年 2 月的北門里、忠義里與南成里三里有 5~51 隻埃及斑蚊；3 月的北門里、一甲里、大德里、誠德里與福誠里等五里發現埃及斑蚊，分別有 1~26 隻；4 月的北門里、一甲里、大德里與和興里四里分別有 1~71 隻埃及斑蚊；5 月，則有 9 里有埃及斑蚊發生，數量為 2~92 隻成蚊羽化；6~9 月則有 7~10 里發現埃及斑蚊發生，成蚊羽化數量為 1~103 隻；至 10 月監測 20 中 17 有埃及斑蚊孳生，且數量 122 隻為最多。由表 1.3.7 與表 1.3.8 中可知，鳳山市埃及斑蚊的數量比白線斑蚊多，且 4、5 月時，登革熱病媒蚊數量開始增多，應加強孳生源清除，減少成蟲密度，降低疾病感染風險。

另將 97 年 11 月~98 年 10 月每里 50 戶的稽查與每月誘蚊產卵器斑蚊發生處以 GPS 定位，將監測各里的資料繪圖於圖 1.3.1，仍然是埃及斑蚊分布處多為歷年來登革熱疾病流行區。

## (2)、屏東市監測

表 1.3.9 為誘蚊產卵器監測屏東市 20 里的總卵數與孵化率，97 年 11 月 12 里；12 月 10 里；98 年 1 月 3 里；2 月 9 里；3 月 4 里；4 月 9 里；5 月 15 里；6 月 15 里；5 月 14 里；7 月 18 里；8 月 16；9 月 12 里之誘蚊產卵器中有斑蚊卵，數量由 6~389 粒不等，羽化率為 18.2~96.1%，顯示屏東市的陽性誘蚊產卵器有 15~90%的可誘到斑蚊卵。各月份羽化成蟲數於表 1.3.10 中，除 97 年 11 月金泉里有 2 隻埃及斑蚊外，97 年 11 月~98 年 5 月其他有卵孵化的各里，經飼育後的幼蟲羽化後全為白線斑蚊。但 98 年 6 月埃及斑蚊增加中，6 月有 3 里；7 月 7 里；8 月 5 里；9 月 4 里出現埃及斑蚊孳生，卵數分別有 1~66 個。98 年屏東市有登革熱小區域發生，顯然疾病流行與屏東市主要登革熱病媒蚊—埃及斑蚊數量增加呈正相關，數量與發生孳生里數比 92~97 年的多。

圖 1.3.2 為 97 年 10 月~98 年 9 月稽查與誘蚊產卵器斑蚊發生處以 GPS 定位，監測各里斑蚊的分布圖，埃及斑蚊分布處增加，也是屏東地區的登革熱疾病主要流行區，但數量比鳳山市數量少。



圖 1.3.1、2008 年 11~2009 年 10 月高雄縣鳳山市埃及斑蚊與白線斑蚊分布。

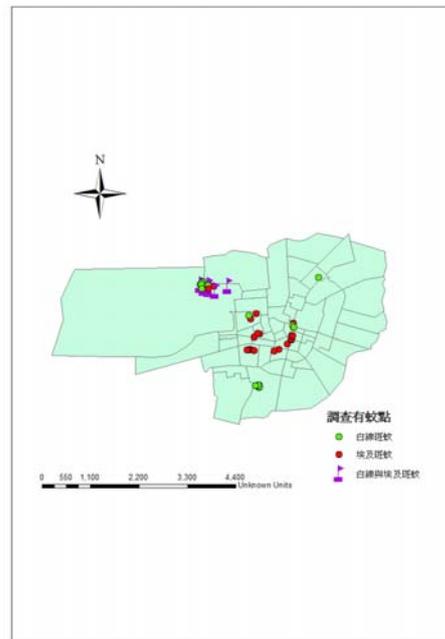


圖 1.3.2、2008 年 10~2009 年 09 月屏東市埃及斑蚊與白線斑蚊分布。

### (3) 台東市監測

97 年 12 月台東市區進行隨機放置誘蚊產卵器監測登革熱病媒蚊，隨機監測 20 里之誘蚊產卵器監測，有 10 里誘到 11~158 粒卵，攜回實驗室羽化後全為白線斑蚊，羽化率為 12.1~61.1%。98 年 2 月監測 20 里中，也有 50% 里有班蚊卵；6 月有 14 里；9 月則增多為 17 里，卵數量有 1~246 個不等；各里成蟲羽化率為 0~100 % (表 1.3.11)。台東市每季稽查所得斑蚊種類與數量資料列於表 1.3.12 中，97 年 12 月豐田里發現有 3 隻埃及斑蚊，而 9 月的調查強國里則有 2 隻埃及斑蚊發生。其他里之成蟲為白線斑蚊。

將調查與誘蚊產卵器所得斑蚊 GPS 定位資料繪於圖 1.3.3 中，埃及斑蚊出現於台東市區人口多處。

表 1.3.11 9711~9809 台東市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之卵數與孵化率

2008DEC			2009 FEB			JUN			SEP		
里名	總產 卵數	羽化 率(%)	里名	總產 卵數	羽化 率(%)	里名	總產 卵數	羽化 率(%)	里名	總產 卵數	羽化 率(%)
中華里	0	0	大同里	0	0	大同里	0	0	大同里	17	47.1
四維里	0	0	中山里	1	0	中山里	0	0	中山里	14	14.3
民生里	72	61.1	中華里	108	65.7	中心里	41	0	中華里	246	36.2
民權里	0	0	四維里	29	10.3	中正里	0	0	仁愛里	111	45.0
大同里	31	35.5	民權里	71	21.1	仁愛里	0	0	民生里	37	62.2
復興里	0	0	卑南里	0	0	文化里	30	26.7	民權里	0	0
卑南里	11	63.6	岩灣里	9	100	四維里	0	0.00	永樂里	0	0
復國里	0	0	建和里	0	0	民生里	33	21.2	自強里	207	35.3
豐谷里	158	18.4	建業里	0	0	民族里	0	0	南王里	28	46.4
富豐里	7	14.3	建農里	4	0	民權里	31	41.9	南榮里	32	81.3
新園里	31	0	復國里	0	0	自強里	21	28.6	建農里	98	20.4
光明里	0	0	復興里	29	44.8	東海里	88	52.3	建興里	12	0
建農里	132	16.7	新生里	23	91.3	知本里	76	50.0	強國里	14	50.0
強國里	0	0	新園里	17	70.6	建農里	59	33.9	復國里	0	0
興國里	0	0	新興里	0	0	強國里	12	58.3	復興里	221	43.0
仁愛里	0	0	豐田里	0	0	復國里	19	42.1	新園里	34	52.9
成功里	0	0	豐年里	0	0	復興里	1	0	豐年里	16	75.0
豐田里	22	18.2	豐里里	66	53.0	新生里	31	16.1	豐谷里	287	44.3
鐵花里	91	12.1	豐原里	0	0	新興里	199	54.8	豐源里	71	46.5
知本里	33	12.1	豐榮里	0	0	寶桑里	130	31.5	鐵花里	127	44.9

表 1.3.12 9711~9809 台東市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之種類

2008 DEC			2009 FEB			JUN			SEP		
里名	AA	AE	里名	AA	AE	里名	AA	AE	里名	AA	AE
大同里	11	0	大同里	0	0	大同里	0	0	大同里	8	0
中華里	0	0	中山里	0	0	中山里	0	0	中山里	2	0
仁愛里	0	0	中華里	71	0	中心里	0	0	中華里	89	0
四維里	0	0	四維里	3	0	中正里	0	0	仁愛里	50	0
民生里	44	0	民權里	15	0	仁愛里	0	0	民生里	23	0
民權里	0	0	卑南里	0	0	文化里	8	0	民權里	0	0
光明里	0	0	岩灣里	9	0	四維里	0	0	永樂里	0	0
成功里	0	0	建和里	0	0	民生里	7	0	自強里	73	0
卑南里	7	0	建業里	0	0	民族里	18	0	南王里	13	0
知本里	4	0	建農里	0	0	民權里	13	0	南榮里	26	0
建農里	22	0	復國里	0	0	自強里	6	0	建農里	20	0
強國里	0	0	復興里	13	0	東海里	46	0	建興里	0	0
富豐里	1	0	新生里	21	0	知本里	38	0	強國里	5	2
復國里	0	0	新園里	12	0	建農里	20	0	復國里	0	0
復興里	0	0	新興里	0	0	強國里	7	0	復興里	95	0
新園里	0	0	豐田里	0	0	復國里	8	0	新園里	18	0
興國里	0	0	豐年里	0	0	復興里	0	0	豐年里	12	0
豐田里	1	3	豐里里	35	0	新生里	5	0	豐谷里	127	0
豐谷里	29	0	豐原里	0	0	新興里	109	0	豐源里	33	0
鐵花里	11	0	豐榮里	0	0	寶桑里	41	0	鐵花里	57	0

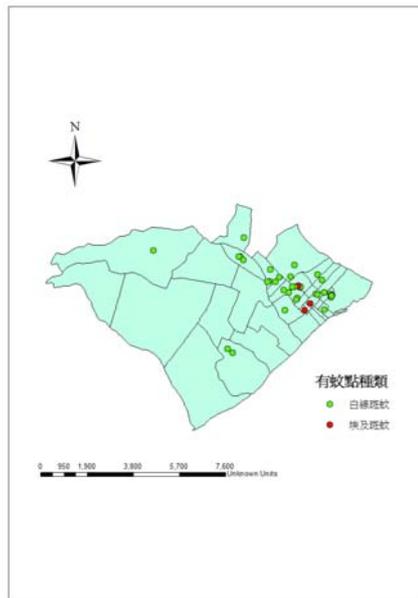


圖 1.3.3、2008 年 12 月~2009 年 9 月  
台東市埃及斑蚊與白線斑蚊分布。



圖 1.3.4、2009 年 6 月~10 月台南市  
埃及斑蚊與白線斑蚊分布。

#### (4) 台南市病媒蚊監測

表 1.3.13 為台南市中西區與北區自 98 年 7 月起進行以誘蚊產卵器監測登革熱病媒資料，誘蚊產卵器陽性率以 7 月中正里、8 月小西里、9 月文元里與 10 月銀同里的 60% 最高。而各里有斑蚊卵數皆低於 87 粒以下；除 8 月賢北里有 186 個。卵孵化率為 0~100% 不等。但在南部地區台南市有埃及斑蚊分布里明顯比鳳山市與屏東市的多，7~10 月各月份有埃及斑蚊里的發生比率分別為 77.8%、62.5%、60% 與 50%。

表 1.3.13 9807~09 台南市誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊之資料

里別	2009 JUL				AUG				SEP				OCT			
	陽性率(%)	總卵數	孵化率(%)	AA:AE	陽性率(%)	總卵數	孵化率(%)	AA:AE	陽性率(%)	總卵數	孵化率(%)	AA:AE	陽性率(%)	總卵數	孵化率(%)	AA:AE
五妃里	20	6	66.7	100:0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
進學里	40	23	90	0:100	0	0	0	0	0	0	0	0	20	9	88.9	0:100
小西里	0	0	0	0	60	44	63.6	71:29	40	49	59.2	96:4	0	0	0	0
中正里	60	34	61.8	52:48	20	3	0	00:00	40	4	75	0:100	0	0	0	0
銀同里	40	5	40	0:100	0	0	0	0	0	0	0	0	60	5	40	50:50
赤嵌里	40	21	61.9	92:8	40	18	5.6	0:100	0	0	0	0	0	0	0	0
五福里	20	11	63.6	100:0	40	37	78.4	100:0	0	0	0	0	40	6	50	0:100
安民里	20	8	50	0:100	20	44	75	100:0	0	0	0	0	40	14	92.9	31:69
和順里	20	4	25	100:0	20	1	0	0	0	0	0	0	40	39	0	0
興南里	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	50	0	20	12	58.3	29:71
文元里	0	0	0	0	40	29	24.1	100:0	60	18	94.4	82:18	40	10	20	0:100
賢北里	20	25	36	100:0	80	186	39.2	100:0	20	5	100	100:0	40	87	14.9	100:0

#### 屏東縣水災區病媒蚊監測

98 年 88 水災重創屏東縣後，從 9 月進行林邊、萬丹 與佳冬鄉地區登革熱病媒蚊監測，表 1.3.14 為 3 鄉 10 村的病媒蚊布氏指數與斑蚊種類，9 月份布氏指數 4 有 4 村，但全為白線斑蚊。而 10 月則只有 1 村有白線斑蚊孳生。

表 1.3.14 9809~10 屏東縣萬丹、林邊與佳冬水災地區 10 村登革熱病媒蚊稽查

2009 SEP				OTC			
鄉鎮市	村里	布氏指數	埃及：白線	鄉鎮市	村里	布氏指數	埃及：白線
佳冬鄉	佳冬村	0	0:0	佳冬鄉	佳冬村	0	0:0
佳冬鄉	六根村	4	0:100	佳冬鄉	塭豐村	0	0:0
佳冬鄉	賴家村	4	0:100	佳冬鄉	羌園村	0	0:0
林邊鄉	林邊村	0	0:0	林邊鄉	林邊村	0	0:0
林邊鄉	仁和村	0	0:0	林邊鄉	仁和村	0	0:0
林邊鄉	光林村	0	0:0	林邊鄉	光林村	0	0:0
林邊鄉	中林村	0	0:0	林邊鄉	中林村	0	0:0
萬丹鄉	灣內村	0	0:0	萬丹鄉	灣內村	0	0:0
萬丹鄉	香社村	4	0:100	萬丹鄉	香社村	0	0:0
萬丹鄉	後村村	4	0:100	萬丹鄉	後村村	2	0:100

同時以誘蚊產卵器監測水災災區病媒蚊發生，監測資料於表 1.3.15 中，9 月 10 村誘蚊產卵器陽性率為 90%；總產卵數為 6~155 個；成蟲羽化率分別有 66.7~100%。10 月誘蚊產卵器陽性率增加為 100%；總產卵數為 3~290 個；成蟲羽化率分別有 0~100%。而蚊種類為白線斑蚊。

表 1.3.15 9809~10 屏東縣萬丹、林邊與佳冬水災地區 10 村以誘蚊產卵器誘集登革熱病媒蚊種類

2009 SEP					OTC				
里名	總產卵數	AA	AE	羽化率(%)	里名	總產卵數	AA	AE	羽化率(%)
中林村	17	17	0	100.0	中林村	127	75	0	59.1
仁和村	73	60	0	82.2	仁和村	51	42	0	82.4
六根村	100	74	0	74.0	光林村	4	0	0	0.0
光林村	6	4	0	66.7	佳冬村	290	128	0	44.1
佳冬村	135	107	0	79.3	林邊村	161	138	0	85.7
林邊村	37	29	0	78.4	羌園村	96	67	0	69.8
後村村	155	118	0	76.1	後村村	238	167	0	70.2
香社村	0	0	0	0	香社村	3	3	0	100.0
賴家村	32	23	0	71.9	塭豐村	87	35	0	40.2
灣內村	13	13	0	100.0	灣內村	14	12	0	85.7

## (二)、病媒蚊抗藥性監測

### 1、台南與高雄地區病媒蚊抗藥性監測成果(台灣大學 徐爾烈老師)

2009 年檢測高雄市及台南市主要登革熱流行區域之埃及斑蚊成蚊對殺蟲劑之感藥性，以 WHO 製作的成蟲抗藥性套組測試採集所得埃及斑蚊抗藥性。今年(2009 年)各品系埃及斑蚊對 0.10%安丹藥膜的  $KT_{50}$ ，皆高於 Bora Bora 品系(54.32 分鐘)，而高雄市鹽埕區的 24 小時死亡率為 80.00%，高雄市楠梓區、三民區的 24 小時死亡率為 90.00%，其餘各地區品系皆高於 90.00%(表 2.1.1)。0.1%免敵克對各品系埃及斑蚊的 24 小時死亡率除高雄市三民區為 90.00%，其餘各地區品系皆高於 90.00%(表 2.1.2)。1%撲滅松藥膜對各品系埃及斑蚊的 24 小時死亡率除高雄市鹽埕區及旗津區為 97.50%外，其餘各品系皆為 100.00% (表 2.1.3)。5.0%馬拉松對各品系埃及斑蚊的 24 小時死亡率除高雄市旗津區為 92.50%，其餘各地區品系皆為 100.00%(表 2.1.4)。0.15%賽飛寧藥膜，對於兩種埃及斑蚊室內品系的 24 小時死亡率為 100%，除高雄市新興區品系埃及斑蚊的 24 小時死亡率為 70.00%，其於各地區埃及斑蚊的 24 小時死亡率皆高於 80.00% (表 2.1.5)。各地區品系埃及斑蚊對 0.05%第滅寧藥膜的 24 小時死亡率皆達到 80% (表 2.1.6)。0.50%依芬寧藥膜對野外品系埃及斑蚊的  $KT_{50}$  皆大於 120 分鐘，野外品系的 24 小時死亡率皆低於 10.00%，其中高雄市前鎮區、高雄市左營區、高雄市楠梓區、高雄市新興區及高雄市三民區等品系的 24 小時死亡率為 0.00%，具抗藥性(表 2.1.7)。所測試的高雄市前鎮區(15.00%)、高雄市左營區(26.566%)、高雄市鹽埕區(10.00%)、高雄市楠梓區(2.50%)、高雄市旗津區(10.00%)、高雄市新興區(15.00%)及高雄市三民區(12.50%)等品系埃及斑蚊對 0.75%百滅寧藥膜的 24 小時死亡率皆低於 30.00%，具抗藥性 (表 2.1.8)。所測試的野外品系埃及斑蚊對 0.05%賽洛寧藥膜的 24 小時死亡率除高雄市新興區(77.50%)、楠梓區(70.00%)、新興區(67.50%)

及三民區(72.50%)外，其餘皆高於 80.00%。(表 2.1.9)。4.0%滴滴涕對所測試各地區品系埃及斑蚊的 24 小時死亡率皆低於 20.00%，具抗藥性(表 2.1.10)。

表 2.1.1 2008 年和 2009 年 0.10%安丹藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蚊的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

品系	2008年		2009年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	70.18	100.00±0.00	69.81	100.00±0.00
Bora Bora	56.71	100.00±0.00	54.32	100.00±0.00
高雄市前鎮區	79.54	100.00±0.00	>120	100.00±0.00
高雄市左營區	88.17	100.00±0.00	107.82	95.00±15.00
高雄市小港區	102.50	98.33±2.88		
高雄市苓雅區	77.87	100.00±0.00		
高雄市前金區	>120	71.66±2.88		
高雄市鹽埕區	67.93	100.00±0.00	89.18	80.00±21.21
高雄市楠梓區	111.54	86.66±15.27	>120	90.00±7.07
高雄市鼓山區	112.39	97.50±3.53		
高雄市旗津區	81.94	100.00±0.00	115.15	100.00±0.00
高雄市新興區			96.11	97.61±3.37
高雄市三民區			95.21	90.00±14.14
高雄縣鳳山市	68.55	100.00±0.00		
台南市北區	94.58	98.66±2.30	-	-
台南市中西區	75.00	100.00±0.00		
台南市南區	109.45	93.33±7.63		
台南市東區	88.48	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	70.42	100.00±0.00		

表 2.1.2 2008 年 2009 年 0.1% 吡叻克藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蚊的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

品系	2008 年		2009 年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	59.82	100.00±0.00	60.32	100.00±0.00
Bora Bora	57.84	100.00±0.00	59.74	100.00±0.00
高雄市前鎮區	66.11	96.25±4.78	96.02	100.00±0.00
高雄市左營區	66.06	100.00±0.00	99.88	96.66±2.88
高雄市小港區	80.70	98.14±3.21	-	-
高雄市苓雅區	76.62	100.00±0.00	-	-
高雄市前金區	69.10	96.66±5.77	-	-
高雄市鹽埕區	56.29	98.33±2.88	75.60	92.50±10.60
高雄市楠梓區	106.95	76.66±22.54	103.35	95.00±0.00
高雄市鼓山區	86.70	95.00±0.00	-	-
高雄市旗津區	64.53	91.66±7.63	96.27	97.50±3.53
高雄市新興區			86.61	100.00±0.00
高雄市三民區			97.21	90.00±0.00
高雄縣鳳山市	70.29	97.50±5.00	-	-
台南市北區	74.39	96.66±2.88		
台南市中西區	52.62	100.00±0.00	-	-
台南市南區	119.47	71.66±20.80	-	-
台南市東區	69.62	98.75±2.50	-	-
台南縣關廟鄉	65.95	100.00±0.00	-	-

表 2.1.3 2008 年和 2009 年 1%撲滅松藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蚊的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

品系	2008年		2009年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	85.43	100.00±0.00	84.32	100.00±0.00
Bora Bora	75.28	100.00±0.00	70.42	100.00±0.00
高雄市前鎮區	88.41	98.75±2.50	105.81	100.00±0.00
高雄市左營區	100.60	100.00±0.00	112.37	100.00±0.00
高雄市小港區	93.81	100.00±0.00		
高雄市苓雅區	105.86	100.00±0.00		
高雄市前金區	>120	100.00±0.00		
高雄市鹽埕區	89.02	100.00±0.00	97.63	97.50±3.53
高雄市楠梓區	116.60	100.00±0.00	111.47	100.00±0.00
高雄市鼓山區	103.14	100.00±0.00		
高雄市旗津區	116.26	100.00±0.00	107.77	97.50±3.53
高雄市新興區			106.57	100.00±0.00
高雄市三民區			113.86	100.00±0.00
高雄縣鳳山市	87.87	100.00±0.00		
台南市北區	92.80	100.00±0.00		
台南市中西區	>120	100.00±0.00		
台南市南區	>120	100.00±0.00		
台南市東區	106.89	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	81.61	100.00±0.00		

表 2.1.4 2008 年和 2009 年 5%馬拉松藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蚊的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

品系	2008年		2009年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	32.59	100.00±0.00	30.24	100.00±0.00
Bora Bora	31.99	100.00±0.00	30.00	100.00±0.00
高雄市前鎮區	36.06	100.00±0.00	48.24	100.00±0.00
高雄市左營區	40.40	100.00±0.00	54.68	100.00±0.00
高雄市小港區	39.96	100.00±0.00		
高雄市苓雅區	39.94	100.00±0.00		
高雄市前金區	39.68	100.00±0.00		
高雄市鹽埕區	36.52	100.00±0.00	63.05	100.00±0.00
高雄市楠梓區	50.34	100.00±0.00	91.89	100.00±0.00
高雄市鼓山區	42.48	95.00±0.00		
高雄市旗津區	42.18	100.00±0.00	52.67	92.50±3.53
高雄市新興區			57.28	100.00±0.00
高雄市三民區			68.81	100.00±0.00
高雄縣鳳山市	34.87	100.00±0.00		
台南市北區	40.84	100.00±0.00		
台南市中西區	28.85	100.00±0.00		
台南市南區	74.49	100.00±0.00		
台南市東區	42.08	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	38.89	100.00±0.00		

表 2.1.5 2008 年和 2009 年 0.15%賽飛寧藥膜測試不同品系埃及斑蚊成蚊的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

品系	2008年		2009年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	26.35	100.00±0.00	26.34	100.00±0.00
Bora Bora	15.02	100.00±0.00	14.82	100.00±0.00
高雄市前鎮區	46.88	97.50±2.88	51.71	92.50±3.53
高雄市左營區	28.15	100.00±0.00	38.86	89.82±0.30
高雄市小港區	37.74	97.85±2.42		
高雄市苓雅區	32.91	100.00±0.00		
高雄市前金區	58.17	90.00±5.00		
高雄市鹽埕區	25.81	98.33±2.88	39.05	90.00±7.07
高雄市楠梓區	38.68	93.33±2.88	38.02	89.72±6.67
高雄市鼓山區	39.13	92.50±3.53		
高雄市旗津區	49.20	93.33±2.88	46.94	92.50±10.60
高雄市新興區			74.73	70.00±0.00
高雄市三民區			89.59	82.36±17.48
高雄縣鳳山市	24.04	90.00±10.80		
台南市北區	16.16	91.66±10.40		
台南市中西區	43.03	100.00±0.00		
台南市南區	39.73	100.00±0.00		
台南市東區	28.15	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	18.28	100.00±0.00		

表 2.1.6 2008 年和 2009 年 0.05% 第滅寧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

品系	2008 年		2009 年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	23.54	100.00±0.00	24.52	100.00±0.00
Bora Bora	13.07	100.00±0.00	11.37	100.00±0.00
高雄市前鎮區	50.35	93.75±7.50	77.92	90.47±6.73
高雄市左營區	33.46	100.00±0.00	51.44	98.24±3.04
高雄市小港區	44.35	95.00±8.66		
高雄市苓雅區	54.77	100.00±0.00		
高雄市前金區	85.65	78.33±5.77		
高雄市鹽埕區	40.94	100.00±0.00	66.14	85.00±7.07
高雄市楠梓區	55.52	90.00±8.66	49.37	100.00±0.00
高雄市鼓山區	48.17	92.50±3.53		
高雄市旗津區	63.10	93.33±2.88	61.19	90.00±0.00
高雄市新興區			70.35	80.00±14.14
高雄市三民區			86.20	82.50±24.74
高雄縣鳳山市	40.89	96.25±4.78		
台南市北區	22.53	90.15±10.00		
台南市中西區	32.16	100.00±0.00		
台南市南區	50.96	100.00±0.00		
台南市東區	36.06	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	21.84	100.00±0.00		

表 2.1.7 2008 年和 2009 年 0.50% 依芬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

品系	2008 年		2009 年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	47.36	100.00±0.00	49.74	100.00±0.00
Bora Bora	38.89	100.00±0.00	35.42	100.00±0.00
高雄市前鎮區	>120	3.57±2.50	>120	0.00±0.00
高雄市左營區	>120	5.00±7.07	>120	0.00±0.00
高雄市小港區	>120	7.22±2.54		
高雄市苓雅區	>120	0.00±0.00		
高雄市前金區	>120	0.00±0.00		
高雄市鹽埕區	>120	0.00±0.00	>120	5.00±0.00
高雄市楠梓區	>120	16.66±11.54	>120	0.00±0.00
高雄市鼓山區	>120	2.50±3.53		
高雄市旗津區	>120	0.00±0.00	>120	2.50±3.53
高雄市新興區			>120	0.00±0.00
高雄市三民區			>120	0.00±0.00
高雄縣鳳山市	>120	5.00±7.07		
台南市北區	>120	48.33±14.43		
台南市西區	>120	21.66±2.88		
台南市南區	>120	1.66±2.88		
台南市東區	>120	5.00±7.11		
台南縣關廟鄉	>120	41.66±10.40		

表 2.1.8 2008 年和 2009 年 0.75% 百滅寧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

品系	2008 年		2009 年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	16.45	100.00±0.00	16.04	100.00±0.00
Boar Bora	12.84	100.00±0.00	12.74	100.00±0.00
高雄市前鎮區	113.75	23.75±19.31	>120	15.00±14.14
高雄市左營區	>120	47.50±3.53	>120	26.66±14.43
高雄市小港區	>120	37.77±13.47		
高雄市苓雅區	>120	12.50±3.53		
高雄市前金區	>120	6.66±2.88		
高雄市鹽埕區	>120	38.33±31.75	>120	10.00±7.07
高雄市楠梓區	>120	16.66±11.54	>120	2.50±3.53
高雄市鼓山區	>120	30.00±0.00		
高雄市旗津區	>120	23.33±7.63	>120	10.00±7.07
高雄市新興區			>120	15.00±0.00
高雄市三民區			>120	12.50±17.67
高雄縣鳳山區	105.09	50.00±19.57		
台南市北區	29.28	86.66±10.40		
台南市中西區	51.88	98.33±2.88		
台南市南區	79.83	60.00±18.02		
台南市東區	113.75	46.25±29.82		
台南縣關廟鄉	18.09	90.00±8.66		

表 2.1.9 2008 年和 2009 年 0.05% 賽洛寧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

品系	2008 年		2009 年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	35.42	100.00±0.00	27.62	100.00±0.00
Bora Bora	19.89	100.00±0.00	20.48	100.00±0.00
高雄市前鎮區	53.58	98.75±2.50	116.51	77.50±3.53
高雄市左營區	50.80	100.00±0.00	68.77	96.66±2.88
高雄市小港區	57.91	95.15±4.76		
高雄市苓雅區	65.14	100.00±0.00		
高雄市前金區	108.14	81.66±14.43		
高雄市鹽埕區	47.79	100.00±0.00	82.21	85.00±14.14
高雄市楠梓區	78.18	81.66±5.77	83.69	70.00±14.14
高雄市鼓山區	74.15	87.50±3.53		
高雄市旗津區	94.02	83.33±12.58	100.95	82.50±3.53
高雄市新興區			>120	67.50±10.60
高雄市三民區			112.22	72.50±3.53
高雄縣鳳山市	68.12	91.25±4.78		
台南市北區	27.82	90.00±8.66		
台南市中西區	46.17	100.00±0.00		
台南市南區	56.62	100.00±0.00		
台南市東區	50.48	100.00±0.00		
台南縣關廟鄉	23.74	100.00±0.00		

表 2.1.10 2008 年和 2009 年 4.0%滴滴涕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

品系	2007年		2008年	
	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24小時死亡率 (Mean±SD) (%)
NS	96.73	100.00±0.00	97.36	100.00±0.00
Boar Bora	81.34	100.00±0.00	80.69	100.00±0.00
高雄市前鎮區	>120	3.75±2.50	>120	12.50±17.67
高雄市左營區	>120	5.00±7.07	>120	3.33±2.88
高雄市小港區	>120	18.33±10.40		
高雄市苓雅區	>120	5.00±7.07		
高雄市前金區	>120	10.00±10.00		
高雄市鹽埕區	>120	35.00±13.22	>120	7.50±10.60
高雄市楠梓區	>120	3.33±2.88	>120	7.53±3.53
高雄市鼓山區	>120	27.50±10.60		
高雄市旗津區	>120	8.33±10.40	>120	2.50±3.53
高雄市新興區			>120	5.00±17.07
高雄市三民區			>120	15.00±21.21
高雄縣鳳山區	>120	33.75±23.22		
台南市北區	106.05	73.33±7.63		
台南市中西區	111.65	88.33±10.40		
台南市南區	>120	25.00±18.02		
台南市東區	>120	26.75±18.13		
台南縣關廟鄉	93.25	93.66±2.30		

## 2、98年鳳山市、屏東市、台東市與台南市中區及北區登革熱病媒蚊抗藥性監測成果（大仁科技大學 吳懷慧老師）

98 年計畫檢測南部主要登革熱流行區域之埃及斑蚊與白線斑蚊成蚊對殺蟲劑藥效，用 WHO 開發的成蟲抗藥性套組測試鳳山市、屏東市與台東市登革熱病媒斑蚊抗藥性，每季檢測 1 次，一年檢測 4 次；延續 97 年 9~12 計畫進行鳳山市、屏東市與台東市登革熱病媒斑蚊抗藥性測

試，2008年第四季(6~12月)與2009年第一至三季(1~9月)間測試結果如下所示。

因防治室外登革熱病媒蚊也使用安丹，而此藥劑為非除蟲菊類藥劑其無擊昏效果，所以半數擊昏時間多超過120分。表2.3.1為以安丹0.10%固定濃度藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間與處理24小時後死亡率資料，以安丹0.10%藥膜測試6~12月於高雄市左營區、高雄縣鳳山、屏東市與台東市所採集埃及斑蚊，於接觸藥劑24小時死亡率低於19%以下；但2009年1~9月時檢測結果，24小時後死亡率回升，鳳山市中、北區與屏東中區埃及斑蚊之死亡率提高為35~100%，且半數擊昏時間為33.1~119.2分；其中鳳山市北區1~3月時埃及斑蚊之死亡率為100%(表2.2.1)，至4~6月又下降至35%，顯示環境用藥所造成。

2009年6月以台南市中西區與北區為防治示範區，進行監測所得的埃及斑蚊也進行檢測，第3季結果顯示半數擊昏分別為58.4與78.72分；各有89與75%死亡率(表2.2.1)。

表2.2.2以安丹0.10%藥膜測試高雄市左營區、鳳山市中、北區、屏東市中、北區、東港、萬丹、琉球與台東市白線斑蚊藥效結果，也有相同趨勢，2008年6~12月各區白線斑蚊接觸藥劑24小時後死亡率於2~80%；而2009年1~9月測試結果死亡率增高為93~100%(表2.2.2)；台南市北區的白線斑蚊也有100%死亡率。由以上檢測數據顯示，0.10%安丹在所測試地區於不同季節，殺蟲效果有差別。

有機磷劑1.0%撲滅松藥膜對監測區域中斑蚊殺蟲效果於表2.2.3中，2008年6~9月測試對埃及斑蚊之死亡率為85~100%，但第4季(10~12月)測試結果下降，死亡率降低為59~94%；但至2009年第1~3季(1~9月)在所測試埃及斑蚊的死亡率又全回升為100%死亡率(表2.2.3)，顯示撲滅松對埃及斑蚊殺蟲效果仍可使用。

監測區的白線斑蚊對 1.0 %撲滅松藥效結果與表 2.2.3 中結果累同，表 2.2.4 中，2008 年 6~12 月所測試檢測的白線斑蚊經藥劑處理 24 小時後死亡率為 0~80%；而至 2009 年 1~9 月多數地區的死亡率又上升為 100%；除鳳山市中區、屏東中區、北區、萬丹與台南市中西區的白線斑蚊經藥劑處理 24 小時後死亡率為 55~90%外。由上述結果可知，雖然蚊蟲本身的生理因素影響。但室外防治鳳山市中區、屏東中區、北區、萬丹與台南市中西區的白線斑蚊應慎重使用。

表 2.2.5 為 0.5 %依芬寧藥膜測試三區的埃及斑蚊，2008 年 7 月至 2009 年 9 月各監測區於處理 24 小時後死亡率 0~13%。此藥劑已無法用於區防治埃及斑蚊。0.5 %依芬寧藥膜測試對白線斑蚊成蟲資料於表 2.2.6 中，除 2009 年第 3 季(7~9 月)屏東萬丹的死亡率為 89%最低外，於各處理地區之致死率為 91~100%。因此依芬寧藥劑尚可用戶外防治白線斑蚊。

同樣的，用 0.75 % 藥膜百滅寧測試 2008 年 7 月與 2009 年 9 月三區不同品系埃及斑蚊之 24 小時後死亡率列於表 2.2.7 中，各區死亡率為 0~30%，顯示自 2002 年以後，南部登革熱流行區仍無法用百滅寧防治埃及斑蚊成蟲。但對三區的白線斑蚊有高達到 100%殺蟲效果(表 2.2.8)。雖然室內使用百滅寧對埃及斑蚊效果差，但對戶外的白線斑蚊殺蟲效果良好。

2008 年 7 月~2009 年 9 月用 0.05 %賽洛寧藥膜測試三區的埃及斑蚊成蟲的殺蟲效果列於表 2.2.9，對埃及斑蚊 24 小時後死亡率除 2009 年 1-3 月在鳳山市中區的死亡率為 93%，但第 2 季(4~6 月)的死亡率則降低為 42%；所測試其他區則為 3~88%。而台南市中西區與北區藥劑處理死亡率各為 91 與 48%。表 2.2.10 為對白線斑蚊測試的結果，三區藥劑殺蟲效果良好，死亡率高達 100%；賽洛寧藥劑對白線斑蚊防治效果良好，但對埃及斑蚊已無防治效果。

表 2.2.11 中為各監測地區的埃及斑蚊測試結果，以賽飛寧 0.15 % 藥膜處理後 24 小時其死亡率低於 90% 以下；除 2009 第 3 季之屏東中區與台南中西區的死亡率為 91~92%。而對白線斑蚊的測試各區處理 24 小時後死亡率多為 100%；除 2009 年 7~12 月間萬丹與台南北區的死亡率為 85~87% 最低(表 2.2.12)。由以上數據顯示，賽滅寧仍可用來防治三區的白線斑蚊。

2007~2009 年於南部地區多用第滅寧防治登革熱病媒蚊後，以第滅寧 0.05 % 藥膜檢測三區及斑蚊的藥效，各監測區間的埃及斑蚊於不同季節對此藥劑的感受性變異大(表 2.2.13)，藥效結果差，各區的死亡率多低 90% 以下。另 2009 年 7~9 月台南中西區的死亡率高達 94%，但只檢測 1 次，所以此區列入觀察中，由上述結果顯示田間戶外品系對第滅寧藥劑防治效果不穩定，已產生抗性，仍不推薦使用，依地區而定慎重使用。表 2.2.14 中為檢測白線斑蚊藥效結果，各區之死亡率多為 100%，2009 年第 3 季屏東萬丹與台南北區的死亡率分別為 96 與 91 %。因此知，第滅寧仍有效用於防治白線斑蚊。

綜合上述資料，依照 2008 年 7 月至 2009 年 9 月屏東、鳳山與台東地區登革熱病媒蚊檢測結果建議列於表 2.2.15 中，利用 WHO 開發的成蟲抗藥性套組測試 0.1% 安丹、1% 撲滅松、0.75% 百滅寧、0.05% 第滅寧、0.05% 賽洛寧、0.15% 賽滅寧、0.5% 依芬寧，對高雄市左營區、鳳山市、屏東縣與台東市之埃及斑蚊與白線斑蚊的藥效結果，除撲滅松外，其他藥劑對各區之埃及斑蚊皆無法防治。而室外白線斑蚊則可使用安丹、百滅寧、第滅寧、賽洛寧、賽滅寧與依芬寧等藥劑防治。

表 2.2.1 2008~2009 年安丹 0.10%藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	85.8	100±0.0	57.3	99±3.2	33.1	100±0.0	39.5	100±0.0	43.6	100±0.0
屏東中區	>120	2±4.0	>120	1±2.0	81.4	64±4.6	79.7	54±15.5	63.3	72±11.8
屏東北區	>120	9±2.0							104.1	45±3.8
東港	>120	18±11.5	>120	0±0.0	95.3	55±3.8	60.9	65±7.6	101.8	83±6.8
鳳山中區	>120	19±10.0	>120	7±3.8	53.8	100±0.0	119.2	35±6.0		
鳳山北區	>120	7±5.0	>120	3±3.8	102.1	67±3.8	114.4	43±18.0		
左營	>120	4±3.3	>120	6±6.9						
台東	>120	11±6.8								
台南中西區									58.4	89±3.8
台南北區									78.7	75±3.8

表 2.2.2 2008~2009 年安丹 0.10%藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
林口 AA	72.6	100±0.0	69.8	100±0.0	24.7	100±0.0	27.2	100±0.0	27.7	100±0.0
屏東中區	>120	50±14.8	>120	2±2.2	34.2	100±0.0	39.5	93±2.0	46.7	91±8.9
屏東北區	>120	18±5.2	>120	25±6.0	49.6	93±8.9	36.7	99±2.0	59.4	99±2.0
東港	>120	29±6.8	>120	19±8.9	39.8	99±2.0	36.0	100±0.0	42.2	100±0.0
鳳山中區	>120	50±12.4	>120	40±21.4	36.41	100±0.0	64.5	76±8.0	50.5	97±3.8
鳳山北區	107.8	80±3.3	>120	7±3.8	41.2	100±0.0	58.0	96±3.3	63.8	90±7.8
左營	108.2	73±18.0	>120	17±6.8						
台東	110	55±13.2	>120	18±2.2	37.7	100±0.0	38.7	90±7.7	46.1	98±2.2
萬丹	>120	8±3.3	>120	2±4.0	47.3	100±0.0	58.2	95±2.0	49.6	100±0.0
琉球	114.1	54±9.5	80.8	97±3.8	27.6	100±0.0	34.0	100±0.0		
台南中西區										
台南北區									36.7	100±0.0

表 2.2.3 2008~2009 年撲滅松 1.0 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	>120	100±0.0	>120	96±7.6	87.3	100±0.0	>120	100±0.0	>120	100±0.0
屏東中區	>120	87±5.0	>120	80±9.8	91.1	100±0.0	70.6	100±0.0	85.5	100±0.0
屏東北區	>120	100±0.0							87.5	100±0.0
東港	>120	85±6.8	>120	48±20.4	96	100±0.0	108.4	100±0.0	106.3	100±0.0
鳳山中區	>120	100±0.0	>120	94±6.9	77.5	100±0.0	101.2	100±0.0		
鳳山北區	>120	94±6.9	>120	50±10.6	76.8	100±0.0	95.7	100±0.0		
左營	>120	100±0.0	>120	74±8.3						
台東	>120	99±2.0								
台南中西區									80.5	100±0.0
台南北區									83.3	100±0.0

表 2.2.4 2008~2009 年撲滅松 1.0 % 藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
林口 AA	>120	100±0.0	>120	92±7.3	>120	100±0.0	>120	100±0.0	>120	100±0.0
屏東中區	>120	2±2.2	>120	0±0.0	>120	95±3.8	>120	79±5.0	>120	62±14.8
屏東北區	>120	3±3.8	>120	8±4.6	>120	55±20.0	>120	100±0.0	>120	80±15.7
琉球	>120	41±17.7	>120	76±19.9	>120	100±0.0	>120	100±0.0		
東港	>120	11±6.0	>120	7±6.8	>120	91±3.8	>120	100±0.0	>120	100±0.0
鳳山中區	>120	29±10.5	>120	26±13.3	>120	100±0.0	>120	86±9.5	>120	100±0.0
鳳山北區	>120	80±13.5	>120	11±2.0	>120	100±0.0	>120	99±2.0	>120	100±0.0
左營	>120	59±14.4	>120	0±0.0						
台東	>120	60±24.2	>120	33±11.0	>120	100±0.0	>120	100±0.0	>120	100±0.0
萬丹	>120	3±3.8	>120	0±0.0	>120	80±11.8				
台南中西區										
台南北區									>120	98±4.0

表 2.2.5 2008~2009 年依芬寧 0.5 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	19	100±0.0	28.7	100±0.0	24.1	100±0.0	34.1	98±2.0	34.9	100±0.0
屏東中區	>120	1±2.0	>120	0±0.0	>120	1±2.0	>120	2±2.2	>120	3±3.8
屏東北區	>120	6±2.2							>120	12±4.6
東港	>120	13±8.9	>120	1±2.0	>120	5±6.0	>120	1±2.0	>120	4±3.3
鳳山中區	>120	1±2.0	>120	1±2.0	>120	2±2.2	>120	13±3.8		
鳳山北區	>120	3±6.0	>120	1±2.0	>120	0±0.0	>120	1±2.0		
左營	>120	7±6.0	>120	1±2.0						
台東	>120	2±2.2								
台南中西區									>120	4±3.3
台南北區									>120	5±5.0

表 2.2.6 2008~2009 年依芬寧 0.5 % 藥膜測試白線斑埃成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
林口 AA	22	100±0.0	29	100±0.0	24	100±0.0	26.6	100±0.0	22.2	100±0.0
屏東中區	31	96±3.3	27.3	100±0.0	26.1	100±0.0	30.7	99±2.0	23.0	100±0.0
屏東北區	37.8	18±5.2	23	100±0.0	51.3	91±8.9	32.2	100±0.0	23.3	100±0.0
東港	21.1	100±0.0	31.4	100±0.0	18.1	99±2.0	29.6	100±0.0	21.6	100±0.0
鳳山中區	27.4	100±0.0	28.7	100±0.0	19.35	100±0.0	33.5	97±3.8	22.8	100±0.0
鳳山北區	29.3	100±0.0	21	100±0.0	16.2	100±0.0	28.2	100±0.0	25.3	100±0.0
左營	16.9	100±0.0	24.1	99±2.0						
台東	24.6	100±0.0	21.6	100±0.0	27.3	100±0.0	29.8	100±0.0	31.7	100±0.0
萬丹	24.9	100±0.0	37.3	99±2.0	22.9	100±0.0	40.9	94±5.2	34.8	89±11.0
琉球	21.4	100±0.0	21.4	100±0.0	24.1	100±0.0	23.0	100±0.0		
台南中西區										
台南北區									23.3	100±0.0

表 2.2.7 2008~2009 年百滅寧 0.75 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	9.8	100±0.0	10.7	100±0.0	9.8	100±0.0	12.9	100±0.0	10.9	100±0.0
屏東中區	>120	1±2.0	>120	14±11.5	>120	28±14.6	>120	1±2.0	>120	12±5.7
屏東北區	>120	14±12.4							>120	11±3.8
東港	>120	3±3.8	>120	21±3.8	>120	8±7.3	>120	1±2.0	>120	0±0.0
鳳山中區	>120	13±14.4	>120	3±3.8	>120	30±9.5	>120	19±3.8		
鳳山北區	>120	6±5.2	>120	1±2.0	>120	3±2.0	>120	1±2.0		
左營	>120	11±3.8	>120	17±5.0						
台東	>120	2±4.0								
台南中西區									>120	14±7.7
台南北區									>120	9±3.8

表 2.2.8 2008~2009 年百滅寧 0.75 % 藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50	24 小時死亡率								
	(min)	(Mean±SD)								
林口 AA	20.2	100±0.0	15.5	100±0.0	15.6	100±0.0	12.2	100±0.0	13.6	100±0.0
屏東中區	21	99±2.0	16.4	100±0.0	14.8	100±0.0	13.7	93±2.0	14.9	100±0.0
屏東北區	19.7	100±0.0	13.5	100±0.0	21.4	100±0.0	16.5	100±0.0	14.9	100±0.0
琉球	13.2	100±0.0	14.4	100±0.0	13.7	100±0.0	13.0	100±0.0		
鳳山中區	16	100±0.0	17	100±0.0	12.09	100±0.0	12.2	100±0.0	13.6	100±0.0
鳳山北區	16.6	100±0.0	12.9	100±0.0	11.8	100±0.0	13.7	93±2.0	14.9	100±0.0
左營	13	100±0.0	17.7	100±0.0			16.5	100±0.0	14.9	100±0.0
台東	14.2	100±0.0	14.3	100±0.0	19.3	100±0.0	13.0	100±0.0		
東港	13.2	100±0.0	14.9	100±0.0	12.9	100±0.0	13.0	100±0.0	12.1	100±0.0
萬丹	15.7	100±0.0	22.7	100±0.0	12.4	100±0.0	17.9	100±0.0	18.3	100±0.0
台南中西區										
台南北區									18.2	96±4.6

表 2.2.9 2008~2009 年賽洛寧 0.05 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	11.7	100±0.0	11.5	100±0.0	10.2	100±0.0	15.1	100±0.0	11.9	100±0.0
屏東中區	39.6	41±10.0	43.5	81±14.4	38.8	69±15.1	46.0	41±17.7	41.7	88±3.3
屏東北區	>120	85±10.5							66.7	55±6.8
東港	52.6	74±21.8	48	51±6.8	81.9	33±23.4	97.8	7±3.8	51.9	68±20.9
鳳山中區	36.7	75±8.9	72.2	67±19.7	27.3	93±6.8	106.4	42±18.6		
鳳山北區	46.4	84±9.8	>120	3±3.8	67.5	64±27.9	102.2	17±10.5		
左營	42.6	86±10.6	51.6	50±10.1						
台東	67.1	15±8.9								
台南中西區									45.1	91±6.8
台南北區									81.3	48±32.2

表 2.2.10 2008~2009 年賽洛寧 0.05 % 藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
林口 AA	20.7	100±0.0	16	100±0.0	13.8	100±0.0	11.4	100±0.0	16.8	100±0.0
屏東中區	15.8	97±6.0	18	100±0.0	14.4	100±0.0	13.1	96±0.0	17.5	100±0.0
屏東北區	18.4	100±0.0	13.6	100±0.0	22.2	100±0.0	14.2	100±0.0	14.8	100±0.0
琉球	12.4	100±0.0	10.1	100±0.0	16.9	100±0.0	13.1	100±0.0		
東港	14.8	100±0.0	15.8	100±0.0	13.8	100±0.0	11.0	100±0.0	12.2	100±0.0
鳳山中區	16.2	100±0.0	15.8	100±0.0	13.6	100±0.0	13.5	100±0.0	13.6	100±0.0
鳳山北區	14.6	100±0.0	15.8	100±0.0	12.9	100±0.0	13.5	100±0.0	14.6	100±0.0
左營	13	100±0.0	17	97±2.0						
台東	14.3	100±0.0	17.9	100±0.0	17.1	100±0.0	19.1	100±0.0	15.8	100±0.0
萬丹	15.4	100±0.0	21.8	100±0.0	13.5	100±0.0	16.1	100±0.0	17.9	84±9.8
台南中西區										
台南北區									18.9	99±2.0

表 2.2.11 2008~2009 年賽飛寧 0.15 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
Bora Bora	9.2	100±0.0	9.1	100±0.0	7.4	100±0.0	11.5	100±0.0	7.8	100±0.0
屏東中區	34.6	36±4.6	37.8	40±6.5	22.5	77±27.8	33.3	44±13.9	30.0	91±13.2
屏東北區	>120	62±10.6							61.1	69±26.8
東港	44.7	70±9.5	48.8	38±10.6	53.3	21±10.0	51.6	10±5.2	36.4	81±9.5
鳳山中區	24.6	65±2.0	48.7	71±12.4	20.9	86±7.7	58.5	44±5.7		
鳳山北區	34.9	82±13.7	71.1	4±5.7	60.5	61±13.2	82.9	22±9.5		
左營	35.7	70±14.8	40.9	34±15.1						
台東	43	2±2.2								
台南中西區									31.7	92±5.7
台南北區									28.3	84±12.6

表 2.2.12 2008~2009 年賽飛寧 0.15 % 藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50 (min)	24 小時死亡率 (Mean±SD)								
林口 AA	15.8	100±0.0	11.3	100±0.0	10.1	100±0.0	8.9	100±0.0	10.9	100±0.0
屏東中區	14.6	91±2.0	15.6	100±0.0	12.9	100±0.0	10.8	88±5.7	14.7	100±0.0
屏東北區	15.4	97±6.0	12.2	100±0.0	15.9	92±5.7	10.6	97±6.0	12.7	100±0.0
琉球	10.4	100±0.0	12.2	100±0.0	13.5	100±0.0	10.2	100±0.0		
東港	12.8	100±0.0	13.3	100±0.0	11.6	100±0.0	9.5	100±0.0	9.5	100±0.0
鳳山中區	13.7	100±0.0	12.7	92±9.8	12.8	100±0.0	11.8	88±5.7	10.5	100±0.0
鳳山北區	12.5	100±0.0	12.1	100±0.0	11.9	100±0.0	10.6	100±0.0	10.9	98±2.2
左營	9.7	100±0.0	14.1	88±4.6						
台東	11.8	100±0.0	13.3	100±0.0	10.5	100±0.0	14.4	100±0.0	12.4	100±0.0
萬丹	12	100±0.0	18.4	100±0.0	9.8	100±0.0	11.7	93±3.8	12.2	85±5.0
台南中西區										
台南北區									13.3	87±6.0

表 2.2.13 2008~2009 年第滅寧 0.05 % 藥膜測試埃及斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50	24 小時死亡率								
	(min)	(Mean±SD)								
Bora Bora	9.7	100±0.0	9.9	100±0.0	8	100±0.0	12.1	100±0.0	9.5	100±0.0
屏東中區	29	61±8.2	40.9	70±6.9	26.1	68±23.1	43.9	44±8.0	34.5	70±24.5
屏東北區	>120	88±8.6							52.1	46±18.0
東港	36.1	96±3.3	33.2	76±12.6	51.2	85±16.5	40.3	38±6.9	33.6	82±14.8
鳳山中區	24	69±14.0	38.1	78±18.6	22.2	91±3.8	54.6	67±8.2		
鳳山北區	31.4	92±5.7	91.2	6±6.9	57.8	65±8.2	79.1	45±11.9		
左營	28.3	96±4.6	38.4	48±12.6						
台東	38	8±3.3								
台南中西區									34.6	94±9.5
台南北區									30.8	77±14.4

表 2.2.14 2008~2009 年第滅寧 0.05 % 藥膜測試白線斑蚊成蟲的半數擊昏時間和 24 小時死亡率

蚊種品系	2008 Sep		2008 Dec		2009 Mar		2009 Jun		2009 Sep	
	KT50	24 小時死亡率								
	(min)	(Mean±SD)								
林口 AA	15.1	100±0.0	11.9	100±0.0	11.7	100±0.0	9.0	100±0.0	13.1	100±0.0
屏東中區	14.7	93±6.0	14.9	100±0.0	11.7	100±0.0	9.1	98±2.2	13.8	100±0.0
屏東北區	13.8	100±0.0	11.8	100±0.0	14.1	100±0.0	10.3	100±0.0	12.5	100±0.0
琉球	10.1	100±0.0	8.9	100±0.0	13	100±0.0	10.4	100±0.0		
東港	9	100±0.0	11.6	100±0.0	10.6	100±0.0	14.7	100±0.0	9.5	100±0.0
鳳山中區	13	100±0.0	13.1	95±10.0	13.1	100±0.0	11.1	99±2.0	13.7	100±0.0
鳳山北區	11.4	100±0.0	11.7	100±0.0	9.9	100±0.0	11.9	100±0.0	10.5	100±0.0
左營	9.8	100±0.0	15.5	98±4.0						
台東	12.1	100±0.0	12.7	100±0.0	11	100±0.0	15.5	100±0.0	11.2	100±0.0
萬丹	10.3	100±0.0	18.9	100±0.0	10.9	100±0.0	12.8	100±0.0	13.8	96±4.6
台南中西區										
台南北區									13.5	91±3.8

表 2.2.15 2008~2009 年屏東、鳳山與台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		鳳山 中區		鳳山 北區		左營		台東	
	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA	AE	AA
安丹 0.1%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	○	X	○
撲滅松 1%	○	∨	○	∨	○	○	—	X	—	∨	○	○	∨	○	X	∨	○	—
百滅寧 0.75%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	○	X	○
第滅寧 0.05%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	○	X	○
賽洛寧 0.05%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	○	X	○
賽滅寧 0.15%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	∨	X	○
依芬寧 0.5%	X	○	X	○	X	○	—	○	—	○	X	○	X	○	X	○	X	○

○：推薦使用；∨：慎重使用；X：不推薦使用；—：已無法建立測試族群。

AE：埃及斑蚊；AA：白線斑蚊

### 3、成蟲感藥性基線建立：（嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師）

本研究將殺蟲劑以系列濃度稀釋，噴灑於濾紙上，製備成不同濃度的藥膜，進行埃及斑蚊及白線斑蚊成蟲的藥效測定，建立各地區埃及斑蚊及白線斑蚊的感藥性基線。

將各品系埃及斑蚊成蟲對各供試藥劑藥效測定的半數致死濃度與對照品系比較，計算出抗性比值（RR），可以發現旗津品系對  $\lambda$ -Cyhalothrin 的抗性比值最高（RR=410），鼓山品系對 Cypermethrin 的抗性比值次之（RR=230），其餘品系對除蟲菊劑有高低不同的抗性比值，而對有機磷劑及胺基甲酸鹽劑的抗性比值多在 6 以下（圖 2.3.1）。

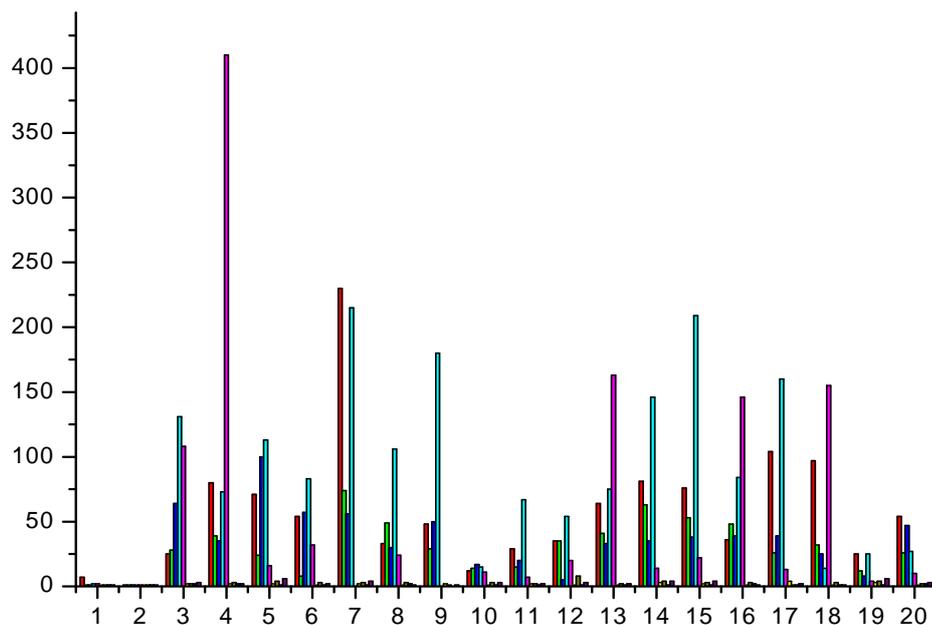


圖 2.3.1 各品系埃及斑蚊成蟲對各殺蟲劑測定之抗性比值。

各數字代號：1.Bora-Bora 品系，2.NS 品系，3.左營品系，4.旗津品系，5.苓雅品系，6.前鎮品系，7.鼓山品系，8.鹽埕品系，9.台南市東區 96 年品系，10.台南市南區 96 年品系，11.台南市中西區 96 年品系，12.台南市中西區 97 年品系，13.台南市南區 97 年品系，14.台南市北區 97 年品系，15.台南市安南區 97 年品系，16.台南市東區 97 年品系，17.台南市安平區 97 年品系，18.永康 97 年品系，19.關廟 97 年品系，20.仁德 97 年品系。供試藥劑依序為：cypermethrin、deltamethrin、permethrin、a-cypermethrin、lamadacyhalothrin、fenitrothion、pirimifosmethyl、chlorpyrifos、propoxur

利用 SPSS 軟體進行各品系埃及斑蚊成蟲對藥劑感受性之集群分析 (cluster analysis)，以階層集群分析法進行分析，其中以苓雅品系對所有測試的殺蟲劑整體表現出最強的抗藥性，其次為鼓山品系。其餘約可分成兩群，高雄地區各品系與台南地區 97 年品系可分成一群，抗藥性僅次於苓雅品系及鼓山品系，最後一群是台南地區 96 年品系。

將各品系白線斑蚊成蟲對各供試藥劑藥效測定的半數致死濃度與對照品系比較，計算出抗性比值 (RR)，可以發現以新化品系對 Cypermethrin 的抗性比值最高 (RR=15)。整體而言，以林口品系作為對照品系計算的 RR 值，各品系對各測試的藥劑大部分多屬於低度抗性，僅新化品系、歸仁 97 年品系及台南市東區 97 年品系屬於中度抗性 (圖 2.3.2)。

利用 SPSS 軟體進行各品系白線斑蚊成蟲對藥劑感受性集群分析 (cluster analysis)，以階層集群分析法進行分析，其中以新化品系對所測試的殺蟲劑表現出最強的抗藥性，其次台南市安南區 97 年品系及台南市東區 97 年品系為次一個集群，其餘個品系白線斑蚊為同一個群集，抗藥性最不顯著。比較值得注意的是白線斑蚊成蟲對有機磷劑的藥劑感受性，在各集群的差異性較大，在現行推薦於室外使用有機磷劑噴灑防治登革熱病媒蚊，應注意產生抗藥性的可能性。

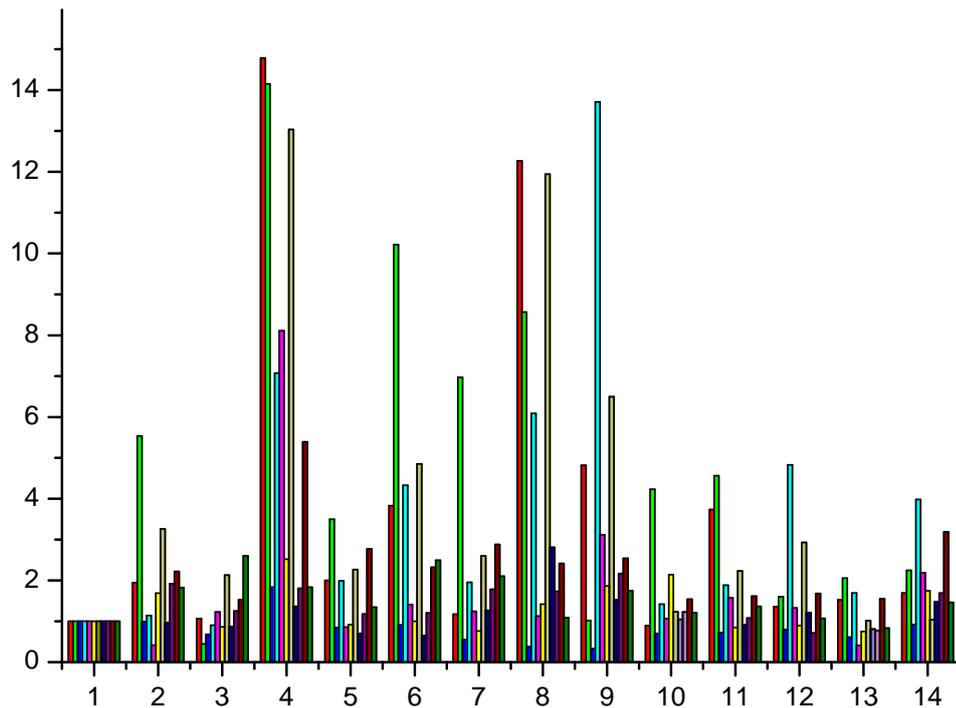


圖 2.3.2 各品系白線斑蚊成蟲對各殺蟲劑測定之抗性比值。

各數字代號：1.林口品系，台南市東區 96 年品系，3.左營品系，4.新化品系，5.永康 97 年品系，6.仁德 97 年品系，7.關廟 97 年品系，8.歸仁 97 年品系，9.台南市東區 97 年品系，10.台南市中西區 97 年品系，11.台南市南區 97 年品系，12.台南市北區 97 年品系 13.台南市安平區 97 年品系，14.台南市安南區 97 年品系。供試藥劑依序為：cypermethrin、deltamethrin、permethrin、a-cypermethrin、pyrethrin、etofenprox lamadacyhalothrin、fenitrothion、pirimifosmethyl、chlorpyrifos、propoxur

#### 4、幼蟲感藥性基線建立：（嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師）

參考世界衛生組織進行蚊幼蟲生物檢定的標準方法（WHO/VBC/81.807）進行幼蟲浸浴法藥效測定，建立各地區埃及斑蚊及白線斑蚊的感藥性基線。

將各品系埃及斑蚊幼蟲進行供試藥劑藥效測定的半數數致死濃度與對照品系比較，計算出抗性比值（RR），可以發現前鎮品系對 Fenvalerate 的抗性比值最高（RR=95），永康 97 年品系對 Permethrin 的抗性比值（RR=91）及台南市南區 97 年品系對 Cypermethrin 的抗性比值（RR=91）次之，其餘各品系對合

成除蟲菊劑存在高低不等的抗性比值，但是對有機磷劑均不具抗藥性，抗性比值皆在4以下（圖 2.4.1）。

利用SPSS軟體進行各品系埃及斑蚊幼蟲對藥劑感受性之集群分析（cluster analysis），以階層集群分析法進行分析，集群分析結果，幼蟲的差異性較成蟲大。各品系埃及斑蚊幼蟲以永康97年品系對所測試的殺蟲劑表現出最強的抗藥性，其次為台南市97年品系及前鎮品系。其餘可分為2個大集群，高雄地區品系與97年採集品系的抗藥性在上述兩個群集之後，96年採集品系對殺蟲劑的抗藥性較不明顯。

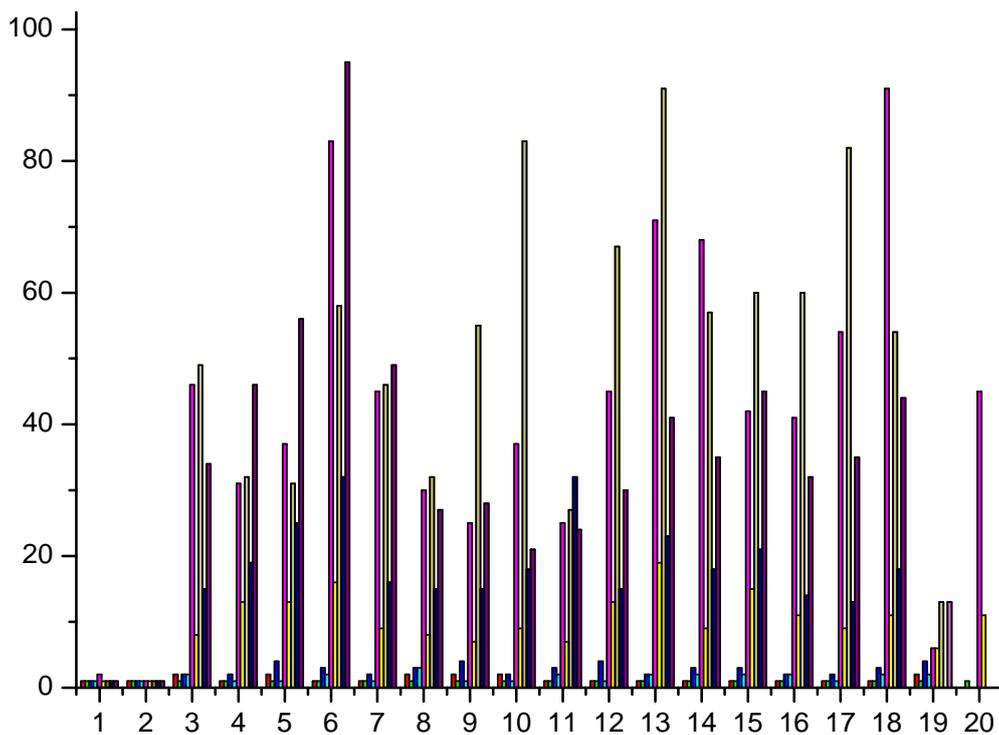


圖2.4.1 各品系埃及斑蚊幼蟲對各殺蟲劑測定之抗性比值。

各數字代號：1.Bora-Bora品系，2.NS品系，3.左營品系，4.旗津品系，5.苓雅品系，6.前鎮品系，7.鼓山品系，8.鹽埕品系，9.台南市東區96年品系，10.台南市南區96年品系，11.台南市中西區96年品系，12.台南市中西區97年品系，13.台南市南區97年品系，14.台南市北區97年品系，15.台南市安南區97年品系，16.台南市東區97年品系，17.台南市安平區97年品系，18.永康97年品系，19.關廟97年品系，20.仁德97年品系。供試藥劑依序為：temephos、chlorpyrifos、pirimifosmethyl、fenitrothion、permethrin、pyrethrin、cypermethrin、esbiothrin、fenvalerate

將各品系白線斑蚊幼蟲對各供試藥劑藥效測定的半數數致死濃度與林口品系比較，計算出抗性比值（RR），結果發現各品系白線斑蚊對測試之殺蟲劑均不具有抗藥性，抗性比值均小於4（圖2.4.2）。

利用SPSS軟體進行各品系白線斑蚊幼蟲對藥劑感受性之集群分析（cluster analysis），以階層集群分析法進行分析，集群分析結果，白線斑蚊幼蟲對殺蟲劑的感受性可分成3個群集，各品系間對藥劑感受性的差異大，整體而言，左營品系進行各測試藥劑的LC<sub>50</sub>值普遍較高，其次為關廟97年品系及台南市安南區97年品系，其餘台南縣97年品系及台南市96年品系次之。

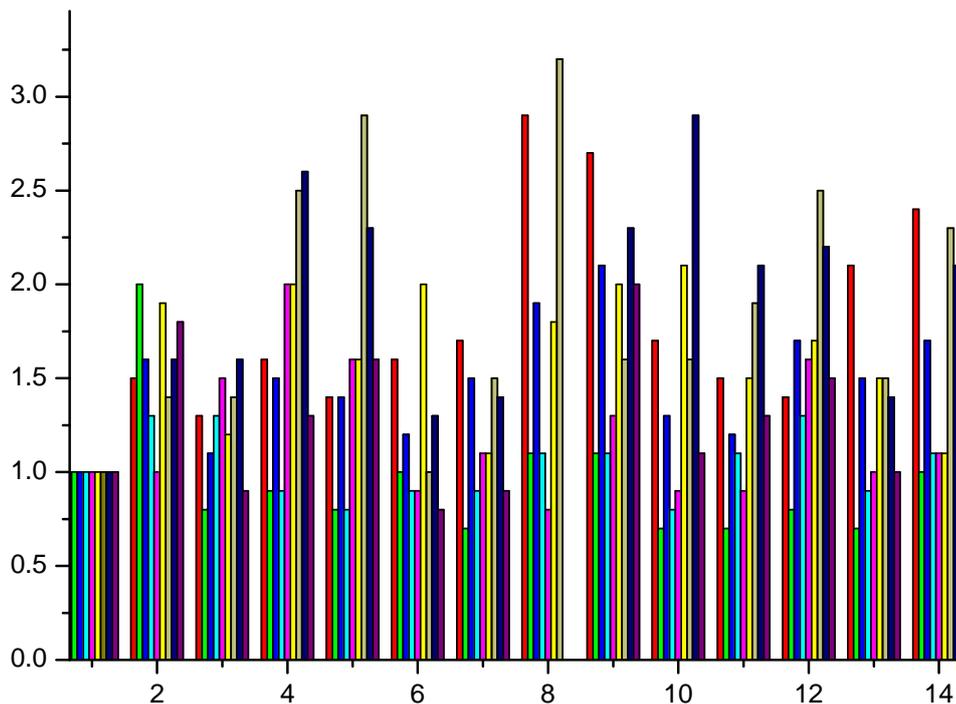


圖2.4.2 各品系白線斑蚊幼蟲對各殺蟲劑測定之抗性比值。

各數字代號：1.林口品系，台南市東區 96 年品系，3.左營品系，4.新化品系，5.永康 97 年品系，6.仁德 97 年品系，7.關廟 97 年品系，8.歸仁 97 年品系，9.台南市東區 97 年品系，10.台南市中西區 97 年品系，11.台南市南區 97 年品系，12.台南市北區 97 年品系 13.台南市安平區 97 年品系，14.台南市安南區 97 年品系。供試藥劑依序為：temephos、chlorpyrifos、pirimifosmethyl、fenitrothion、permethrin、pyrethrin、cypermethrin、esbiothrin、fenvalerate

5、四種協力劑與百滅寧的對成蟲的協力作用測試：（台灣大學 徐爾烈老師）

以系列濃度藥膜測試成蟲抗藥性，Bora Bora 品系埃及斑蚊成蟲對百滅寧藥膜的  $LC_{50}$  為  $0.001\text{mg}/\text{cm}^2$ 。高雄市苓雅區篩藥品系(F34-1)、高雄市前鎮區(F3)、高雄市旗津區(F2) 及高雄市三民區(F3)等品系埃及斑蚊的  $LC_{50}$  分別為大於  $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 、 $0.034\text{mg}/\text{cm}^2$ 、 $0.025\text{mg}/\text{cm}^2$  及  $0.159\text{mg}/\text{cm}^2$ ，與 Bora Bora 品系埃及斑蚊(感性品系)抗性比為大於 454、30.90、23.42 及 145.2(表 2.5.1)。

進行四種協力劑與百滅寧對成蟲的協力作用，百滅寧(0.01%)對 Bora Bora 感性品系埃及斑蚊成蟲的  $KT_{50}$  大於 180 分鐘，24 小時死亡率為 13.33%，接觸 PBO、TPP、DEM 與 DEF 四種協力劑(2.5%)的  $KT_{50}$  分別為大於 180 分鐘、大於 180 分鐘、127.92 分鐘與 143.83 分鐘，與百滅寧的協力為 3.62、4.37、5.50 及 6.12(表 2.5.2)。百滅寧(10%)對高雄市苓雅區篩藥品系埃及斑蚊成蟲的  $KT_{50}$  為 126.17 分鐘，24 小時死亡率為 48.33%，接觸 PBO、TPP、DEM 與 DEF 四種協力劑(2.5%)的  $KT_{50}$  分別為 103.38 分鐘、109.07 分鐘、100.86 分鐘與 99.60 分鐘，與百滅寧的協力為 2.06、2.00、2.06 及 2.06(表 2.5.3)。

百滅寧(0.75%)對 2008 年高雄市楠梓區品系埃及斑蚊成蟲的  $KT_{50}$  為 151.24 分鐘，24 小時死亡率為 65.83%，接觸 PBO、TPP、DEM 與 DEF 四種協力劑(2.5%)的  $KT_{50}$  分別為 124.92 分鐘、130.60 分鐘、127.81 分鐘與 112.68 分鐘，與百滅寧的協力比為 1.36、0.87、1.21 及 1.41(表 2.5.4)。百滅寧(1.0%)對高雄市前鎮區品系埃及斑蚊成蟲的  $KT_{50}$  為 151.04 分鐘，24 小時死亡率

為 48.33% ，接觸 PBO、TPP、DEM 與 DEF 四種協力劑(2.5%) 的  $KT_{50}$  分別為 125.38 分鐘、144.84 分鐘、136.90 分鐘與 116.20 分鐘，與百滅寧的協力為 1.75、1.41、1.31 及 1.79 (表 2.5.5)。

表 2.5.1 2009 年埃及斑蚊成蟲對系列濃度百滅寧藥膜的感受性

品系	代數	$LC_{50}$ ( $mg/cm^2$ )	95%Limits ( $mg/cm^2$ )	$LC_{95}$ ( $mg/cm^2$ )	Slope	RR*
Bora		0.0011	-	0.003	1.51	-
苓雅 AE	F34-1	>0.5	-	-	-	>454
前鎮	F3	0.034	0.018-0.048	1.2	0.46	30.90
旗津	F2	0.024	0.00031-0.0555	39.399	0.22	23.42
三民	F3	0.159	0.0953-0.554	19.847	0.34	145.2

\*: RR (resistance ratio) =  $LC_{50}$  (Wild strain) /  $LC_{50}$  normal strain。

表 2.5.2 Bora Bora 品系埃及斑蚊成蟲對四種協力劑(2.5%)與百滅寧(0.01%)的協力作用

品系	協力劑	藥劑	$KT_{50}$ (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	SR*
Bora Bora		Permethrin	>180	13.33±5.77	-
	PBO <sup>1</sup>		>180	6.66±7.63	-
	TPP <sup>2</sup>		>180	8.33±7.63	-
	DEM <sup>3</sup>		>180	0.00±0.00	-
	DEF <sup>4</sup>		>180	11.66±2.88	-
	PBO <sup>1</sup>	Permethrin	>180	48.33±30.13	3.62
	TPP <sup>2</sup>	Permethrin	>180	58.33±36.85	4.37
	DEM <sup>3</sup>	Permethrin	127.92	73.33±25.16	5.50
	DEF <sup>4</sup>	Permethrin	143.83	81.66±7.63	6.12

<sup>1</sup> PBO, piperonyl butoxide.

<sup>2</sup> TPP, triphenyl phosphate.

<sup>3</sup> DEM, diethyl maleate.

<sup>4</sup> DEF, s,s,s-tributyl phosphorotrithioate.

<sup>5</sup> SR (synergism ratio) = 24 小時死亡率(w/o synergist) / 24 小時死亡率 (with synergist).

表 2.5.3 高雄市苓雅區篩藥品系埃及斑蚊成蟲對四種協力劑(2.5%)與百滅寧(10%)的協力作用

品系	協力劑	藥劑	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	SR*
高雄市苓雅區 (F34-1)		Permethrin	126.17	48.33±12.51	-
	PBO <sup>1</sup>		> 180	3.33±2.88	-
	TPP <sup>2</sup>		> 180	1.66±2.88	-
	DEM <sup>3</sup>		> 180	5.00±0.00	-
	DEF <sup>4</sup>		> 180	1.66±2.88	-
	PBO <sup>1</sup>	Permethrin	103.38	100.00±0.00	2.06
	TPP <sup>2</sup>	Permethrin	109.07	96.66±5.77	2.00
	DEM <sup>3</sup>	Permethrin	100.86	100.00±0.00	2.06
	DEF <sup>4</sup>	Permethrin	99.60	100.00±0.00	2.06

<sup>1</sup> PBO, piperonyl butoxide.

<sup>2</sup> TPP, triphenyl phosphate.

<sup>3</sup> DEM, diethyl maleate.

<sup>4</sup> DEF, s,s,s-tributyl phosphorotrithioate.

<sup>5</sup> SR (synergism ratio) = 24 小時死亡率 (w/o synergist) / 24 小時死亡率 (with synergist).

表 2.5.4 2008 年高雄市楠梓區品系埃及斑蚊成蟲對四種協力劑(2.5%)與百滅寧(1.0%)的協力作用

品系	協力劑	藥劑	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	SR*
高雄市楠梓區		Permethrin	151.24	65.83±17.15	-
	PBO <sup>1</sup>		> 180	5.00±5.00	-
	TPP <sup>2</sup>		> 180	5.00±8.66	-
	DEM <sup>3</sup>		> 180	8.33±10.40	-
	DEF <sup>4</sup>		> 180	3.33±2.88	-
	PBO <sup>1</sup>	Permethrin	124.92	90.00±10.00	1.36
	TPP <sup>2</sup>	Permethrin	130.60	75.00±5.00	0.87
	DEM <sup>3</sup>	Permethrin	127.81	80.00±0.00	1.21
	DEF <sup>4</sup>	Permethrin	112.68	93.33±7.63	1.41

<sup>1</sup> PBO, piperonyl butoxide.

<sup>2</sup> TPP, triphenyl phosphate.

<sup>3</sup> DEM, diethyl maleate.

<sup>4</sup> DEF, s,s,s-tributyl phosphorotrithioate.

<sup>5</sup> SR (synergism ratio) = 24 小時死亡率 (w/o synergist) / 24 小時死亡率 (with synergist).

表 2.5.5 2009 年高雄市前鎮區品系埃及斑蚊成蟲對四種協力劑(2.5%)與百滅寧(1.0%)的協力作用

品系	協力劑	藥劑	KT <sub>50</sub> (分鐘)	24 小時死亡率 (Mean±SD) (%)	SR*
高雄市楠梓區		Permethrin	151.04	48.33±12.51	-
	PBO <sup>1</sup>		>180	5.00±5.00	-
	TPP <sup>2</sup>		>180	5.00±8.66	-
	DEM <sup>3</sup>		>180	0.00±0.00	-
	DEF <sup>4</sup>		>180	1.66±2.88	-
	PBO <sup>1</sup>	Permethrin	125.38	85.00±8.66	1.75
	TPP <sup>2</sup>	Permethrin	144.84	68.33±10.40	1.41
	DEM <sup>3</sup>	Permethrin	136.90	63.33±18.92	1.31
	DEF <sup>4</sup>	Permethrin	116.20	86.66±10.40	1.79

<sup>1</sup> PBO, piperonyl butoxide.

<sup>2</sup> TPP, triphenyl phosphate.

<sup>3</sup> DEM, diethyl maleate.

<sup>4</sup> DEF, s,s,s-tributyl phosphorotrithioate.

<sup>5</sup> SR (synergism ratio) = 24 小時死亡率 (w/o synergist) / 24 小時死亡率 (with synergist).

## 6、利用微量盤 (microtitre plate tests) 進行酵素活性測定 (嘉南藥理科技大學 羅怡珮老師)

昆蟲抗藥性的產生有四種作用機制，分別是增加殺蟲劑的代謝使成為無毒的產物、降低標的部位的敏感性、降低殺蟲劑穿透表皮的速率及增加殺蟲劑的排泄速率。而以前述二項較為重要，改變表皮穿透力大約僅能增加5倍的抗藥性，最後一項很罕見且僅能產生很低的抗藥性。扮演高抗性的酵素系統主要有酯酶 (Esterase)、氧化酶 (Monooxygenase) 及麩胱苷肽轉基酶 (Glutathion-S-transferase) 等酵素系統。標的部位的抗性包括鈉通道 (Sodium-channels) 對合成除蟲菊劑及 DDT 的不敏感性、乙醯膽鹼酯酶 (Acetylcholinesterase) 對有機磷劑及氨基甲

酸鹽劑不敏感等所產生的抗性。抗性倍數的產生與不同抗性機制有關，且與不同種類的殺蟲劑、不同酵素系統的參與有關。

參與代謝的酵素系統造成抗性的原因包括，（1）產生較多的酵素（overproduction of the enzyme）以增加殺蟲劑的代謝（metabolism）或扮演阻隔的效果（sequestration），（2）改變酵素催化中心的活性（alteration in the catalytic centre activity）增加單位酵素的代謝速率，包括改變酵素的物理性狀或製造較多量的酵素。如果酵素的量增加而殺蟲劑的代謝卻減慢，則抗性的產生與阻隔效果（sequestration）有關，而與代謝作用（metabolism）無關。這種情況表示此酵素系統的功能是阻斷殺蟲劑到達蚊蟲的標的部位，則抗性的產生會與酵素量的增加呈正相關。世界衛生組織開發偵測抗性機制的生化分析技術，野外族群在不同選汰壓力下，可利用生化分析技術偵測族群抗性頻率的改變（WHO/CDS/CPC/MAL/98.6）。

本研究分析白線斑蚊及埃及斑蚊各品系之 $\alpha$ 酯酶活性（OD<sub>570 nm</sub>）、 $\beta$ 酯酶活性（OD<sub>570 nm</sub>）、GST活性（OD<sub>340nm</sub>）、單氧酶活性（OD<sub>630nm</sub>）、ACH活性（OD<sub>410 nm</sub>）及安丹對ACH活性的抑制率（%），各地區斑蚊體內各種酵素活性具差異性。

以SPSS統計軟體進行埃及斑蚊成蟲對Permethrin、Cypermethrin、Deltamethrin、Propoxur及Fenitrothion等藥劑的感受性與各酵素活性之Pearson相關性分析（表2.6.1），探討抗藥性快速檢測系統之開發與應用的可能性。

經皮爾森相關性分析，得知酵素活性與殺蟲劑的半致死濃有一定程度的相關性。因此進一步由皮爾森相關分析中，與殺

蟲劑半數致死濃度具顯著相關的解毒酵素活性進行多元迴歸分析，期能應用測定族群的酵素活性以預估抗性的程度。

表 2.6.1. 埃及斑蚊成蟲對殺蟲劑半致死濃度與酵素活性與之皮爾森相關性分析

殺蟲劑	alpha esterase activity (A570)	beta esterase activity (A570)	GST activity (A340)	Mono-oxygenase activity (A630)	AChE inhibition (%)
permethrin	0.179**	0.362**	0.023	0.136**	0.059
cypermethrin	0.297**	0.463**	0.240**	-0.430	0.132**
deltamethrin	0.252**	0.373**	0.402**	-0.117**	0.327**
propoxur	0.096*	0.331**	-0.055	-0.125**	0.064
fenitrothion	0.090*	0.120**	0.245**	-0.570	-0.139**

\*在顯著水準為 0.05 時(雙尾)，相關顯著。

\*\*在顯著水準為 0.01 時(雙尾)，相關顯著。

經多元迴歸分析求得各殺蟲劑半數致死濃度 (Y) 與各解毒酵素活性 (X) 的方程式，再將測試族群解毒酵素活性的平均值代入公式，以預估半致死濃度。使用 MAPE (差異百分比) 來評估預測能力，將實際測得的半致死濃度與估算的半致死濃度進行預估值與實際值的差異百分比計算，計算公式為： $MAPE = (|X_t - X_i|) / X_i \times 100\%$ ，其中  $X_t$  代表估計值， $X_i$  代表實際值。若計算出差異百分比的值小於 10% 代表結果極佳，若值落在 10%~20% 間代表結果優良，若值落於 20%~50% 間代表結果符合預期，若值大於 50% 代表結果不正確。

在百滅寧的多元迴歸公式分析中 ( $r^2=0.150$ )，根據多元迴歸分析結果，F 統計值達顯著水準 ( $F=32.184$   $P=0.000<0.05$ )，各自變項的  $\beta$  值達顯著水準，代表可用選定的自變數 (酵素活性吸光值) 來解釋依變數 (殺蟲劑半數致死濃度)。其中敏感性品系的差異百分比高達 2000 以上。抗性品系中，差異百分比分析結果正確、可以符合預期的品系有左營、旗津、前鎮、鼓山、鹽

埕、台南市東區 97 年品系、台南市北區 97 年品系、台南市安平區 97 年品系等 8 個品系（表 2.6.2）。

表 2.6.2.各品系埃及斑蚊對百滅寧多元迴歸分析結果

品系	半致死濃度(LC50)		差異百分比
	預估值	實際值	
NS 品系	1.94338	0.07317	2555.99
Bora Bora 品系	2.18581	0.09761	2139.33
左營品系	2.90766	4.69085	38.01
旗津品系	2.88874	2.56386	12.67
苓雅品系	3.17362	7.32516	56.68
前鎮品系	3.09393	4.13596	25.19
鼓山品系	3.52893	4.10255	13.98
鹽程品系	2.70845	2.20555	22.80
台南市東區 97 年品系	2.26659	2.86642	20.93
台南市中西區 96 年品系	3.18670	1.46049	118.19
台南市南區 96 品系	2.24371	1.22452	83.23
台南市北區 97 年品系	2.66190	2.55584	4.15
台南市安平區 97 年品系	2.25605	2.86542	21.27
永康 97 年品系	2.97148	1.79300	65.73

註：多元迴歸分析判定係數  $r^2=0.150$   $F=32.184$   $P=0.000<0.05$

$$Y=-1.919\alpha+2.74\beta+1.322M+1.314$$

在賽滅寧多元迴歸公式中 ( $r^2=0.219$ ) 根據多元迴歸分析結果，F 統計值達顯著水準 ( $F=76.941$   $P=0.000<0.05$ )，各自變項的  $\beta$  值達顯著水準，代表可用選定的自變數（酵素活性吸光值）來解釋依變數（殺蟲劑半數致死濃度）。其中敏感性品系的差異百分比高，符合預期的品系有旗津、苓雅、前鎮、台南市東區 97 年品系、台南市北區 97 年品系、永康 97 年品系品系等 6 個品系（表 2.6.3）。

表 2.6.3. 各品系埃及斑蚊對賽滅寧多元迴歸分析結果

品系	半致死濃度(LC <sub>50</sub> )		差異百分比
	預估值	實際值	
NS	0.29144	0.0085	3328.67
Bora Bora	0.34070	0.0616	453.09
左營	0.56535	0.2090	170.50
旗津	0.71429	0.6783	5.31
苓雅	0.63943	0.6081	5.15
前鎮	0.54250	0.4582	18.40
鼓山	0.82906	1.9595	57.69
鹽埕	0.45036	0.2802	60.74
台南市東區 97 年品系	0.39656	0.3080	28.78
台南市中西區 96 年品系	0.65819	0.2468	166.72
台南市南區 96 年品系	0.32747	0.0995	229.05
台南市北區 97 年品系	0.64089	0.6904	7.17
台南市安平區 97 年品系	0.25711	0.8903	71.12
永康 97 年品系	0.67615	0.8234	17.88

註：多元迴歸分析判定係數  $r^2=0.219$   $F=76.941$   $P=0.000<0.05$

$$Y = 0.661\beta + 0.009Achi + (-0.697)$$

在第滅寧多元迴歸公式中 ( $r^2=0.322$ ) 根據多元迴歸分析結果，F 統計值達顯著水準 ( $F=60.179$   $P=0.000<0.05$ )，各自變項的  $\beta$  值達顯著水準，代表可用選定的自變數 (酵素活性吸光值) 來解釋依變數 (殺蟲劑半數致死濃度)。其中敏感性品系差異百分比高，而抗性品系中左營、旗津、苓雅、鼓山、鹽埕、台南市東區 97 年品系、台南市中西區 96 年品系、台南市南區 97 年品系、台南市北區 97 年品系、台南市安平區 97 年品系、永康 97 年品系等 11 個品系皆在符合預期的範圍，表示預估值與實際值的差異小，可考慮應用於測定族群的酵素活性以預估野外族群對第滅寧的藥劑感受性 (表 2.6.4)。

表 2.6.4. 各品系埃及斑蚊對第滅寧多元迴歸分析結果

品系	半致死濃度(LC <sub>50</sub> )		差異百分比
	預估值	實際值	
NS	0.05902	0.00335	1661.70
Bora Bora	0.07702	0.00473	1528.37
左營	0.10110	0.09455	6.93
旗津	0.12591	0.13170	4.40
苓雅	0.08666	0.08061	7.51
前鎮	0.02558	0.02680	4.55
鼓山	0.14160	0.24753	42.79
鹽程	0.11317	0.16438	31.15
台南市東區 97 年品系	0.10539	0.16154	34.76
台南市中西區 96 年品系	0.11903	0.04903	142.77
台南市南區 96 年品系	0.05560	0.04820	15.35
台南市北區 97 年品系	0.12192	0.21028	42.02
台南市安平區 97 年品系	0.06019	0.08816	31.72
永康 97 年品系	0.10998	0.10730	2.50

註：多元迴歸分析判定係數  $r^2=0.322$   $F=60.179$   $P=0.000<0.05$

$$Y=0.060\alpha+0.130G+(-0.053)M+0.004Achi+(-0.321)$$

在安丹多元迴歸公式中 ( $r^2=0.153$ ) 根據多元迴歸分析結果，F 統計值達顯著水準 ( $F=32.939$   $P=0.000<0.05$ )，各自變項的  $\beta$  值達顯著水準，代表可用選定的自變數 (酵素活性吸光值) 來解釋依變數 (殺蟲劑半數致死濃度)。其中敏感性品系的差異百分比高，而抗性品系中符合預期的品系有左營、旗津、前鎮、鼓山、台南市東 97 年品系、台南市中西區 96 年品系、台南市南區 97 年品系、台南市北區 97 年品系、台南市安平區 97 年品系等 9 個品系 (表 2.6.5)。

在撲滅松多元迴歸公式中 ( $r^2=0.086$ ) 根據多元迴歸分析結果，F 統計值達顯著水準 ( $F=24.102$   $P=0.000<0.05$ )，各自變項的  $\beta$  值達顯著水準，代表可用選定的自變數 (酵素活性吸光值) 來解釋依變數 (殺蟲劑半數致死濃度)。敏感性品系中 NS 品系的差異百分比在可接受的範圍。而在抗性品系中符合預期的品系

有左營、旗津、苓雅、鼓山、台南市中西區 96 年品系、台南市北區 97 年品系等 6 個品系（表 2.6.6）。

表 2.6.5 各品系埃及斑蚊對安丹多元迴歸分析結果

品系	半致死濃度(LC <sub>50</sub> )		差異百分比
	預估值	實際值	
NS	0.04847	0.02388	102.99
Bora Bora	0.05106	0.03147	62.26
左營	0.05901	0.06201	4.83
旗津	0.06859	0.04994	37.34
苓雅	0.06421	0.13400	52.08
前鎮	0.05517	0.05640	2.19
鼓山	0.07507	0.08576	12.47
鹽程	0.05956	0.03019	97.28
台南市東區 97 年品系	0.03940	0.02820	39.72
台南市中西區年 96 年品系	0.06313	0.04995	26.39
台南市南區 96 年品系	0.05138	0.06421	19.99
台南市北區 97 年品系	0.06266	0.09386	33.24
台南市安平區 97 年品系	0.04510	0.05865	23.11
永康 97 年品系	0.05651	0.02745	105.86

註：多元迴歸分析判定係數  $r^2=0.153$   $F=32.939$   $P=0.000<0.05$

$$Y = -0.02\alpha + 0.042\beta + (-0.02)M + 0.051$$

表 2.6.6 各品系埃及斑蚊對撲滅松多元迴歸分析結果

品系	半致死濃度(LC <sub>50</sub> )		差異百分比
	預估值	實際值	
NS	0.01205	0.00877	37.40
Bora Bora	0.01399	0.00659	112.26
左營	0.01346	0.01482	9.17
旗津	0.01456	0.02089	30.28
苓雅	0.01378	0.01372	0.42
前鎮	0.01396	0.00799	74.68
鼓山	0.01499	0.01655	9.45
鹽程	0.01532	0.00923	65.99
台南市東區 97 年品系	0.01687	0.00835	102.06
台南市中西區年 96 年品系	0.01621	0.01867	13.16
台南市南區 96 年品系	0.01522	0.00760	100.22
台南市北區 97 年品系	0.01448	0.02254	35.77
台南市安平區 97 年品系	0.01756	0.03614	51.41
永康 97 年品系	0.01474	0.00973	51.51

註：多元迴歸分析判定係數  $r^2=0.086$   $F=24.102$   $P=0.000<0.05$

$$Y = 0.009G + -2.2993162E^{-4}Achi + 0.032$$

五種殺蟲劑多元迴歸公式計算的結果對於敏感性品系的預估僅有撲滅松預估中的 NS 品系在符合預期的範圍。在 12 個野外品系的半致死濃度預測中，第滅寧及安丹的差異百分比較低分別有 11 個及 9 個品系在可接受的範圍，百滅寧有 8 個品系，最後是賽滅寧及撲滅松有 6 個品系在可接受的範圍。整體而言，五種殺蟲劑的多元迴歸，在可接受範圍內的品系皆有半數以上，可再進一步研擬可修正的變數因子以達更準確的預估。

### (三)、病媒蚊抗藥性基因監測研究

由於登革熱在台灣南部已成為本土急性傳染病，95 年高雄縣鳳山地區與 96 年台南市均分別爆發登革熱的流行，並有出血性登革熱病例，嚴重危害民眾健康。都市之所以爆發登革熱流行，乃因病媒蚊在人群間傳播登革熱病毒，由於目前並無有效的免疫預防方法，病媒蚊的防治工作變成為降低登革熱疫情的主要手段。然而台灣南部之登革熱防疫區，因長期施用殺蟲劑撲滅病媒蚊而導致病媒蚊對許多殺蟲劑產生抗藥性，影響防治效果甚鉅。因此必須仰賴長期監測病媒蚊之抗藥性發展，以便有效降低病媒蚊的密度。雖然抗藥性發生與否可以經由傳統的生物檢定方法檢測，但是田間採集回來的有限病媒蚊通常需要經過一至二代室內繁殖後，才有足夠的樣本數進行藥劑試驗。在時效上，不但無法即時反應現況，更需耗費大量的人力、時間與資源來繁殖、維持所有的供試蟲源。因此，本計畫擬以分子檢測技術分析感性、抗性與田間病媒蚊之 *kdr* 點突變頻率，並建立  $KT_{50}$  與 *kdr* 點突變頻率、細胞色素 P450 (CYP) 解毒酵素表現量之相關性，藉此快速預測田間病媒蚊對合成除

97 年度計畫已經相繼完成四項階段性目標：1. 百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、第滅寧、芬化利、治滅寧與賽芬寧等七種合成除蟲菊殺蟲劑對 Bora 與 NS 感性品系、抗百滅寧品系 F42，以及 96 年自台南市各區採集之埃及斑蚊半數擊昏時間(KT50)。2. Bora 與 NS 感性品系、抗百滅寧品系 F42，以及台南市各區埃及斑蚊成蚊各 40 隻之 *kdr* V1023G 點突變頻率。3. 建立 *kdr* V1023G 點突變頻率與上述七種合成除蟲菊殺蟲劑 KT<sub>50</sub> 之相關標準曲線。4. 採集、鑑定及飼養台南、高雄、屏東與台東等地區之埃及斑蚊，進行 ND4 和 COII 選殖與親緣關係分析。但是由於以 40 隻各品系成蚊 *kdr* V1023G 點突變頻率與各藥劑 KT<sub>50</sub> 所建立之相關標準曲線變異相當大，而親緣關係分析亦有部分地區仍需增加樣品數進一步探討。

因此，本年度計劃欲達成的工作目標主要有五：

- (1.) 首先擴大檢測點突變頻率樣本至 80 隻成蚊(雌雄各 40 隻)，同時以改良的限制酶切割法分析 V1023G 與新發現的 D1794Y 點突變頻率，建立更精準的點突變頻率 vs. KT50 的相關標準曲線。
- (2.) 分析 97 年採自高雄市苓雅區、前鎮區、三民區、左營區與鳳山市各 40 隻埃及斑蚊成蟲之 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率。然後利用所建立的相關標準曲線方程式推斷高雄市苓雅區、前鎮區、三民區、左營區與鳳山市對百滅寧、賽滅寧、

賽洛寧、第滅寧、芬化利、治滅寧與賽芬寧等七種合成除蟲菊殺蟲劑之抗擊昏情形。

- (3.) 根據文獻已知資訊(Strode *et al.*, 2008)，選殖與百滅寧等合成除蟲菊抗藥性相關的埃及斑蚊 CYP 基因。
- (4.) 以安丹持續篩選抗安丹的埃及斑蚊品系。
- (5.) 增加樣本數並擴大樣本範圍，以六組引子對分析包括感性品系 Bora Bora 和 NS，以及 4 個縣市 18 個野外品系的親緣關係。

### 3.1 台灣登革熱病媒蚊抗藥性基因與抗藥性發展預測之研究 (中興大學 戴淑美)

#### (1) 擴大分析 96 年台南市各區埃及斑蚊之點突變頻率分析

以雌雄各 40 隻的 Bora 與 NS 感性品系、抗百滅寧品系 F42，以及 96 年自台南市各區採集回來之埃及斑蚊基因體 DNA 進行 PCR 增幅 *kdr* 基因與限制酶切割反應。首先，以專一引子對增幅含有 V1023G 或 D1794Y 點突變的 DNA 片段，分別為 621 bp 與 216 bp，再以限制酶 *RsaI* 切割上述 DNA 片段。若含有 V1023G 點突變，621 bp DNA 片段將切出 348 bp 與 273 bp 大小的 DNA 片段或是不切，維持原有的 621 bp 的大小，通常是後者(圖 3.1.1A)。不含 V1023G 點突變的 DNA 片段將切出 348 + 74 + 199 bp 或 422 + 199 bp 的 DNA 片段，通常 199 bp DNA 片段的出現來判斷(圖 3.1.1A)。同樣的，若含有 D1794Y 點突變，216 bp DNA 片段將切出 132 + 24 + 60 bp 大小的三段 DNA (圖 3.1.1B)。不含 D1794Y 點突變的 DNA 片段，只能切出 156 與 60 bp 兩段 DNA (圖 3.1.1B)。圖 3.1.2 則顯示其中之一的限制酶切割電泳圖譜。

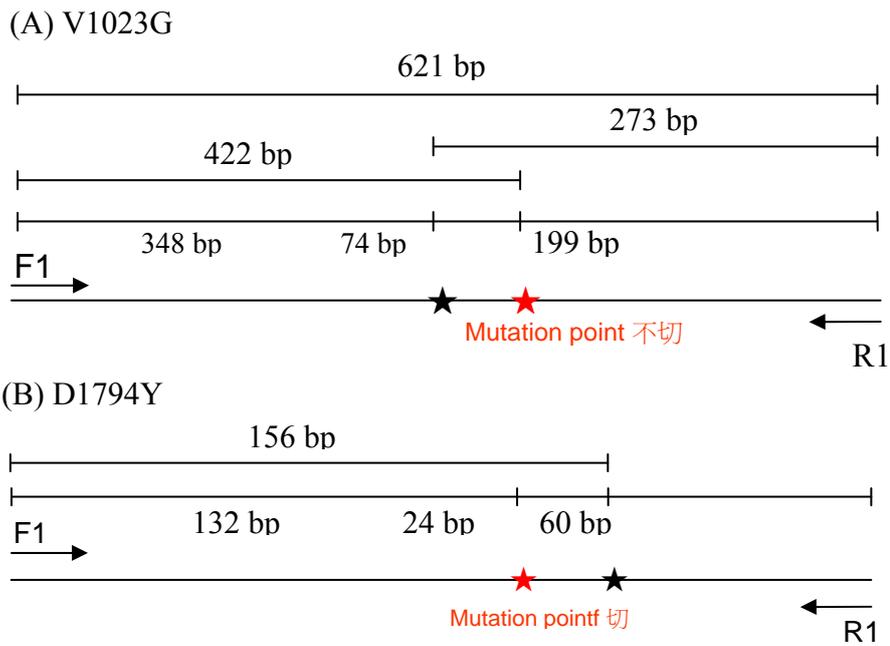


圖 3.1.1 埃及斑蚊 *kdr* 基因點突變限制酶切割圖譜。

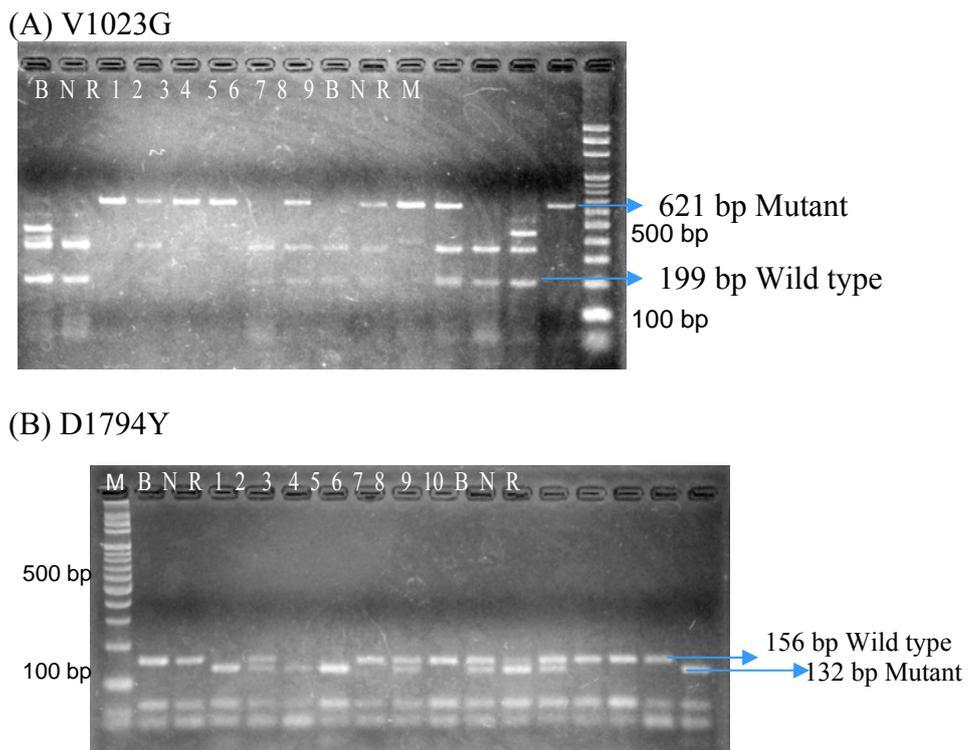


圖 3.1.2 埃及斑蚊 *kdr* 基因點突變限制酶切割電泳圖譜。B: Bora Bora 品系，N: NS 品系，R: Per-R 品系，1-9: 台南市東區品系埃及斑蚊，M: Marker。

(2) 以台南市各區埃及斑蚊之點突變頻率與對各藥劑  $KT_{50}$  建立更精準的點突變頻率 vs.  $KT_{50}$  的相關標準曲線

以 97 年度完成的百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、第滅寧、芬化利、治滅寧與賽芬寧等七種合成除蟲菊殺蟲劑對 Bora 與 NS 感性品系、抗百滅寧品系 F42 以及 96 年採自台南市各區之埃及斑蚊  $KT_{50}$  為本，加上今年度擴大分析所完成的上述品系埃及斑蚊之 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率，共同繪製點突變頻率 vs.  $KT_{50}$  的七條相關標準曲線。表 3.1.1 與圖 3.1.3 乃以百滅寧為例，說明相關數據整合與分析，其他六條相關標準曲線也以同樣方式繪製如圖 3.1.4。

表 3.1.1 百滅寧對各品系埃及斑蚊  $KT_{50}$  與各品系埃及斑蚊之 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率

埃及斑蚊品系	$KT_{50}$ 0.75%百滅寧	F(V1023G)	總蟲數	F(D1794Y)	總蟲數
Bora (S-lab1)	14	0	80	0	80
NS (S-lab2)	13	0	76	0	80
中西區	49.9	27.04	79	28.75	80
北區國姓里	141.6	38.47	78	41.88	80
南區	259.9	48.38	80	45.63	80
東區大福里	346	55.06	72	53.75	80
安平區	473.6	75.63	80	75.63	80
Per-R (F42)	>120	100	79	100	80

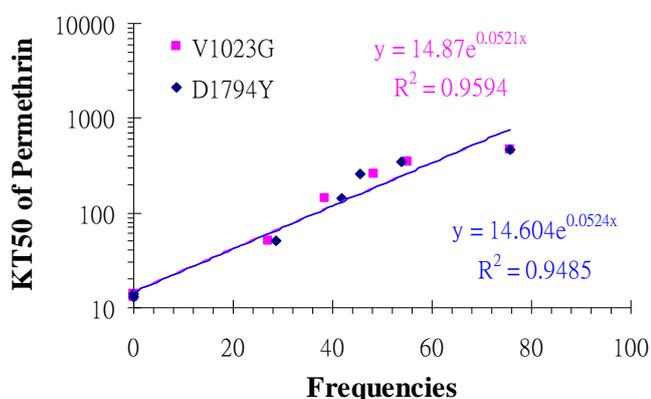


圖 3.1.3 各品系埃及斑蚊之 V1023G 或 D1794Y 點突變頻率與百滅寧對各品系埃及斑蚊  $KT_{50}$  之相關標準曲線

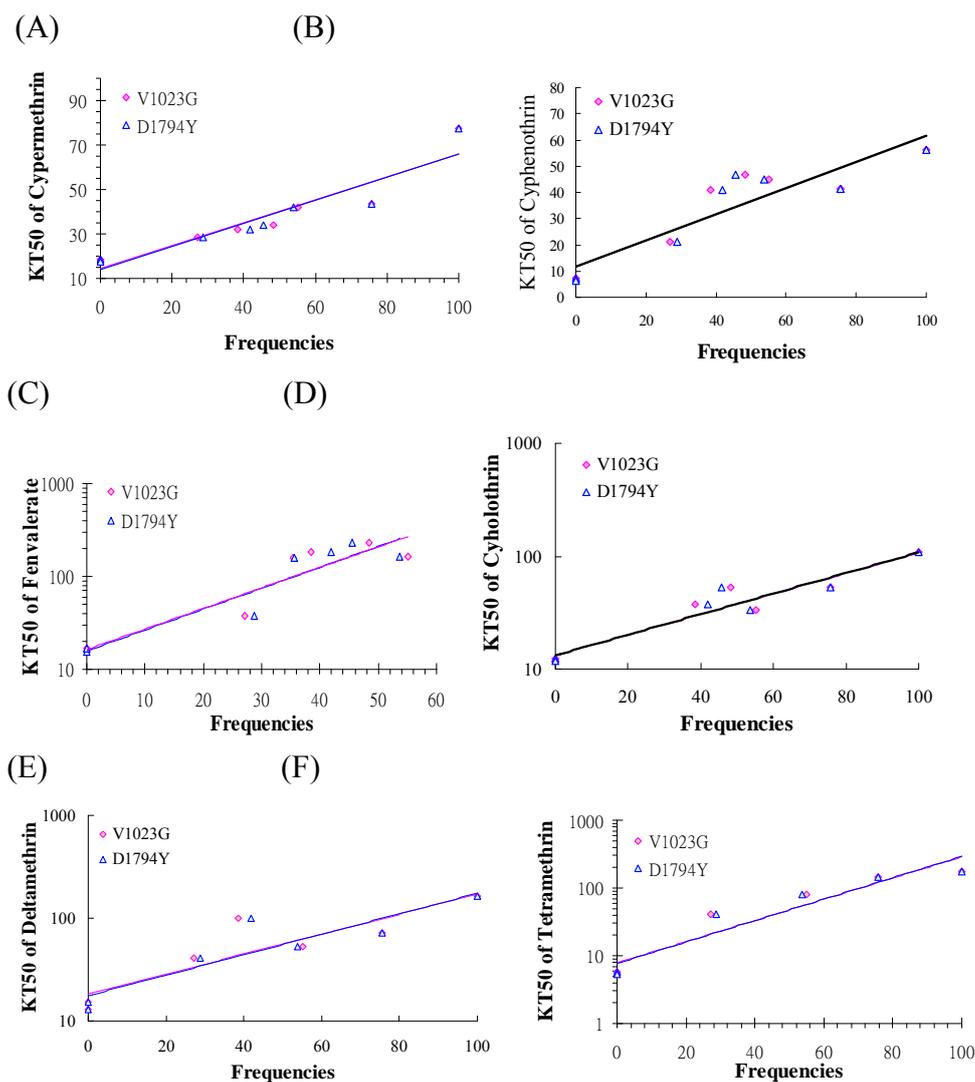


圖 3.1.4 各品系埃及斑蚊之 V1023G 或 D1794Y 點突變頻率分別與賽滅寧(A)、賽芬寧(B)、芬化利(C)、賽洛寧(D)、第滅寧(E)與治滅寧(F)等六種合成除蟲菊殺蟲劑對各品系埃及斑蚊  $KT_{50}$  之相關標準曲線。

由表 3.1.1、圖 3.1.3 與圖 3.1.4 可以知道各品系埃及斑蚊因抗藥性程度不同，其 *kdr* 基因點突變頻率也各不相同，然而同一品系埃及斑蚊的 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率則相當一致。而百滅寧、賽滅寧、賽洛寧、第滅寧、芬化利、治滅寧與賽芬寧等七種合成除蟲菊殺蟲劑對於品系埃及斑蚊之  $KT_{50}$  各不相同，因此可以針對不同藥劑建立不同的點突變頻率 vs.  $KT_{50}$  的相關標準曲線。根據不同藥劑的點突變頻率 vs.  $KT_{50}$  的

相關標準曲線，即可從田間採集之埃及斑蚊的 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率預測其對相對應藥劑之抗擊昏程度。

- (3) 分析 97 年度採自高雄市與鳳山市之埃及斑蚊 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率，並以相關標準曲線預測其對七種合成除蟲菊殺蟲劑之抗擊昏程度

首先，以上述 PCR 增幅與限制酶切割反應分析 97 年度採自高雄市與鳳山市之埃及斑蚊 *kdr* 基因 V1023G 與 D1794Y 點突變頻率，在利用上述標準曲線之方程式(如圖 3.1.3 所示)計算推測高雄市與鳳山市各區埃及斑蚊分別對百滅寧之抗擊昏程度。結果如表 3.1.2 所示：無論利用埃及斑蚊 *kdr* 基因之 V1023G 或 D1794Y 點突變頻率，均可由標準曲線推測各區埃及斑蚊對相對應殺蟲劑之抗擊昏程度。就百滅寧(0.75%)而言，高雄市苓雅區之埃及斑蚊具有最高的抗擊昏能力，鳳山市之埃及斑蚊次之。百滅寧對此二品系埃及斑蚊之  $KT_{50}$  分別為 280.84 與 141.92 分鐘(圖 3.1.5A)，相對於 Bora Bora 感性品系，此二品系埃及斑蚊分別對百滅寧有 20 與 10 抗藥性(圖 3.1.5B)。至於高雄市苓雅區、前鎮區、三民區、左營區與鳳山市等五區埃及斑蚊對治滅寧、第滅寧、賽洛寧、芬化利、賽芬寧與賽滅寧等六種合成除蟲菊殺蟲劑之抗擊昏程度也可經由相同模式推測。結果如圖 3.1.5 所示：高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊除了對百滅寧產生抗藥性之外，對治滅寧的也分別有大約 10 與 6 倍的抗擊昏能力(圖 3.1.5B)。擊昏半數高雄市苓雅區與鳳山市埃及斑蚊所需的時間分別為 60 與 37 分鐘(圖 3.1.5A)，遠高於 Bora Bora 感性品系 5.8 分鐘(圖

3.1.5A)。因此，百滅寧與治滅寧均不宜繼續用於高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊防治。

表 3.1.2 利用百滅寧的標準曲線由突變頻率推測各區埃及斑蚊對百滅寧的抗擊昏程度

	苓雅	前鎮	左營	三民	鳳山	Bora
F(V1023G)	56.40	25.00	27.50	25.00	43.30	
KT <sub>50</sub> of Permethrin <sup>a</sup>	280.84	54.70	62.31	54.70	141.92	14.00
RR of KT <sub>50</sub>	20.06	3.91	4.45	3.91	10.14	1
F(D1794Y)	55.00	17.50	31.25	25.00	41.70	
KT <sub>50</sub> of Permethrin <sup>b</sup>	41.78	17.92	18.44	17.92	24.84	14.00
RR of KT <sub>50</sub>	18.62	2.61	5.36	3.87	9.27	1

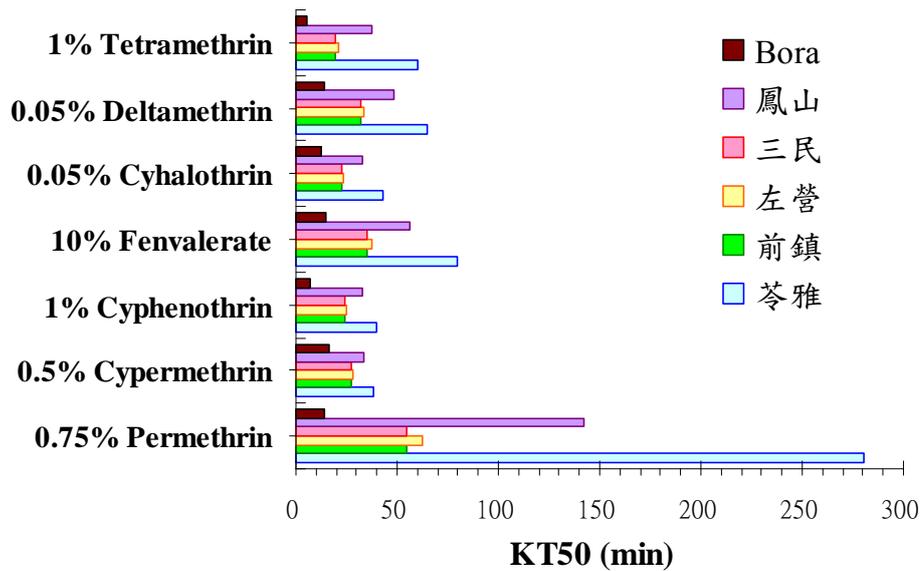
<sup>a, b</sup> KT<sub>50</sub> of Permethrin 可經由圖 3.1.3 中的方程式，帶入各區埃及斑蚊之 F(V1023G)或 F(D1794Y)求得相對應之 KT<sub>50</sub>。

#### (4) 選殖與百滅寧等合成除蟲菊抗藥性相關的埃及斑蚊 CYP 基因

根據 Strode *et al.* (2008)利用埃及斑蚊解毒酵素微晶片(*Aedes aegypti* Detox Chip)比較感性和抗性品系埃及斑蚊的解毒酵素基因表現變化，發現 CYP 9 及 Epsilon GSTs 可能與抗藥性有關。因此，本計劃首先搜尋 CYP 9 相關酵素之胺基酸序列，發現約在第 200 及 550 個胺基酸位置，大約有 8~10 個相似的胺基酸，並利用此相似的胺基酸設計一組 CYP 9 的簡併引子對 (cyp 9 F/R primer)。再對感性 NS 與抗百滅寧(Per-R) 埃及斑蚊之反轉錄合成 cDNA 進行 PCR，檢測是否有 cyt 9 基因表現。結果如圖 3.1.6 所示：在 NS 與 Per-R 分別發現 2-4 大小不同的片段(3.1.6 A&B)，經定序與比對後發現 8 種 cyp 9 基因，在此暫定名為 cyp 9A~cyp 9G。其次，依此 9 種基因序列再設計 9 組專一性引子對與一組對照基因肌動蛋白(actin)的專一性引子對，針對感性 NS 與抗性 Per-R 埃及斑蚊之 cDNA 進行 PCR，以初步評估這 9 種基因在感性與抗百滅寧埃及斑蚊之相對表現量。從圖 3.1.7 與表 3.1.3 可知 cyp

9A, cyp 9D, cyp 9F 與 cyp 9G 在抗百滅寧埃及斑蚊品系之相對表現量遠高於感性 NS 品系，也就是說這四種 cyp 9 的大量表現可能與 Per-R 埃及斑蚊的抗藥性有關。因此，下一年度的計畫將針對此部分以 real time PCR 確認，並建立此四種 cyp 9 表現量與除蟲菊抗藥性(KT<sub>50</sub>)的相關性。

(A)



(B)

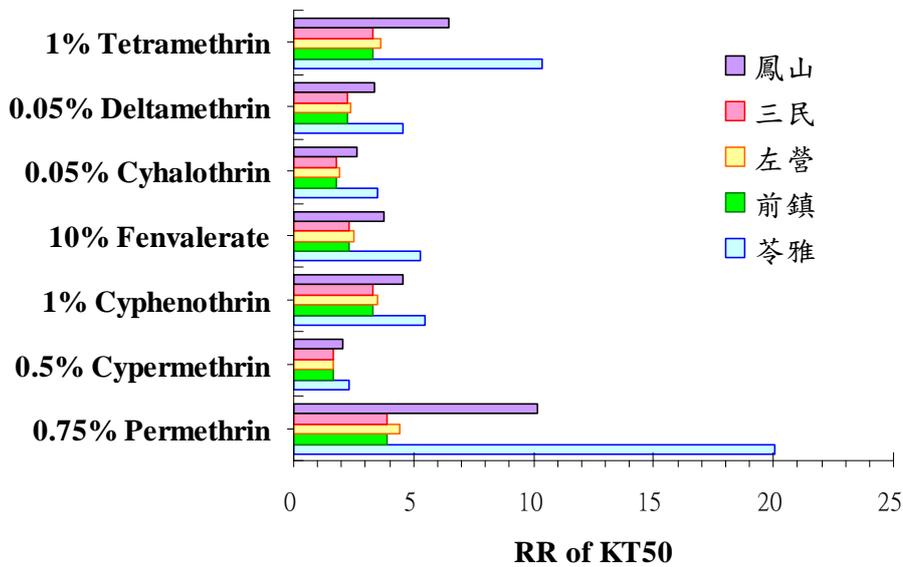
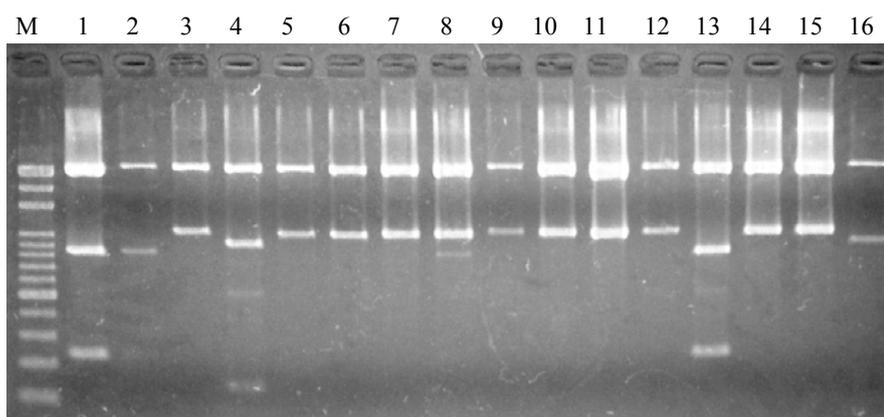


圖 3.1.5. 利用百相關標準曲線由高雄市與鳳山市埃及斑蚊 *kdr* 基因點突變頻率推測各區埃及斑蚊對七種合成除蟲菊殺蟲劑之 KT<sub>50</sub>(A)與抗擊昏比(B)。

表 3.1.3 感性 NS 與抗百滅寧 Per-R 品系埃及斑蚊成蟲 CYP 基因表現之差異

CYP gene	No.1		No.2	
	NS	Per-R	NS	Per-R
<b>9A</b>	+	>++++	+	>+++++++
9B	+	+	+	+
9C	+	+	+	++
<b>9D</b>	+	>++++	+	+++++++
9E	+	+++	+	+
<b>9F</b>	+	>++++	+	>+++++++
<b>9G</b>	+	>++++	+	>+++++++
9H	+	+++	+	+++

(A) NS



(B) Per-R

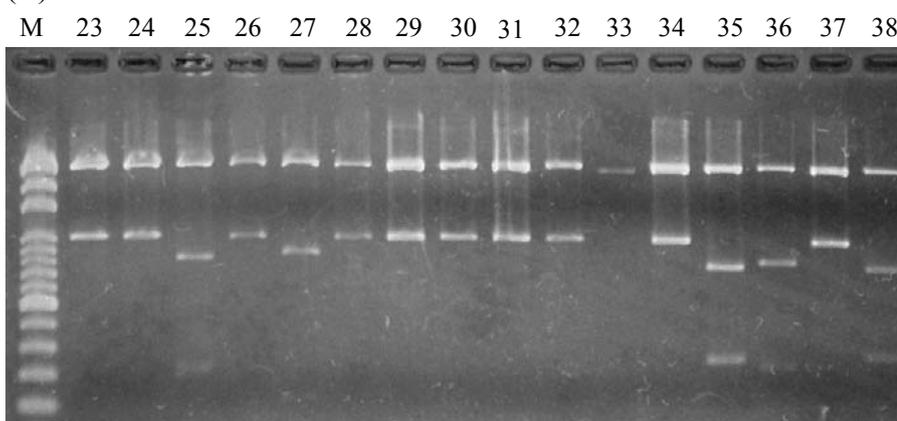


圖 3.1.6. 感性 NS 與抗百滅寧(Per-R) 埃及斑蚊反轉錄合成之 cDNA 以 *cyp* 9 簡併引子對 (*cyp* 9 F/R primer) 進行 PCR。在 NS (A) 與 Per-R (B) 品系埃及斑蚊的 RTPCR 產物中分別發現 2-4 大小不同的基因片段。

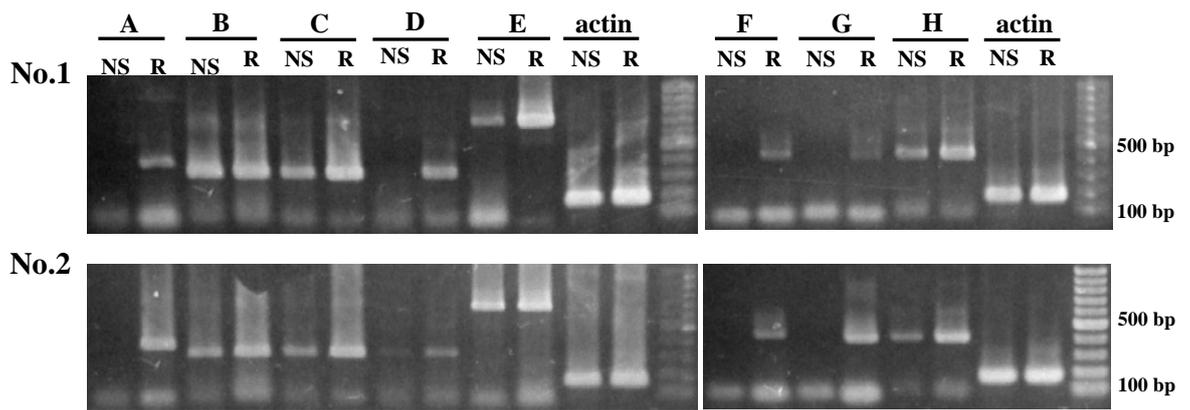


圖 3.1.7. 感性 NS 與 抗百滅寧 Per-R 品系埃及斑蚊成蟲 CYP 基因表現之差異。

A-H 為 8 種 *cyp9* 基因，actin 則是作為對照用的看家基因。

### (5) 以安丹持續篩選抗安丹的埃及斑蚊品系

本品系是從安丹 LC50 相當於  $4.25 \mu\text{g/ml}$  的 Per-R 第 48 代開始建立，每代均以大約 80% 致死率的濃度篩選，截至目前已經篩選 5 代，但 LC50 的變化不大。因此將持續篩選此抗安丹品系，以期篩選出高抗性品系或是確認此病媒蚊一如文獻記載不易發展出對有機磷或氨基甲酸鹽殺蟲劑之抗藥性。

## 3.2 台灣地區埃及斑蚊親緣關係與抗藥性基因之研究 (元培科技大學 林鶯熹)

本研究共使用六對引子(primer)增幅 ND4、COII、ITS2 和 *kdr* 片段(表 3.2.1)。至本年度為止，共完成的品系包括感性品系 Bora Bora 和 NS，以及 4 個縣市的 18 個野外品系：台南市東區(TNE)、台南市南區(TNS)、台南市北區(TNN)、台南市中西區(TNW)、高雄市小港(SK)、高雄市鹽埕(YC)、高雄市前鎮(CJ)、高雄市旗津(KCj)、高雄市前金(CC)、高雄市三民(SM)、高雄市苓雅(LY)、高雄市鼓山(KS)、高雄市新興、高

雄縣鳳山(FS)、屏東市(PT)、屏東市中區(PTmid)、屏東縣東港(DG)，和台東市(TT) (圖 3.2.1)。ND4 和 COII 片段與 GenBank 中利物浦品系埃及斑蚊的 mitochondrial DNA (Accession No. NC\_010241)，ITS2 與 GenBank 的 ribosomal RNA (Accession No. M95126)比較。*kdr* 基因則與 GenBank 的利物浦品系埃及斑蚊 DNA 序列 (Accession No. AAGE02009728)。

表.3.2.1

Primer	序 列	產物大小
AE-1a	5'-CgATCTAAAATgAAATTTTCATATCATTgACAC-3'	806 bp
AE-1b	5'-TATGAcTAccAAAGGcTcATGTAGAAGc-3'	
AE-2a	5'-CTATATgAgCAACCgAAgAATAAgCAATTAAAgC-3'	646 bp
AE-2b	5'- TGTGGTTTAATATTAATAGcTAGAGAAGGGGT -3'	
AE-3a	5'- CgCCTgTAAACgTTCaggTTgATATCCTCA -3'	660 bp
AE-3b	5'- TGGAAGTATTGTTTTTATTTCAGTcGTAAGcAT -3'	
rDNA-1	5'- TgTgAACTgCaggACACATgAAC -3'	310 bp
rDNA-2	5'- GGGGTAATcAcAcATTATTTGAGG -3'	
COII-1a	5'- ACTTCTAATATggCagATTAgTgCA -3'	786 bp
COII-1b	5'- AgATCATTACTTgCTTTCagTCATC -3'	
Kdr-F	5'- ATGTGGATCGCTTCCCGGAC -3'	620 bp
Kdr-R	5'- CTGCACGGACGCAATCTGG -3'	



圖. 3.2.1 野外品系埃及斑蚊採集地

另分別增加外群白線斑蚊(*Aedes albopictus*)、*Aedes cretinus*、*Anopheles gambiae* 和 *Anopheles quadrimaculatus*，並繪製 maximum likelihood (ML) tree，以了解台灣地區埃及斑蚊的親緣關係。

ITS2 (Internal transcribed spacer 2)：

以 Forward Primer (rDNA-1)：5’-

TGTGAACTGCAGGACACATGAAC -3’，Reverse Primer (rDNA-

2)：5’- GGGGTAATCACACATTATTTGAGG -3’，可增幅 310bp

(表 3.2.1)。共 19 個 codon 具差異。

由 ML tree(圖 3.2.2)中，外群 *Ae. albopictus* 和 *Ae. cretinus* 可明顯與埃及斑蚊區隔，所以 ITS2 適於判別這三種斑蚊族群。而在台灣的野外品系中，台南南區與中西區相近，高雄市旗津區和屏東東港兩品系較相近，而高雄市新興區和鹽埕區相近，高雄鳳山、鼓山和苓雅區，與相對地理位置相符。但由 bootstrap 值可看出台灣野外品系埃及斑蚊之間在 ITS2 基因相似度高。

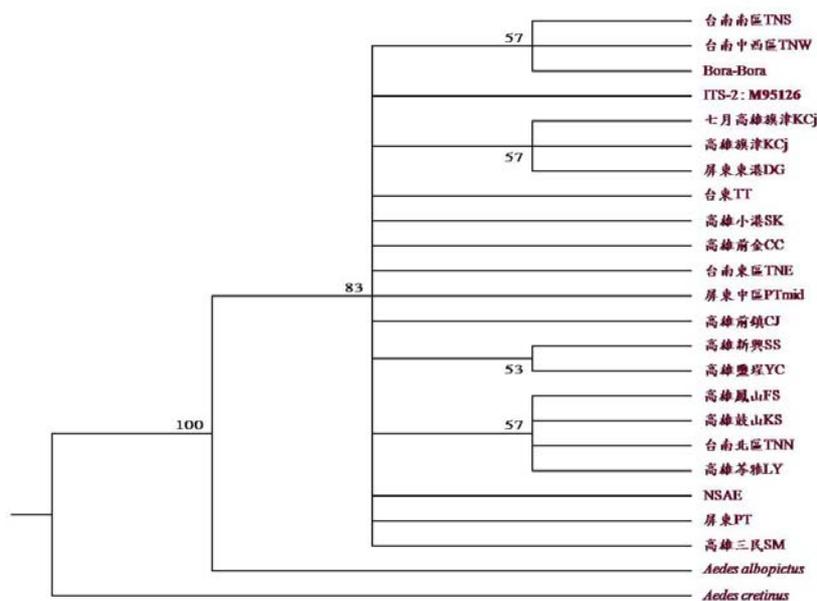


圖. 3.2.2 分子標記 ITS-2 之埃及斑蚊親緣關係 ML 樹狀圖。

ND4 (Nicotinamide adenine dinucleotide dehydrogenase subunit 4) :

ND4 序列自 8027~9370bp，為 1344bp。增幅的 3 片段總和為 1659bp；第一對 primer (AE-1a~ AE-1b) 增幅 806bp，第二對 primer (AE-2a~ AE-2b) 增幅 646bp，第三對 primer (AE-3a~ AE-3b) 增幅 660bp(表 3.2.1)。將第一段和第二段合併(AE-1a~AE-2b)整理出比對長度為 1140bp，共 31 個 codon 具差異。

由 ML tree 中 (圖 3.2.3)，外群 *An. gambiae*、*An. quadrimaculatus* 和 *Ae. albopictus* 可與埃及斑蚊區隔。台灣地區野外品系 ND4 中，高雄市前金區、前鎮區與高雄縣鳳山與台南東區和北區相似，而屏東市與屏東市中區相近，另 Bora Bora 品系與利物浦品系相近。由 bootstrap 值可見台灣地區野外品系埃及斑蚊之間在 ND4 基因相似度高。

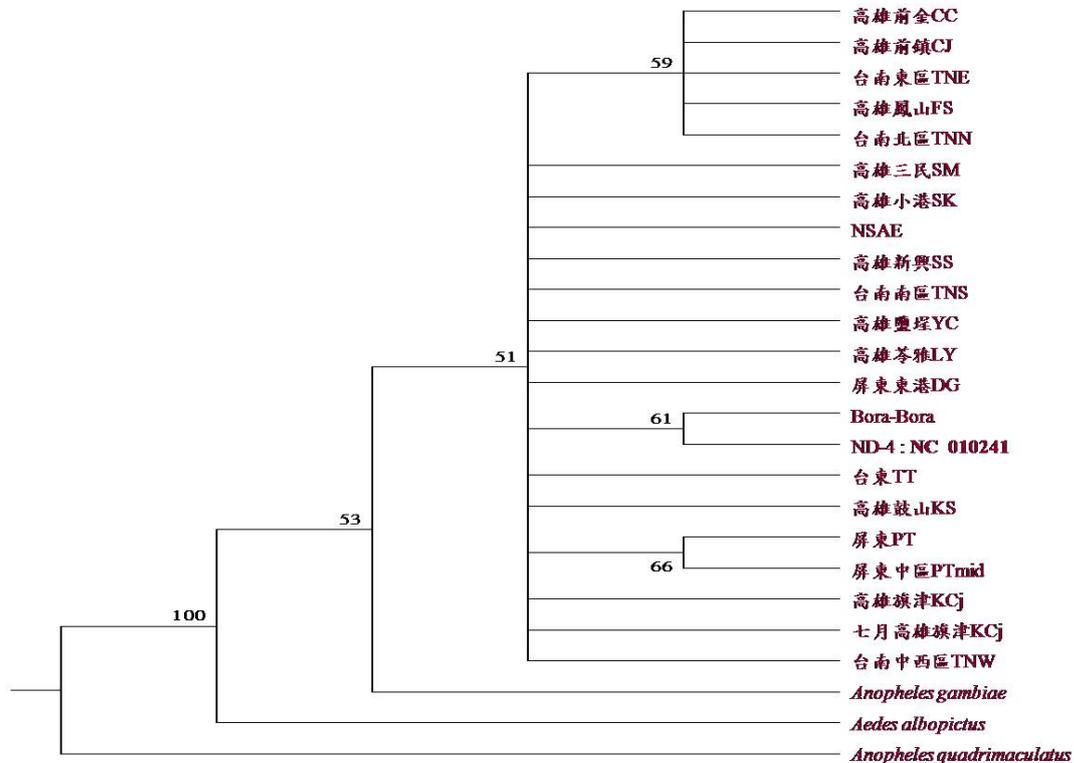


圖 3.2.3 分子標記 ND4 之埃及斑蚊親緣關係 ML 樹狀圖。

COII (Cytochrome c oxidase subunit II) :

COII 序列自 2903~3587bp，為 685bp，而以 Forward Primer (COII-1a-1) : 5'-ACTTCTAATATGGCAGATTAGTGCA-3'，Reverse Primer (COII-1b) : 5'-AGATCATTACTTGCTTTCAGTCATC-3' 增幅長度為 786bp (表 3.2.1)。由比對的 685bp 中，共 10 個 codon 具差異。

由 ML tree(圖 3.2.4)中，外群 *Ae. albopictus*、*Ae. gambiae* 和 *An. quadrimaculatus* 無法與所有埃及斑蚊分群，而是高雄市旗津明顯與所有族群區隔!因此 COII 基因的 ML tree 不適合描述埃及斑蚊與其他蚊種的親緣關係。

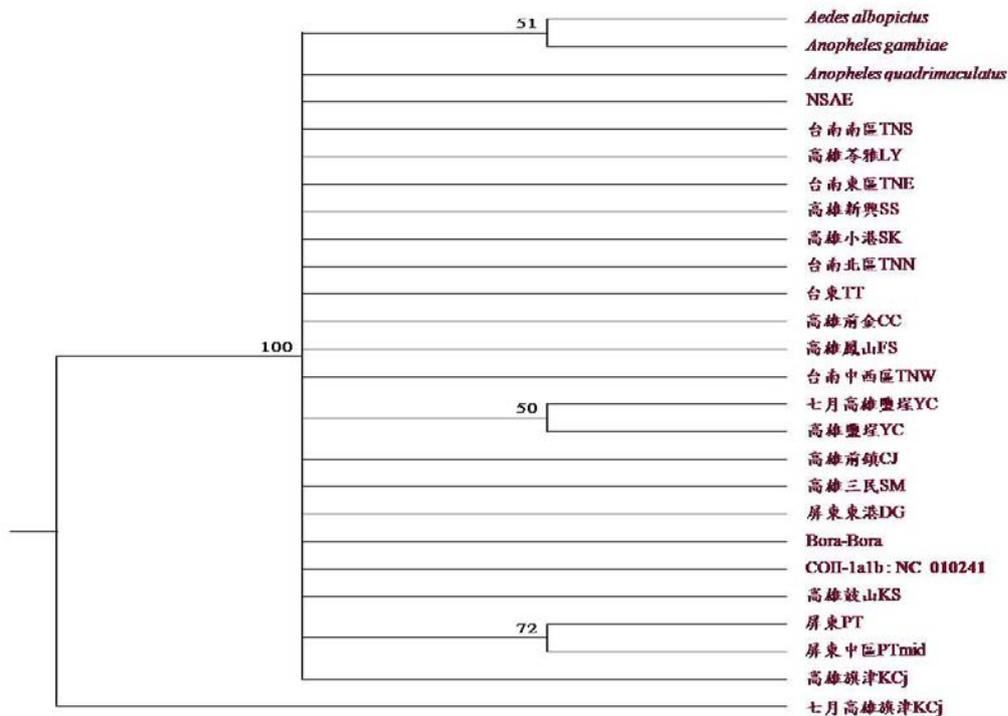


圖. 3.2.4 分子標記 COII 之埃及斑蚊親緣關係 ML 樹狀圖。

### **Kdr :**

參考利物浦品系 DNA 序列的 *kdr* 基因之 homologous domain II 的第 5 和 6 個 transmembrane helices S (IIS5 和 IIS6) 中，以 Chang *et al.* (2009) 的 Forward Primer (F1) : 5'-ATGTGGATCGCTTCCCGGAC-3'，Reverse Primer (R1) : 5'-CTGCACGGACGCAATCTGG-3'，可增幅自 43161~43780bp，共 620bp (Accession No. AAGE02009728) (表 3.2.1)。本研究中目前作出的品系中，於台南市東區(TNE)，屏東東港、高雄縣鳳山、高雄市旗津區、鼓山區、苓雅區、新興區、屏東市和台南市中西區和北區在 421bp 的位置產生突變 T→G。使得纈氨酸(Valine, V) 改變成(Glycine, G)。

以 *Ae. albopictus* (Accession No. DQ538356)、*Culex quinquefasciatus* (Accession No. EU817517)、*An. gambiae* (Accession No. XM\_554647) 作為外群，因受限於外群的 *kdr* 序列可比對的長度只有 163bp。

於 ML tree 中，以其中台灣的野外科品系中以台南市北區和台南市西區兩品系與其他品系分群(圖 3.2.6)。於去年的期末報告比較各地區埃及蚊成蟲對不同藥劑的抗性比值結果(圖 2.4.1~圖 2.4.8)，以圖 2.4.3 對百滅寧的抗性比值中，高雄旗津(4)、鼓山(7)、和前鎮(6)的抗性比皆高於 20，鹽埕(8)的抗性比介於 10~20 之間，而台南市中西區 97 年採回的埃及斑蚊(12)無抗藥性的結果較為接近。但台南東區 97 年採回的埃及斑蚊抗性比仍超過 20，在此與抗百滅寧的高雄苓雅區相近。

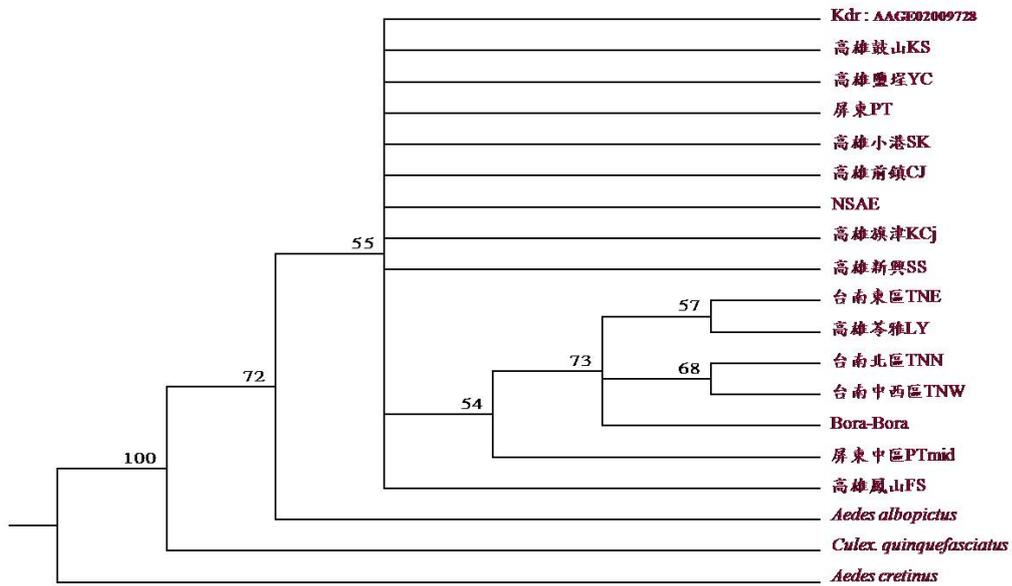


圖. 3.2.5 分子標記 *kdr* 序列 ML 樹狀圖。

不同時間所採回的埃及斑蚊抗藥性亦不同，因此在 *kdr* 序列與抗藥性的相關性以點突變的發生頻度為最重要的判斷依據。本研究在高雄市鼓山區品系和新興區埃及斑蚊 *kdr* 定序有 67% 個體具點突變，高雄鳳山品系 *kdr* 定序則有 80% 個體具點突變，與抗性比值測結果符合，確定族群具高抗藥性。而序列的差異與演化的關係則需進一步討論。

#### (四)、病媒蚊病毒感受性測試

##### 4-1、病媒蚊之採集與累代飼育

本年度計畫共完成台南地區病媒蚊採集及實驗室品系的建立為台南市北區(F9)、南區(F9)、安平區(F9)、中西區(F5)和安南區(F5)的埃及斑蚊，及白線斑蚊（表 5）等登革熱疫區病媒蚊品系；以及台中市南區地下家蚊(F17)品系和彰化地區的熱帶家蚊(F7)(表 4-1)。

表 4-1、病媒蚊蚊種採集與建立

蚊種	採集地區	代數
<i>Aedes aegypti</i>	台南市北區	F9
	台南市南區	F9
	台南市安平區	F9
	台南市中西區	F5
	台南市安南區	F5
<i>Aedes albopictus</i>	台南市北區	F5
	台南市南區	F5
	台南市安平區	F5
	台南市中西區	F5
	台南市安南區	F5
<i>Culex pipiens molestus</i>	台中市南區	F17
<i>Culex quinquefasciatus</i>	彰化熱帶家蚊	F7

##### 4-2、台南地區埃及斑蚊(*Aedes aegypti*) 對各型登革病毒感受性之測試

本年度計畫完成台南市北區、南區、安平區、中西區及安南區各品系之埃及斑蚊及白線斑蚊對各型登革病毒的感受

性測試。試驗結果顯示各區的埃及斑蚊對各型登革病毒均具感受性，經口吸食感染率介於 14.44%至 30%之間。各品系埃及斑蚊在吸食感染登革一、二、三、四型病毒 14 天後對各型登革病毒之感染率分別為北區品系埃及斑蚊的 26.67%、30%、26.67%、23.33%。南區品系為 23.33%、23.33%、20%、20%，安平區品系為 16.67%、23.33%、23.33%、20%，中西區品系為 16.67%、18.89%、16.67%、17.78%及安南區品系為 14.44%、18.89%、18.89%、15.56%對登革病毒的感受性（表 4-2）。試驗結果顯示台南市北區、南區、安平區各品系之埃及斑蚊對各型登革病毒均具感受性。台南市北區對各型登革病毒均較其他兩區為高，對照台南北區在去年(2008)曾經為登革熱疫區，南區和安平區則為非疫區，其間是否具有關聯性，值得進一步觀察。比較各區埃及斑蚊對四種血清型登革病毒之感受性，結果顯示台南地區埃及斑蚊對登革二型病毒之感受性略高於其他三種血型病毒。

表 4-2、Oral infection rate of *Aedes aegypti* to dengue viruses

Mosquito species and strain/ Virus Inoculation (14days)	Virus infection rate (%)			
	Dengue I	Dengue II	Dengue III	Dengue IV
台南市北區 <i>Aedes aegypti</i>	26.67±3.35	30±0	26.67±3.34	23.33±3.34
台南市南區 <i>Aedes aegypti</i>	23.33±3.35	23.33±3.35	20±0	20±0
台南市安平區 <i>Aedes aegypti</i>	16.67±3.35	23.33±3.34	23.33±3.34	20±3.33
台南市中西區 <i>Aedes aegypti</i>	16.67	18.89	16.67	17.78
台南市安南區 <i>Aedes aegypti</i>	14.44	18.89	18.89	15.56

4-3、台南地區白線斑蚊(*Aedes albopictus*)對各型登革病毒感受性之測試

試驗結果也顯示台南市北區、南區、安平區、中西區及安南區各品系之白線斑蚊在吸食感染 14 天後對登革一、二、三、四型之病毒均具感染性，分別介於 21.22%至 30%之間。各品系白線斑蚊在吸食感染登革一、二、三、四型病毒 14 天後對各型登革病毒之感染率分別為北區的 30%、30%、28.89%、25.56%，南區的 24.44%、28.89%、24.44%、24.44%，安平區的 26.67%、25.56%、25.56%、23.33%，中西區的 25.56%、25.56%、24.44%、21.11%及安南區的 25.56%、25.56%、22.22%、22.22%（表 4-2）。與埃及斑蚊相類似的 地方是北區採集 的白線斑蚊對各型病毒的感受性亦均高於其他地區所採集 的病媒蚊。比較各區埃及斑蚊對四種血清型登革病毒之感受性，結果顯示台南地區埃及斑蚊對各型登革病毒之感受彼此差異性不大。

表 4-3、Oral infection rate of *Aedes albopictus* to dengue viruses

Mosquito species and strain/ Inoculation (14days)	Virus infection rate (%)			
	Dengue I	Dengue II	Dengue III	Dengue IV
台南市北區 <i>Aedes albopictus</i>	30	30	28.89	25.56
台南市南區 <i>Aedes albopictus</i>	24.44	28.89	24.44	24.44
台南市安平區 <i>Aedes albopictus</i>	26.67	25.56	25.56	23.33
台南市中西區 <i>Aedes albopictus</i>	25.56	25.56	24.44	21.11
台南市安南區 <i>Aedes albopictus</i>	25.56	25.56	22.22	22.22

#### 4-4、台南地區埃及斑蚊與白線斑蚊對各型登革病毒感受性之比較

比較表 4-2 與 4-3 中埃及斑蚊與白線斑蚊對各型登革病毒之感受性，結果顯示台南各地區所採集之白線斑蚊對於登革一、二、三、四型病毒的感受性均高於該地區採集之埃及斑蚊。此結果與高雄地區病媒斑蚊之病毒感受性略有差異；高雄三民品系之白線斑蚊對登革病毒一、二型的感染率為 26.67% 和 30% 比埃及斑蚊之 20% 和 16.67% 感受性高。相對的埃及斑蚊對登革病毒三、四型的感染率為 29.12% 和 33.33% 比白線斑蚊的 23.33% 和 23.33% 感受性高。Chen et al. (1993) 指出台灣地區埃及斑蚊對於登革病毒一型之感受性較白線斑蚊高，然本實驗室測試台南地區兩種主要病媒蚊對登革病毒的感受性均顯示白線斑蚊對各型病毒的感受性均高於埃及斑蚊。此外，高雄市三民區的白線斑蚊對各型病毒的感受性也均高於埃及斑蚊。

不同病媒蚊種對同一病毒品系之感受性可能有所差異；如 *Aedes mediovittatus* 及白線斑蚊對各型登革病毒的感受性均較埃及斑蚊高出許多(Hardy et al., 1983)，至於在印尼及泰國的研究報告指出，埃及斑蚊及白線斑蚊對於各型登革病毒之感受性差異不大(Tan et al., 1981; Whitehead et al., 1971)。此外，同蚊種不同品系病媒蚊對同一病毒品系之感受性亦可能不同。Tardieux et al.(1990)調查 18 株不同國家的埃及斑蚊對同品系二型登革病毒的經口吸食感染率，結果發現其感染率從 5%-50% 不等；Gubler et al.(1979)指出印尼 13 種地理區隔品系(geographic stain)埃及斑蚊，以經口吸食或注射感染同株登革一型及二型病毒，其感染率分別為 0-25% 及 6%-57%

不等；Boromisa *et al.* (1987)比較八株白線斑蚊對登革二型病毒的感染率則在 38~94 %之間。此外，病媒蚊種對黃熱病毒(Yellow fever virus)、Ross river virus、St. Louis encephalitis virus、West Nile virus 等感受性試驗亦有類似結果。而由上述可知，不同種類病媒蚊對病毒感受性可能不同；且同種不同品系的病媒蚊對同一病毒品系之感受性亦可能相當之差異性。另外，同株病媒蚊對不同病毒株的感受性亦不同(Rosen *et al.* 1985)；病媒蚊對登革病毒感受性的差異，主要可能決定於病媒蚊的遺傳因子(Tardieux *et al.* 1991; Failloux *et al.* 1995)。

建立各地病媒蚊種對不同血清型病毒感受性的資料，有助瞭解當地病媒蚊傳播登革病毒的潛能，以及登革熱疫情爆發之風險性。

#### 4-5、地下家蚊(*Culex pipiens molestus*)雌蚊對於登革病毒之感受性探討

地下家蚊是一種不吸血亦可產卵的蚊種，主要分佈於溫帶地區。近年來證實台灣地區也有地下家蚊的族群，地下家蚊主要分佈在大樓的地下室和污水池等，故地下停車場、地下化工程的開挖及低窪積水處便成為地下家蚊的孳生源。地下家蚊的活動不受季節的影響，在冬季反而更加活躍，故增加叮咬人的機會，特別是現代都市的設施快速地下化提供了地下家蚊適合的棲息地，所以本計畫探討地下家蚊對四種不同血清型登革病毒的感受性及是否可能為傳播登革病毒的病媒蚊。

表 4-4、Susceptibility of *Culex pipiens molestus* to dengue viruses by oral infection

Virus Inoculation period	Virus infection rate (%)			
	Dengue I	Dengue II	Dengue III	Dengue IV
4 days	0±0	0±0	0±0	0±0
7 days	0±0	6.67±0	6.67±3.34	3.33±3.34
10 days	3.33±0	10±0	6.67±3.34	6.67±0
14 days	6.67±0	13.33±3.34	6.67±0	10±3.33
21 days	11.11±1.25	13.33±0.90	15.79±3.75	11.54±3.04

就表 4-4 試驗結果顯示地下家蚊經由吸食感染的方式，在第四天於蚊體上均檢測不到病毒，至第七天蚊體對登革病毒二、三、四型的感染率提高至 6.67%、6.67%、3.33%，而登革一型病毒仍檢測不到，隨著天數的增加在第十天的感染率為 3.33%、10%、6.67%、6.67%，第十四天為 6.67%、13.33%、6.67%、10%及第二十天為 11.11%、13.33%、15.79%、11.54%顯示地下家蚊對登革病毒的感受性隨著天數增加而增加的現象且蚊體對登革二、三型病毒有較高的感受性。地下家蚊對各型登革病毒均具感受性，且感受性均高於成為病媒定義的 5%(vector competence > 5%)；然對登革病毒具有感受性是否就代表其具有傳播登革病毒的能力，繼而可能扮演登革熱病媒蚊的角色，則是本實驗室進一步探討的重點。

#### 4-6、熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)對各型登革病毒感受性初探

本試驗試行令健康處女雌蚊以經口吸食病毒方式進行感染試驗，結果顯示台灣之熱帶家蚊對登革三型病毒與四型病

毒皆不具有感受性。[Huang et al. \(1992\)](#) 與 [Vazeille-Falcoz et al. \(1999\)](#) 均曾指出熱帶家蚊無法經口感染登革病毒。中腸障壁現象乃指病原體被病媒昆蟲吸食進入消化道後，無法通過消化道進入血腔的現象。因為昆蟲取食時，中腸上皮細胞會分泌一層圍食膜包覆食物。報告指出，圍食膜對病毒感染蚊蟲具障壁作用([Hardy et al., 1983](#); [Thomas et al., 1993](#))。然由於中腸上皮細胞會分泌胰蛋白酶(trypsin)和胰凝乳蛋白酶(chymotrypsin)等蛋白酶(protease)，因此中腸障壁亦可能是消化酵素作用所致，有報告指出黃質病毒可被哺乳動物的胰蛋白酶和胰凝乳蛋白酶抑制([Gorman and Goss, 1972](#); [Molina-Cruz et al., 2005](#))。此外，中腸細胞是否對病毒具感受性也是影響病毒感染病媒的重要因子。[Chen et al. \(1993\)](#)指出，並非每一個中腸細胞都會被病毒感染，可能與該細胞是否有病毒接受體(receptors)有關。登革病毒受體在Vero和BHK-21 細胞為Heparan (Hs)，在C6/36 細胞為兩個醣蛋白(glycoprotein, 40 and 45 kDa)，在myelomonocytic細胞株HL60 及non-Epstein-Barr virus transformed B cells上則為兩個蛋白(一個約為40~45 kDa，另一則為70~75 kDa) ([Yazi Mendoza et al., 2002](#))；[Yazi Mendoza](#)等學者(2002)則曾於病媒斑蚊檢測到可能為登革病毒受體的45 kDa醣蛋白。[Liu et al.](#)則指出登革病毒無法感染熱帶家蚊，是因為該蚊種中腸細胞不具登革病毒之受子(receptor)，因此產生中腸障壁(gut barrier)作用。故圍食膜的形成、中腸內酵素的作用及中腸細胞上的病毒受體都可能影響登革病毒感染蚊體，至於白腹叢蚊對於登革病毒是否真的具有中腸障壁，則有待進一步試驗驗證。

#### 4-7、登革熱病媒蚊種

Hardy *et al.* (1983)指出登革熱病媒蚊傳播登革病毒的病媒能力(vectorial competence)受諸多因子影響，其中包括病媒蚊種類、病媒蚊品系、病毒血清型、病毒品系及病媒蚊生理等。許多報告指出登革病毒主要由斑蚊屬(*Aedes*)蚊蟲所傳播；其中埃及斑蚊(*Ae. aegypti*)是為全球性的主要病媒蚊(primary vector)(Chan *et al.* 1971)，白線斑蚊(*Ae. albopictus*)則被認為是次要病媒蚊(Gubler 1988; Knudsen 1995)。而在新加坡與泰國等地區，白線斑蚊與埃及斑蚊同為出血型登革熱的主要病媒蚊(Gould *et al.* 1968; Chan *et al.* 1971)。在馬來西亞，鄉村的登革熱病媒蚊為白線斑蚊，都市則為埃及斑蚊；至於森林地區的病媒蚊證實為 *Aedes (Finlaya) niveus complex* (Gubler 1987)。南太平洋島嶼地區之登革熱病媒蚊則為玻里尼西亞斑蚊 (*Aedes polynesinsis*)、*Aedes scutellaris*、*Aedes pseudoscutellaris* 及洛都斑蚊 (*Aedes rotumae*) (Rosen *et al.* 1985)；*Aedes mediovittatus* 為加勒比海地區的登革熱病媒蚊 (Gubler *et al.* 1985)。此外，*Aedes africanus*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes opok*, *Aedes taylori* 和 *Aedes furcifer* 均曾記錄為亞洲、非洲地區森林地區的登革熱病媒蚊(Rosen 1984 in Gubler 1987; Traore-Lamizana *et al.* 1994)。Hammon *et al.* (1960)曾在 *Culex tritaeniorhynchus* 蚊體分離出登革三型病毒的記錄。

繼上一年度與本年度針對高雄市與台南市的埃及斑蚊及白線斑蚊進行病毒感受性檢測，其感受性均在 10%以上，感

受性高者可達 30%，顯示台灣南部之病媒蚊均適合扮演登革病毒傳播的角色。

表 4-5、Oral transmission rate of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* with dengue 1 virus

Route of inoculation	具經口傳播能力率 % (該傳播程度蟲數/所有受測蟲數)					
	經口傳播程度					
	0	+	++	+++	+++++	+++++
台南市北區 <i>Aedes aegypti</i>	18.52	25.92	29.63	14.81	7.41	3.7
台南市南區 <i>Aedes aegypti</i>	17.86	28.57	28.57	17.86	3.57	3.57
台南市安平區 <i>Aedes aegypti</i>	26.09	26.09	26.09	8.7	8.7	4.35
台南市北區 <i>Aedes albopictus</i>	17.24	20.69	20.69	24.14	10.34	6.9
台南市南區 <i>Aedes albopictus</i>	20.69	24.14	24.14	17.24	10.34	3.45
台南市安平區 <i>Aedes albopictus</i>	21.43	21.43	25	25	3.37	3.57

瞭解病媒斑蚊對登革病毒具有感受性後，進一步以注射感染法，令健康雌蚊感染各型登革病毒，經過 14 天病毒複製期後，再檢測其經口將病毒傳播出去的機率。表 4-5、4-6、4-7、4-8 顯示當台南地區在白線斑蚊與埃及斑蚊一旦感染登革病毒後，均有機會藉吸食行為將病毒經口傳播出去。其中埃及斑蚊對登革一型病毒的經口傳播率介於 73.91%至 82.14%，白線斑蚊對登革一型病毒的經口傳播率介於 78.57%至 82.76%(表 4-5)；埃及斑蚊對登革二型病毒的經口傳播率介於 82.76%至 84.62%，白線斑蚊對登革二型病毒的經口傳播率介於 80%至

82%(表 4-6)；埃及斑蚊對登革三型病毒的經口傳播率介於 76.00%至 83.33%，白線斑蚊對登革三型病毒的經口傳播率介於 75%至 84%(表 4-7)；埃及斑蚊對登革四型病毒的經口傳播率介於 80.77%至 84%，白線斑蚊對登革四型病毒的經口傳播率介於 76%至 88%(表 4-8)。

先前試驗已知以注射感染台南地區埃及斑蚊與白線斑蚊，可以突破中腸障壁作用，達到 100%的感染率；因此本試驗顯示一旦蚊體感染登革病毒，即可能有極高的經口傳播率。如果結合上述吸食感染率換算，理論值顯示如果吸食病毒血症患者血液，以台南北區埃及斑蚊具有 26.59%再將登革二型病毒傳播出去的理论值最高，而安南區傳播登革一型病毒的 9.57%最低。至於白線斑蚊以台南北區埃及斑蚊具有 27%再將登革二型病毒傳播出去的理论值最高，而中西區傳播登革一型病毒的 16.71%最低。

表 4-6、Oral transmission rate of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* with dengue 2 virus

Route of inoculation	具經口傳播能力率 % (該傳播程度蟲數/所有受測蟲數)					
	經口傳播程度					
	0	+	++	+++	+++++	+++++
台南市北區 <i>Aedes aegypti</i>	17.24	27.59	31.03	17.24	3.45	3.45
台南市南區 <i>Aedes aegypti</i>	15.38	38.46	23.08	11.54	7.69	3.85
台南市安平區 <i>Aedes aegypti</i>	15.38	34.61	30.78	15.38	3.85	0
台南市北區 <i>Aedes albopictus</i>	10	30	26.67	16.67	10	6.67
台南市南區 <i>Aedes albopictus</i>	13.33	26.67	26.67	23.33	6.67	3.33
台南市安平區 <i>Aedes albopictus</i>	20	23.33	26.67	26.67	3.33	0

表 4-7、Oral transmission rate of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* with dengue 3 virus

具經口傳播能力率 % (該傳播程度蟲數/所有受測蟲數)						
Route of inoculation	經口傳播程度					
	0	+	++	+++	+++++	+++++
台南市北區 <i>Ae. aegypti</i>	18.52	22.22	25.93	25.93	7.41	0
台南市南區 <i>Ae. aegypti</i>	16.67	29.17	29.17	20.83	4.17	0
台南市安平區 <i>Ae. aegypti</i>	24	32	32	8	4	0
台南市北區 <i>Ae. albopictus</i>	16	28	32	12	8	4
台南市南區 <i>Ae. albopictus</i>	18.52	29.63	33.33	7.41	7.41	3.7
台南市安平區 <i>Ae. albopictus</i>	25	29.17	33.33	4.17	4.17	4.17

表 4-8、Oral transmission rate of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* with dengue 4 virus

具經口傳播能力率 % (該傳播程度蟲數/所有受測蟲數)						
Route of inoculation	經口傳播程度					
	0	+	++	+++	+++++	+++++
台南市北區 <i>Ae. aegypti</i>	16	28	24	20	8	4
台南市南區 <i>Ae. aegypti</i>	19.23	23.08	23.08	26.92	3.85	3.85
台南市安平區 <i>Ae. aegypti</i>	19.23	26.92	26.92	19.23	7.7	0
台南市北區 <i>Ae. albopictus</i>	12	28	32	24	4	0
台南市南區 <i>Ae. albopictus</i>	20.83	25	25	20.83	4.17	4.17
台南市安平區 <i>Ae. albopictus</i>	24	28	28	12	8	0

## (五)、登革熱流行模式與衛教

### 5-1 學童血清流行病學調查

#### 5-1.1 臺南市

在上半年度（98 年 5 月）時，本研究團隊分別於大港里、延平里、實踐里、大同里擇選學校（共三所國民小學、一所國民中學）進行學童血清流行病學研究。下半年度繼續於臺南市文元里、大涼里、赤崁里擇選三所國民小學（WY、SN、CG）。上半年度擇選的學校主要為 2007 年臺南市登革大流行時位於高發區的里內；而下半年度所選的學校，則位於沒有病例的中西區（SN、CG），或是雖位於高發區，但該里無通報病例（WY）。本計劃預計於 99 年 1 月中（登革流行季後）在此七所學校進行第二次血清調查，以了解臺南市的登革盛行率和不顯性感染比例，並以世代研究（cohort study）的方法，明瞭臺南市登革流行的時間動態演變（temporal dynamics）。

#### 5-1.2 高雄市

本研究於下半年度（98 年 11 月）分別在高雄市小港區、左營區、三民區、前鎮區進行學童及社區血清流行病學調查。因今年高雄登革流行的通報病例集中於小港區，故在小港區內擇選兩個社區（CY、GQ）及兩所小學（GH、XG），當作今年登革流行的病例組（case group）；此外，比較其他區內各里的人口密度及病媒蚊指數（布氏指數）後，選擇左營區、三民區、前鎮區的三所小學（ZY、SM、MJ），當作登革流行的對照組（control group）。本計畫亦預計於 99 年 1 月中（登革流

行李後) 在此兩個社區和五所學校進行第二次血清調查，以了解高雄市的在此波登革盛行率，並明瞭人口密度、病媒蚊指數及環境因子對登革流行的影響。

### 5-1.3 民眾行為、認知及環境因子對登革流行的影響

本研究在臺南市、高雄市進行登革抗體調查，可比較臺灣南部兩大都會區登革流行的模式、環境因子及都會型態對登革流行的影響。此外，亦可從問卷調查得知民眾對於登革的認知，以及面對登革流行時的態度及行為，從而評估衛生教育在此兩都會的成效。

### 5-1.4 台南市學童登革病毒血清流行病學研究

本研究團隊於本年度五月初在台南市區四所學校（三所國小、一所國中）進行的血清流行病學研究，樣本總數 1,029 支。樣本之年齡、性別分布，與登革病毒抗體 IgG 陽性之比例見表 1。小學年齡層（8 至 12 歲）男性學童的登革抗體 IgG 盛行率為 1.1%（11 歲，國小五年級）至 6.0%（10 歲，國小四年級）（平均值約  $4.4(\pm 0.99)\%$ ），女性學童的登革抗體 IgG 盛行率為 2.1%（9 歲，國小三年級）至 5.7%（8 歲，國小二年級）（平均值約  $4.0(\pm 0.92)\%$ ）。國中年齡層（13 至 14 歲）男性學童的登革抗體 IgG 盛行率平均值為  $3.4(\pm 2.4)\%$ ，女性學童的登革抗體 IgG 盛行率平均值為  $1.4(\pm 1.3)\%$ （圖 5.2）。登革病毒抗體 IgG 陽性樣本與台南市 2007 年登革熱大流行之病例於台南市之地理分佈如圖 5.3。

表 5.1 98 年度 5 月（流行季前）台南市學童登革病毒血清流行病學研究，血清樣本年齡、性別比例與登革病毒抗體 IgG 陽性之列聯表。

性別	年齡（歲）									總和
	8	9	10	11	12	13	14	15-29	30-49	
男	5 (96) 5.2%	4 (82) 4.9%	6 (100) 6.0%	1 (91) 1.1%	3 (63) 4.8%	0 (23) 0	2 (36) 5.6%	0 (1) 0	0 (1) 0	21 (493) 4.2%
女	6 (105) 5.7%	2 (97) 2.1%	4 (90) 4.4%	4 (90) 4.4%	2 (71) 2.8%	1 (47) 2.1%	0 (27) 0	0 (0) -	1 (9) 1.1%	20 (536) 3.7%
總和	11 (201) 5.5%	6 (179) 3.4%	10 (190) 5.3%	5 (181) 2.8%	5 (134) 3.7%	1 (70) 1.4%	2 (63) 3.2%	0 (1) 0	1 (10) 1.0%	41 (1029) 4.0%

\*括弧內數字表示該性別及年齡層內之樣本數。

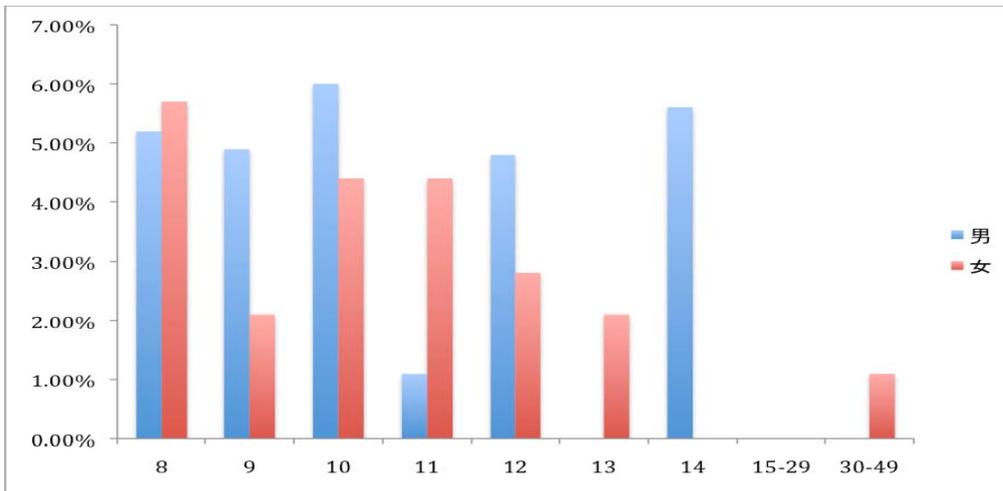


圖 5.2 臺南市登革病毒血清流行病學研究中，登革病毒抗體 IgG 陽性盛行率在各年齡層中之性別分佈。

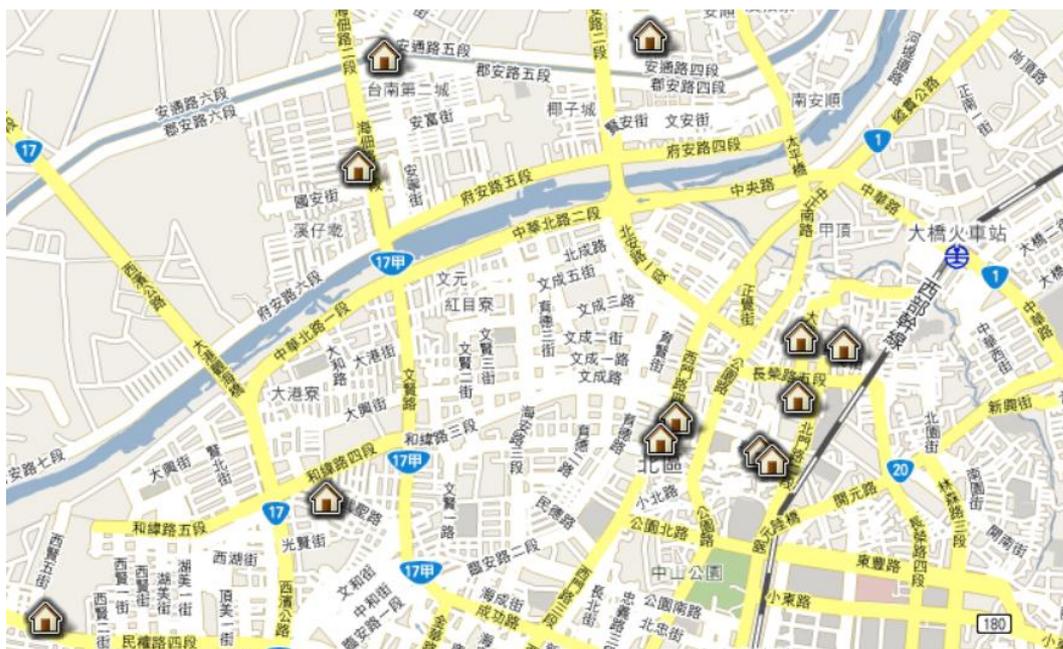


圖 5.3 臺南市登革病毒血清流行病學研究中，登革病毒抗體 IgG 陽性個案的地理位置分佈圖。

### 5-1.5 高雄市社區登革病毒血清流行病學研究

本研究團隊於 2009 年十月底及十一月初在高雄市兩個里、五所小學進行血清流行病學研究，收得樣本共 2,269 支（社區 96 支、學校 2,173 支）。社區/學校之人口數、樣本數、參與率見表 5.2。

表 5.2 2009 年高雄市登革病毒血清流行病學研究，擇選社區及學校之人口數、樣本數，以及參與率。

	里/學校						
	GQC <sup>1a</sup>	GHS <sup>2a</sup>	XGS <sup>2a</sup>	CYC <sup>1b</sup>	SMS <sup>2b</sup>	ZYS <sup>2b</sup>	MJS <sup>2b</sup>
參與人數	76	328	733	20	566	195	351
總人口數	2,322	816	1027	11,800	943	419	508
參與率	3.27%	40.20%	71.37%	0.17%	60.02%	46.54%	69.09%

<sup>1</sup>Community ; <sup>2</sup>School . <sup>a</sup>Case ; <sup>b</sup>Control

本研究團隊於十月底在高雄市 CY 里、GQ 里進行社區血清流行病學研究，一共收得 96 支血清樣本（CY 里 20 支、GQ 里 76 支）。在 CY 里的 20 支和 GQ 里的 67 支血清樣本中，1

支呈登革病毒抗體 IgM 陽性反應（GQ 里），14 支呈登革病毒抗體 IgM 弱陽性反應（1 支於 CY 里、13 支於 GQ 里），陽性樣本於地理位置上之分佈如圖 7C。GQ 里的 13 支陽性樣本多沿平正路、平誠路、平心路、港後路、港源路、達德路分佈（圖 5.4），有 3 支陽性樣本在同一個家戶中。

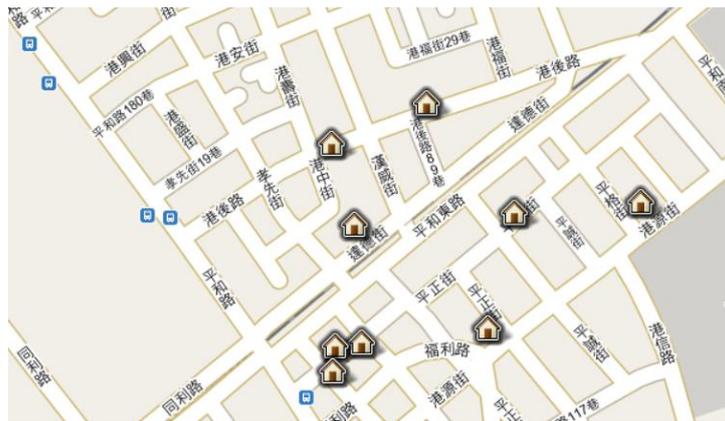


圖 5.4 高雄市登革病毒血清流行病學研究中，登革病毒抗體 IgM 陽性個案的地理位置分佈圖。

## 5-2 環境因子與病媒蚊密度的關係

### 5-2.1 建立臺南市空屋空地的地理資料庫

為了市容美觀與避免病媒蚊滋生，地方縣市政府對於轄內空屋、空地均造冊列管，根據「臺南市空地空屋自治條例」對於空屋、及空地的定義如下：

空地：指全部或部分閒置、荒廢之土地，及建物四周全部或部分未利用之土地。

空屋：指荒廢、無人居住或已被徵收或部分拆除後棄置之建築物。

本計畫收集臺南市各行政區的 2007 年造冊列管的空屋、空地（表 5.3），彙整相關地理屬性並進行空間數值化，以便於瞭解其空屋空地對於病媒蚊滋生的相關性。本計畫逐筆資料透過地理資訊系統(geographic information system, GIS)將地址轉檔成地理座標，進而以里為單位加總，建立列管的空屋與空地的總數。本計畫建立臺南市列管的空屋共 787 筆、空地約 3728 筆（如圖 5.5 與圖 5.6）。從圖中我們發現，臺南市的空屋多集中於中西區與安平區交界處、東區與北區交界處。而空地普遍分佈於都市周圍，包括安南區與北區、東區等地區。

表 5.3 本研究收集的空屋、空地相關資料(例)

臺南市南區轄內權責機關所屬土地髒亂點				
里別	所有權人	所在位置	地號	土地現況
新興	國有財產局	西門路與健康路口	塩埕段89-87 89-88	
大成	教育局	大成國中校舍		
新昌	台南監獄	司法新村		
田寮	稅捐處	南稅三村		
府南等5里	臺南市政府	南山公墓		
鯤鯨	高雄港務局	鯤鯨路與清水路交叉口	龍崗段321	
荔宅	臺南市政府	西門路1段232巷14號旁	塩埕段234-49	
荔宅	臺南市政府	西門路1段248巷27號對面	塩埕段234-174	
荔宅	空軍213防砲營	大成路1段193巷底 喜樹路222巷與 濱海公路交叉	塩埕段255	
喜北	國有財產局			
明德	空軍443聯隊	水交社		
日新		日新國小宿舍 金華路1段322-332號		

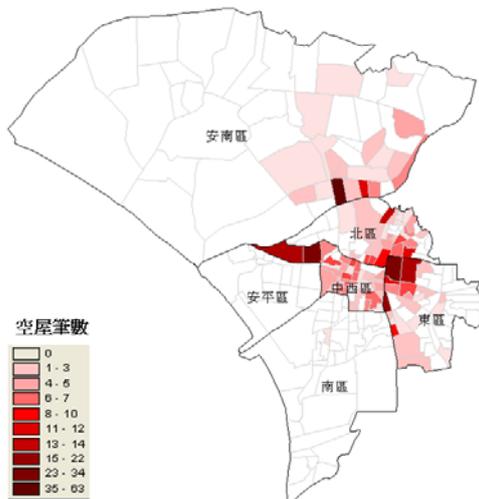


圖 5.5 空屋的地理分佈

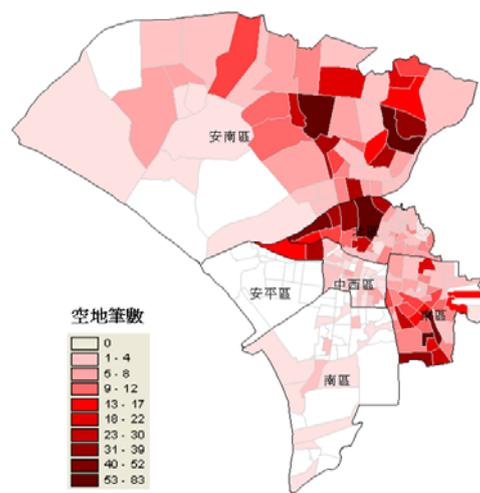


圖 6 空地的地理分佈

### 5-2.2 建立臺南市病媒蚊調查的地理資料庫

本計畫彙整 2007 年臺南市爆發大規模登革熱疫情期間的病媒蚊監測資料，建立其調查出陽性容器的地理分佈，以瞭解其病媒蚊的分佈（如圖 5.7）。

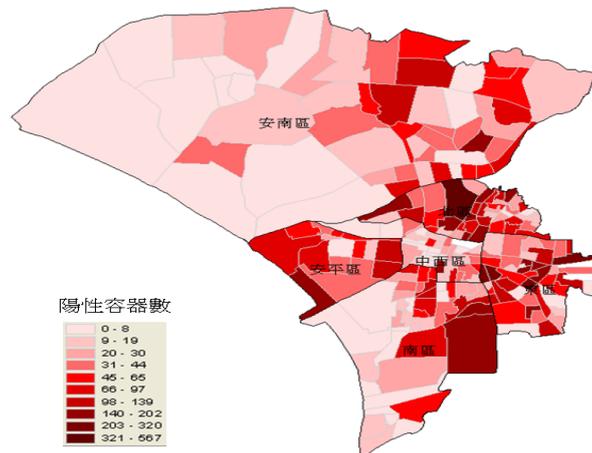


圖 5.7 陽性容器數的地理分布。

### 5-2.3 病媒蚊與空屋空地的關係

本研究將病媒蚊與空屋空地的地理資料庫整合，透過建立單變數分析瞭解空屋空地等環境因子對於病媒蚊分佈的關係。如圖 5.8 中發現，空地與陽性容器的地理關係達顯著 ( $R^2=0.14$ ,  $p < 0.05$ )，這顯示空地的分佈，可能是施工中的工地、或閒置的開放空間，這些地區的確有可能形成孳生源。此外，圖 5.9 顯示空屋與陽性容器的地理關係亦達顯著 ( $R^2=0.42$ ,  $p < 0.05$ )，顯示空屋分佈對於滋生病媒蚊有顯著的影響，並且若已經發生病例將更有可能在社區造成疫情傳播。

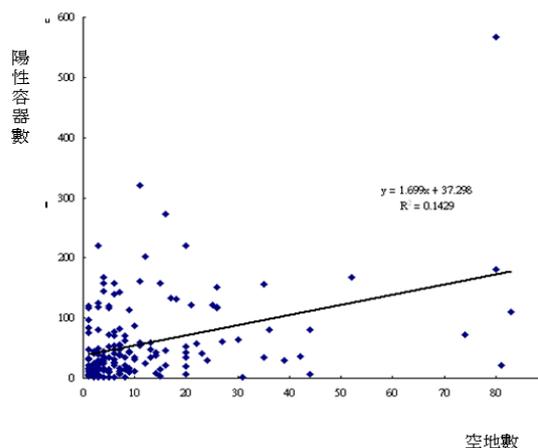


圖 5.8 空地與陽性容器的地理關係

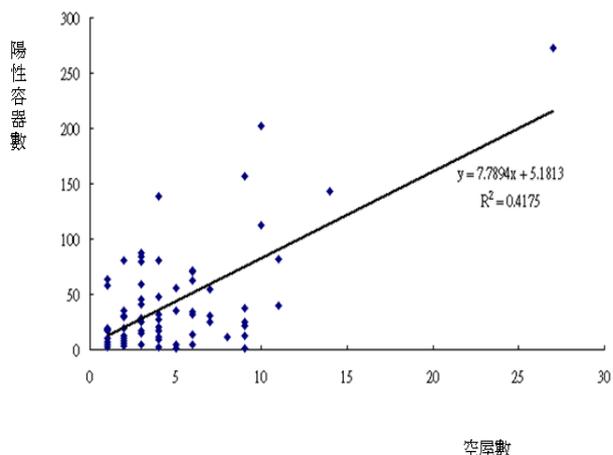


圖 5.9 空地與陽性容器數的地理關係

### 5-3 登革病例空間關係分析

本研究將 1998 年至 2008 年間本土登革病例總數（圖 5.10）和境外移入登革病例總數（圖 5.11）以地理資訊系統繪於圖上。境外移入登革病例由臺灣北部至南部皆有分布，而本土登革病例則集中於南部。圖 5.12 為境外移入登革病例與本土登革病例數量之相關性。

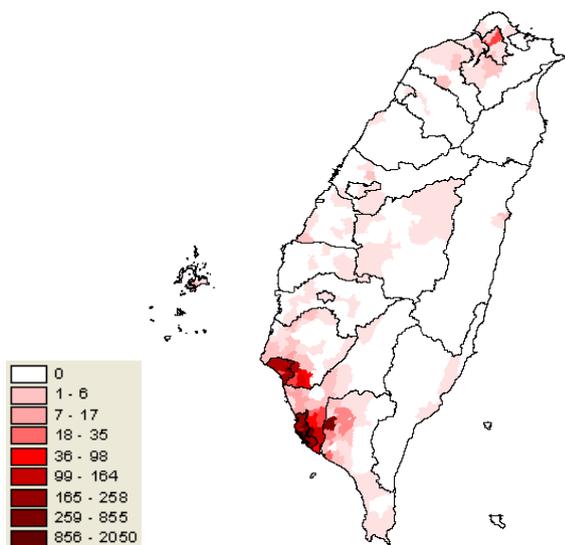


圖 5.10 1998 年至 2008 年本土登革病例總數的地理分布

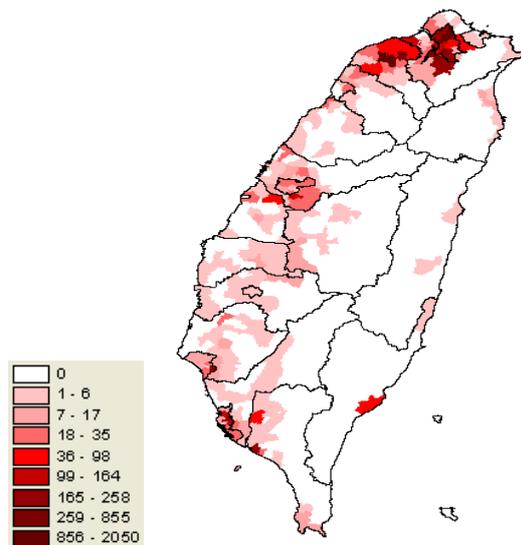


圖 5.11 1998 年至 2008 年境外移入登革病例總數的地理分布

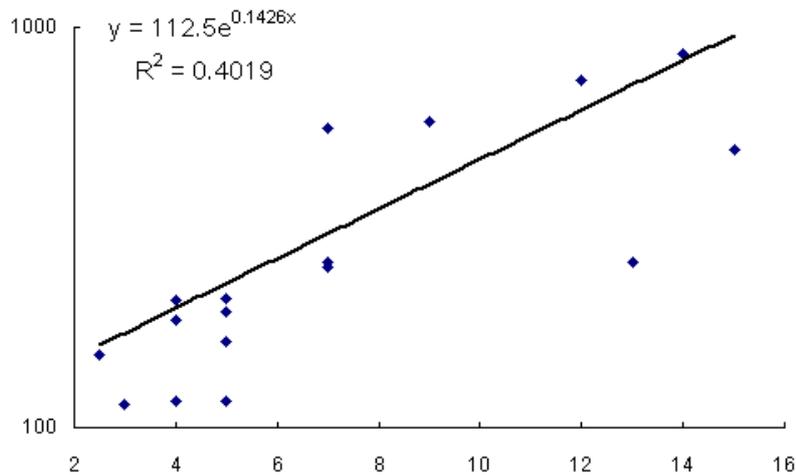


圖 5.12 1998 年至 2008 年間流行高風險區（臺南市與高雄市、

#### 5-4 病媒蚊密度調查之抽樣方法設計

登革熱/登革出血熱為蚊媒傳染病，特別期望蚊子密度的數據可以提供登革流行之重要參考。因此本研究欲設計一抽樣方法估計蚊蟲密度。以高雄市病媒蚊密度普查資料，用各種不同的抽樣架構（sampling frame）模擬抽樣結果，挑選精密度和準確度皆高的抽樣方法。

此抽樣方法考慮以下各指標：

##### 1、人口聚集度：

一般而言，人口數愈多、人口聚集愈稠密的區域，蚊與人間互動也較頻繁。人口聚集稠密的地點有兩種形態，一是密集的住宅區，如大豐里域內的國宅區；二是市場、廟宇、車站等貨物集散地、交通運輸中心、民間活動（如宗教活動等）聚集地。以下分此兩點討論。

### 1. 密集住宅區：

此種類型的人口數量較易掌握，可從大廈管理員、里長等處得人口數的資訊，以此人口數計算蚊子產卵桶的數量。放置產卵桶是以每若干百人放置一個為單位計量，而放置位置一般會選擇易積水處、牆角等地。

### 2. 人口集散地：

市場（如大福里域內立德路系的市場）、大型廟宇、車站，因人口流動率高，人口數較不容易掌握，因此放置產卵桶的方式可採某個單位面積內放置多少個計量。

### 2、歷年各里蚊蟲指數：

歷年各里蚊子指數亦為一重要之參考指標。直觀而言，若一地蚊子指數歷年均無太大變動，則不需放置太多產卵桶，即可估得較精確的蚊蟲指數。應該把金錢和收集資料的經歷投注於蚊子指數變動大，較難獲得精確估值之地點。

### 3、歷年各里病例數：

臺南市在 2002 年和 2007 年曾有兩波登革感染大流行，期間僅有較為零星的病例出現。流行季中感染人數較高的里區（高發區）即應放置較多產卵桶，如此可同時觀察到病例數及血清流行病學的資料和蚊子指數的關係。

### 5-5 高雄市2002年與2006年病媒蚊指數和登革病例分佈關係的分析

病媒蚊指數被認為在未爆發流行前具有預防的指標意義，可在看見指數上升時將防控措施徹底執行，並避免境外移入病例進入而引爆流行。然而臺灣自從 1998 年後登革本土病例數均遠大於登革境外移入病例數，尤其是 2002 年在高屏地區爆發近六十年來最大的一波流行，接著在 2006 年高雄市、2007

年臺南市亦爆發較大波的流行，因此找尋並建立良好的登革病媒蚊指數可能是預防的關鍵。

### 5-5.1 高雄市 2002 年與 2006 年登革本土病例分佈

高雄 2002 年與 2006 年登革本土病例在小港區與前鎮區均較高(圖 5.13a、5.13b)。

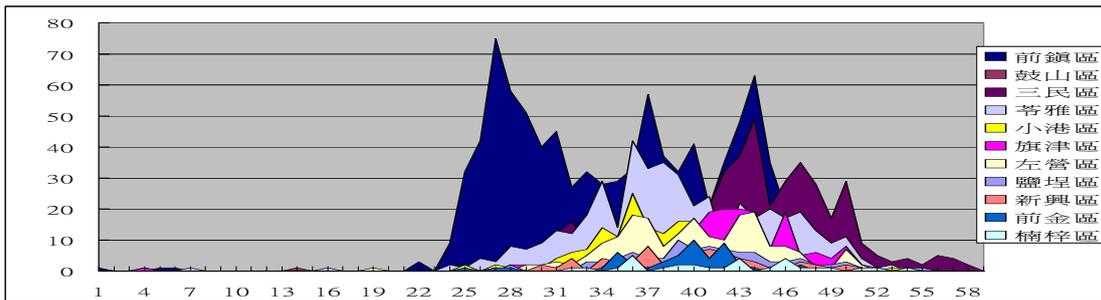


圖 5.13a 2002 年高雄市登革本土病例分布曲線

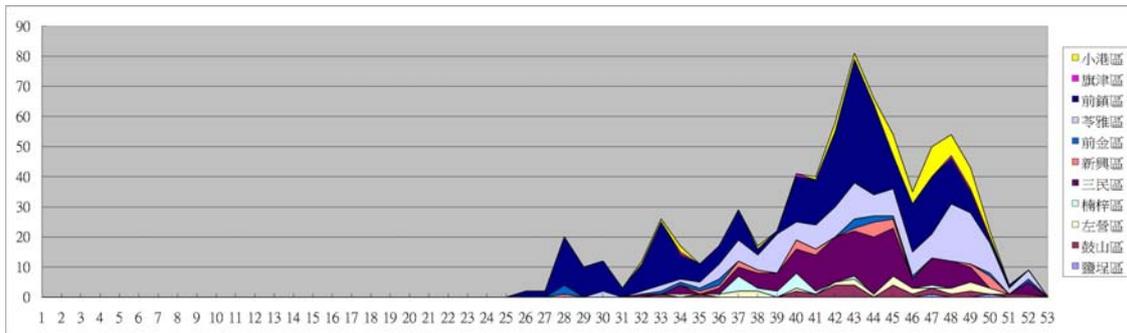


圖 5.13b 2006 年高雄市登革本土病例分布曲線

### 5-5.2 高雄市 2002 年與 2006 年的病媒蚊指數分析

#### 1. 布氏指數

##### (a) 2002 年布氏指數

布氏指數常認為是最佳的蚊子指數，然而在 2002 年那波大流行時的布氏指數平均值看不出任何差異(圖 5.14a)，即使是中間有較突出的旗津區，但對照病例並未看到有上揚的

趨勢。且中間有幾個月不明原因無資料，並且會被同區的數目沖淡，導致其看不出有任何差別。

若改採最大值來看，2002 年高雄市登革熱最早發生且最嚴重的前鎮區早在 4 月布氏指數就已明顯較其他區高(僅次於楠梓區)，但仍有些區域雖然布氏指數最大值高，仍然無疫情(圖 5.14b)。

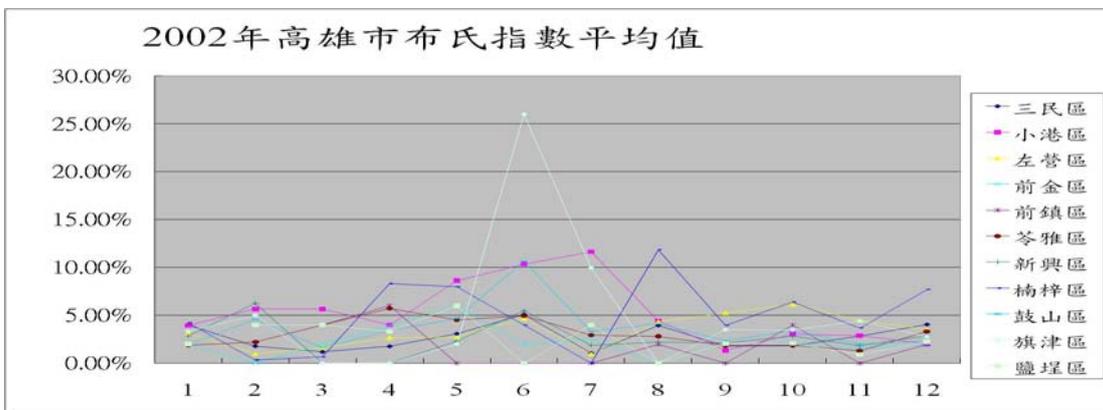


圖 5.14a 2002 年高雄市病媒蚊布氏指數平均值的各月分布曲線

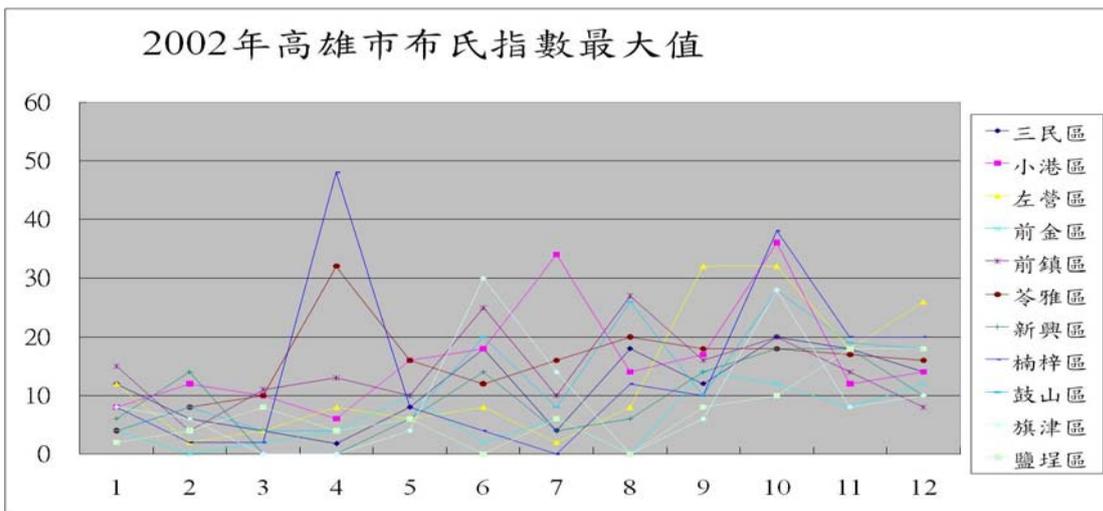


圖 5.14b 2002 年高雄市病媒蚊布氏指數最大值的各月分布曲線

## (b) 2006 年布氏指數

2006 年因宥於資料不足，僅布氏指數最大值可使用，其他指數資料並未提供，但也可看出前鎮在 4 月時已較其他地區高的情形(圖 5.15)。

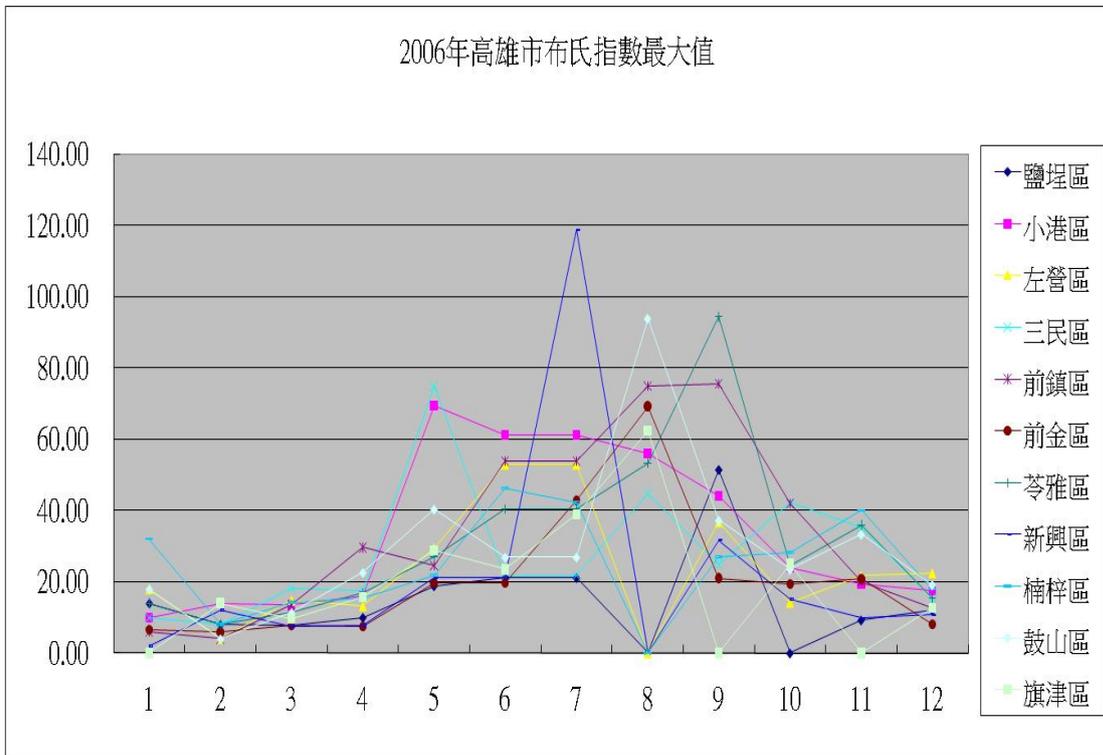


圖 5.15 2006 年高雄市病媒蚊布氏指數最大值的各月分布曲線

## 2. 住戶指數

### (a) 2002 年住戶指數

在 2002 年住戶指數平均值大致平穩，而旗津區出現一個高峰，主因是僅收集了 3 個里，樣本數過少所導致，亦有些月份被遺漏(圖 5.16a)。而在住戶指數最大值方面來看，前鎮的住戶指數最大值到 6 月時才出現偏高的情形，但看不出有明顯差別(圖 5.16b)。

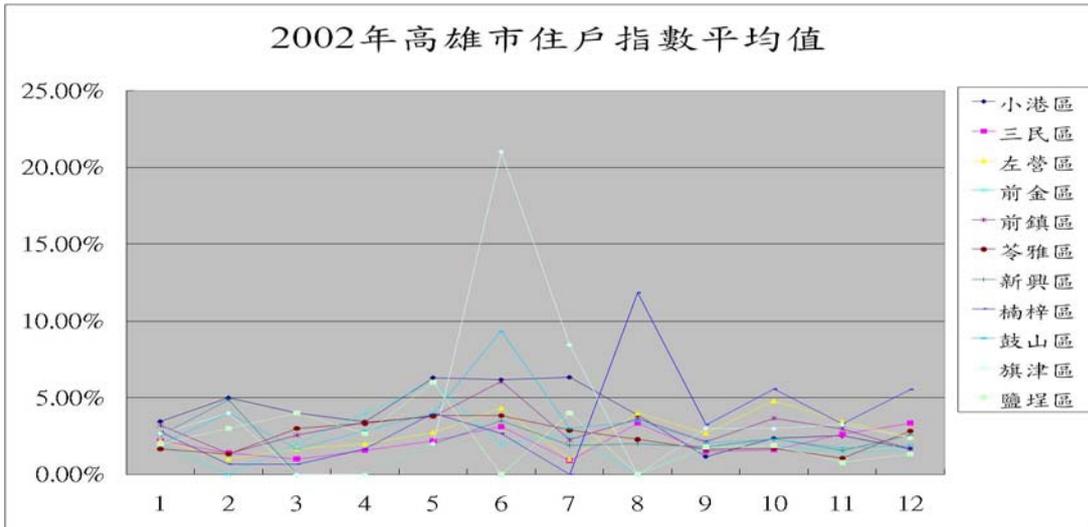


圖 5.16a 2002 年高雄市病媒蚊住戶指數平均值的各月分布曲線

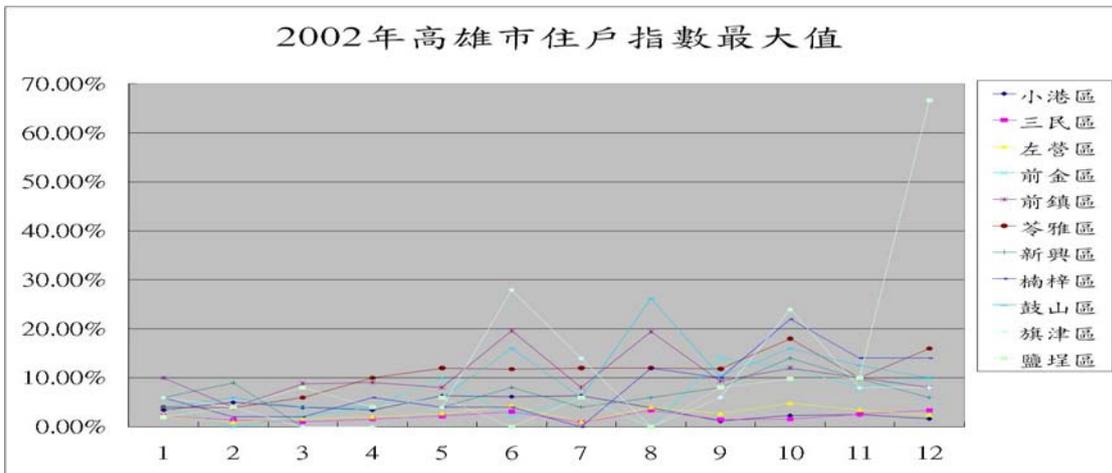


圖 5.16b 2002 年高雄市病媒蚊住戶指數最大值的各月分布曲線

### (b) 2006 年住戶指數

2006 年的病媒蚊指數僅有布氏指數有數據。

### 3、容器指數

#### (a) 2002 年容器指數

容器指數平均值大致平穩，僅旗津區起伏大(圖 5.17a)，主因幾個月無數據。容器指數最大值起伏較大，但可發現高雄市絕大多數的區域在 7~10 月間指數均有偏高的情形(圖 5.17b)，或許是當地會爆發流行的重要警訊。

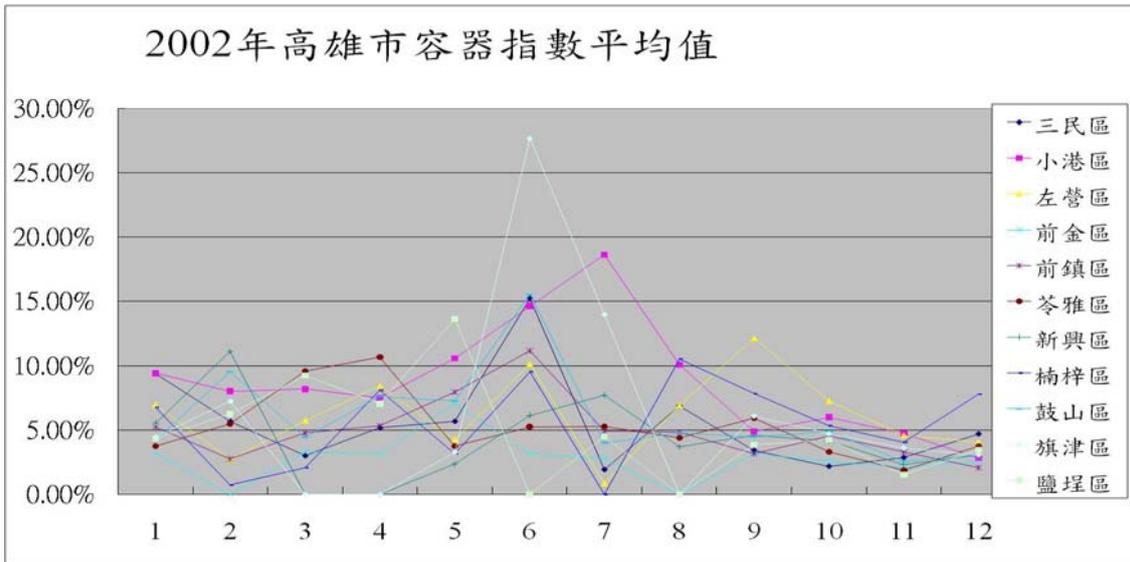


圖 5.17a 2002 年高雄市病媒蚊容器指數平均值的各月分布曲線

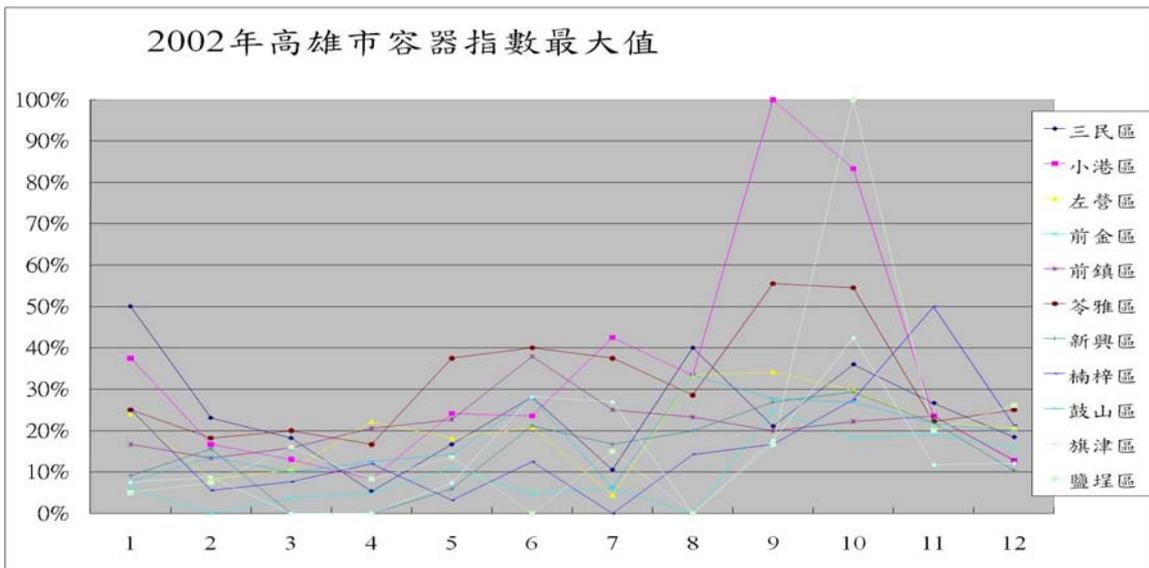


圖 5.17b 2002 年高雄市病媒蚊容器指數最大值的各月分布曲線

(b) 2002 年室內容器指數

室內容器指數主要針對住家內的陽性容器來進行判斷，排除戶外，藉此確定在住家內或戶外較易被病媒蚊叮咬。室內容器指數的平均值並未看出差別（圖 5.18a）。但是從室內容器

指數的最大值可發現早在 3 月時前鎮區的室內容器指數已十分高，且之後居高不下（圖 5.18b）。

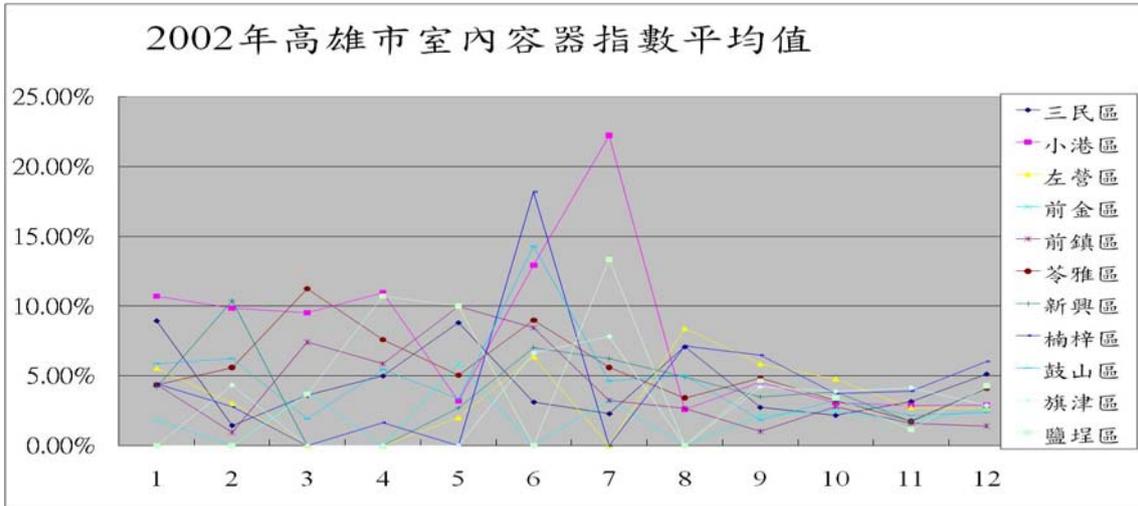


圖 5.18a 2002 年高雄市病媒蚊室內容器指數平均值的各月分布曲線

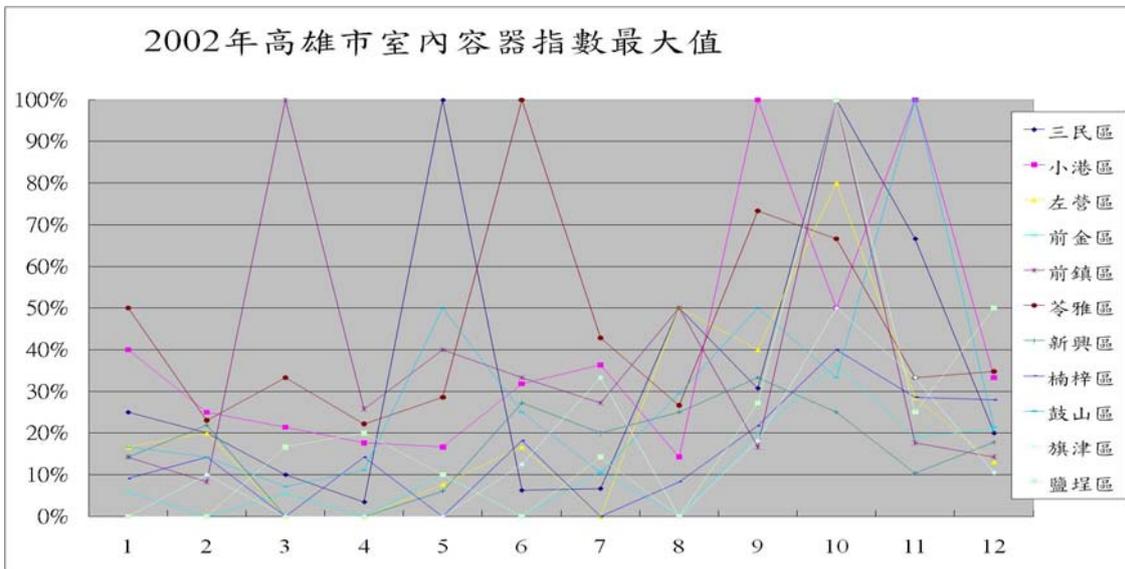


圖 5.18b 2002 年高雄市病媒蚊室內容器指數最大值的各月分布曲線

(c) 2002 年戶外容器指數

戶外容器指數平均值在這也是十分平穩(圖 5.19a)，並未有任何的發現。可是由戶外容器指數最大值可發現在 6 月時前鎮區高達 100%(圖 5.19b)，可能在此時病媒蚊孳生源據點轉到戶外，讓病例數不斷累積。

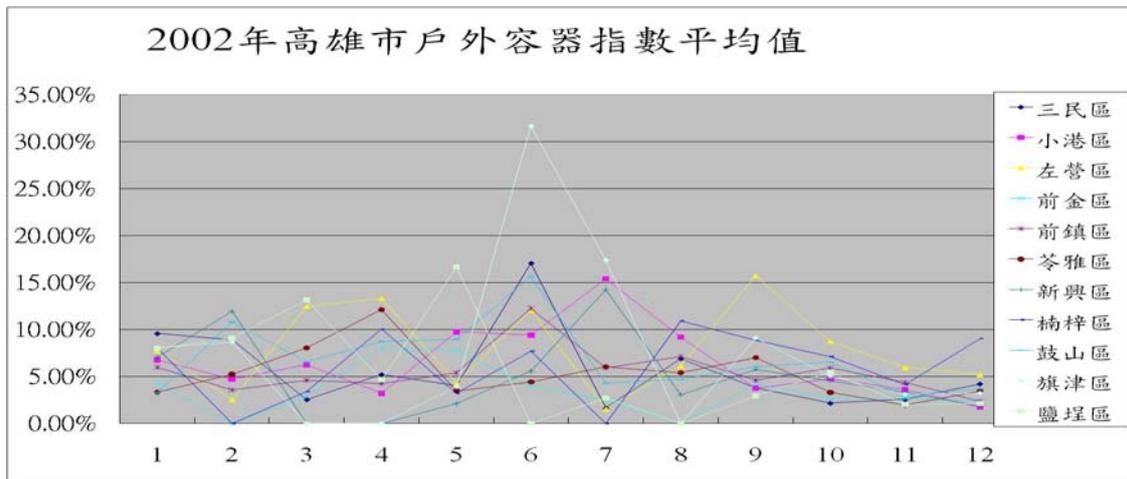


圖 5.19a 2002 年高雄市病媒蚊戶外容器指數平均值的各月分布曲線

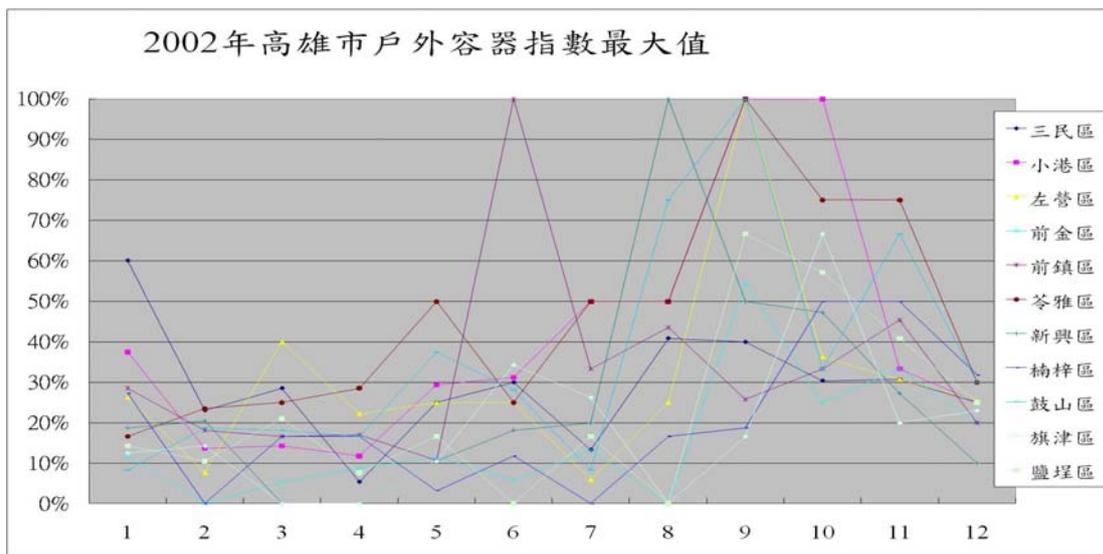


圖 5.19b 2002 年高雄市病媒蚊戶外容器指數最大值的各月分布曲線

### 5-5.3 氣候與蚊子指數之關連

在所有指數中可發現絕大多數時間布氏指數並無法完整呈現流行的全貌，必須有其他指數進行輔助，然而目前僅有2002年的指數可進行完整分析，1998、2006年的指數均僅有布氏指數，且在沒有調查戶數做分母下，並無法得知其平均值，其分派選擇並無隨機之標準。而且最大的問題在於很多區並未每月定期進行調查，導致資料出現斷層。

由傳染流行病學來看，登革熱病例的多寡必須端看宿主本身的疫力、病媒蚊的活性及病毒之活性，因而在探究病媒蚊指數與病例數之關係之虞，另外應探索氣候條件對病媒蚊指數的影響。因此我們進一步以氣候條件來進行各指數的迴歸分析，但是因僅2002年高雄市所爆發的流行為史上最劇，而且指數資料較完備，先以2002年的指數資料中出現高峰與氣象局所提供的相關條件進行整合，發現布氏指數與平均氣溫、平日最高溫及雨量等氣候條件具有共線性(表5.4)，日後將進行其他指數以及時序上是否有其相關，以進一步破解氣候與蚊子間的生態學之謎。而其中可能的盲點在於指數資料不完備，而氣象局的資料有地理限制，如何找尋更佳的方法，值得日後評估。

表5.4 2002年氣候因子與布氏指數之共線性分析

	平均測站氣壓	最高測站氣壓	最低測站氣壓	日溫差	最高氣溫	最低氣溫	平均相對溼度	累積降雨量	最小相對溼度
布氏指數	-0.13785 0.0206 282	-0.14948 0.0120 282	-0.12987 0.0292 282	-0.10238 0.0861 282	0.14826 0.0127 282	0.16267 0.0062 282	0.18628 0.0017 282	0.15325 0.0109 275	0.18294 0.0020 282

## (六)登革熱病媒蚊防治技術研發

### 6-1. 登革熱病媒蚊生物防治模式之建立

第一年(97.1.1~97.12.31)：生物防治實驗室之模擬試驗  
(Simulated Field Study)

本年度已完成之工作項目為：

#### (1). 生物製劑對蚊蟲幼蟲殺蟲效果測試：

- A. 完成生物製劑對實驗室品系埃及斑蚊幼蟲殺蟲效果測試
- B. 完成生物製劑對高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲殺蟲效果測試
- C. 探討使用之有效劑量

#### (2). 生物製劑殘留有效期測試

- A. 完成生物製劑對實驗室品系埃及斑蚊幼蟲殺蟲殘留有效期測試
- B. 完成生物製劑對高雄市當地品系埃及斑蚊幼蟲殺蟲殘留有效期測試
- C. 探討生物製劑使用之殘留有效期

第二年(98.1.1~98.12.31)：生物製劑防治之功效評估

#### (1) 生物製劑對室內孳生登革熱病媒蚊幼蟲防治功效評估：

於高雄地區孳生斑蚊之 30 處積水地下室，分別以 4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系 (*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑，均勻灑於水面上，24 小時後計算幼蟲死亡率，結果如表 6.1.1-2 所示，24 小時死亡率皆為 100%；；顯示 4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系 VectoBac WG 生物製劑，對積水地下室登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅效果，均可達 100%。

殘留有效期之評估，乃依據第一年蘇力菌以色列品系 VectoBac WG 生物製劑 4 PPM 及 8 PPM 之模擬試驗結果:室內施用蘇力菌藥劑，對登革熱病媒蚊幼蟲，於第 8 週仍有 100% 的殺滅效果。故本年度研究每處積水地下室，於施藥後每隔一週，定期觀察其是否有蚊蟲幼蟲孳生，共進行 8 週之觀察，以評估其殘留有效期。結果如表 6.1.3-4 所示，4 PPM 組 15 處積水地下室，完成 8 週之觀察，未發現任何蚊蟲幼蟲孳生，8 PPM 組 15 處積水地下室，完成 8 週之觀察，亦未發現任何蚊蟲幼蟲孳生，顯示蘇力菌生物製劑對積水地下室之登革熱病媒蚊幼蟲，可有長達 8 週之殺滅效果。

## (2) 生物製劑對室外孳生登革熱病媒蚊幼蟲防治功效評估

實驗區從未施藥前自 3 月 24 日至 5 月 8 日誘蚊產卵指數，一直都較對照區域為高；而於 4 月 26 日政府實施例行戶外噴藥工作，使用藥劑為第滅寧，濃度 2.8%；故 4 月 28 日誘蚊產卵指數兩區皆有下降之情形(表 6.1.5 及圖 6.1.1)。於 5 月 5 日誘蚊產卵指數即回升至實驗區 68% 及對照區 60.42%，故於 5 月 9 日起於實驗區開始進行蘇力菌生物製劑之施藥，於施藥後 10 日(5 月 19 日)之誘蚊產卵指數，施藥區(56.25%)較對照區(68.75%)為低；而於施藥後 17 日(5 月 26 日)之誘蚊產卵指數施藥區(34.78%)，亦較對照區(48.94%)為低；而於施藥後 17 日(5 月 26 日)之誘蚊產卵指數，施藥區(34.78%)與第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)比較，統計上達顯著性之差異( $p < 0.05$ )。至第六次生物製劑使用後 9 日之誘蚊產卵指數，施藥區(35.56%)與第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)比較，統計上達顯著性之差異( $p < 0.05$ )。停止使用生物製劑後 16

日之誘蚊產卵指數即上升(92.86%)，與對照組比較，統計上達顯著性之差異( $p<0.05$ )；與第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)比較，統計上亦達顯著性之差異( $p<0.05$ )。

綜合以上結果，蘇力菌藥劑施用於戶外，於每週施藥頻率之實驗，其降低病媒蚊密度之功效，第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)仍繼續升高；而於第三次施藥後顯著降低(施藥後 17 日之誘蚊產卵指數 34.78%)，可看出其防治功效；此乃因該生物製劑為殺幼蟲劑，病媒蚊密度評估是以誘蚊產卵指數，施藥後仍有成蚊存在，繼續吸血產卵之故，誘蚊產卵指數無法立即反應施藥之功效，此與常規化學防治(防治成蚊)，功效之時效性有所差別。

而停止施藥後 9 日之誘蚊產卵指數 35.56%，與第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)比較，統計上達顯著性之差異( $p<0.05$ )。停止使用生物製劑後 16 日之誘蚊產卵指數即上升(92.86%)，較對照組高；亦較第一次施藥後 3 日之誘蚊產卵指數(74.47%)為高，由以上結果得知，其於戶外使用殘效期短。

依據本年度研究結果得知，本生物製劑之防治功效，4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系 VectoBac WG 生物製劑，對積水地下室登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅效果，均可達 100%。殘留有效期至少可長達 8 週；可應用於室內不易清除之登革熱病媒蚊孳生源之防治。而本生物製劑施用於戶外，於每週施藥頻率之實驗，其亦有降低病媒蚊密度之功效，但戶外使用殘效期短，須增加其使用頻率，方能使病媒蚊密度下降。

本計畫將於第三年繼續研究，蘇力菌以色列品系(*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑使用之適

當使用頻率，及該生物製劑使用之成本評估，建立適用於登革熱病媒蚊之生物防治模式，作為往後登革熱病媒蚊生物防治政策擬定之參考。

## 6-2. 應用產卵誘集器防治登革熱疫區病媒蚊

### (1) 不同水質於黏紙誘卵器中對埃及斑蚊雌成蟲之誘引效果評估

由於一般蚊類雌蟲，皆有尋找產卵棲所的習性。因此，利用產卵桶的原理在其入口管壁的內側，設置藍色的黏蟲紙，在誘引雌蟲進入的過程中進行黏捕。但棲所內的水體質地是否會對雌蟲的誘引造成差異？因此，利用除氯的逆滲透水、水族箱的養魚水及飼養斑蚊幼蟲的飼育水，個別致於產卵桶中進行 24 小時誘捕測試。三種水種間經統計分析後，以幼蟲飼育水的誘引率平均  $83.3\pm 1\%$  為最高（圖 6.2.1），與其他兩處理組有顯著差異。結果顯示飼養幼蟲的飼育水體對雌蟲成蟲的產卵具有吸引的作用。即具有誘蟲的水域含有某些氣味，可以增加對雌蚊趨向該棲所進行棲息。因此吾人可利用此裝置，在登革熱發生區，待清除孳生源後，進行斑蚊密度調查，不但可得知正確雌蚊數量，也可進行漏網個體的誘殺。

### (2) 黏紙誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

斑蚊吸血後卵巢便開始進行卵的成熟過程，且當卵成熟（吸血四日）後，雌蟲即會尋找產卵水域進行產卵，因此將吸血當日（0 天）、及吸血後不同日數的雌斑蚊，個別至於壓力箱中，內設黏蟲紙產卵桶進行 24 小時誘捕測試。結果顯示誘捕率隨著吸血後不同天數而上升，其中以吸血後三日之處理組為最高，平均達  $91.1\pm 1.2\%$ （圖 6.2.2.），雖與吸血後二日之

處理組間無明顯差異，但與當日及吸血後一日之處理組間有顯著差異，結果顯示本產卵桶對卵發育成熟的雌蚊較具誘引作用。同時，在室外進行誘捕測試時，也可將誘捕的雌蚊於室內進行解剖，瞭解卵巢發育的情形，及族群未來的變動。

### (3) 黑色及透明入口管誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

將黏紙誘引產卵桶中間的入口管，分別置換為黑色及透明管，再放入不同吸血天數的雌斑蚊，進行 24 小時的誘捕率測試。結果不論入口管的顏色其誘捕率皆隨著吸血天數增加而升高，且以吸血後三日的處理組誘捕率最高，與吸血後一、二日之處理組有顯著差異(圖 6.2.3-4)。

另外，若將黑色及透明入口管進行比較時，則以有遮蔽的黑色入口管的誘捕率，明顯較透明組為高，並具有統計的顯著差異，顯示吸血後的雌蚊，比較喜歡在黑暗的棲所棲息與進行產卵。

而此黑色入口管的誘蚊器是利用傳統 OV-Trap 的原理，吸引雌蟲進入誘引桶，但本誘蚊器則再外開增設一個透明桶，當雌蚊進入黑色管時其底部為中空，但與水面間有空隙，再使雌蚊向兩側分散，而被隔離在入口管與透明管之間。由於所誘捕的為活體之雌蟲，不但可依密度監測，同時也可將雌蟲活體帶回實驗室進行，登革病毒蚊體帶毒的測試。

### (4) 不同誘捕器對吸血及未吸血雌蚊之誘捕效果比較

利用入口管內襯藍色黏紙、黑色紙捲及透明管的三種誘捕管，個別對未吸血及已吸血的雌蟲進行 24 小時誘捕測試，結果不論哪一種誘捕器，對吸血雌蚊的誘捕率皆明顯比未吸血雌蚊來得高，並在統計上具有顯著差異(表 6.2.1.)。另外，在誘捕

器間的比較，則以藍色黏紙及黑色紙捲入口管的處理，比透明入口管的效果好，顯示雌蚊不論吸血與否，皆比較喜歡在有遮蔽較暗的棲所產卵（圖 6.2.5.）。

#### (5) 埃及斑蚊及白線斑蚊雌成蟲對不同新型誘捕器選擇偏好

利用新型誘卵筒，將中間入口之中空管，分藍色粘紙，透明管及黑紙管之種處理，置於 180(長)×120(寬)×180(高)cm 的蚊帳中進行 24 小時之誘捕比較結果，以黑色紙管處理的誘捕率最高，埃及斑蚊為  $71.7 \pm 15.2$ ，白線斑蚊為  $70.7 \pm 14.2\%$ ，其次為藍色粘紙， $2.3 \pm 4.0$ （埃及）及  $5.7 \pm 3.1$ （白線），透明管處理最差分別為  $0.3 \pm 0.6$  及  $0\%$ 。雖然在試驗進行蟲分三個蚊帳，且每組之三種處理的擺放位置皆經輪換，結果仍以中間為黑色中空管的效果最好（圖 6.2.6.），顯示斑蚊成蟲在尋找產卵棲所時主要以陰暗處為主，而新型誘卵筒即利用此習性誘引其由底部進入後，再被引至外圍光亮處停憩，但夜晚時呈全暗環境，也有可能再由底部逃逸，則需再進一步探討，而在對白線及埃及斑蚊的誘捕率比較時，介於  $56.3 \sim 69.8\%$  之間兩者經 t-test 並無顯著差異。

### 6-3. 蟲生真菌田間施用技術之開發

#### (1) 不同濃度黑殭菌孢子對不同吸血處理斑蚊雌成蚊致死比較

以  $10^7$  及  $10^8$  conidia/ml 處理埃及斑蚊雌蟲時， $10^7$  conidia/ml 低濃度組，吸血組的半致死時間 ( $LT_{50}$ ) 為 7.7 天，未吸血的為 9.5 天（表 6.3.1.），而總死亡率比較時，吸血組  $96.7 \pm 2.9\%$ ，未吸血組則較低為  $80.0 \pm 20\%$ ，顯示在較低濃度組時，埃及斑蚊吸血雌蚊  $LT_{50}$  短，死亡率高感受性比未吸血組為高。另外，較高濃度組  $10^8$  conidia /ml 處理時，埃及斑蚊的半

致死時間吸血及未吸血組分別為 6.1 及 4.3 日（表 6.3.2.），而總死亡率則分別為  $88.3 \pm 16.0$  及  $98.3 \pm 2.9\%$ 。

其次在黑殭菌感染白線斑蚊的測試中低濃度  $10^7$  conidia/ml 組的吸血組半致死時間為 7.8 日，未吸血組為 14.6 日（表 6.3.3.）。在 10 日累計死亡率吸血及未吸血分別為  $86.7 \pm 15.0$  及  $33.3 \pm 40.4\%$ ，造成此現象的原因為未吸血組在測試時死亡率上升緩慢。另外，在  $10^8$  conidia/ml，白線斑蚊的半致死時間  $LT_{50}$ ，吸血及未吸血分別為 4.5 及 8.1（表 6.3.4.）日，而總死亡率則分別為  $96.7 \pm 2.9$  及  $81.7 \pm 16\%$ 。

由以上結果顯示黑殭菌對埃及與白線斑蚊在  $10^7$  及  $10^8$  conidia/ml 濃度時，所造成的半致死時間介於 4.5~9.5 日之間，而總死亡率可達到 81.7~98.3%，且吸血與未吸血組之間差異不顯著。但在實際觀察時吸血組雌蚊，在含孢子之紗網停留時間較久，持續接觸病原有助於病原真菌的入侵，而未吸血組則較不安定而飛來飛去，接觸紗網的分布較廣也有助於造成孢子的感染。

## (2) 不同濃度處理白殭菌孢子對不同吸血處理斑蚊成蟲致死比較

以  $10^7$  及  $10^8$  conidia 濃度處理埃及斑蚊雌成蟲時，其中低濃度組  $10^7$  conidia/ml 對未吸血及所造成的半致死時間（ $LT_{50}$ ）為 10.2 日（表 6.3.5.），吸血處理組由於對照組死亡率過高無法計算  $LT_{50}$ ，且總死亡率未吸血組為  $75 \pm 13.2\%$ ，另外， $10^8$  conidia/ml 濃度組，對吸血及未吸血處理組所造成的半致死時間則分別為 4.2 及 5.7 日（表 6.3.6.），且總死亡率分別為 100 及  $76.7 \pm 7.6\%$ ；，由以上結果顯示  $10^8$  conidia/ml 濃度處理時，未吸血組所造成的死亡率高於吸血組，且在統計上具顯著差異。

以  $10^7$  及  $10^8$  conidia 濃度處理白線斑蚊雌成蟲時，其中低濃度組  $10^7$  conidia/ml 對吸血及未吸血處理組所造成的半致死時間 ( $LT_{50}$ ) 分別為 10.0 及 10.2 日 (表 6.3.7.)，且總死亡率皆為  $76.7 \pm 12.6\%$ ，另外， $10^8$  conidia/ml 濃度組，對吸血及未吸血處理組所造成的半致死時間則分別為 5.4 及 5.7 日 (表 6.3.8.)，且總死亡率皆為 100%，由以上結果顯示吸血及未吸血處理對白殭菌侵染白線斑蚊雌蟲無顯著差異，但  $10^7$  及  $10^8$  conidia/ml 濃度處理時，高濃度組所造成的死亡率明顯高於低濃度組，且在統計上具顯著差異。

### (3) 蟲生真菌孢子對斑蚊造成感染的殘效測試

利用新型斑蚊產卵誘捕器，加設蟲生真菌孢子接種紗網，在前項測試結果確實可以造成吸血及未吸血斑蚊成蟲感染白殭及黑殭菌之致死效果，但為進一步瞭解粘附在紗網上的病原孢子，在經不同殘留日數後，是否仍然對斑蚊成蟲具有侵染致死之效果？以便提供田間試驗時，更換孢子紗網的期限，而達到監測及防治的效果。

#### (i). 黑殭菌對斑蚊成蟲殘效測試

以  $10^8$  conidia/ml 濃度之孢子紗網經 0、7、14 及 21 天的殘效處理：接種埃及與白線斑蚊成蟲進侵染測試，結果白線斑蚊在不同處理的半致死時間 ( $LT_{50}$ ) 分別為 4.8、9.1 及 13.4 日 (表 6.3.9.)，顯示若當天接種時效果最佳， $LT_{50}$  僅 4.8 日，若孢子殘留 7 日後對白線斑蚊雌蚊的  $LT_{50}$  則延後到 9.1 日，而經殘留 14 日後效果為最差  $LT_{50}$  延到 13.4 日。另外，由發病曲線來看，當日 (0 天) 處理組對白線斑蚊的致死率在第 5 日超過 50%，到第 9 日達 90% 以上其後則上升遲緩，16 日後達 100%。而殘留 7 日處

理組死亡率，則為漸進上升，在第 10 日超過 50%，而 16 日總死亡率達 79%，殘留 14 日處理組，死亡率為緩慢上升，一直到第 15 天才超過 50%，總死亡率僅 50%。另外，對埃及斑蚊之測試則因對照組死亡率過高，在此無法呈現。

(ii). 白殭菌對斑蚊成蟲殘效測試

以  $10^8$  conidia/ml 濃度之孢子紗網，經過 0、7、14 及 21 日殘留處理後，侵染埃及與白線斑蚊雌蚊進行殘效測試。結果對埃及斑蚊雌蚊的半致死時間分別為 3.4、7.6 及 18.3 日（表 6.3.10.），21 日殘留處理，因總死亡率未超過 50% 而無法計算，由曲線圖得當日處理組（0 天）所造成的效果最佳，致病速率最快，到第 10 天即達 100% 死亡率，其次為殘效 7 日處理組等 7 日達 60% 死亡率，第 14 天超過 90%，而殘效 14 及 21 日組的致死效果明顯較低。

另外，白殭菌對白線斑蚊雌蟲之殘效測試也是以 0 及 7 日效果較好，其不同殘效處理之半致死時間（ $LT_{50}$ ）分別為 7.5、8.7 及 17.4 日（表 6.3.11.），21 日殘效組死亡率未超過 50% 未予計算，由曲線圖分析，當日（0）天組及殘效 7 日組之致死率上升趨勢相近，與 14 及 21 日處理有明顯區隔，且在處理後第 16 日總死亡率皆達 100%。

由以上殘效測試結果顯示，黑殭及白殭菌的孢子在室內測試對白線及埃及斑蚊侵染較佳的侵染致死殘效期應以 7 日為限，且本試驗進行時，供試成蚊尚提供糖水維持其生存之食物，若在野外，成蟲壽命則可能縮短，且在產完卵後即可能死亡。因此，將來若將蟲生真菌配合產卵誘捕器防治斑蚊成蟲等，建議孢子紗網以每隔 7 日更換一次為最佳。

#### 6-4. 新型誘捕器田間應用及監測評估

台南市安南區誘蟲器，由 98 年 10 月 14 日設置，經一週後調查；第一週 30 個誘捕器皆未誘捕到斑蚊，第二週到第四週則皆誘得斑蚊，平均而言，黑紙管誘蟲器的陽數量較藍色黏紙高。但每週的誘捕地點並非維持一成不變，而以海佃路三段性出現數量較高，維持在 4~5 點依次為安中路三段(2~5 點)及本原街(2~3 點)。

另外，誘捕器不但能捕捉到蟲，同時也在筒底水中出現幼蟲，經帶回研究室進行飼養，結果羽化出的皆為白線斑蚊。在連續四星期的調查中，黑紙管誘蟲器捕獲成蟲的筒數(4~6 筒)比藍色黏蟲紙管(1~4 筒)的較高。在誘捕器捕獲幼蟲的調查中，也是以黑紙管的效果較好，最高達 9 個誘蟲筒，藍色黏紙管的較差，最高僅達 2 筒。(圖 6.4.1-3.)

由以上的結果顯示，誘捕效果以黑紙管的效果較佳，能誘引成蟲進入，部份筒子同等出現成蟲及幼蟲，少部份僅有幼蟲，顯示成蟲產後可能會逃逸飛出筒外。而藍色黏紙管多數只能黏到成蟲，少部份則同時也出現幼蟲。可能飛入到筒底水面產卵、飛出時被黏紙黏捕。但實際情況為何，則可能需要在網室中模擬監視錄影才能進一步確認。

表 6.1.1. 生物製劑 4PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率  
高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗

	個案一	個案二	個案三	個案四	個案五
地點	楠梓區益群路 00 弄 00 號	三民區十全一 路 00 巷 00 號	楠梓區信 街 00 號	楠梓區晉 昌街 00 號	楠梓區德 民路 00 號
估計水量(公升)	23.1	3876.9	286.6	49.1	31.6
幼蟲數/容量	1/1L	2/10L	3/1L	2/1L	1/1L
噴藥量	0.093g	15.51g	1.15g	0.20g	0.13g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.1.生物製劑 4PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗(續)

	個案六	個案七	個案八	個案九	個案十
地點	楠梓區益群街 00 巷 00 號	前鎮區賢明 路 00 巷 00 號	修武街 00 巷 00 號	九如一路 00 巷 00 弄 00 號	延吉街 00 巷 00 弄 00 號
估計水量(公升)	8.7	3734.2L	257.5	209.3	1190.8
幼蟲數/容量	3/1L	3/1L	1/1L	2/1L	5/1L
噴藥量	0,03g	14.94g	1.03g	0.84g	4.76g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.1.生物製劑 4PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗(續)

	個案十一	個案十二	個案十三	個案十四	個案十五
地點	民權一路 00 巷 00 號	義永路 00 巷 00 號	尚禮街 00 號	中正一路 00 巷 00 號	廣東三街 00 號
估計水量(公升)	128.3	437.2	357.0	1290.5	892.8
幼蟲數/容量	2/1L	3/1L	1/1L	1/1L	1/1L
噴藥量	0.51g	1.75g	1.43g	5.16g	3.57g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.2.生物製劑 8PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗

	個案一	個案二	個案三	個案四	個案五
地點	楠梓區興楠路 00 弄 00 號	三民區大昌二 路 00 巷 00 號	楠梓區德民路 巷 00 弄 00 號	前鎮區修文 街 00 巷 00 號	前鎮區育樂 路 00 號
估計水量(公升)	6120.0	1420.0	1283.7	1323.0	5.0
幼蟲數/容量	3/10L	2/10L	1/10L	19/1L	2/1L
噴藥量	48.96g	11.36g	10.31g	10,58g	0.04g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.2.生物製劑 8PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗(續)

	個案六	個案七	個案八	個案九	個案十
地點	新興區苓雅 一路 00 號	三民區鼎金 後路 00 號	台鋁北巷 00 號	凱旋二路 00 巷 00 號	民權一路 00 號
估計水量(公升)	150.0	421.3	113.7	344.8	190.8
幼蟲數/容量	2/1L	1/1L	4/1L	2/1L	1/1L
噴藥量	1.2g	3.37g	0.91g	2.76g	1.53g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.2. 生物製劑 8PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 24 小時死亡率  
 高雄市孳生斑蚊積水地下室之實驗(續)

	個案十一	個案十二	個案十三	個案十四	個案十五
地點	三民區褒揚街 00 號	三民區鼎正街 00 號	建興路 00 號	三民區建工路 00 巷 00 號	三民區鼎強 街 00 號
估計水量(公升)	1124.0	519.4	398.1	647.4	721.6
幼蟲數/容量	1/1L	1/1L	2/1L	1/L	1/1L
噴藥量	8.99g	4.16g	3.18g	5.18g	5.77g
24 小時死亡率	100%	100%	100%	100%	100%

表 6.1.3. 生物製劑 4PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 殘留有效期評估

積水地下室編號	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五
施藥後日數															
第 1 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 7 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 14 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 21 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 28 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 35 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 42 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 49 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 56 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

註 1.—: 表示未發現任何蚊蟲幼蟲孳生。

註 2. 積水地下室於施藥後，每隔一週定期評估其是否有蚊蟲幼蟲孳生

表 6.1.4. 生物製劑 8 PPM 對室內孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估: 殘留有效期評估

積水地下室編號	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五
施藥後日數															
第 1 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 7 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 14 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 21 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 28 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 35 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 42 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 49 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第 56 日	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

註 1.—: 表示未發現任何蚊蟲幼蟲孳生。

註 2. 積水地下室於施藥後，每隔一週定期評估其是否有蚊蟲幼蟲孳生

表 6.1.5. 生物製劑對室外孳生登革熱病媒幼蟲防治功效評估

日期	誘蚊產卵指數	
	實驗區(%)	對照區(%)
3月24日	10/44(22.72)	15/50(30.00)
3月31日	19/43(44.18)	16/47(34.00)
4月07日	7/42(16.66)	7/45(15.55)
4月14日	14/47(29.79)	14/47(29.79)
4月21日	18/48(37.50)	14/46(30.43)
4月26日	鄰里定期噴藥，施以第滅寧 2.8%	
4月28日	16/49(32.65)	10/46(21.74)
5月05日	34/50(68.00) <sup>#</sup>	29/48(60.42)
5月09日	施用生物製劑	
5月12日	35/47(74.47) <sup>#</sup>	31/49(63.27)
5月16日	施用生物製劑	
5月19日	27/48(56.25)	33/48(68.75)
5月24日	施用生物製劑	
5月26日	16/46(34.78) <sup>#</sup>	23/47(48.94)
5月30日	施用生物製劑	
6月02日	22/48(45.83) <sup>#</sup>	23/49(46.94)
6月06日	施用生物製劑	
6月09日	24/48(50.00) <sup>#</sup>	31/50(62.00)
6月14日	施用生物製劑	
6月16日	21/46(45.65) <sup>#</sup>	27/46(58.70)
6月23日	16/45(35.56) <sup>#</sup>	27/48(56.25)
6月30日	39/42(92.86) <sup>\$</sup>	35/48(72.92)
7月7日	36/42(85.71) <sup>\$</sup>	29/47(61.70)

#:5月5日:5月27日；5月5日:6月2日；5月5日:6月16日；5月5日:6月23日；p<0.05。

\$:實驗區:對照區，p<0.05。

表 6.2.1 不同雌蚊誘捕器對吸血及未吸血雌蚊之誘捕效果平均比較

類型	百分率(%)Mean±SD		
	黏紙誘捕器	黑色紙捲誘捕器	透明管誘捕器
未吸血	71.5±4.4	56.3±1.4	16.3±2.5
吸血	89.6±1.5	85.6±1.2	49.6±2.3

表 6.3.1.  $1 \times 10^7$  conidia/ml 黑矽菌對不同吸血處理埃及斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	7.71(7.26-8.12)	-1.59	7.42 $\pm$ 1.20	3
Non-blood meal	9.52(9.08-10.04)	-4.81	10.02 $\pm$ 1.61	1.39

表 6.3.2.  $1 \times 10^8$  conidia/ml 黑矽菌對不同吸血處理埃及斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	6.13(5.86-6.36)	0.85	5.27 $\pm$ 0.98	3
Non-blood meal	4.33(3.96-4.66)	2.72	3.58 $\pm$ 0.68	3

表 6.3.3.  $1 \times 10^7$  conidia/ml 黑矽菌對不同吸血處理白線斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	7.84(5.78-10.29)	-0.73	6.41 $\pm$ 1.17	2
Non-blood meal	14.58(3.39-19.93)	-4.93	8.53 $\pm$ 1.22	3

表 6.3.4.  $1 \times 10^8$  conidia/ml 黑矽菌對不同吸血處理白線斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	4.50(3.92-4.89)	2.32	4.10 $\pm$ 1.05	2
Non-blood meal	8.13(7.68-8.54)	-1.74	7.41 $\pm$ 1.01	4

表 6.3.5.  $1 \times 10^7$  conidia/ml 白矽菌對不同吸血處理埃及斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	----	-----	---	---
Non-blood meal	10.23(9.82-10.68)	0.50	4.46 $\pm$ 0.69	3

表 6.3.6.  $1 \times 10^8$  conidia/ml 白矽菌對不同吸血處理埃及斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope $\pm$ SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	4.20(3.53-4.80)	0.57	7.10 $\pm$ 0.96	2
Non-blood meal	5.65(5.10-6.28)	-1.04	8.03 $\pm$ 1.19	2

表 6.3.7.  $1 \times 10^7$  conidia/ml 白殭菌對不同吸血處理白線斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope±SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	10.01(9.26-10.83)	0.34	4.65±0.69	3
Non-blood meal	10.23(9.82-10.68)	0.50	4.46±0.69	3

表 6.3.8.  $1 \times 10^8$  conidia/ml 白殭菌對不同吸血處理白線斑蚊雌蟲半致死率之比較

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope±SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
Blood meal	5.42(4.50-6.22)	-2.54	10.27±1.32	2
Non-blood meal	5.65(5.20-6.07)	-0.72	7.60±0.92	3

表 6.3.9.  $10^8$  孢子/ml 濃度黑殭菌孢子經不同日數處理後對埃及斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope±SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
0 day	4.77(4.53-5.01)	1.52	5.13±0.44	4
7 day	9.13(8.48-9.64)	0.65	4.52±0.81	5
14 day	13.38(13.02-13.79)	-0.29	4.69±0.76	5
21 day	----	-----	----	--

表 6.3.10.  $10^8$  孢子/ml 濃度白殭菌孢子經不同日數處理後對埃及斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope±SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
0 day	3.39(2.86-3.86)	2.95	3.86±0.31	5
7 day	7.59(2.36-8.90)	-1.84	7.77±0.89	5
14 day	18.26(15.46-28.14)	-0.37	4.26±0.79	5
21 day	----	-----	----	--

表 6.3.11.  $10^8$  孢子/ml 濃度白殭菌孢子經不同日數處理後對白線斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

Treat	LT50 (95% FL)	Intercept	Slope±SEM <sup>b</sup>	X <sup>2c</sup>
0 day	7.51(7.15-7.81)	-0.36	6.12±0.76	4
7 day	8.69(7.85-9.36)	-3.58	9.13±0.70	5
14 day	17.44(16.53-18.81)	-1.61	5.33±0.86	5
21 day	----	-----	----	--

5月9日至6月14日  
每週1次，共計6次施藥

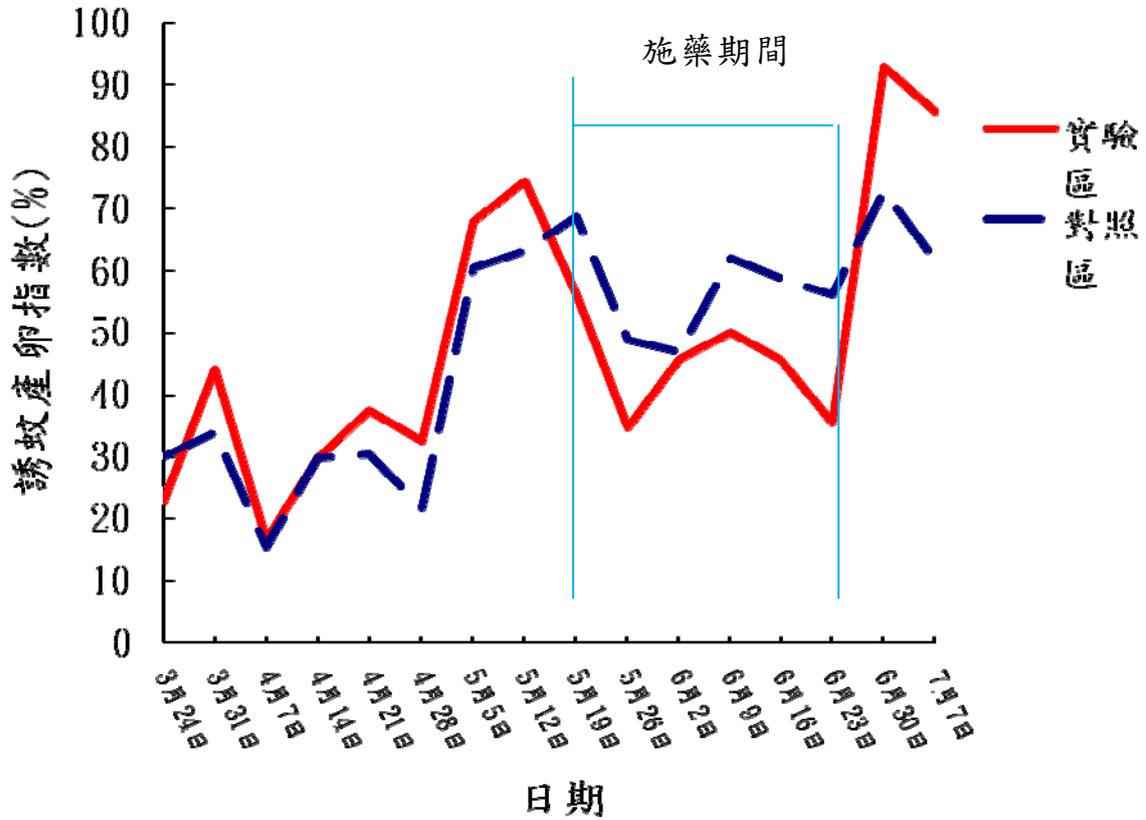


圖 6.1.1. 生物製劑對室外孳生登革熱病媒蚊幼蟲防治功效評估

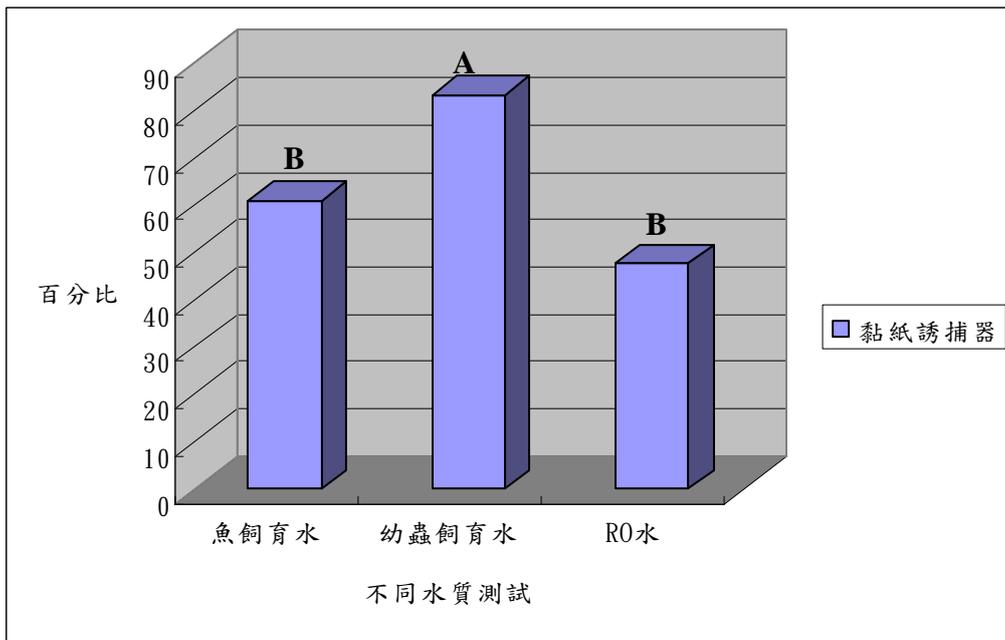


圖 6.2.1 黏紙誘捕器以不同水質對埃及斑蚊雌蚊效果比較

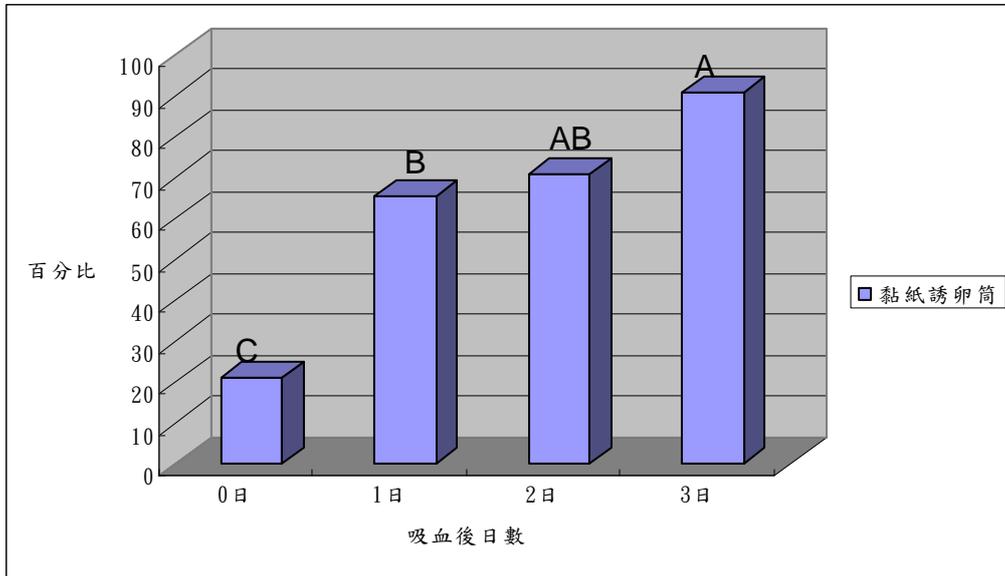


圖 6.2.2 黏紙誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

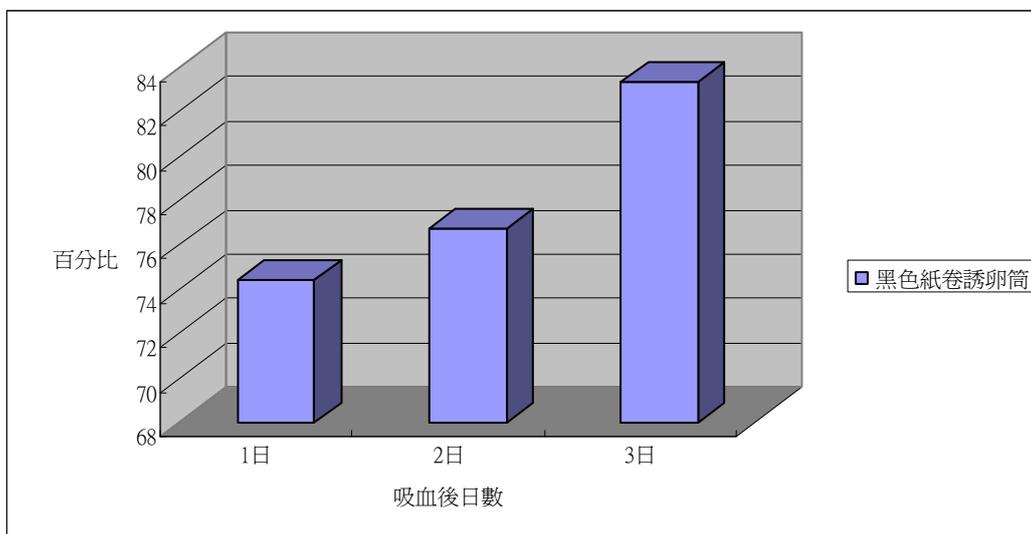


圖 6.2.3 黑色紙卷誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

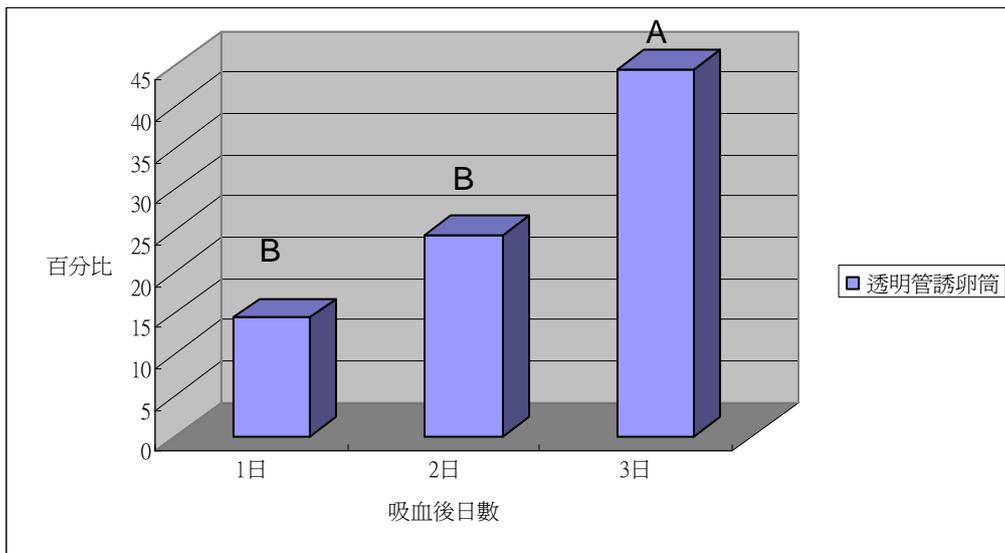


圖 6.2.4 透明管誘卵筒對吸血後不同日數雌蚊效果評估

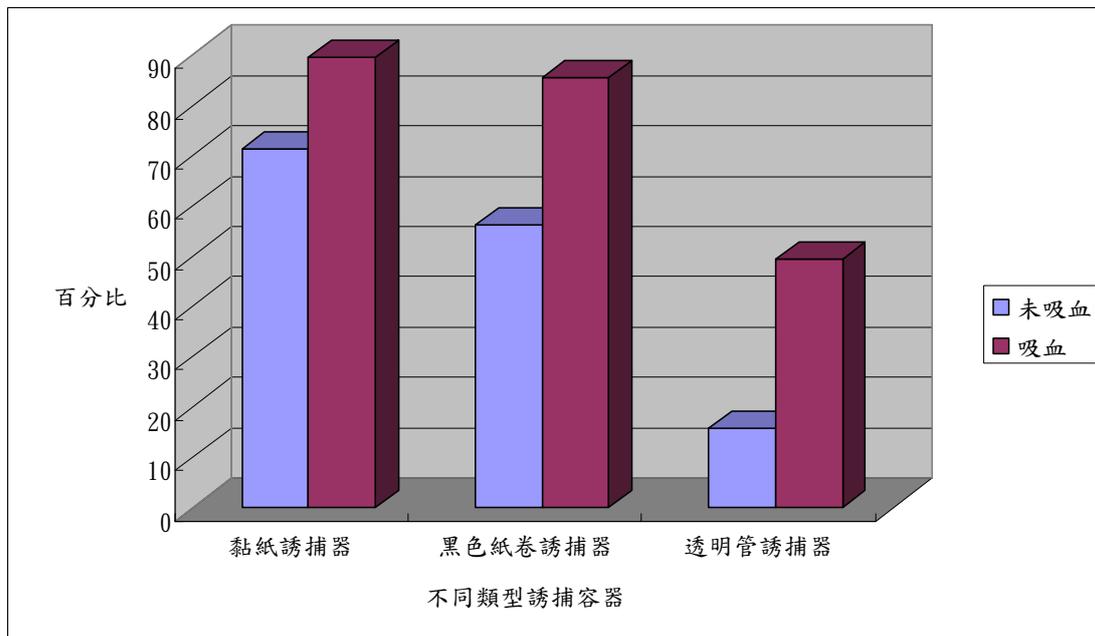


圖 6.2.5 不同雌蚊誘捕器對吸血及未吸血雌蚊之誘捕效果比較

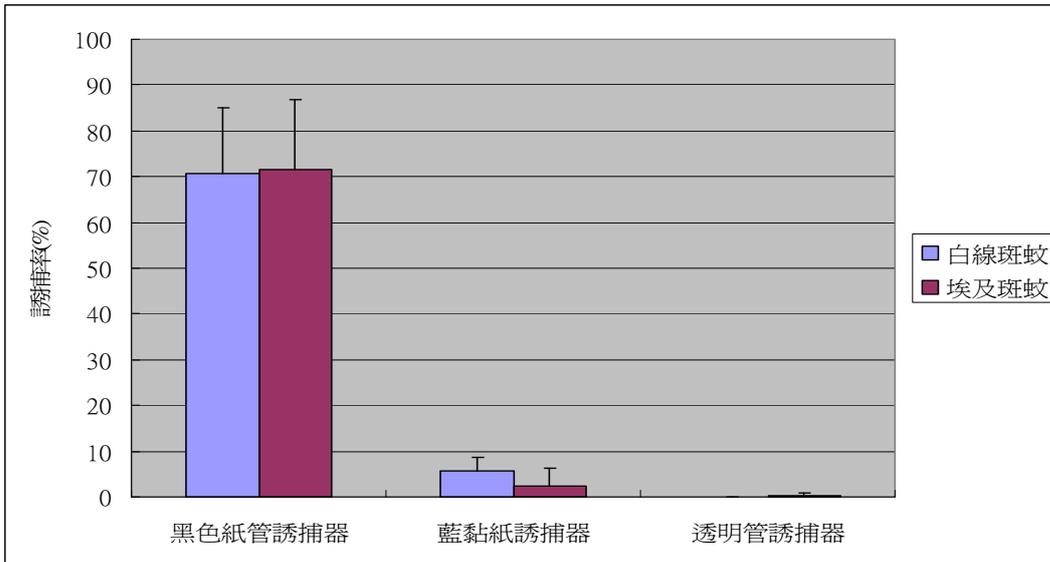


圖 6.2.6. 斑蚊雌蟲對新型誘卵筒偏好選擇比較

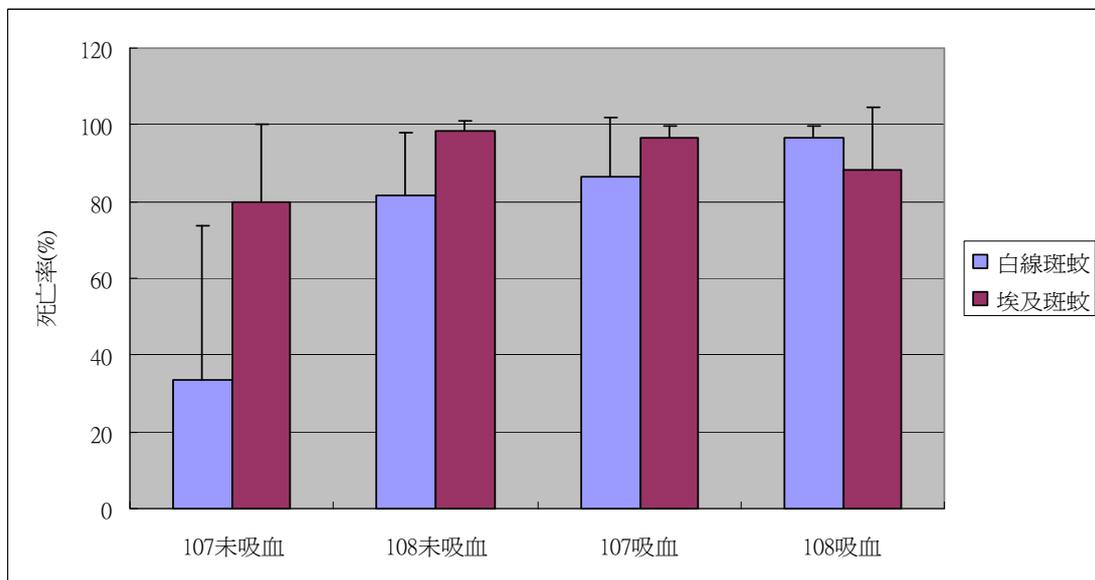


圖 6.3.1. 黑殭菌對不同吸血處理濃度之埃及斑蚊及白線斑蚊雌蟲死亡率之比較

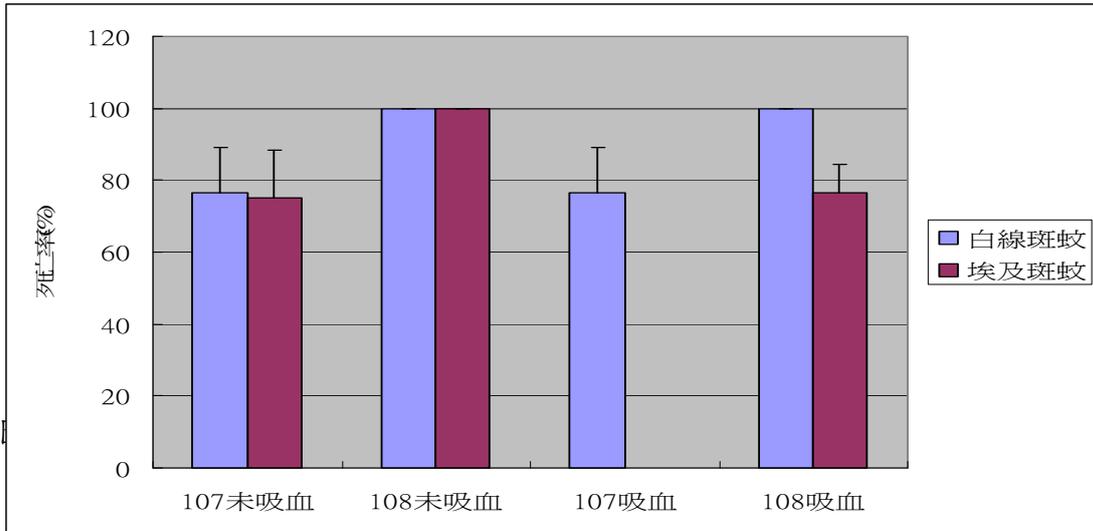


圖 6.3.2、白殭菌對不同吸血處理濃度之埃及斑蚊及白線斑蚊雌蟲死亡率之比較

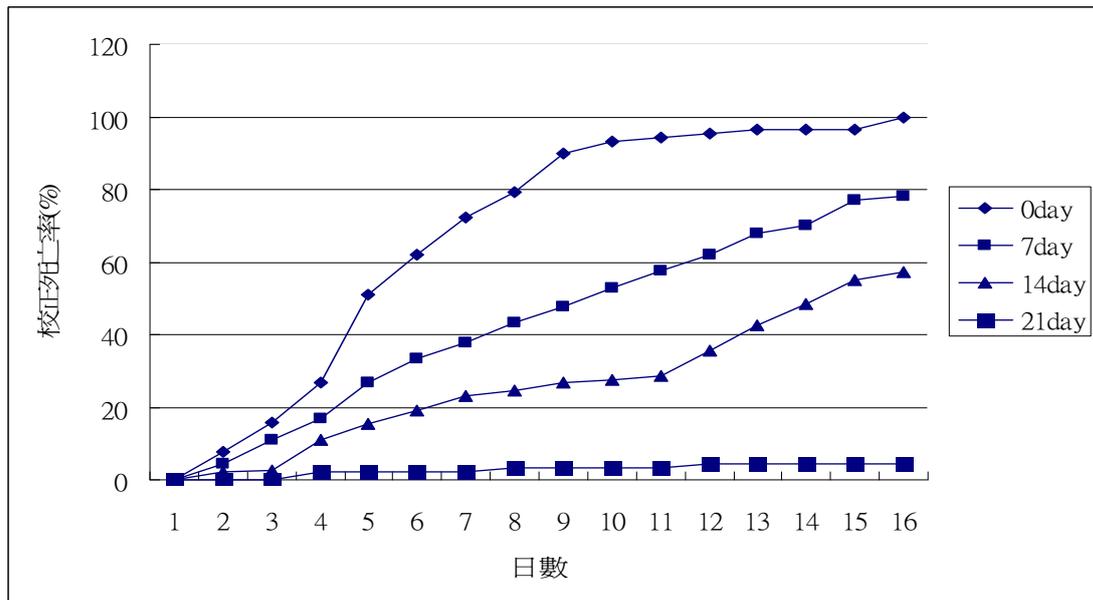


圖 6.3.3.  $10^8$  孢子/ml 濃度黑殭菌孢子經不同日數處理後對白線斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

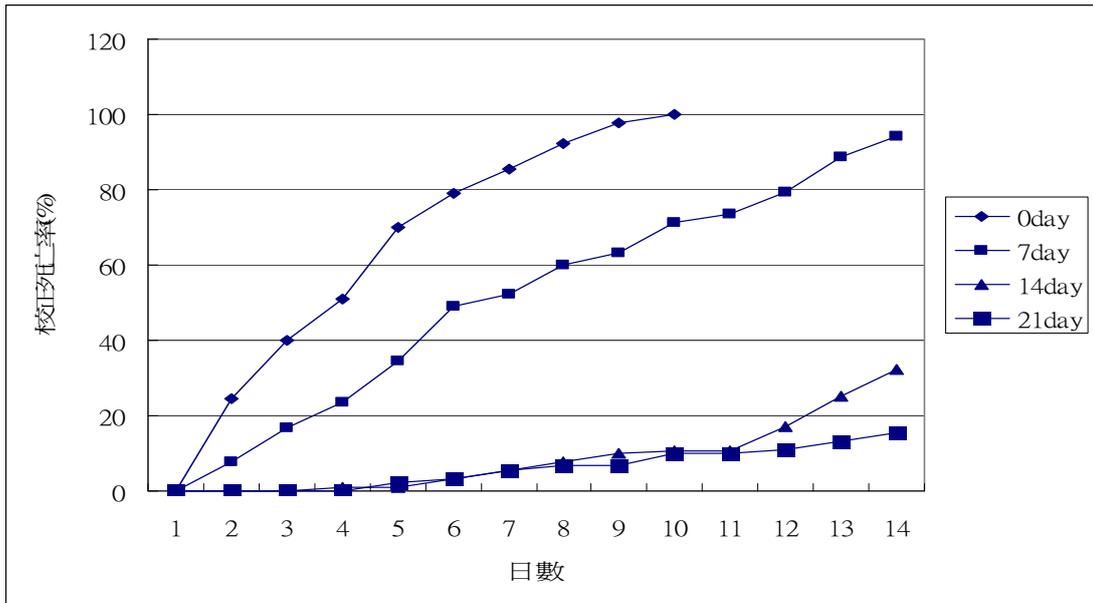


圖 6.3.4.  $10^8$  孢子/ml 濃度白殭菌孢子經不同日數處理後對埃及斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

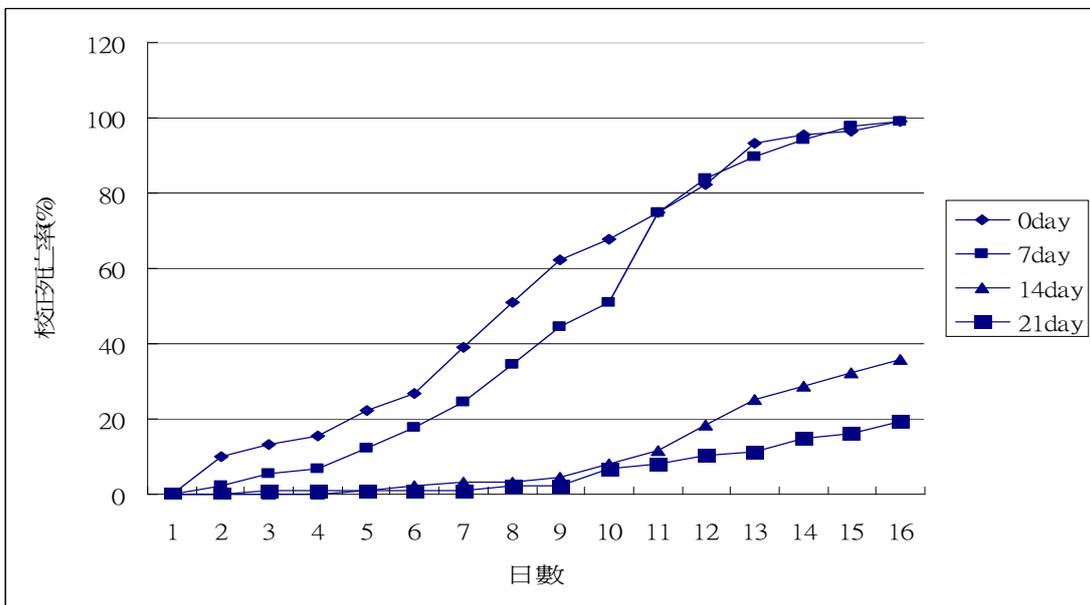


圖 6.3.5.  $10^8$  孢子/ml 濃度白殭菌孢子經不同日數處理後對白線斑蚊未吸血成蟲之致死殘效

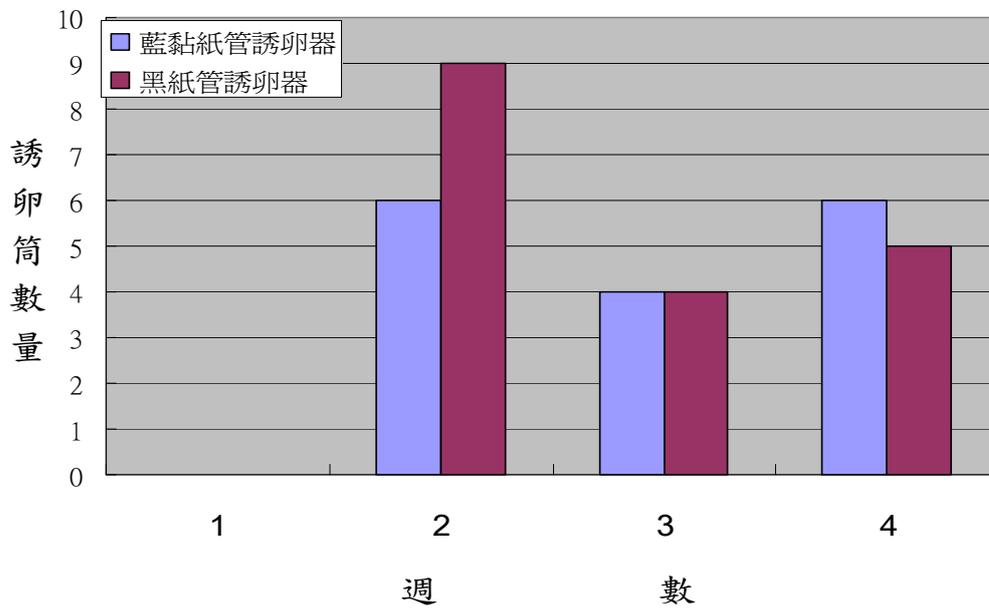


圖 6.4.1. 台南市安南調查區斑蚊誘卵筒之陽性筒數

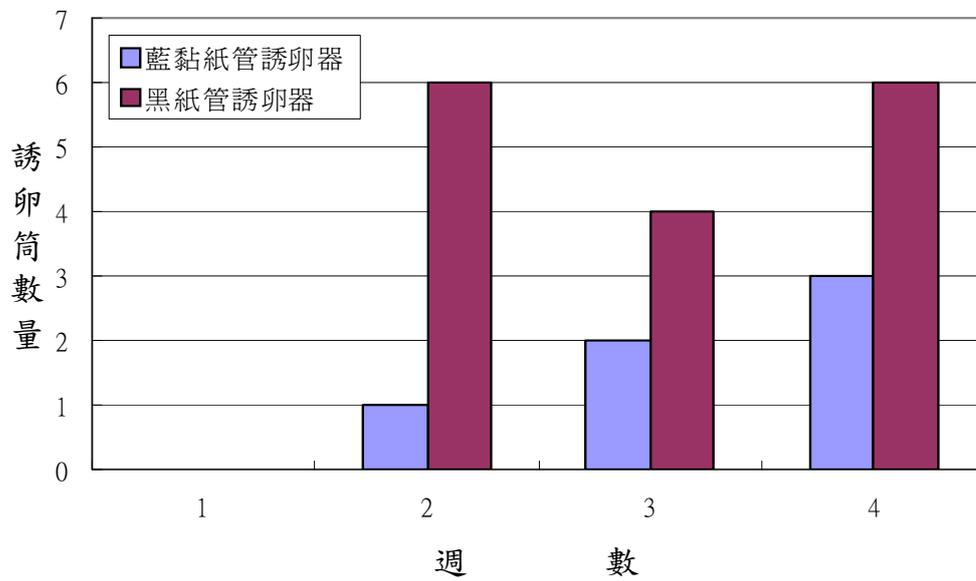


圖 6.4.2. 台南市安南調查區斑蚊誘卵筒成蟲誘捕結果

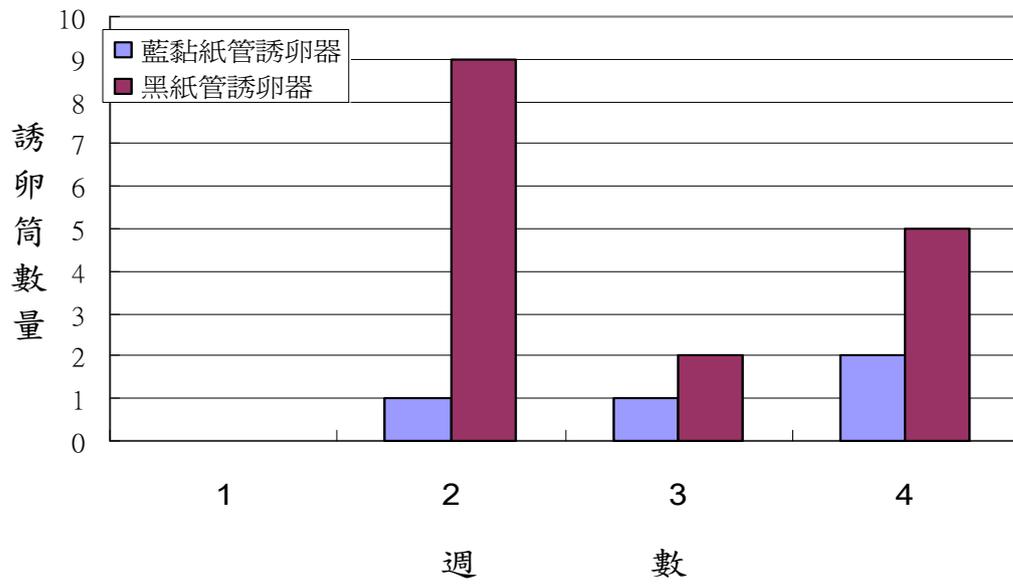


圖6.4.3. 台南市安南調查區斑蚊誘卵筒之幼蟲出現筒數

#### 四、結論與建議

##### 病媒蚊監測 (Surveillance of Mosquito Vectors)

98 年台南市病媒蚊監測，小西、中正、文元與賢北里 4 里均查獲埃及斑蚊。顯然台南市仍需持續注意病媒蚊之孳生。

高雄市去年登革熱病例主要分布地區前半年病媒蚊密度較低，但 7 月後媒蚊密度增高，甚至到 10 月份之病媒指數較 008 年同時期還略高。室內外誘蚊產卵調查陽性率亦顯示孳生源清除及登革熱病媒蚊防治仍應加強。鳳山市主要發生登革熱病例各里病媒蚊稽查結果最高密度等級為 1 級，雖然也監測有埃及斑蚊孳生，然而發病風險降低。屏東市 20 里病媒蚊的稽查發現 98 年埃及斑蚊發生比率與數量比 95~97 年多，值得加強孳生源之清除。台東市的監測調查病媒蚊指數較低，僅建國里發現有埃及斑蚊，其他各里查得均屬白線斑蚊。88 水災屏東縣災區病媒蚊監測結果發生登革熱之風險甚低。

##### 病媒蚊抗藥性監測 (Monitoring Pesticide Resistance of Vector Mosquitoes)

本計畫之「病媒蚊抗藥性監測」以不同地區分別進行監測，依據各地方蚊蟲的抗藥性狀況提出建議適用藥劑。利用 WHO 開發的成蟲抗藥性套組測試 0.1% 安丹、1% 撲滅松、0.75% 百滅寧、0.05% 第滅寧、0.05% 賽洛寧、0.15% 賽滅寧、0.5% 依芬寧，對高雄市左營區、鳳山市、屏東縣與台東市之埃及斑蚊與白線斑蚊的藥效結果，除撲滅松外，其他藥劑對各區之埃及斑蚊皆無法防治。而室外白線斑蚊則可使用安丹、百滅寧、第滅寧、賽洛寧、賽滅寧與依芬寧等藥劑防治。依芬寧及百滅寧對高雄市品系埃及斑蚊效果不佳應全面暫停使用，賽飛

寧暫停使用於高雄市新興區，賽洛寧暫時勿使用於高雄市楠梓區、高雄市新興區及三民區品系埃及斑蚊。

抗藥性的監測是繁瑣且必要進行的工作，昆蟲的抗藥性會因為藥劑使用的狀況不同，產生迥異的抗藥性特性，在登革熱傳染病流行時，化學藥劑的使用必需正確且確實，才能收事半功倍之效果。

雖然登革熱的病媒蚊棲息處所略有不同，在長時間噴藥下，以幼蟲感藥性基線及成蟲感藥性基線的測定結果，發現埃及斑蚊及白線斑蚊對除蟲菊劑及有機磷劑的感受性有很大的差異，這也需要由抗藥性的基本資料才能提供正確的訊息。

本研究團對除進行例行性的監測工作外，亦根據抗藥機制研擬替代蚊蟲防治對策，以昆蟲生長調節劑進行斑蚊幼蟲的防治，這種殺幼蟲劑的作用機制，與目前使用的有機磷劑、氨基甲酸鹽劑及除蟲菊劑作用機制不同，對產生的抗藥性的斑蚊幼蟲仍有極佳的防治效果。

另外亦針對協力劑的使用，經抑制解毒酵素的作用，使殺蟲劑恢復殺蟲效果或減少殺蟲劑的使用量。2007年野外品系埃及斑蚊雖然對百滅寧具抗藥性，但適度的添加四種協力劑，仍可加強其殺蚊效果。協力劑與百滅寧的添加比例，則需再進一步測試，以求達到最佳的協力比，進而加強殺蚊效果，以永續的概念經營斑蚊的防治工作。

在抗藥性的監測工作最需要快且準確，微量盤的分析確實可達到大數量及快速的目的，抗藥性的情形往往不是單一因子所決定，如何由生物檢測資料與酵素活性測定的值，尋找最直接的相關性，這是未來努力的方向。整體而言，五種殺蟲劑的多元迴歸，在可接受範圍內的品系皆有半數以上，可再進一步研擬可修正的變數因子以達更準確的預估。

## 病媒蚊抗藥性基因監測 (Detection of Resistant Gene of Vector Mosquitoes)

現階段已經完成 V1023G 與 D1794Y 兩個 *kdr* 點突變頻率分別與七種合成除蟲菊殺蟲劑 KT50 之相關標準曲線，並利用這些相關標準曲線，快速預測高雄市與鳳山市埃及斑蚊對七種合成除蟲菊殺蟲劑之抗擊昏程度，作為 99 年度高雄市與鳳山市埃及斑蚊之防疫參考。

除了抗擊昏基因點突變之外，本年度計劃亦找到四種可能與合成除蟲菊酯解毒相關的細胞色素 P450 基因。這些基因在近一並確認檢視後，也可以發展成定另一種快速評估埃及斑蚊抗藥性發展的技術。

以 ML tree 分析，ITS2 可作為埃及斑蚊、*Ae. albopictus* 與 *Ae. cretinus* 的親緣關係分子標記，而 ND4 可作為埃及斑蚊與 *Ae. albopictus*、*An. gambiae* 和 *An. quadrimaculatus* 的親緣關係分子標記。對於 COII 則不適用於斑蚊分群。而在 *kdr* 序列中則應以點突變頻度判定其抗藥性，在此亦可作為親緣關係分子標記與 *Ae. albopictus*、*Cx. quinquefasciatus* 和 *An. gambiae* 分群。而在台灣野外品系埃及斑蚊不論在 ITS2、ND4、COII 或 *kdr* 片段，彼此基因序列相似度高。

## 病媒蚊對登革熱病毒感受性探討 (Susceptibility of Vector)

測試台南市北區、南區、安平區、中西區及安南區共五區的埃及斑蚊及白線斑蚊對登革一、二、三、四型病毒感受性測試。結果埃及斑蚊對登革病毒的經口吸食感染率介於 14.44%至 30%之間，白線斑蚊介於 21.22%至 30%之間。地下家蚊(*Culex pipiens molestus*)對登革病毒之經口感染率以登革二型病毒的 13.33%最高、登革一、三型的

6.67%最低。試驗顯示熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)對登革三、四型病毒不具感染力。

## 登革熱流行模式與衛教 (Epidemiology of Dengue Fever and Health Education)

在登革熱/登革出血熱的流行病學研究中，最重要的議題為影響登革病毒傳播/感染的因子，以及造成病情趨向嚴重的機制。登革熱/登革出血熱的流行，與登革病毒、宿主、環境因子間交互作用的關係，可從過去二十年來的研究中刻畫出一些輪廓。

1. 不同登革病毒血清型或不同登革病毒株引發流行規模與嚴重度之不同：
  - (1). 不同地區/不同時間的登革熱/登革出血熱流行，其流行病學的特徵不盡相同，而流行的登革病毒血清型別 (serotypes) /登革病毒株 (strains) 也不一樣。雖然四種登革病毒的血清型別均曾造成登革熱/登革出血熱流行，但泰國在西元 1998 年以前的 20 幾年內的登革出血熱病例，主要是由第二型登革病毒造成；而近十幾年印尼的登革出血熱病例多由第三型登革病毒引起；同時，馬來西亞的登革出血熱病例又多為第二型和第三型登革病毒的交替流行。由此可看出在東南亞地區不同國家流行的登革病毒血清型別各異。近幾十年中，東南亞國家亦有更多由第三型登革病毒引起之大規模登革熱流行。
  - (2). 自 1970 以降，曾有多次在太平洋的島嶼上由同一血清型但不同株之登革病毒造成之嚴重或輕微的登革流行的紀錄。[1-6]

(3). 同一種血清型登革病毒的不同基因型 (genotype) 或不同登革病毒株，若在蚊子和人群或人類的樹突細胞 (human dendritic cells) 中能有高效率複製率的登革病毒株，通常會有較高的傳播力，也容易造成較嚴重的流行和較多的登革出血熱病例。[4,7-15] 至目前為止，仍未有任何研究提出度量的方法，來預測登革病毒在人群中造成流行的潛力 (epidemic potentials)；另一方面哪些因子與登革病毒的「不顯性感染」 (asymptomatic infection)，特別在孩童的高比例不顯性感染有關，也仍有待釐清。

今年度台南和高雄的登革病毒血清流行病學研究中，本研究團隊在登革流行季之「前」(5月)、流行季「中」(10、11月)，以及預定的流行季結束之「後」(1月或2月)分別收得學童的血清，可以用世代研究 (cohort study) 的方式比對同一學童在流行季之前期、之後期的登革病毒感染狀況，除估計學童族群在登革流行季的不顯性感染比例外，亦可以問卷 (個人健康情形、行為、家戶環境) 和蚊子及環境資料對造成不顯性感染的因子做推論。此外，由於每年流行的登革病毒血清型別各異，而不同族群流行的登革病毒也可能因與宿主的免疫系統交互作用而出現微演化 (micro-evolution)。為獲得在學童族群中流行的登革病毒，我們應在學校建立學童的病毒監測系統；流行期間一旦有陽性登革確定病例發生時，即以群集抽樣 (cluster sampling) 採取家戶/學校/社區的血清樣本。

## 2. 登革病毒和宿主間之關係

在宿主方面，因登革病毒為人 → 蚊 → 人的系列傳播，所以病毒的演化即是在人血中的單核細胞 (monocyte)、組織中的巨噬細胞 (macrophage)，及抗原呈現 (antigen presentation) 能力較強的樹突細胞 (dendritic cells) 三者中複製大量的病毒子代，且往往在感染後

1 至 2 天即可有高量病毒。在免疫系統尚未反應前，若再被蚊子叮咬，即可能由蚊的口進入中腸（midgut），並在此繁殖，再至唾腺傳播病毒。事實上蚊子叮咬的吸取血液量十分微小，所以中腸複製是必要的。然而蚊咬人的時間可以是發病前期（較少免疫干擾）或中期（免疫系統正群起奮戰）或後期（免疫系統佔上風，或病毒佔優勢），此時原來的登革病毒在人體有大量的子代病毒，經蚊叮咬之後，反而將原病毒子代病毒群（quasispecies）窄化於蚊身上，再加上人的免疫作用、蚊子本身的天生免疫（innate immunity）、蚊子中腸內許多酵素的生化作用，以及蚊子唾腺內的其他生理作用，最後的結局要再受蚊子的天敵、環境與壽命因素來影響，所以成功地一系列傳播病毒至大流行或嚴重流行也是病毒歷經多次天擇（或人擇）的勝利成果。

我們進行流行病學探究，即要知曉人群的免疫力—或稱「族群免疫」（herd immunity）。舉例來說，在不同地區的族群免疫力，若高達 30%、50%，甚至 80% 左右，理論上登革病毒應具有不同的基因型（genotype）和表現型（phenotype）。尤其在族群免疫力高的地區，如東南亞的泰、菲、馬、印尼等地的登革地方性流行區（endemic area），活存的登革病毒必須有能力穿越層層免疫城牆，這也解釋為何登革地方性流行區的登革出血熱病例數也較高。然而，泰國的流行病學數據顯示，族群免疫力達 40-50% 時，反而登革出血熱危險性更高。

研究登革病毒的基因型、表現型以及其在不同地區出現的微演化（micro-evolution），可利用族群遺傳學之理論。舉例來說，我們將登革病毒在一地是否能夠引發流行視為其適應性（fitness）的表現，並將在各個年度之大大小小的流行中收集到的病毒樣本進行序列

分析，估算每一種血清型別的登革病毒其基因之突變率（mutation rate）作為參數，來建構登革病毒的選擇模型（selection model）。但是，天擇的力量（如族群免疫的強度、蚊子族群的密度等），會將登革病毒的演化推向更輕微的感染，還是更嚴重的感染、甚至是登革出血熱/登革休克症候群，若沒有藉由血清流行病學，年復一年地追蹤人群的免疫力和登革感染的情況，並比對各個地區登革熱/登革出血熱病例、不顯性感染比例，反不易釐清病毒與免疫系統交互作用的來龍去脈；此外，我們還須以各年度流行的病毒做演化樹分析（phylogenetic tree），預測各項因素對未來流行走向的影響。

### 3. 登革病毒感染的危險因子

在登革病毒感染的危險因子（risk factor）中，年齡佔有重要的角色[16]。然而流行病學的分析必須輕、重症病例與死亡病例三方面齊頭並進，較易窺得原貌。以早年的登革流行來看，1897年澳洲昆士蘭（Queensland）與1905年澳洲布里斯本（Brisbane）兩波流行各有60人與201人死亡，此時期死亡遍及各不同年層，但小孩與老人兩極端年層的死亡百分比較高（<5歲佔37.6%，而>60歲佔35.5%），此死亡年齡分布型態至1926年澳洲流行仍是如此（小孩與老人各佔22.4%及41.5%）。然而自1950年代東南亞諸國相繼爆發登革出血熱大流行後時，雖然成人也有死亡病例，但死亡年齡層已大幅下降至小孩。登革出血熱的重症病例也以小孩為主，兒童也約佔90~95%。換言之，東南亞登革出血熱地方性流行國的兒童在感染登革病毒之後，其結果大相逕庭走向兩極端，如同擲銅板般其一面為不顯性感染，即感染的兒童不發病比例相當高，但另一面卻是極易導致登革出血熱，所以許多菲律賓等地兒童的父母往往每年要待夏季登革流行過後，才知其兒女是否存活下來。至1990年以後，在這些國家登革出血熱與死亡病

例兩方面的年齡層可能因偵測系統與防控作法的改進而提高。臺灣因為登革流行開始之初，多為「境外移入病例」所引爆，且登革偵測不但自 1987 年首度流行時，即將輕症的登革熱與重症的登革出血熱同時兼顧並重，加上我們有不定期的對兒童與社區居民進行登革病毒感染的血清偵測（Serological surveillance），以及針對登革確定病例的住家、工作地、就讀學校進行半主動偵測（semi-active surveillance）以尋覓發燒病例，並配合採血檢測，如此確實減少後續連鎖引爆的登革病例。在 2003 年，因應 SARS 流行所推行的機場發燒篩檢策略，加上近兩年進入機場時的登革病毒 NS1 protein 快篩檢測，以及同時高雄衛生局針對發燒病人追蹤發燒情形，如此多管政策齊下，相較兩年前確實已確實成功擋住更多的「境外移入病例」，也因上述種種登革防治的努力，臺灣的登革熱與登革出血熱現今仍以成年人為主，死亡病例也甚少波及兒童。然而臺灣是否會因全球暖化而步入東南亞疫情國的後塵，仍須以「感染人數」來檢視，所以學童的血清流行病學即在此發揮宏效。結果顯示無論 2002 年第二型登革病毒在高雄流行，或是 2007 年第一型登革病毒在臺南流行，兩者於學童感染盛行率均不高，再度顯示臺灣至今並未進入登革的「地方性流行」。

### **登革熱病媒蚊防治技術研發 (Development of Dengue Vectors Control)**

除例行各地抗藥性監測工作外，亦根據抗藥機制研擬替代蚊蟲防治對策，以昆蟲生長調節劑進行斑蚊幼蟲的防治，這種殺幼蟲劑的作用機制，與目前使用的有機磷劑、氨基甲酸鹽劑及除蟲菊劑作用機制不同，對產生的抗藥性的斑蚊幼蟲仍有極佳的防治效果。

本年度生物製劑對室內孳生登革熱病媒蚊幼蟲防治功效評估，於高雄地區 30 處積水地下室，以蘇力菌以色列品系(*Bacillus*

*thuringiensis var. israelensis*) VectoBac WG 生物製劑，均勻灑於水面上，24 小時果顯示蘇力菌 VectoBac WG，對積水地下室登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅效果可達 100%。殘留 8 週之觀察亦未發現任何蚊蟲幼蟲孳生，顯示蘇力菌生物製劑對積水地下室之登革熱病媒蚊幼蟲，可有長達至少 8 週之殺滅效果。蘇力菌藥劑施用於戶外在停止使用生物製劑後 16 日之誘蚊產卵指數即上升(92.86%)，較對照組高。顯然其於戶外使用殘效期短。

另外，開發新型產卵誘集器防治登革熱疫區病媒蚊已具初步效果，其對羽化後 3 日齡成蟲效果最好，誘捕率達  $91.1 \pm 1.2\%$ ，且以有遮蔽的黑色入口管的誘捕率，明顯較透明組為高。黑殭菌孢子對不同吸血處理斑蚊雌成蚊致死比較結果顯示吸血雌蚊  $LT_{50}$  短總死亡率高。其次在白殭菌感染白線斑蚊的測試中，高濃度組所造成的死亡率明顯高於低濃度組，黑殭及白殭菌的孢子在室內測試對白線及埃及斑蚊侵染較佳的侵染致死殘效期應以 7 日為限。台南市 15 個新型誘蚊器的放置點測試，第二、三、四周分別有 11、8 及 9 個誘捕器誘到斑蚊，且經鑑定為白線斑蚊。

## 五、研究成果與具體建議

### 1. 病媒蚊監測

#### 成果:

- (1) 台南地區病媒蚊監測--自 97 年 3 月開始到 98 年 10 月，整理 20 個調查點兩年的誘卵結果，兩年的平均誘卵數都有同樣的發生趨勢，每年的七、八月是誘卵數的高峰，而一月是誘卵數發生的最低點。98 年的八月份因為 88 水災的關係，誘卵數較 97 年低，但是 9 月份又立即呈現上升情形，顯見登革熱病媒蚊在環境中的生殖潛能值得重視。又 8 個月的統計，埃及斑蚊的平均發生百分比為 39%，白線斑蚊的平均發生百分比為 61%。
- (2) 高雄市病媒蚊監測--高雄登革熱病例主要分布的苓雅、三民、前鎮三區，今年初病媒蚊密度雖較 2008 年同時期為低，但雨季開始後至 10 月的病媒蚊指數卻不比 2008 同時期者為低。同時去年有疫情發生之楠梓區，無論 3~6 月或 9~10 月的調查，其室內或室外誘蚊產卵陽性率高者皆超過 50%，
- (3) 鳳山市病媒蚊監測--發生登革熱病例的各里稽查病媒蚊之布氏指數有高達 6 者且 10 月份鳳山市稽查 8 里中有 5 里都有埃及斑蚊孳生。
- (4) 屏東市病媒蚊監測--98 年屏東市各里埃及斑蚊發生比率與數量比 95~97 年多，歷年來主要流行各里查得均屬埃及斑蚊。且 ovitrap 監測得知埃及斑蚊之發生率逐月增加。
- (5) 屏東縣 88 水災災區病媒蚊監測--林邊、萬丹 與佳冬鄉 3 災區 9 月起病媒蚊的監測，其密度指數均低，且調查皆為白線斑蚊，登革熱發生風險不高。

### **建議:**

- (1)近年來雖然台南市疾管單位的孳生源調查病媒指數都低，但 ovitrap 的資料顯示，其風險仍高，七月起或降雨季宜加強(尤其如永康市大橋里、仁德鄉保安村)稽查與孳生源清除。
- (2)高雄市世運前的病媒稽查與孳生源清除投入之人力物力甚多，加上氣候因素以致媒蚊密度較低，然而後半季稽查結果顯示除每月例行的孳生源調查外，雨季後的重點地區稽查與防除病媒亦應加強。
- (3)鳳山市因地緣、人口與環境等因素，其登革熱的發生與高雄市密切相關，因此高雄市苓雅、前鎮、三民等區有疫情發生時，鳳山市應隨之加強孳生源清除與病媒防治。
- (4)屏東市疾管單位可參考本監測結果，針對埃及斑蚊發生率高的各里於六、七月起加強清除孳生源工作。
- (5)以誘蚊產卵器進行病媒蚊監測，在執行上較不易擾民，也可與一般傳統病媒蚊密度指數調查的結果相印證。建議在孳生源調查指數甚低的地區，可選擇適當地點設置誘蚊產卵器輔助監測。
- (6)本實驗在進行調查過程中最易受到干擾的是當地衛生局認真負責的態度，進行病媒蚊密度調查的工作人員，執意清除積水，降低住戶配合進行調查的意願，只能再尋找其他的調查地點。

## 2. 病媒蚊抗藥性監測

### **成果:**

完成下列地區登革熱病媒蚊對常用殺蟲劑的感受性測定-高雄市前鎮區，左營區，小港區，苓雅區，前金區，鹽埕區，楠梓區，鼓山區，旗津區，新興區，三民區。高雄縣鳳山市。台南市北區，中西區，南區，東區，關廟鄉。

### 建議:

- (1) 登革熱病媒蚊對常用殺蟲劑的感受性測定，結果應提供地方疾管單位藥劑防治時選擇藥劑種類與施用劑量之參考。
- (2) 除撲滅松外，其他藥劑對各區之埃及斑蚊藥效各異，依據各地方蚊蟲的抗藥性狀況提出建議適用藥劑。而室外白線斑蚊則可使用安丹、百滅寧、第滅寧、賽洛寧、賽滅寧與依芬寧等藥劑防治。
- (3) 針對協力劑的使用，確可降低測試品系埃及斑蚊對百滅寧的抗藥性，需再進一步測試協力劑與百滅寧的添加比例，以達到最佳殺蚊效果。

### 3. 病媒蚊抗藥性基因監測

#### 成果:

- (1) 建立成蟲感藥性基線的藥劑種類包括 Cypermethrin、Deltamethrin、Permethrin、 $\alpha$ -Cypermethrin 及  $\lambda$ -Cyhalothrin 等五種除蟲菊劑，Fenitrothion、Pirimifosmethyl 及 Chlorpyrifos 等三種有機磷劑，和 Propoxur 氨基甲酸鹽劑。完成 18 個野外品系及 2 個室內對照品系埃及斑蚊，13 個野外品系及 1 個室內對照品系白線斑蚊成蟲感藥性基線。
- (2) 建立幼蟲感藥性基線藥劑包括 Temephos、Fenitrothion、Pirimifosmethyl 及 Chlorpyrifos 等種有機磷劑，Permethrin、Pyrethrin、Cypermethrin、Esbiothrin 及 Fenvalerate 等五種合成除蟲菊劑，完成 18 個野外品系及 2 個室內對照品系埃及斑蚊，13 個野外品系及 1 個室內對照品系白線斑蚊幼蟲的感藥性基線。
- (3) 以微量盤 (microtitre plate tests) 進行酵素活性生化分析測定，測定埃及斑蚊、白線斑蚊之成蟲及幼蟲族群酵素活性測定。

(4)完成埃及斑蚊成蟲對 5 種殺蟲劑 50%致死濃度之預估值與實際值的比較。

**建議:**

(1)兩種斑蚊之成、幼蟲感藥性基線建立之資料，可提供地區斑蚊抗藥性檢測的基礎。

(2)結合生物檢測與生化分析監測田間族群抗藥性似甚為可行。

#### 4. 登革熱病毒監測

**成果:**

台南地區埃及斑蚊與白線斑蚊對各型登革病毒均具感受性，其中又以白線斑蚊對各型病毒具有較高的感受性。地下家蚊(*Culex pipiens molestus*)亦對各型登革病毒均具感受性，值得進一步探討在自然界中是否為登革熱傳播之病媒蚊。

**建議:**登革熱傳播的兩種病媒，除埃及斑蚊外，白線斑蚊在監測與防治上仍應重視。

#### 5. 登革熱病媒蚊生物防治模式之建立:

**成果:**

(1)評估 4 PPM 及 8 PPM 蘇力菌以色列品系 VectoBac WG 生物製劑，對積水地下室登革熱病媒蚊幼蟲之殺滅效果，均可達 100%。殘留有效期至少可長達 8 週；可應用於室內不易清除之登革熱病媒蚊孳生源之防治

(2)每週戶外施用 VectoBac WG 生物製劑，亦有降低病媒蚊密度之功效。

**建議:**

- (1) 若室內登革熱病媒蚊孳生源短期內不易清除之，可以兩個月施用蘇力菌藥劑一次之頻率進行防治。
- (2) VectoBac WG 生物製劑施用於但戶外殘效期短，須增加其使用頻率，方能使病媒蚊密度持續下降。

6. 捕蚊器之開發

**成果:**

- (1) 已開發出能夠誘引斑蚊產卵及捕捉雌成蚊之誘捕器，不但可做密度監測及防治，同時誘捕之活體雌成蚊亦可做田間帶毒檢測之檢體。
- (2) 新型誘捕器配合蟲生真菌孢子進行成蟲感染接種，死亡之成蟲掉落底層積水，產孢後又可造成水中幼蟲致死，達到防治之目的。
- (3) 將新型誘捕器在台南市安南區人口稠密的區進行田間應用及長期監測評估，在 15 個設置點每週平均有 8-11 個點能誘集到斑蚊。

**建議:**

新型誘捕器尚需進一步的田間效果評估。

## 六、審查意見與回覆

### 「DOH97-DC-1001 台灣南部地區登革熱及病媒防治整合計畫」

一、審查結果：依審查意見修改後，逕予驗收。

二、審查意見：

(一)、病媒蚊長期監測：

1. 由於病媒蚊分布對於登革熱疫情防治扮演重要角色，病媒蚊監測計畫子計畫宜提供病媒蚊分布之環境特性、孳生病媒蚊環境特性、空屋/空地與病媒蚊密度之關聯性，亦即從傳統之病媒蚊監測改為直接著眼於病媒蚊孳生環境之監控。

Ans：本建議涉及病媒蚊監測時環境資料的建立，目前屏東、鳳山、台東等地區之調查均有相關環境(如房屋類型、用途、孳生容器種類與材質等)資料，明年度將再討論並統一登錄環境資料類別與方法。

2. 有關病媒蚊調查計畫，高雄市部分未區分埃及斑蚊與白線斑蚊，為與其他地區相比較，該部分有修正之必要性。

Ans：今年度高雄市病媒蚊調查因蘇力菌測試工作量甚大，確未如其他地區區分埃及斑蚊與白線斑蚊，明年度將如委員建議，調查後鑑定區分兩蚊種。

3. 有關屏東市各里埃及斑蚊發生比率及產卵筒監測發現數量與發生孳生里數比前幾年高，而有（本年度）疾病流行與屏東市埃及斑蚊數量增加呈正相關之推論，建議以適當圖表或文字敘明其相關性。

Ans：此意見待收集屏東市今年度病例發生時地資料後，進行相關測試，以支持推論。

4. 本整合型計畫包含多個子計畫，建議計畫使用之專有名詞（如「產卵誘集器」、「誘卵器」、「誘蚊產卵筒」）應統一，內

文、圖表等成果部分亦應加以整合，並統一格式。

Ans：如委員建議修正。

(二)、病媒蚊抗藥性監測：

1. 病媒蚊抗藥性監測計畫應能利用協力劑測試來比較病媒蚊抗性品系與感性品系之酵素活性，據以推測病媒蚊族群生化代謝抗性機制，亦應提出制訂殺蟲劑防治病媒蚊之使用策略。

Ans：審查意見正是本研究之第三年規劃之重點工作，遵照審查委員意辦理。

2. 對於南部地區長期監測發現有嚴重抗藥性之「百滅寧」、「依芬寧」等殺蟲劑，其抗藥性問題短期間應不至於有太大改變，建議可改為每 2 年監測 1 次；另試驗結果發現埃及斑蚊對 DDT 已有抗藥性，且 DDT 已列為禁止使用殺蟲劑，亦無繼續監測之必要。建議另新增抗藥性監測之殺蟲劑成分以增加廣度，如高雄市可新增「賽滅寧」，屏東縣、鳳山等地區新增「賽飛寧」等。

Ans：在實用上審查委員之意見非常正確，DDT 在學理上常與合成菊酯殺蟲劑有交互抗性，在下年度之計畫中僅對抗 DDT 最強之族群測試研究與合成菊酯殺蟲劑之抗性之比對測試，不再進行全面測試。世界衛生組織已再度推薦開放 DDT 對瘧疾的防治，但台灣已有許多替代滅蚊藥劑不需使用 DDT 防治登革熱病媒蚊。下年度會增加賽滅寧及賽飛寧之測試範圍。有關百滅寧及依芬寧之研究將偏重於協力劑之研究，及部分地區之感藥性恢復情形進行調查，不再進行全面測試。

3. p.126-128 各品系白線斑蚊幼蟲對各殺蟲劑測定之抗性比值的圖，未說明各種顏色所代表之殺蟲劑為何。

Ans：已於期末報告中修正。

(三)、病媒蚊抗藥性基因監測：

1. 病媒蚊抗藥性基因監測計畫最終應綜合 Kdr 點突變頻率與細胞色素 P450 基因表現等分析結果，提供登革熱病媒蚊對於合成除蟲菊、胺基甲酸鹽與有機磷等各類殺蟲劑之抗藥性與交互抗性之發展現況。

Ans：謝謝委員的意見。綜合目前的研究成果分析顯示，以 Kdr 點突變頻率預測埃及斑蚊對合成除蟲菊殺蟲劑的抗藥性發展是確實可行的策略。從實驗分析結果可推測高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊除了對百滅寧產生抗藥性之外，對治滅寧的也分別有大約 10 與 6 倍的抗擊昏能力(圖 3.1.5)。因此，強烈建議百滅寧與治滅寧兩種藥劑均不宜繼續使用於高雄市苓雅區與鳳山市之埃及斑蚊防治。至於細胞色素 P450 基因表現，雖然目前已發現可能的候選基因，然而相關資訊尚不完整，因此仍需進一步試驗確認，建立候選細胞色素 P450 基因表現量與 LC50 的相關性之後，才能與 Kdr 點突變頻率互相配合，提供更準確的埃及斑蚊對合成除蟲菊殺蟲劑的抗藥性發展預測。

2. 以 ML 分析斑蚊親緣關係，其 bootstrap value 所代表意義宜小心解釋。

Ans：感謝委員意見及提醒，將進一步分析後，再依結果審慎解釋 bootstrap value 的意義。

3. 可考慮以較靈敏的檢測方法來評估經口傳播能力(Oral Infection)及埃及斑蚊對登革熱病毒(DFvirus)之感受性，亦應證明 IFA 檢測為陰性時確實不具感染散播病毒之能力。

Ans：利用健康蚊體作為病媒蚊經口傳播登革病毒的檢測工具，是考量登革病毒傳播試驗沒有其他適合的動物模式。當作為檢測工具的蚊體呈病毒陽性反應時，其意義乃代表原感染蚊體可以經口將病毒傳播出去；其次代表經口傳播的病毒是具有感染活性、可複製的。且單隻雌蚊每次吸食時的唾液量非常非常少，

如果沒有以蚊體讓病毒增幅，即使有更靈敏的檢測技術，亦可能因為過於微量的樣本檢體，而導致檢驗不出來的結果；所以目前仍宜採用本報告之試驗方法。至於 IFA 檢測為陰性反應者，如何驗證其確實不具經口傳播病毒能力，將朝檢驗該蚊體的唾腺是否含有病毒方向著手；或者以 RT-PCR 技術檢驗作為病毒增幅作用而 IFA 呈陰性的蚊體，以釐清試驗結果精確性。感謝委員提醒。

(四)、登革熱流行模式與衛教：

1. 登革熱流行模式與衛教計畫應將登革熱流行模式建立置於「社區及整體環境」之脈絡中來處理，亦即以生態環境的角度來建立流行模式。

Ans：我們完全同意審查委員的意見。今年高雄小港區有流行登革熱，所以我們已經在小港社區抽血，只是社區的血清流行病學探究（包括環境的問題與社區居民對登革熱的觀念）較為困難，主要是居民在過去流行期中，已被多次抽血。此外，在環境的研究上面，我們也結合流行病學與地理資訊系統結果，在期中報告即有述及。此次全年度的期末報告（pp.12-16），再加入較為完整（註：上次我們給的檔案僅包含期中報告到十一月的結果）。

2. 有關登革熱流行模式與衛教計畫「結果」部分與預期稍有落差，宜做後續補充。

Ans：由於自 1998 年之後，台灣南部的登革流行迄今，每年均是「本土病例數」高於「境外移入病例數」，所以這方面的社會責任較大，也是我們的研究較多著力於「本土病例數」高於「境外移入病例數」的年代。相反地，台灣過去在境外病例數高於本土病例數的年代，比較明顯的是 1996 年與 1997 年，可惜自疾病管制局申請而得到的數據，只有自 1998 年開始。不過我們還

是很有理想，會從其他管道設法將兩者比對，以探究其條件的差異為何。

我們今年的血清流行病學研究，是社區與學童同時進行，且兼顧到台南與高雄地區，實際上所花的時間與人力相當大，共抽到的血清也有 3,000 支以上，所以，未來的整合偵測，由登革病毒的感染著手，再整合環境數據與病媒蚊資料，將在明年會有更好的初步結果。

(五)、病媒蚊對登革熱感受性與監測：

病媒蚊對登革熱病毒感受性之探討，由於以往的研究發現台灣地區之斑蚊感染登革熱病毒之比率其實相當低，另外，登革熱病媒蚊傳播登革熱病毒的能力受到諸多因子的影響，因此，本計畫宜嘗試加以剖析。

Ans：感謝委員建議，將於三年計畫完成高雄、台南、屏東各地病媒蚊的登革熱病毒感受性測試後，進行病媒蚊對病毒感受性與該地登革熱流行疫情之相關性分析。同時分析各品系病媒蚊的病毒感受性與該品系抗藥性是否有所關聯，提供登革熱病媒蚊管制之參考。

(六)、登革熱病媒蚊防治技術研發

登革熱病媒蚊防治技術研發計畫之研究成果有待選擇示範地區來測試生物製劑對於登革熱病媒蚊之功效。

Ans：將於下年度(第三年度)選擇適當示範區進行測試生物製劑對於登革熱病媒蚊之功效。計畫持續進行，遵照辦理!!

## 七、參考文獻

### 病媒蚊監測 (Surveillance of Mosquito Vectors)

- 王維恭。2003。關於登革熱。台大醫網。20-23 頁。
- 未具名。2006。登革熱防治工作手冊第五版。行政院衛生署及環保署登革熱防治中心。121 頁。
- 吳懷慧、張念台。1990。埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食率之比較。中華昆蟲。10:433-442。
- 吳懷慧、張念台。1992。生物因數對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響。中華昆蟲 12:41-48。
- 吳懷慧、張念台。1993。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。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。1997。台灣地區登革熱病媒蚊孳生源清除成效抽測。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、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。
- 黃基森、吳懷慧、張念台。1995。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。中華昆蟲 15:215-225。
- 張念台、林存德、王光輝、吳懷慧、黃基森。1990。屏東縣琉球鄉登革熱病媒蚊之監測與防治。興大昆蟲學會會報 23:13-27。
- 張念台、梁龍文、吳懷慧。1995。屏東縣琉球鄉居民對登革熱及其病媒之認知。中華昆蟲 15:125-135。
- 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。1999 台灣南部地區登革熱病媒蚊防治。第十一屆病媒防治技術研討會論文集: 85-98 頁，行政院環保署。
- 張念台、吳懷慧。1998。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。高雄醫學科學雜誌 14:s65-s73。
- 張念台、吳懷慧。1998。屏東縣琉球鄉登革熱病媒蚊十年監測。高雄醫學科學雜誌 14:s18-s25。
- 張念台。2004。屏東及東港地區病媒斑蚊抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局九十三年度科技研究發展計畫成果報告。
- 鄧華真、鍾兆麟、王昇燦、侯春錦。1997。嘉義沿海地區登革熱病媒蚊之分布調查及其原因探討。第九屆病媒防治技術研討會論文集 9-23 頁。張念台、吳懷慧。1998。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。高雄醫學科學雜誌 14:s65-s73。
- 鄧華真、陳健福。2005。台灣地區病媒蚊帶病毒監測系統的建立。行政院衛生署疾病管制局九十四年度科技研究發展計畫成果報告。
- 蘇明道、張念台。1995。利用地理資訊系統監視登革熱病媒蚊之架構探討。國立屏東技術學院學報 4:45-54。
- 蘇明道、張念台。1995。利用地理資訊系統監視登革熱病媒蚊之架構探討。國立屏東技術學院學報 4:45-54。

- 羅怡珮。1999。台南市登革熱病媒蚊緊急防治。第十一屆病媒防治技術研討會。74-84 頁。
- 羅怡珮、田乃月。1998。嘉南地區登革熱病媒蚊孳生源清除與宣導計畫。第十屆病媒防治技術研討會。高雄醫學科學雜誌 14:s90-s94。
- Brown, A. W. A. 1986 Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J. Am. Mosquito. Control Assoc.* 2:123-140
- 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 NO.\*45. SEAMIC, Tokyo.
- Chang, N. T. 2001. 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.* 10:S147-S151.
- 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.
- Gubler, D. J. 1998. Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Review.* 11(3):480-496.
- Guzman, M., and G. Kourt. 2002. Dengue: an update. *The LANCET infectious Diseases* 2:33-42.
- Key, B.H. 1994. Intersectoral approaches to dengue vector control. *Kaohsiung J. Med. Sci.* 10:S56-S61.
- 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.
- 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.
- Preisler, H.K. and J.L. Robertson. 1989. Aanalysis of Time-Dose- Mortality data. *J. Econ. Entomol.* 82:1534-1542.
- Samuel, P. P. and B. K. Tyagi. 2006. Diagnostic methods for detection & isolation of dengue viruses from vector mosquitoes. *Indian J. Med. Res.* 123:615-628.
- Shu, P.Y. and J. H. Huang. 2004. Current advances in dengue diagnosis. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology.* 11(4):642-650.
- Wang, N.C. 1994. Control of dengue vectors in Singapore. *Kaohsiung J. Med. Sci.* 10:S33-S38.
- Wang, C. H., N. T. Chang, H. H. Wu, and C. M. Ho. 2000. Integrate control of the dengue vector: *Aedes aegypti* in Liu-Chiu village, Ping-Tung county, Taiwan. *Journal of the American Mosquito Control Association* 16(2): 93-99.
- World Health Organization. 2001. Supplies for monitoring insecticide resistance in disease vectors, procedures and conditions. WHO/CDS/CPE/PVC/2001.2
- Yap, H.H., N.L.Chong, A.E.S.Foo and C.Y.Lee. 1994. Dengue vector control: Present status and future prospects. *Kaohsiung J. Med. Sci.* 10:S102-S108.
- 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.

## 病媒蚊抗藥性監測 (Monitoring Pesticide Resistance of Vector Mosquitoes)

- 王亦勤。1996。埃及斑蚊對亞滅寧抗藥性之研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。55 頁。
- 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。
- 林鶯熹。2004。台灣埃及斑蚊對合成除蟲菊酯殺蟲劑的抗藥性。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文。118 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。
- 徐爾烈。2002。病媒抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局。33 頁。
- 徐爾烈。2003。登革熱病媒抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局九十二年度科技研究發展計畫(DOH92-DC-1103)。52 頁。
- 徐爾烈。2004。登革熱病媒抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局九十三年度科技研究發展計畫(DOH93-DC-1030)。75 頁。
- 徐爾烈。2005。登革熱病媒抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局九十四年度科技研究發展計畫(DOH94-DC-1015)。81 頁。
- 徐爾烈。2006。登革熱病媒抗藥性及藥效評估。行政院衛生署疾病管制局九十四年度科技研究發展計畫(DOH94-DC-1015)。79 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。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文。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. 79:361-366.
- Anonym. 2003. Cases of notifiable diseases. Epidemiology Bull. 19: 40-43 (in Chinese).
- Apperson, C. S. and G. P. Georghiou. 1975. Mechanisms of resistance to organophosphorus insecticides in *Culex tarsalis*. J. Econ. Entomol. 68:153-157.
- Bisset, J. A., M. M. Rodriguez, D. Molina, C. Diaz, L. A. Soca. 2001. High esterases as mechanism of resistance to organophosphate insecticides in *Aedes aegypti* strains. Rev. Cubana Med. Trop. 53:37-43. (in Spanish)
- Brooke, B. D., G. Kloke, R. H. Hunt, L. L. Koekemoer, E. A. Temu, M. E. Taylor, G. Small, J. Hemingway, and M. Coetzee. 2001. Bioassay and biochemical analyses of insecticide resistance in southern African *Anopheles funestus* (Diptera: Culicidae). Bull. Entomol. Res. 91: 265-272.
- Brown, A. W. A. 1986 Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2:123-140.
- Brown, M. D., J. Carter, T. M. Watson, P. Thomas, G. Santaguliana, D. M. Purdie, and B. H. Kay. 2001. Evaluation of liquid *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* products for control of Australian *Aedes* arbovirus vectors. J. Am. Mosq. Control Assoc. 17(1): 8-12.
- Brown, T. M. and W. G. Brogdon. 1987. Improved detection of insecticides resistance through conventional and molecular techniques. Ann. Rev. Entomol. 32:145-162.
- Campos, J., and C. F. Andrade. 2001. Larval susceptibility to chemical insecticides of

- two *Aedes aegypti* populations. Rev. Saude Publica 35(3):232-236. (in Portuguese)
- 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
- Chakravorthy, B. C. and M. Kalyanasundaram. 1992. Selection of permethrin resistance in the malaria vector, *Anopheles stephensi*. Indian J. Malariol. 29:161-165.
- 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.
- Chandre, F., F. Darrier, L. Manga, M. Akogbeto, O. Faye, J. Mouchet, and P. Guillet. 1999. Status of pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae sensu lato*. Bull. W.H.O. 77(3): 230-234.
- 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.
- DeSilva, D., and J. Hemingway. 2002. Structural organization of the *estα 3<sup>1</sup>* gene in a Colombian strain of *Culex quinquefasciatus* differs from that in Cuba. 16(1): 99-105.
- 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.
- Finney, D. J. 1971. Probit analysis. Cambridge University Press. 333pp.
- 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. 1987. 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, and 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. Glutathione S-transferases: The first enzymatic step in mercapturic acid formation. J. Biol. Chem. 249(22): 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. 79:123-130.

- Kao, L. R., N. Motoyama, and W. C. Dauterman. 1985. Multiple forms of esterase in mouse, rat, and rabbit liver, and their role in hydrolysis of organophosphorus and pyrethroid insecticides. *Pestic. Biochem. Physiol.* 23:66-73.
- Khoo, B. K., and D. J. Sutherland. 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., D. J. Sutherland, D. Sprenger, D. Dickerson, and H. Nguyen. 1988. Susceptibility status of *Aedes albopictus* to three topically applied adulticides. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 4: 310-313.
- Kumar, S., A. Thomas, A. Sahgal, A. Verma, T. Samuel, and M. K. K. Pillai. 2002. Effect of the synergist piperonyl butoxide, on the development of deltamethrin resistance in yellow fever mosquito, *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 50: 1-8.
- Lorini, I., and D. J. Galley. 1998. Relative effectiveness of topical filter paper and grain applications of deltamethrin, and associated behaviour of *Rhyzopertha dominica* (F.) strains. *J. Stored Prod. Res.* 34: 377-383.
- 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.
- Peiris, H. T. R. and J. Hemingway. 1990. Temephos resistance and associated cross-resistance spectrum in a strain of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) from Peliyagoda, Sri Lanka. *Bull. Entomol. Res.* 80: 49-55.
- Ping, L. T., R. Yatiman, and L. P. Gek. 2001. Susceptibility of adult field strains of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Singapore to pirimiphos-methyl and permethrin. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 17(2): 144-146.
- Raymond, M., C. Berticat, M. Weill, N. Pasteur, and C. Chevillon. 2001. Insecticide resistance in the mosquito *Culex pipiens*: what have we learned about adaptation? *Genetica* 112-113: 287-296.
- 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.
- Rodriguez, M. M., J. Bisset, D. M. de Fernandez, L. Lauzan, and A. Soca. 2001. Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba and Venezuela. *J. Med. Entomol.* 38: 623-628.
- Tang, Z. H., and J. Wood. 1986. Comparative study of resistance to organophosphate and carbamate insecticides in four strains of the *Culex pipiens* L. complex (Diptera: Culicidae). *Bull. Ent. Res.* 76:505-511.
- Urmila, J., V. A. Vijayan, K. N. Ganesh, N. Gopalan, and S. Prakash. 2001. Deltamethrin tolerance and associated cross resistance in *Aedes aegypti* from Mysore. *Indian J. Med. Res.* 113:103-107.
- Wilkinson, C. F. 1983 . Role of mixed-function oxidases in insecticide resistance. *In "Pest Resistance to Pesticides"*, eds. by G. P. Georghiou and T. Saito, 175-203. Plenum Press, New York.

- Wirth, M. C. 1998. Isolation and characterization of two novel organophosphate resistance mechanisms in *Culex pipiens* from Cyprus. *J. Am. Mosq. Assoc.* 14: 397-405.
- Yu, S. J. 1982. Induction of microsomal oxidases by host plants in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Pestic. Biochem. Physiol.* 17:59-67.
- Zaim, M., A. Aitio, and N. Nakashima. 2000. Safety of pyrethroid-treated mosquito nets. *Med. Vet. Entomol.* 14: 1-5.

## 病媒蚊抗藥性基因監測 (Detection of Resistant Gene of Vector Mosquitoes)

- Bregues C., Hawkes N.J., Chandre F., McCarroll L., Duchon S., Guillet P., Manguin S., Morgan J.C., and Hemingway J. 2003. Pyrethroid and DDT cross resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene, *Med. Vet. Entomol.* 17: 87–94.
- [Bourguet D., Pasteur N., Bisset J., and Raymond M.](#) 1996. Determination of Ace.1 Genotypes in Single Mosquitoes: Toward an Ecumenical Biochemical Test. *Pestic Biochem Physiol.* 55(2):122-8.
- [Daborn P.J., Yen J.L., Bogwitz M.R., Le Goff G., Feil E., Jeffers S., Tijet N., Perry T., Heckel D., Batterham P., Feyereisen R., Wilson T.G., ffrench-Constant R.H.](#) 2002. A single p450 allele associated with insecticide resistance in *Drosophila*. *Science* 297: 2253–2256.
- Davies T.G., Field L.M., Usherwood P.N., and Williamson M.S. 2007. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life* 59(3):151-62.
- Dong K. 1997. A single amino acid change in the para sodium channel protein is associated with knockdown-resistance (kdr) to pyrethroid insecticides in German cockroach, *Insect Biochem. Mol. Biol.* 27: 93–100.
- Fang X.-K., Huang D.-F., Wang Z.-X., Wan C.-L., Sun T., Xu W.-J. Liu C.-Y., Zhou P., and Zhou Z.-D. 2007. Identification of the proteins related to cytochrome P450 induced by fenvalerate in a *Trichoplusia ni* cell line. *Cell Biol Toxicol.* DOI 10.1007/s10565-007-9006-1
- ffrench-Constant R.H., Pittendrigh B., Vaughan A. and Anthony N. 1998. Why are there so few resistance-associated mutations in insecticide target genes. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London) B* 353: 1685–1693.
- Grubor V. D. and Heckel D. G. 2007. Evaluation of the role of CYP6B cytochrome P450s in pyrethroid resistant Australian *Helicoverpa armigera*. *Insect Molecular Biology* 16(1):15–23.
- Hemingway, J., Hawkes, N.J., McCarroll, L., Ranson, H., 2004. The molecular basis of insecticide resistance in mosquitoes. *Insect. Biochem. Mol. Biol.* 34: 653–666.
- [Kulkarni M.A., Rowland M., Alifrangis M., Mosha F.W., Matowo J., Malima R., Peter J., Kweka E., Lyimo I., Magesa S., Salanti A., Rau M.E., and Drakeley C.](#) 2006. Occurrence of the leucine-to-phenylalanine knockdown resistance (kdr) mutation in *Anopheles arabiensis* populations in Tanzania, detected by a simplified high-throughput SSOP-ELISA method. *Malar J.* 5:56-62.
- 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):329-33.

- 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.
- Liu Z., Valles S.M. and Dong K. 2000. Novel point mutations in the German cockroach para sodium channel gene are associated with knockdown resistance (kdr) to pyrethroid insecticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 30: 991–997.
- [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):842-3. in Portuguese.
- Lynd A., Ranson H., McCall P., Randle N., Black W, Walker E, and Donnelly M. 2005. A simplified high-throughput method for pyrethroid knock-down resistance (kdr) detection in *Anopheles gambiae*. *Malaria Journal* 4:16. doi: 10.1186/1475-2875-4-16.
- Martinez-Torres D., Chandre F., Williamson M.S., Darriet F., Berge J.B., Devonshire A.L., Guillet P., Pasteur N. and Pauron D. 1998. Molecular characterization of pyrethroid knockdown resistance (*kdr*) in the major malaria vector *Anopheles gambiae* s.s. *Insect Molecular Biology* 7: 179–184.
- Martinez-Torres D., Chevillon C., Brun-Barale A., Berge J.B., Pasteur N., and Pauron, D. 1999. Voltage-dependent Na<sup>+</sup> channels in pyrethroid-resistant *Culex pipiens* L mosquitoes, *Pestic. Sci.* 55:1012–1020.
- 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):315-22.
- Mori, A., Lobo, N. F., deBruyn, B., and Severson, D. W. 2007. Molecular cloning and characterization of the complete acetylcholinesterase gene (*Ace1*) from the mosquito *Aedes aegypti* with implications for comparative genome analysis. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 37:667–674.
- 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.
- [Walsh PS](#), [Metzger DA](#), and [Higuchi R](#). 1991. Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *Biotechniques* 10(4):506-13.
- [Weill M](#), [Malcolm C](#), [Chandre F](#), [Mogensen K](#), [Berthomieu A](#), [Marquine M](#), and [Raymond M](#). 2004. The unique mutation in ace-1 giving high insecticide resistance is easily detectable in mosquito vectors. *Insect Mol Biol.* 13(1):1-7.

## 病媒蚊對登革熱病毒感受性探討 (Susceptibility of Vector Mosquitoes to Dengue Viruses)

吳盈昌。1996。台灣地區近年的登革熱流行。衛生報導 6: 2-6。

[Barbazan P](#), [S. Palabodeewat](#), [N. Nitatpattana](#), [J. P. Gonzalez](#). 2008. Detection of Host Virus-Reactive Antibodies in Blood Meals of Naturally Engorged Mosquitoes. *Vector Borne Zoonotic Dis.*

Chen WJ, Dong CF, Chiou LY, Chuang WL. 2000. Potential role of *Armigeres subalbatus* (Diptera: Culicidae) in the transmission of Japanese encephalitis virus in the absence of rice culture on Liu-chiu islet, Taiwan. *J. Med.*

- Entomol. 37: 108-113.
- Chen WJ, Wei HL, Hsu EL, Chen ER. 1993. Vector competence of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) to dengue 1 virus on Taiwan: development of the virus in orally and parenterally infected mosquitoes. *J. Med. Entomol.* 30: 524-530.
- Eldadah Z, Asher DM, Godec MS, Pomeroy KL, Goldfarb LG, Feinstone SM, Levitan H, Gibbs CJ, Gajdusek C. 1991. Detection of flaviviruses by reverse-transcriptase polymerase chain reaction. *J. Med. Virol.* 33: 260-267.
- Gorman B, Goss P. 1972. Sensitivity of arboviruses to proteases. *J. Gen. Virol.* 16: 83-86.
- Gubler DJ, Nalim S, Tan R, Saipan H, Sulianti Saroso J. 1979. Variation in susceptibility to oral infection with dengue viruses among geographic strains of *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 28: 1045-1052.
- Gubler DJ, Novak RJ, Vergne E, Colon NA, Velez M, Fowler J. 1985. *Aedes (Gymnometopa) mediiovittatus* (Diptera: Culicidae), a potential maintenance vector of dengue viruses in Puerto Rico. *J. Med. Entomol.* 22: 469-475.
- Gubler DJ. 1988. Dengue. *The Arboviruses: Epidemiology and Ecology*, Edited by Monath, T. P. CRC Press, Florida. 2: 223-260.
- Hardy JL, Houk EJ, Kramer LD, Reeves WC. 1983. Intrinsic factors affecting vector competence of mosquitoes for arboviruses. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 229-262.
- Henchal EA, Polo S, Vorndam V, Yaemsiri C, Innis B, Hoke CH. 1991. Sensitivity and specificity of a universal primer set for the rapid diagnosis of dengue virus infections by polymerase chain reaction and nucleic acid hybridization. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 45: 418-428.
- [Huang G](#), [Vergne E](#), [Gubler DJ](#). 1992. Failure of dengue viruses to replicate in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 1992 Nov;29(6):911-4.
- Jetten TH, Focks DA. 1997. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57: 285-297.
- Liu, D. M., T. Y. Tao, and B. L. Lu. 2003. Studies on the receptor of dengue virus. *Acta Parasitologica et Medica Entomologica Sinica.* 10(1) : 1-8.
- Molina-Cruz A, Gupta L, Richardson J, Bennett K, Black 4<sup>th</sup> W, Barillas-Mury C. 2005. Effect of mosquito midgut trypsin activity on dengue-2 virus infection and dissemination in *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 72: 31-637.
- Philip Sael P, Tyagi BK. 2006. Diagnostic methods for detection & isolation of dengue viruses from vector mosquitoes. [Indian J. Med. Res.](#) 123(5): 615-628.
- Reed LJ, Muench H. 1938. A simple method of estimating fifty percent endpoint. *Am. J. Hyg.* 27: 493-497.
- Rosen L, Gubler DJ. 1974. The use of mosquitoes to detect and propagate dengue viruses. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 23: 1153-1160.
- Rosen L, Roseboom LE, Gubler DJ, Lien JC, Chaniotis BN. 1985. Comparative susceptibility of mosquito species and strains to oral and parenteral infection with dengue and Japanese encephalitis viruses. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 34: 603-615.
- Thomas RE, Wu WK, Verleye D, Rai KS. 1993. Midgut basal lamina thickness and dengue-1 virus dissemination rates in laboratory strains of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 30: 326-331.

- Vazeille-Falcoz M, Rosen L, Mousson L, Rodhain F. 1999. Replication of dengue type 2 virus in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). [Am. J. Trop. Med. Hyg.](#) 60(2): 319-21.
- Wade JO. 1976. A new design of membrane feeder incorporating an electrical blood stirring devices. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 70: 113-120.
- Yazi Mendoza M, Salas-Benito JS, Lanz-Mendoza H, Hernandez-Martinez S, and del Angel RM. 2002. A putative receptor for dengue virus in mosquito tissues: localization of a 45-kDa glycoprotein. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 67: 76-84.

## 登革熱流行模式與衛教 (Epidemiology of Dengue Fever and Health Education)

- Arcari P, Tapper N, Pfueller S (2007) Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singapore Journal of Tropical Geography* 28: 251-272.
- Balmaseda A, Sandoval E, Perez L, Gutierrez CM, Harris E (1999) Application of molecular typing techniques in the 1998 dengue epidemic in Nicaragua. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 61: 893-897.
- Bennett SN, Holmes EC, Chirivella M, Rodriguez DM, Beltran M, et al. (2003) Selection-driven evolution of emergent dengue virus. *Molecular Biology and Evolution* 20: 1650-1658.
- Bennett SN, Holmes EC, Chirivella M, Rodriguez DM, Beltran M, et al. (2006) Molecular evolution of dengue 2 virus in Puerto Rico: positive selection in the viral envelope accompanies clade reintroduction. *Journal of General Virology* 87: 885-893.
- Dash PK, Parida MM, Saxena P, Kumar M, Rai A, et al. (2004) Emergence and continued circulation of Dengue-2 (Genotype IV) virus strains in northern India. *Journal of Medical Virology* 74: 314-322.
- Effler PV, Pang L, Kitsutani P, Vorndam V, Nakata M, et al. (2005) Dengue fever, Hawaii, 2001-2002. *Emerging Infectious Diseases* 11: 742-749.
- Failloux A-B, Vazeille M, Rodhain F (2002) Geographical genetic variation in populations of the Dengue virus vector *Aedes aegypti*. *Journal of Molecular Evolution* 55: 653-663.
- Guzman MG, Kouri G, Valdes L, Bravo J, Alvarez M, et al. (2000) Epidemiologic Studies on Dengue in Santiago de Cuba, 1997. *American Journal of Epidemiology* 152: 793-799.
- Imrie A, Zhao Z, Bennett SN, Kitsutani P, Laille M, et al. (2006) Molecular epidemiology of dengue in the Pacific: introduction of two distinct strains of the dengue 2 type-1 virus into Hawaii (vol 100, pg 327, 2006). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 100: 642-642.
- Kumaria R, Chakravarti A (2005) Molecular detection and serotypic characterization of dengue viruses by single-tube multiplex reverse transcriptase-polymerase chain reaction. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 52: 311-316.
- Kuno G (2009) Emergence of the Severe Syndrome and Mortality Associated with Dengue and Dengue-Like Illness: Historical Records (1890 to 1950) and Their Compatibility with Current Hypotheses on the Shift of Disease Manifestation. *Clinical Microbiology Reviews* 22: 186-201.

- Klungthong C, Zhang CL, Mammen MP, Ubol S, Holmes EC (2004) The molecular epidemiology of dengue virus serotype 4 in Bangkok, Thailand. *Virology* 329: 168-179.
- Lazcano JAB, Marquetti MDC, Portillo R, Rodriguez MM, Suarez S, et al. (2006) Ecological factors linked to the presence of *Aedes aegypti* larvae in highly infested areas of Playa, a municipality belonging to Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista Panamericana De Salud Publica-Pan American Journal of Public Health* 19: 379-384.
- Salda LTD, Parquet MDC, Matias RR, Natividad FF, Kobayashi N, et al. (2005) MOLECULAR EPIDEMIOLOGY OF DENGUE 2 VIRUSES IN THE PHILIPPINES: GENOTYPE SHIFT AND LOCAL EVOLUTION. *Am J Trop Med Hyg* 73: 796-802.
- Smith CE, Tom T, Sasaki J, Ayers T, Effler PV (2005) Dengue risk among visitors to Hawaii during an outbreak. *Emerging Infectious Diseases* 11: 750-756.
- Zheng K, Zhou HQ, Yan J, Ke CW, Maeda A, et al. (2009) Molecular characterization of the E gene of dengue virus type 1 isolated in Guangdong province, China, in 2006. *Epidemiology and Infection* 137: 73-78.

### 登革熱病媒蚊防治技術研發 (Development of Dengue Vectors Control)

- 行政院衛生署，民國七十七年台灣地區登革熱流行概況。疫情報導 4：87-89，1988。
- 林鶯熹、吳淑靜、徐爾烈、鄧華真、何北美、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。
- 許英昌：登革熱的文獻記錄。醫望民 84.08；9；34-36。
- 登革熱防治手冊：衛生署疾病管制局，2003。
- 葛應欽，登革熱流行病學－登革熱在台灣的流行。高雄醫學科學雜誌 5: 1989。
- Annis B, Nalim S, Hadisuwasono, Widiarti, Boewono DT. *Toxorhynchites amboinensis* larvae released in domestic containers fail to control dengue vectors in a rural village in central Java. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 6:75-8, 1990.
- Fillinger U and Lindsay SW. Suppression of exposure to malaria vectors by an order of magnitude using microbial larvicides in rural Kenya. *Tropical Medicine and International Health*. 11: 1-14, 2006.
- Finney, D.J. Probit analysis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, London. 1971.
- Hsiu-Hua Pai, Yu-Jue Hong and Err-Lieh Hsu. Impact of a Short-Term Community-Base Cleanliness Campaign on the Sources of Dengue Vectors: An Entomological and Human Behavior Study. *Journal of Environmental Health*: 68: 35-9, 2006.
- Hsiu-Hua Pai, Yi-Ling Lu, Yu-Jue Hong and Err-Lieh Hsu. The Differences of Dengue Vectors and Human Behavior between Families with and without Members Having Dengue Fever/Dengue Hemorrhagic Fever. *International Journal of Environmental Health Research* 15: 263-9, 2005.
- Joes AG, Rafael FG. Application of environmental management principles in the program for eradication of *Aedes aegypti* in the Republic of Cuba. *PAHO bull* 20:186-93, 1994.

- Kouri G. Guzman MG. Valdes L. Carbonel I. del Rosario D. Vazquez S. Laferte J. Delgado J. Cabrera MV. Reemergence of dengue in Cuba: a 1997 epidemic in Santiago de Cuba. *Emerging Infectious Diseases*. 4:89-92, 1998.
- 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 Journal of Tropical Medicine & Public Health*. 30:484-8, 1999 .
- Paul Reiter, Sarah Lathrop, Michel Bunning, Brad Biggerstaff, Daniel Singer. Texas Lifestyle Limits Transmission of Dengue Virus. *Emerging Infectious Diseases* 9:86-9, 2003.
- Swaddiwudhipong W. Chaovakiratipong C. Nguntra P. Koonchote S. Khumklam P. Lerdluanavong P. Effect of health education on community participation in control of dengue hemorrhagic fever in an urban area of Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine & Public Health*. 23:200-6, 1992 .
- WHO. Dengue Haemorrhagic fever diagnosis , treatment, prevention and control, 2<sup>nd</sup> ed. 1997.
- Wu N. Wang SS. Han GX. Xu RM. Tang GK. Qian C. Control of *Aedes aegypti* larvae in household water containers by Chinese cat fish. *Bulletin of the World Health Organization*. 65:503-6, 1987.