

計畫編號：DOH100-DC-2014

行政院衛生署疾病管制局 100 年度科技研究發展計畫

計畫名稱：埃及斑蚊及白線斑蚊消長因子及因應對策研究

## 研究報告

執行機構：疾病管制局

計畫主持人：鄧華真

協同主持人：吳和生、劉定萍、莊人祥、陸行、溫在弘

研究人員：吳智文、王智源、李思佳

執行期間： 100 年 1 月 1 日至 100 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	
目錄	
一、摘要	( 3 )
二、前言	( 5 )
三、材料與方法	( 6 )
四、結果	( 8 )
五、討論	( 24 )
六、結論與建議	( 25 )
七、計畫重要研究成果及具體建議	( 25 )
八、參考文獻	( 25 )
	共( 28)頁

## 摘要

中文關鍵詞：埃及斑蚊、白線斑蚊、台灣、消長因子

本計畫使用原來建立之各縣市登革熱病媒蚊監測系統所蒐集之10年病媒斑蚊資料（布氏指數及住宅指數）配合可能與登革熱病媒蚊族群消長有關之氣象因子（溫度、雨量、相對濕度及風速）及社會因子（人口密度、教育程度、建築物樓層、土地使用等）利用Pearson correlation進行相關性線性分析，再利用多元迴歸分析Multiple regression analysis及羅吉斯迴歸分析logistic regression進行相關性因子之重要性分析。結果發現所有氣象因子及社會因子對埃及斑蚊及白線斑蚊族群均有顯著性相關，相關係數分別介於-0.12-0.81。然後將主要消長因子，配合埃及斑蚊及白線斑蚊之月份密度消長，訂定一個台灣地區登革熱預防之防治時程表。另外殺幼蚊劑(蘇力菌、亞培松、蚊油及昆蟲生長調節劑)對埃及斑蚊幼蟲有超過99.7%的防治效果，而單層膜及蚊油對蛹有100%及93.3%防治效果。

## Abstracts

Keywords : *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, succession, Taiwan

This project will use an over 10-year larval data (2001-2010) collected from a routine entomological surveillance system by local health bureaus. These *Aedes* densities will be analyzed by Pearson correlation with the likely associated climate factors (temperature, precipitation, relative humidity, wind speed, and light photoperiod) and social factors (human population density, education, building structure, and use of land). Results found all climate and social factors had significant correlation with *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* populations, which had Pearson correlation coefficients between -0.12 and 0.81. Then, multiple regression and logistic regression analyses will be used to quantify the importance of these associated factors. Finally, a time table with the effective control method will be set up for dengue prevention in Taiwan by following the steps of integrated vector management. Additionally, larvicides of *Bacillus thuringiensis*, Temephos, mosquito oil, and insect growth regulator had over 99.7% control efficacy while monolayer and mosquito oil had 100% and 93.3% control efficacy to pupae.

## 前言

登革熱為目前全世界最重要之蚊蟲傳播病毒性疾病。根據世界衛生組織預估每年有五千萬人感染登革熱，其中感染登革出血熱需住院人口約五十萬人，流行地區包括非洲、美洲、東地中海、東南亞及西太平洋，超過 100 個國家，且區域擴散中，例如 2007 年在委內瑞拉發生超過八萬個病例流行，其中六千例為登革出血熱病例 (WHO, 2010)。台灣登革熱在光復前曾有全島大流行後，沉寂 40 年後，於 1981 年在琉球再現(第二型)，1988-1989 年在台灣南部引起第一型大流行，確定病例數為 4,916 例。1990 至 2003 年，其流行幅度為每三至五年小規模流行，每十年大規模流行，至 2004 年後，每年有小規模流行，流行幅度介於 202 個病例至 2000 個病例，流行病毒型別趨於多元。今年截至 11 月 13 日止，病例數已超過 1000 例，流行型別四型，發生於高雄市例 (II 及 III 型)、台南市例 (IV 型)、高雄縣例、台南縣例 (I 型)、台北縣 15 例及台北市 2 例 (Taiwan CDC, 2010)。

台灣早期流行時，無法釐清登革熱是否為本土化疾病或旅遊疾病，直至近幾年因為基因定序及多年流行病學之研究，終於獲得國際共識 (Shu et al. 2008, 2009, Chen et al. 2010, Kuan et al. 2010, Lin et al. 2010)，台灣地區之登革熱為每年自國外因旅遊而帶入病毒，再傳給當地病媒蚊，而引起每年的流行。在登革熱流行時，在病例的住家及工作地半徑 50 公尺進行強制性孳生源清除及緊急噴藥的緊急防治策略 (Teng et al. 2007)，係因帶病毒雌蚊的飛行距離而訂定，然而追著病例跑的防火策略，會因病例偵測出之時間超過病媒蚊有效叮咬時間(人潛伏期為 3-14 天)，且病毒血症期的病人，其移動範圍通常超過半徑 50 公尺的距離，所以緩不濟急，雖可降低流行幅度，但無法避免流行 (Eisen et al. 2009)。另外，大規模的長期噴藥，引起病媒蚊反撲，產生抗藥性，例如台灣南部地區之埃及斑蚊對除蟲菊精類殺蟲劑，因地區而有不同程度之抗藥性 (Lin et al. 2003)，造成藥劑使用之困擾，且施作時，因埃及斑蚊棲息於住家之機會會 70-80% (Wu et al. 2009)，一定要進入家中噴藥，多次長期噴藥的結果，造成民眾的反彈，最後拒絕噴藥，影響防治成效甚鉅。

防治病毒性疾病最有效的方法為施打疫苗，例如日本腦炎疫苗及黃熱病疫苗，而登革熱疫苗雖然研發多年，卻因為有四型存在及重複感染不同型別，會引起更嚴重的登革出血熱等不確定因素，延遲進度，所以目前只能靠防治病媒蚊來

防治登革熱。防治登革熱病媒蚊的方法雖然很多，包括劍水蚤防治 (Kay and Nam 2005, Kay et al. 2010)、社區動員 (Gulber and Clark 1994, Winch et al. 2002 Vanlerberghe et al. 2009)、殺幼蚊劑 (蘇力菌、昆蟲生長調節劑、蚊油、單分子膜、亞培松及陶斯松)、殺成蟲劑 (除蟲菊精類及有機磷劑) (Esu et al. 2010)、食蚊魚 (蓋斑鬥魚、孔雀魚及大肚魚)、致命性誘蚊產卵器 (Rapley et al. 2009)、基因改造登革熱病媒蚊(致死基因或無翅基因)(Phuc et al. 2007, Fu et al. 2010)等，但沒有單一有效且無副作用之方法，所以世界衛生組織最近幾年仿照農業害蟲之害蟲管理 (Insect Pest Management, IPM) 推出綜合病媒管理概念 (Integrated Vector Management, IVM)，用於防治瘧疾病媒蚊。其理念係允許少量病媒蚊存在，配合病媒蚊的特性週期，使用有效防治方法，降低病媒蚊密度，減少疾病發生風險或零風險。所以利用模式演算，配合病媒蚊的生活史、台灣當地之天候及社會狀況，適時推出有效的防治方法，降低病媒蚊密度，最後降低雌蚊密度至允許範圍，進而降低登革熱發生的風險，逐年降低至零風險為可行之策略。

埃及斑蚊及白線斑蚊主要孳生於人工容器及吸食人血，與人類生活習慣息息相關，所以影響埃及斑蚊族群密度之環境因子，除溫度、濕度、降雨量、風速、日照等氣候因子外，社會因子亦常包括在內 (Chang et al. 2007, Jansen and Beebe 2010)，例如都市化、社會經濟因子、建築物設計及特徵、供水系統及管理、公衛系統架構品質等。目前發展的全球預估登革熱模式，包括 Jetten 及 Focks(1997) 所發展結合病媒能力 (vectorial capacity) 及蚊蟲生活週期表模式、Hopp 及 Foley (2001) 所發表含每日氣象資料及幼蚊食物量之蚊蟲生活週期表模式及 Hales 等 (2002) 發展以濕度為變數之預估模式，但這些模式均未含社會因子，且未考慮地域性之微氣候變化。使用地區性之微氣候，加上當地與病媒蚊密度相關之社會因子，來預測當地病媒蚊密度短期變化，提供登革熱病媒蚊防治計畫之執行與評估。

## 材料與方法

### (一) 資料來源

資料庫為各縣市衛生局自 2000 年至 2010 年之資料庫，資料包含調查時間、調查地點 (含縣市、鄉鎮市區及村里)，每筆資料為一個村里調查 50-100 戶後，計算斑蚊布氏指數 (每百戶陽性容器數) 及住宅指數 (每百戶陽性戶數)。與埃

及斑蚊與白線斑蚊族群密度可能有關之氣候因子，將自中央氣象局購買，包括溫度（平均、最高及最低）、雨量（毫米 mm）、風速（平均、最大風速及最小風速）、相對濕度（平均、最大及最小）降水日數（天）等（Jansen and Beebe 2010）。與埃及斑蚊與白線斑蚊族群密度可能有關之社會因子包括人口密度、教育程度、建築物樓層、土地使用等，自內政部購買。

## （二）統計分析

以 Pearson correlation 評估登革熱病蚊指數（住宅指數、布氏指數、成蚊指數、誘蚊器指數）與環境因子（溫度、雨量、相對濕度、風速、降水日數）及社會因子（人口密度、教育程度、建築物樓層、土地使用等）之相關性，再以 Multiple regression 及 logistic regression 進行相關因子重要性分析，而分析的頻度（週或月）及地區（縣市或地區）則視病媒蚊調查資料而訂。

## （三）模式與其參數

將具顯著的因子放入多變式變項分析，找出埃及斑蚊及白線斑蚊的消長模式。

## （四）訂定防治時程表及其相對應之方法策略

依據世界衛生組織東南亞地區分支（2008）訂定綜合病媒管理步驟訂定防治時程表及其相對應之方法策略。今將其步驟摘要於後：首先說明發展地區綜合病媒管理架構之目的、地區之定義、檢視策略架構及組織能力（Review of policy framework and institutional capacity）、當地現況分析與需求評估（Local situation analysis and needs assessment）、目標及目的訂定（Setting goal and objectives）、執行過程

（Implementation process）、預算（Budgeting）等 7 個步驟。其中防治登革熱病媒蚊的有效方法及其原理與優缺點如表一。於實驗室評估 5 種殺幼蚊劑（蘇力菌、昆蟲生長調節劑、亞培松、蚊油及單分子膜）對埃及斑蚊 1-II 齡、III-IV 齡幼蟲及蛹之藥效。每一種處理使用 25 隻埃及斑蚊，共重複四次，每次包括一個對照組。每天紀錄死亡隻數及蛹數。

表一、防治登革熱病媒蚊的方法及其優缺點。

防治方法	原理	優點	缺點
社區動員	清除孳生源及行為改變	可維持較久	
劍水蚤	成蚤捕食一齡及二齡幼	不影響環境	對三齡、四齡及蛹無效
食蚊魚（蓋斑鬥魚、孔雀魚及大肚	捕食幼蚊及蛹	不影響環境	需持續施放

魚)			
蘇力菌	殺死幼蚊	不影響環境	對蛹無效
昆蟲生長調節劑	使幼蚊不會羽化為成蚊	會影響環境	蚊蟲不會立即死亡
蚊油	水面形成薄膜，幼蚊及蛹窒息而死	對蛹效果佳	影響環境，需小心使用
單分子膜	水面形成薄膜，幼蚊及蛹窒息而死	對蛹效果佳	會影響環境
亞培松粒劑	殺死幼蟲及蛹	速效	會影響環境
陶斯松乳膏			蚊蟲產生抗藥性
殺成蚊劑（除蟲菊精類、有機磷劑）	殺死成蚊	速效	會影響環境
致命基因改造登革熱病媒蚊（致死基因或無翅基因）	大量釋放攜帶致死或無翅基因雄蚊，與野外雌蚊交尾，產生無效後代	雄蚊主動找雌蚊	蚊蟲產生抗藥性
致命性誘蚊產卵器	放置足夠量之致命性誘蚊產卵器誘殺成蚊	對環境影響較小	社會對基因改造蚊蟲之觀感及接受度
Wachobia 菌	可減少雌蚊壽命，降低傳播機會	不影響環境	社會對基因改造蚊蟲之觀感及接受度
捕蚊花（糖水加蘇力菌）	利用蚊蟲羽化後需吸食碳水化合物維持生命及視覺誘引，以蘇力菌殺死	不影響環境	對埃及斑蚊短期防治效果有限
糖水加硼酸	利用蚊蟲羽化後需吸食碳水化合物維持生命	不影響環境	對埃及斑蚊實驗室防治效果佳，但尚未商品化

## 結果

### 一、資料收集說明

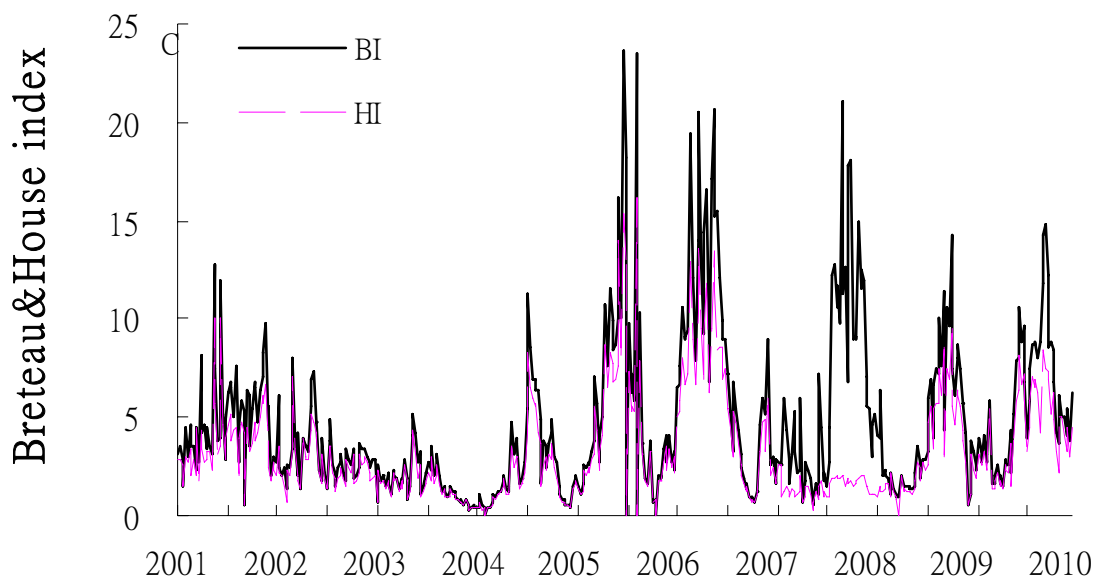
完成高雄縣市之病媒蚊資料，每筆資料為一個村里調查 50-100 戶後，計算斑蚊布氏指數(每百戶陽性容器數)及住宅指數(每百戶陽性戶數)。氣象資料則為環保局網站收集高雄地區 12 觀測站，每個觀測站記錄相關氣象參數之每天 24 小時之觀測值，計算氣溫(平均、最高及最低)、相對濕度(平均、最高及最低)、雨量、降雨天數及風速(平均、最大及最小)。2001-2010 年社會因子包括人口密度、教育程度、建築物樓層及土地使用。

### 二、病媒蚊密度與環境及社會因子之相關性

#### (一)資料分析範圍

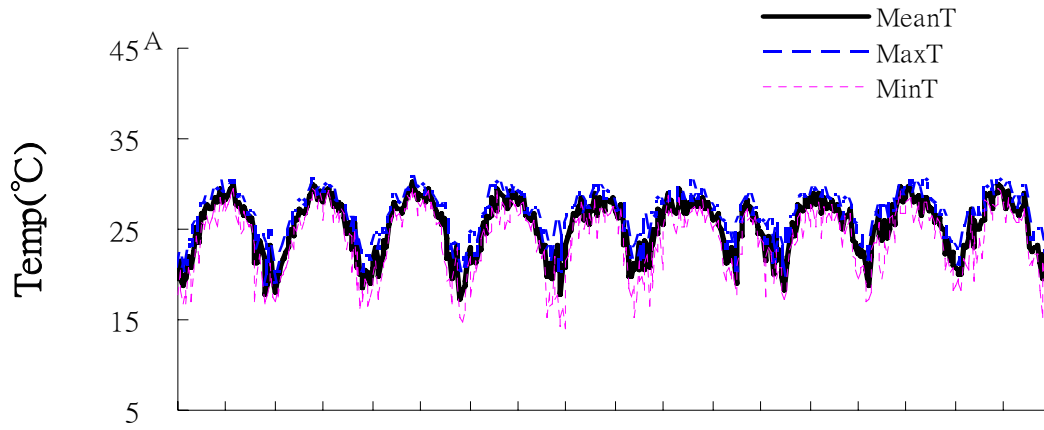


南部地區依據 92-93 年及 98-100 年登革熱病媒蚊分布調查顯示埃及斑蚊分布比例達 90%以上之區域，包括高雄市前金區、前鎮區、三民區、鹽埕區、新興區及苓雅區，所以以這些地區代表埃及斑蚊分布地區，密度如圖一，氣象因子如圖二，社會因子如圖三。另外高雄縣岡山鎮、湖內鄉、美濃鎮、路竹鄉、田寮鄉、燕巢鄉、六龜鄉、大社鄉、杉林鄉、橋頭鄉、內門鄉、桃源鄉、大樹鄉、永安鄉、那瑪夏鄉、茂林鄉等地區白線斑蚊族群 91.8-100.0%，代表白線斑蚊族群進行以下分析，密度如圖四，氣象因子如圖五，社會因子如圖六。另外白線斑蚊分析台北市。

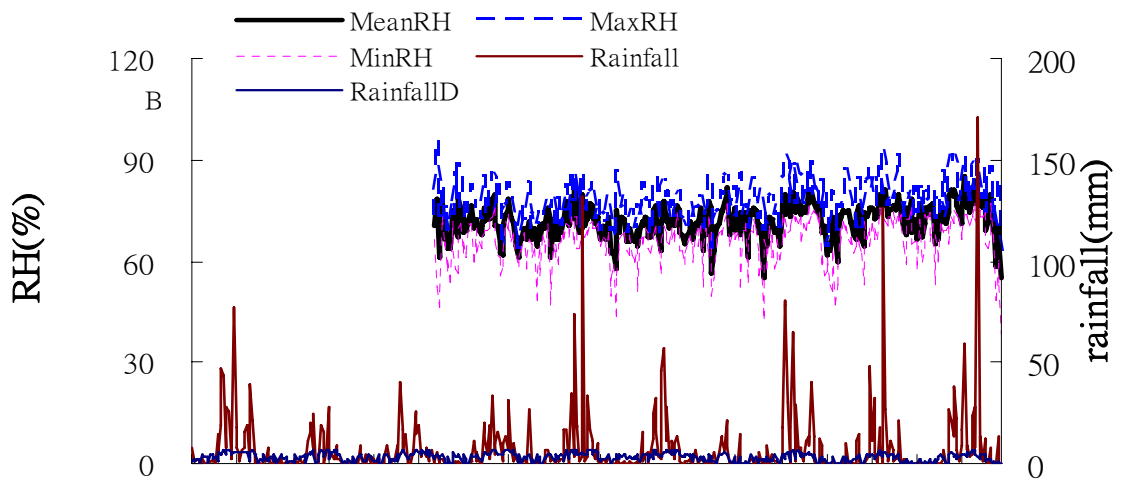


圖一、高雄市埃及斑蚊 90%以上 2001-2010 年埃及斑蚊週消長圖。

(A)

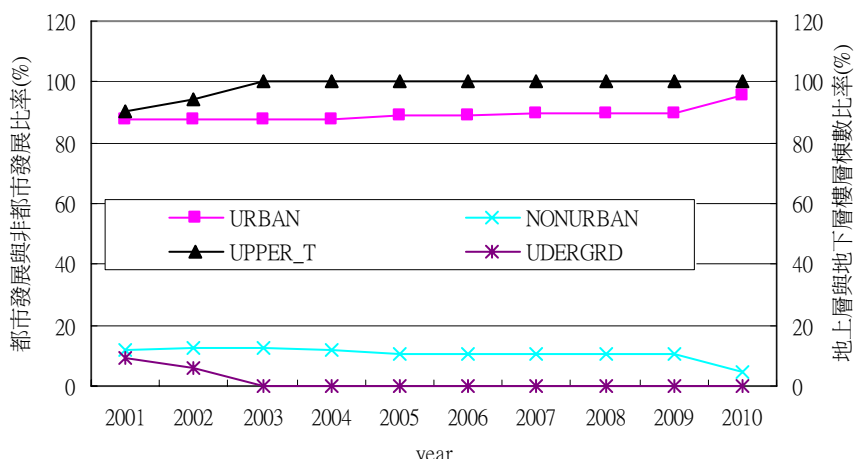


(B)

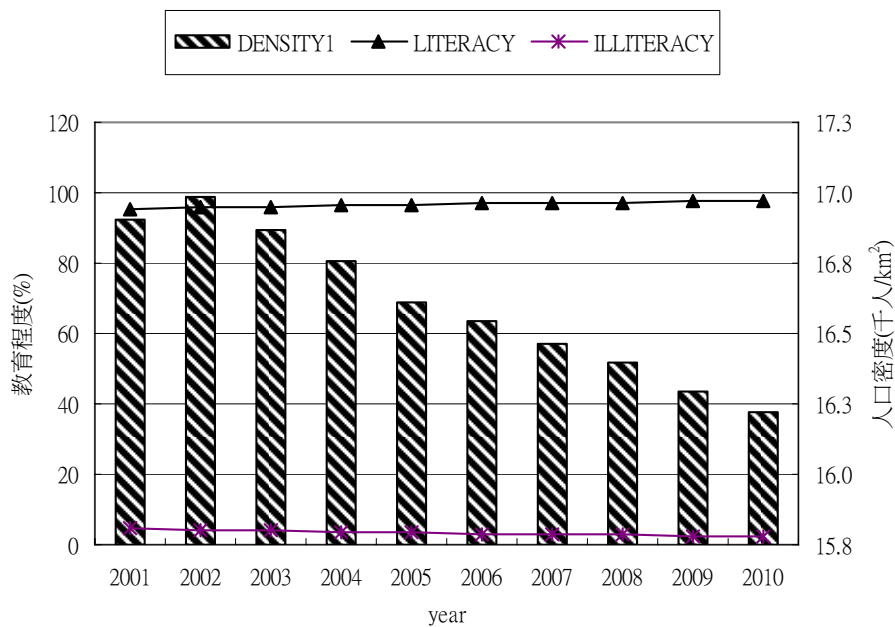


圖二、高雄市埃及斑蚊 90%以上地區 2001-2010 年氣象因子週分布圖(A)溫度(B)雨量。

(A)

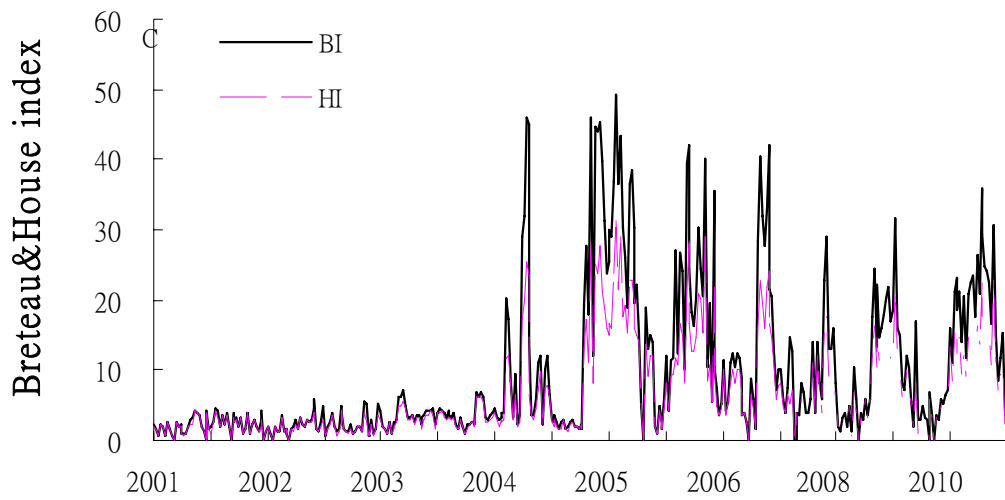


(B)



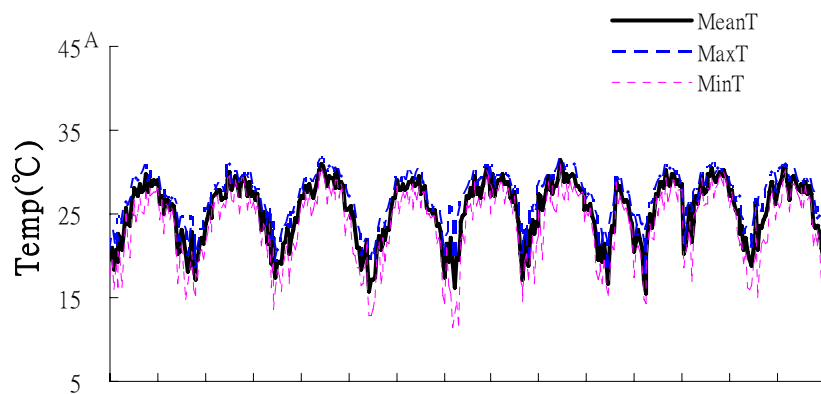
圖三、高雄市埃及斑蚊 90%以上地區 2001-2010 年社會因子分布圖(A)都市發展程度(B)人口密度及識字程度。

。

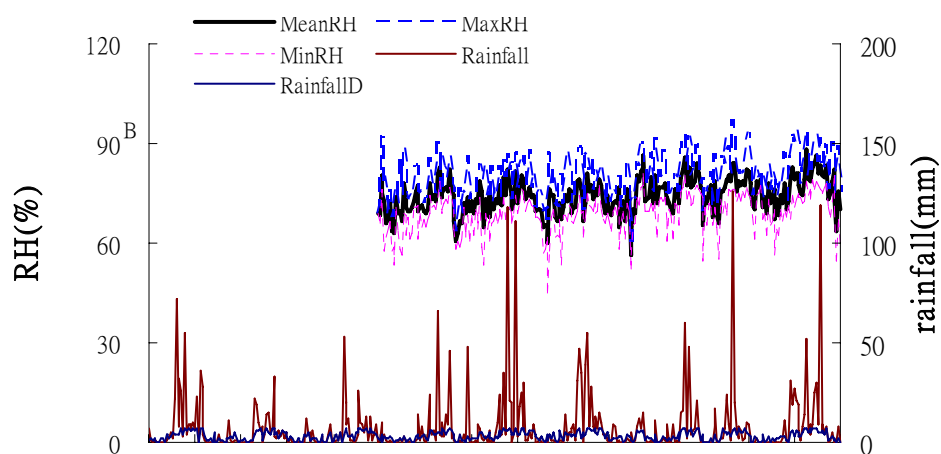


圖四、高雄市白線斑蚊 90%以上地區 2001-2010 年白線斑蚊密度分布圖。

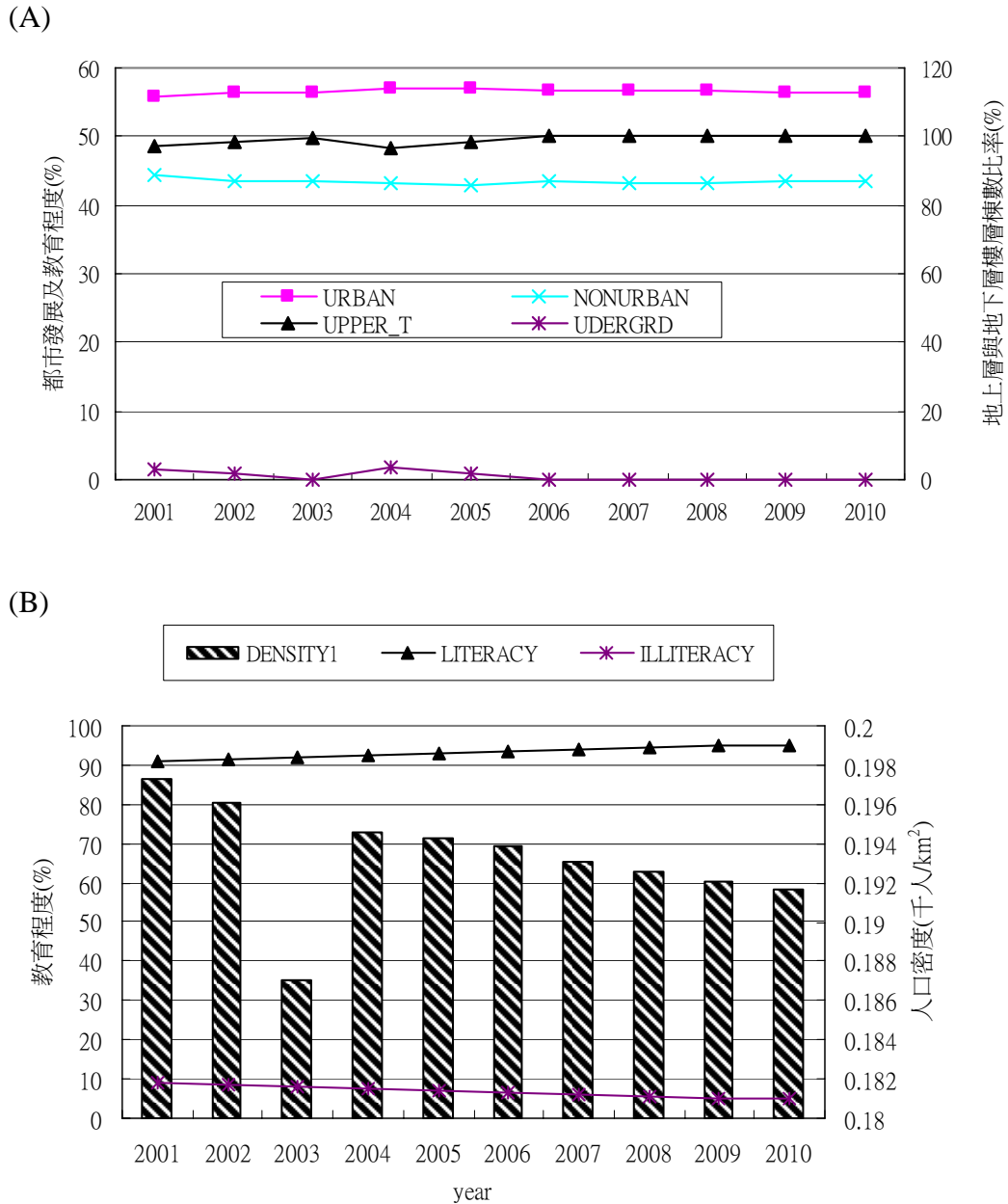
(A)



(B)



圖五、高雄市白線斑蚊 90%以上地區 2001-2010 年氣象因子分布圖(A)溫度(B)雨量。



圖六、高雄市白線斑蚊 90%以上地區 2001-2010 年社會因子分布圖(A)都市發展程度(B)人口密度及識字程度。

### (二) 埃及斑蚊與環境及社會因子之相關性

以 Person 相關性分析評估登革熱病蚊指數(布氏指數及住宅指數)與環境因子(氣溫、相對溼度、降雨量及風速)及社會因子(人口密度、教育程度、建築物樓層及土地使用)之相關性(表二)。埃及斑蚊每年每週各項指數與每年每週環境因子之相關係數在-0.01 至 0.49 之間。其中顯著因子包括氣象因子平均溫度

( $r=0.49, P<0.01$ )、最高溫( $r=0.48, P<0.01$ )、最低溫( $r=0.48, P<0.01$ )、平均濕度( $r=0.30, P<0.01$ )、最大濕度( $r=0.24, P<0.01$ )、最小濕度( $r=0.32, P<0.01$ )、降雨量( $r=0.37, P<0.01$ )及降雨日數( $r=0.44, P<0.01$ )。為使相關性增加，將10年數據平均後，再進行相關性分析。分析結果發現各項週平均病媒蚊指數與週平均環境因子之相關係數在-0.02至0.81之間(表三)。其中顯著因子包括氣象因子平均溫度( $r=0.81-0.82, P<0.01$ )、最高溫( $r=0.79-0.81, P<0.01$ )、最低溫( $r=0.81-0.82, P<0.01$ )、平均濕度( $r=0.70-0.72, P<0.01$ )、最大濕度( $r=0.61, P<0.01$ )、最小濕度( $r=0.70-0.73, P<0.01$ )、降雨量( $r=0.66-0.68, P<0.01$ )、降雨日數( $r=0.77-0.79, P<0.01$ )及最大風速( $r=0.34-0.38, P<0.01$ )。

埃及斑蚊每年各項指數與每年社會因子之相關係數在-0.28至0.32之間，但均未達到顯著相關(表二)。將密度與溫度及濕度畫圖(圖七)，發現第14週至第20週，密度小幅增加，第20週至第23週密度大幅增加。

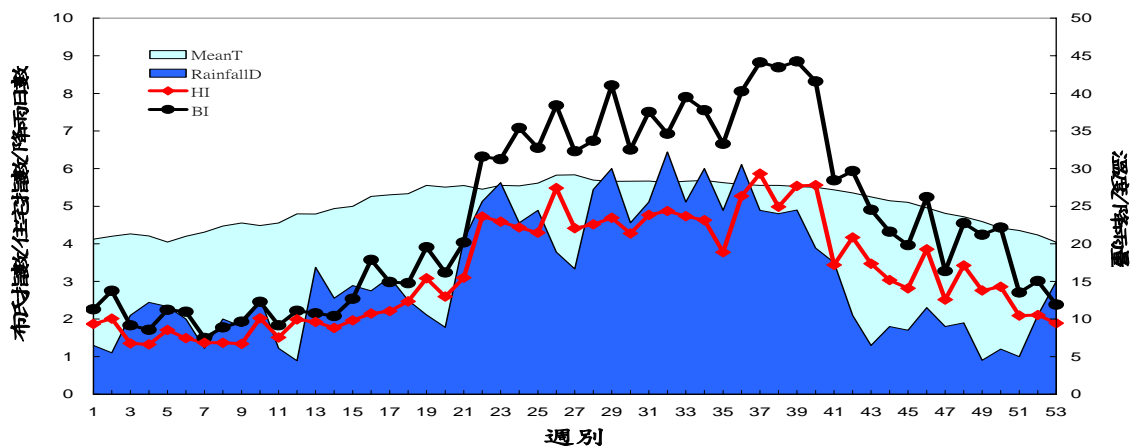
表二、2001-2010年埃及斑蚊及白線斑蚊幼蚊指數與氣象因子及社會因子(人口密度、人口教育程度、土地使用面積及建築物樓層)的相關性。

變項	埃及斑蚊				白線斑蚊			
	布氏指數		住宅指數		布氏指數		住宅指數	
	r	P	r	P	r	P	r	P
住宅指數	0.83	0.000	1.00	0.000	0.98		1.00	
平均溫度	0.49	0.000	0.47	0.000	0.53		0.54	
最高溫	0.48	0.000	0.46	0.000	0.52		0.53	
最低溫	0.48	0.000	0.46	0.000	0.52		0.53	
平均濕度	0.30	0.000	0.19	0.001	0.38		0.39	
最大濕度	0.24	0.000	0.12	0.029	0.28		0.30	
最小濕度	0.32	0.000	0.25	0.000	0.40		0.42	
降雨量	0.37	0.000	0.26	0.000	0.30		0.29	
降雨日數	0.44	0.000	0.41	0.000	0.50		0.51	
平均風速	0.07	0.205	0.04	0.417	0.11		0.09	
最大風速	0.13	0.016	0.07	0.198	0.12		0.10	
最小風速	-0.01	0.912	0.02	0.768	0.02		0.02	
人口密度(千人/m <sup>2</sup> )	0.06		0.08		-0.17		-0.15	
都市發展使用面積(%)	0.22		0.23		-0.20		-0.20	
非都市發展使用面積(%)	-0.22		-0.23		0.20		0.20	

地上建築物棟數 (%)	-0.28	-0.29	0.18	0.15
地下建築物棟數 (%)	0.28	0.29	-0.18	-0.15
1-5 層樓棟數	-0.19	-0.22	-0.08	-0.03
6-10 層樓棟數	0.31	0.32	0.04	-0.01
11-15 層樓棟數	0.24	0.28	0.18	0.17
16-20 層樓棟數	0.10	0.07		
21 層樓以上棟數	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
識字程度 (%)	-0.10	-0.12	0.14	0.09
不識字程度 (%)	0.10	0.12	-0.14	-0.09

表三、2001-2010 年病媒蚊指數與氣象因子的相關性。

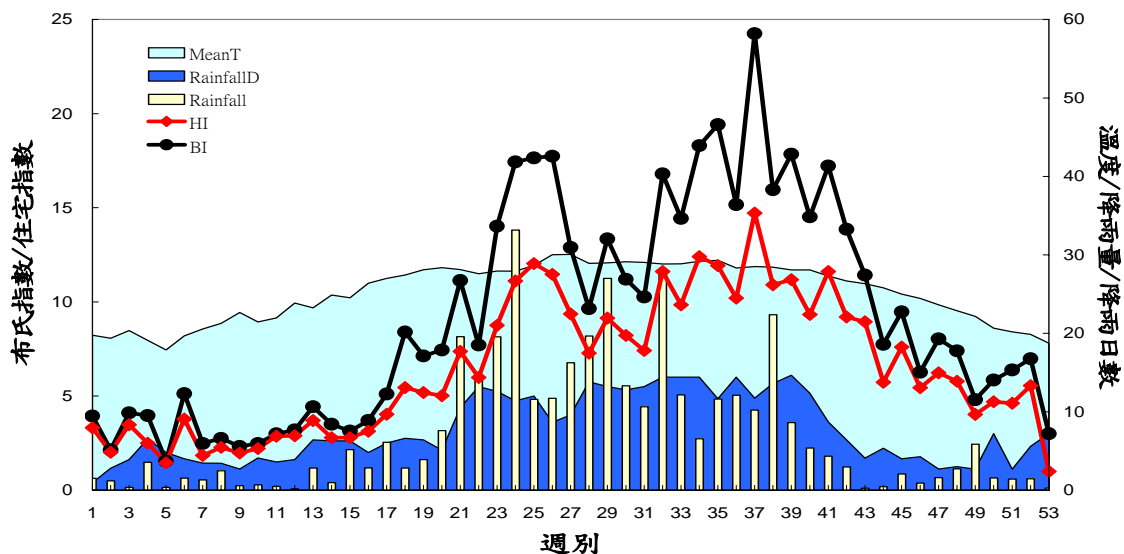
變項	埃及斑蚊				白線斑蚊			
	布氏指數		住宅指數		布氏指數		住宅指數	
	r	P	r	P	r	P	r	P
住宅指數	<b>0.98</b>		1.00		<b>0.99</b>		1.00	
均溫	<b>0.81</b>		<b>0.82</b>		<b>0.77</b>		<b>0.79</b>	
最高溫	<b>0.79</b>		<b>0.81</b>		<b>0.75</b>		<b>0.77</b>	
最低溫	<b>0.81</b>		<b>0.82</b>		<b>0.78</b>		<b>0.80</b>	
平均濕度	<b>0.72</b>		<b>0.70</b>		<b>0.69</b>		<b>0.68</b>	
最大濕度	<b>0.61</b>		<b>0.61</b>		<b>0.59</b>		<b>0.58</b>	
最小濕度	<b>0.73</b>		<b>0.70</b>		<b>0.70</b>		<b>0.69</b>	
降雨量	<b>0.68</b>		<b>0.66</b>		<b>0.62</b>		<b>0.62</b>	
降雨日數	<b>0.79</b>		<b>0.77</b>		<b>0.76</b>		<b>0.75</b>	
平均風速	0.19		0.17		0.14		0.12	
最大風速	<b>0.38</b>		<b>0.34</b>		<b>0.33</b>		<b>0.32</b>	
最小風速	-0.02		-0.03		-0.12		-0.14	



圖七、埃及斑蚊 10 年週平均消長密度圖。

### (三)白線斑蚊與環境及社會因子之相關性

以 Person 相關性分析評估高雄市白線斑蚊指數(布氏指數、住宅指數及容器指數)與環境因子(氣溫、相對溼度、降雨量及風速)及社會因子(人口密度、教育程度、建築物樓層及土地使用)之相關性(表二及表三)。得知白線斑蚊族群的布氏指數與環境因子具有顯著相關性，相關係數在-0.20 及 0.53 之間。為使相關性增加，將 10 年數據平均後，再進行相關性分析。分析結果發現各項週平均病媒蚊指數與週平均環境因子之相關係數在-0.12 及 0.78 之間。其中顯著因子包括氣象因子平均溫度( $r=0.77-0.79$ ,  $P<0.01$ )、最高溫( $r=0.75-0.77$ ,  $P<0.01$ )、最低溫( $r=0.78-0.80$ ,  $P<0.01$ )、平均濕度( $r=0.68-0.69$ ,  $P<0.01$ )、最大濕度( $r=0.58-0.59$ ,  $P<0.01$ )、最小濕度( $r=0.69-0.70$ ,  $P<0.01$ )、降雨量( $r=0.62$ ,  $P<0.01$ )、降雨日數( $r=0.75-0.76$ ,  $P<0.01$ )及最大風速( $r=0.32-0.33$ ,  $P<0.01$ )。白線斑蚊每年各項指數與每年社會因子之相關係數在-0.20 至 0.20 之間，但均未達到顯著相關。將密度與溫度及濕度畫圖(圖八)，發現第 15 週至第 22 週，密度小幅增加，第 22 週至第 24 週密度大幅增加。



圖八、白線斑蚊 10 年週平均消長密度圖。

以 Person 相關性分析評估台北市登革熱病蚊每月指數(布氏指數、住宅指數及容器指數)與每月環境因子(氣溫、相對溼度、降雨量)之相關性。得知白線斑蚊各項指數僅與溫度有顯著相關性，其中布氏指數與最低溫度( $r=0.81$ ,  $P=0.007$ )相關性最高，接著為平均溫度(0.75,  $P=0.042$ )及最高溫度(0.62,  $P=0.002$ )，而住宅指數與最低溫度( $r=0.73$ ,  $P=0.030$ )相關性最高，接著為平均溫度(0.65,



P=0.011)，與最高溫度(P=0.102)則無顯著相關。

#### (四)模式與其參數

本研究中之逐步迴歸分析結果乃一次將表四內共 23 個參數納入做迴歸分析，其分析過程之結果如表五所示。表五為迴歸分析的變異數分析，及具有 90%埃及斑蚊與 90%白線斑蚊的高雄地區，其病媒蚊指數與氣象因子與社會因子進行迴歸分析，其模式結果皆具有顯著效應(表五六)。

表四、迴歸模式內的參數表

Independent variable	definition
X <sub>1</sub>	Mean temperature(°C)
X <sub>2</sub>	Maximun temperature(°C)
X <sub>3</sub>	Minimun temperature(°C)
X <sub>4</sub>	Mean humidity(%)
X <sub>5</sub>	Maximun humidity(%)
X <sub>6</sub>	Minimun thumidity(%)
X <sub>7</sub>	Predecipitaion(mm)
X <sub>8</sub>	Rainy day
X <sub>9</sub>	Mean windspeed(m/sec)
X <sub>10</sub>	Maximun windspeed(m/sec)
X <sub>11</sub>	Minimun windspeed(m/sec)
X <sub>12</sub>	population density (萬人/km <sup>2</sup> )
X <sub>13</sub>	Urban development area ratio(%)
X <sub>14</sub>	Nourban development area ratio(%)
X <sub>15</sub>	Litercay(%)
X <sub>16</sub>	Illitercay(%)
X <sub>17</sub>	The total number of buildings above ground floor ratio(%)
X <sub>18</sub>	The total number of building underground floors of the ratio (%)
X <sub>19</sub>	1-5 storeys above ground ratio of the total number of buildings(%)
X <sub>20</sub>	6-10 storeys above ground ratio of the total number of buildings(%)
X <sub>21</sub>	11-15 storeys above ground ratio of the total number of buildings(%)
X <sub>22</sub>	16-20 storeys above ground ratio of the total number of buildings(%)
X <sub>23</sub>	21 storeys and over above ground ratio of the total number of buildings(%)

表五、90%埃及斑蚊與 90%白線斑蚊分別高雄地區，其病媒蚊指數之逐步迴歸模式。

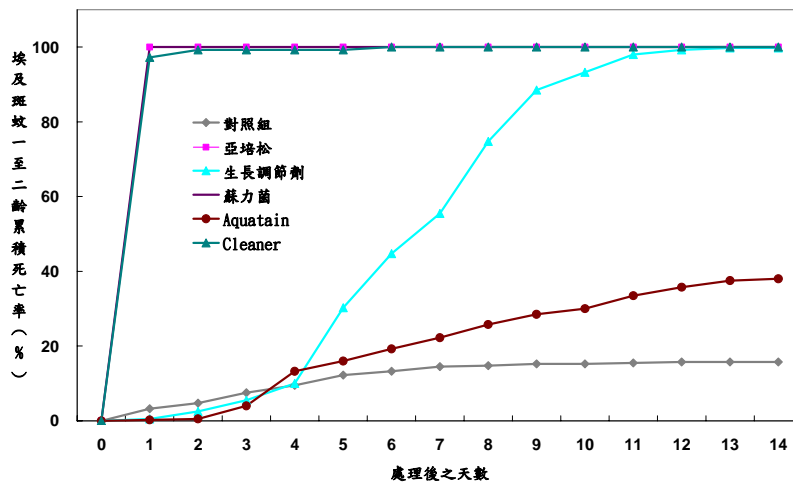
Model	Model expressions
高雄_埃及斑蚊90%	$BI = -19622 + 0.4614X_1 + 0.2157X_2 - 0.1573X_3 - 0.0714X_4 + 0.0314X_5 + 0.0315X_6 + 0.0055X_7 + 0.0857X_8 + 0.3342X_9 - 0.4696X_{11} - 0.021X_{12} - 3.3376X_{13} + 21.425X_{15} - 214.15X_{17} + 10.62X_{20} + 5.4137X_{21} - 142.24X_{22} + 11.599X_{23}$ $CI = 90600 + 0.3166X_1 + 0.2816X_2 - 0.0134X_3 - 0.0509X_4 + 0.0121X_5 + 0.0097X_6 + 0.0025X_7 + 0.1389X_8 + 0.5851X_9 + 0.0544X_{10} + 0.0825X_{11} - 0.0033X_{12} - 19.112X_{13} + 117.17X_{15} - 1002.6X_{17} + 56.301X_{20} + 18.164X_{21} - 795.754X_{22} - 55.369X_{23}$ $HI = 5989.1 + 0.32X_1 + 0.1251X_2 - 0.0614X_3 - 0.0671X_4 + 0.0159X_5 + 0.0215X_6 + 0.003X_7 + 0.055X_8 + 0.3655X_9 - 0.6347X_{11} - 0.0016X_{12} + 0.174X_{13} - 60.128X_{17} - 0.5936X_{20} + 1.981X_{21} - 15.798X_{23}$
高雄_白線斑蚊90%	$BI = -110853 + 0.6503X_1 - 1.0779X_2 + 1.0014X_3 + 0.8366X_4 - 0.3904X_5 - 0.1374X_6 + 0.0124X_7 + 1.0832X_8 - 5.1127X_9 + 0.8105X_{10} + 4.3074X_{11} - 0.021X_{12} + 48.041X_{13} - 4.142X_{15} + 5.2829X_{17} + 10797X_{19} + 1092.9X_{20} + 1085.4X_{21} + 1049.2X_{23}$ $CI = -62381 + 1.6015X_1 - 1.472X_2 + 0.5601X_3 + 0.8928X_4 - 0.4994X_5 - 0.1964X_6 + 0.0053X_7 + 1.1305X_8 - 2.021X_9 + 0.491X_{10} + 2.7243X_{11} - 0.0277X_{12} + 27.444X_{13} + 3.0599X_{17} + 605.09X_{19} + 611.57X_{20} + 605.51X_{21} + 569.63X_{23}$ $HI = -73918 + 0.357X_1 - 0.7022X_2 + 0.6759X_3 + 0.445X_4 - 0.2002X_5 - 0.0656X_6 + 0.0059X_7 + 0.6189X_8 - 2.7758X_9 + 0.4588X_{10} + 2.1637X_{11} - 0.0131X_{12} + 30.732X_{13} - 2.7206X_{15} + 3.4924X_{17} + 720.719X_{19} + 729.52X_{20} + 725.17X_{21} + 701.75X_{23}$

表六、逐步回歸法之變異分析

model	參數	DF	F value	R <sup>2</sup>
高雄_埃及斑蚊 90%	BI	18	14011.2	0.2873
	CI	19	4545.01	0.1213
	HI	16	18828.5	0.325
高雄_白線斑蚊 90%	BI	19	2562.77	0.2983
	CI	18	2675.07	0.296
	HI	16	18828.5	0.325

### 三、殺幼蟲劑之防治效果

殺幼蟲劑對埃及斑蚊 1-2 齡幼蟲之藥效，以亞培松及蘇力菌顯著優於其他殺幼蟲劑( $P<0.001$ )，在處理後第一天死亡率即達到 100% (圖九)，蚊油次之，第一天達到 97.3%，第二天 99.3%，第六天達到 100%。生長調節劑對幼蚊之藥效為逐漸死亡，至第 13 天達到 99.8%。Aquatain 對初齡幼蚊之效果僅維持至 38.0%。除對照組及單層膜處理外，其他處理之羽化率為 0.3% 以下，總死亡率達到 99.7% 以上(表七)。

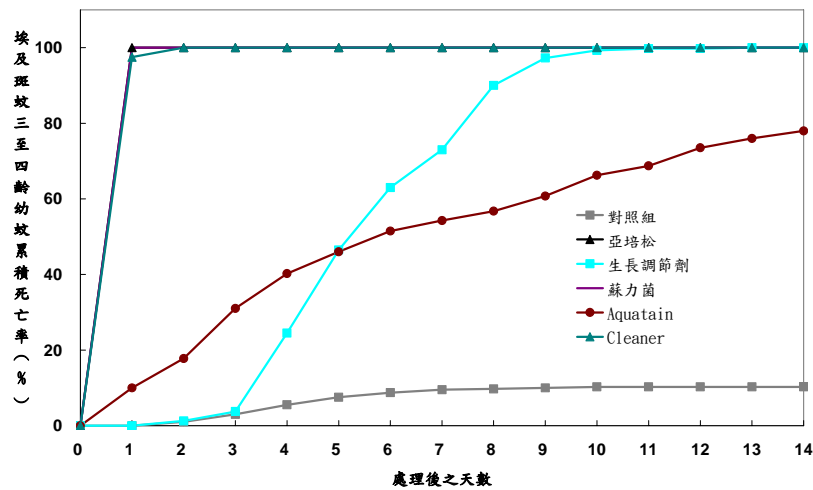


圖九、實驗室殺幼蚊劑對埃及斑蚊 1-2 齡幼蟲之藥效。

表七、殺幼蚊劑對埃及斑蚊 I-II 及 III-IV 齡幼蟲之死亡率、化蛹率及成蚊羽化率之影響。

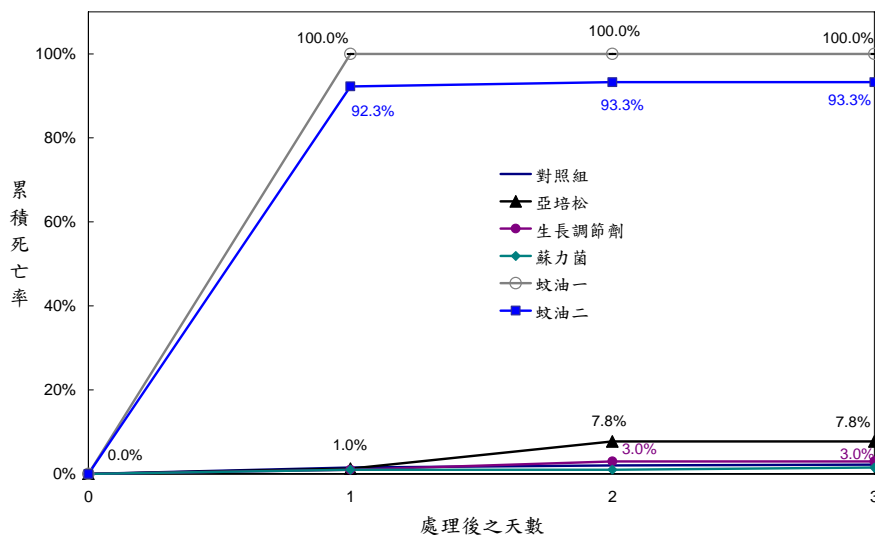
齡期	處理	N	平均總死亡率±SD	平均幼蟲死亡率±SD	平均化蛹率±SD	平均羽化率±SD
I-II	對照組	4	15.8±13.1	14.3±13.3	85.5±13.0	84.3±13.1
	亞培松	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	昆蟲生長調節劑	4	99.8±0.5	18.3±6.5	81.8±6.5	0.3±0.5
	蘇力菌	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	單層膜	4	38.0±21.4	38.0±21.4	0.0±0.0	0.0±0.0
	蚊油	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
III-IV	對照組	4	10.5±6.0	9.5±5.2	90.5±5.2	89.5±6.0
	亞培松	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	昆蟲生長調節劑	4	100.0±0.0	8.8±8.4	91.3±8.4	0.0±0.0
	蘇力菌	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	單層膜	4	78.0±11.2	77.8±10.9	0.3±0.5	0.0±0.0
	蚊油	4	100.0±0.0	100.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

殺幼蟲劑對埃及斑蚊 3-4 齡幼蟲之藥效，以亞培松及蘇力菌顯著優於其他殺幼蚊劑( $P < 0.001$ )，在處理後第一天死亡率即達到 100% (圖十)，蚊油次之，第一天達到 97.5%，第二天達到 100%。生長調節劑對幼蚊之藥效為逐漸死亡，至第 13 天達到 100.0%。Aquatain 對初齡幼蚊之效果僅維持至 78.0% ( $\pm 11.2\%$ )。對照組之死亡率維持在 10.3% ( $\pm 6.3\%$ )。



圖十、實驗室殺幼蚊劑對埃及斑蚊 3-4 齡幼蟲之藥效。

殺幼蟲劑對埃及斑蚊蛹之藥效以單層膜顯著優於其他殺幼蚊劑( $P < 0.001$ )，其中又以 Aquatrain monolayer film 最佳，在處理後第一天死亡率即達到 100%，第二種蚊油次之，第一天死亡率 92.3%，第二天至第三天累積死亡率為 93.3% (圖十一)。其他殺幼蟲劑之累積死亡率與對照組沒有顯著差異 ( $P > 0.05$ )，介於 1.0-7.8%之間。



圖十一、實驗室殺幼蚊劑對埃及斑蚊蛹之藥效。



表九、高雄市埃及斑蚊分布 90%地區之容器種類。

容器種類	位置	三民區	前金區	前鎮區	苓雅區	新興區	鹽埕區
花瓶	戶內	17651	1547	9125	13641	2678	1439
花瓶	戶外	3957	293	1741	3318	687	288
各式底盤	戶內	9737	963	5807	7604	1335	871
各式底盤	戶外	7690	693	3503	5851	1291	1662
水溝	戶內	164	14	50	195	56	10
水溝	戶外	1512	93	775	1145	167	56
水塔、冷卻水塔	戶內	50	6	17	32	9	14
水塔、冷卻水塔	戶外	362	33	156	204	87	49
帆布、塑膠布	戶內	277	8	55	117	10	17
帆布、塑膠布	戶外	1217	59	662	695	151	160
桶、缸甕、盆	戶內	21579	1568	10509	17329	2234	1351
桶、缸甕、盆	戶外	26907	2564	16457	19442	4104	5166
保利龍箱盤、塑膠籃	戶內	436	18	170	328	54	37
保利龍箱盤、塑膠籃	戶外	1339	81	615	921	189	237
馬桶水箱	戶內	684	29	236	579	112	27
馬桶水箱	戶外	184	13	99	120	33	67
杯瓶碗罐盒	戶內	7303	542	3882	5886	895	560
杯瓶碗罐盒	戶外	5748	636	3327	4261	1121	1021
地下室防空洞	戶內	1106	41	290	656	228	84
地下室防空洞	戶外	66	0	10	18	9	10
輪胎積水容器	戶內	39	3	10	16	2	6
輪胎積水容器	戶外	1141	70	780	576	231	296
其他積水容器	戶內	1730	118	755	1372	356	130
其他積水容器	戶外	4918	351	2629	3495	820	335

表十、高雄市埃及斑蚊分布 90%地區之陽性容器種類。

容器種類	位置	三民區	前金區	前鎮區	苓雅區	新興區	鹽埕區
花瓶	戶內	438	39	159	333	56	26
花瓶	戶外	428	16	210	317	51	35
各式底盤	戶內	100	13	36	63	20	7
各式底盤	戶外	504	28	177	340	90	28
水溝	戶內	22	0	5	17	4	0
水溝	戶外	388	18	207	190	23	11
水塔、冷卻水塔	戶內	4	0	1	5	0	0
水塔、冷卻水塔	戶外	46	2	21	32	16	1
帆布、塑膠布	戶內	9	0	2	6	0	0
帆布、塑膠布	戶外	186	13	90	98	33	20
桶、缸甕、盆	戶內	712	27	263	511	77	41
桶、缸甕、盆	戶外	1908	108	931	1244	305	197
保利龍箱盤、塑膠籃	戶內	27	1	11	33	2	0
保利龍箱盤、塑膠籃	戶外	153	4	84	107	21	6
馬桶水箱	戶內	308	12	107	248	42	12
馬桶水箱	戶外	27	7	20	35	3	5
杯瓶碗罐盒	戶內	64	2	22	50	10	3
杯瓶碗罐盒	戶外	261	12	122	133	49	19
地下室防空洞	戶內	157	4	59	94	35	6
地下室防空洞	戶外	3	0	1	1	0	0
輪胎積水容器	戶內	5	0	2	0	0	0
輪胎積水容器	戶外	188	5	94	68	21	14
其他積水容器	戶內	170	5	77	137	41	8
其他積水容器	戶外	787	48	367	486	107	63

(二)白線斑蚊防治時程表(表十一)

當高雄市平均溫度達到26°C且最低溫度達到25°C時(16週),連續四週(16-19週)啟動衛教民眾,動手清除孳生源,連續二週(20-21週)透過區里鄰及社區進行大規模戶外清除孳生源活動。當週雨量平均達到14.7mm,且週降雨日數達到5.5日時,進行殺幼蚊劑噴灑計畫。在所有活動前後進行蚊蟲調查(例如誘蚊產卵器),評估各項活動成效。另外長期孳生源,自16週開始進行施放食蚊魚及劍水蚤生物防治,並定期檢查。





## 結論與建議

- 一、殺幼蚊劑(蘇力菌、亞培松、蚊油及昆蟲生長調節劑)對埃及斑蚊幼蟲有超過99.7%的防治效果，而單層膜及蚊油對蛹有100%及93.3%防治效果。
- 二、訂定高雄市埃及斑蚊防治時程表，於平均溫度 $\geq 26^{\circ}\text{C}$ 及最低平均溫度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 時(16-20週)，進行「衛教民眾自己動手清除孳生源」，總雨量 $\geq 10$ 毫米，且降雨日數 $\geq 4$ 日時(21-22週)，進行「施放殺幼蚊劑」，並於雨季來臨前2週(19-20週)，進行大規模戶外孳生源清除活動。
- 三、訂定高雄市白線斑蚊防治時程表，於平均溫度 $\geq 26^{\circ}\text{C}$ 及最低平均溫度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 時(16-20週)，進行「衛教民眾自己動手清除孳生源」，總雨量 $\geq 10$ 毫米，且降雨日數 $\geq 5$ 日時(22-23週)，進行「施放殺幼蚊劑」，並於雨季來臨前2週(20-21週)，進行大規模戶外孳生源清除活動。
- 四、建議先行挑選某一區(高雄市前金區、前鎮區、三民區、鹽埕區、新興區或苓雅區)試辦，並找一區當作對照組，以觀察其實質成效。

## 計畫重要研究成果及具體建議

- 一、訂定高雄地區埃及斑蚊及白線斑蚊防治期程表，建議先進行一區當作試辦。
- 二、殺幼蚊劑(蘇力菌、亞培松、蚊油及昆蟲生長調節劑)對埃及斑蚊幼蟲有超過99.7%的防治效果，而單層膜及蚊油對蛹有100%及93.3%防治效果。

## 參考文獻

- Black WG, Moore CG. Population genetics and molecular systematics. pp. 393-416. In Beaty BJ and Marquardt WC (eds.), The biology of disease vectors. University Press of Colorado, Niwot, Colorado, 1996.
- Box GEP, Jenkins GM, Reinsel G. Time series analysis: forecasting and control. 4<sup>th</sup> edition. A John Wiley & Sons, Inc. 2008.
- Chang LH, Hsu EL, Teng HJ, Ho CM. Differential survival of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae exposed to low temperatures in Taiwan. J. Med. Entomol. 44: 25-21, 2007.
- Chen CF, Shu PY, Teng HJ, Su CL, Wu JW, Wang JH, Lin TH, Huang JH, Wu HS. 21. Screening of dengue virus in field-caught *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) by one-step SYBR green-based RT-PCR Assay during 24-27 in Southern Taiwan. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2010 (on line).

- Durbin AP, Whitehead SS. Dengue vaccine candidates in development. *Curr Top-Microbiol Immunol* 2010;338:129 -43.
- Eisen L, Beaty BJ, Morrison A, Scott TW. Proactive vector control strategies and improved monitoring and evaluation practices for dengue prevention. *J. Med. Entomol.* 46: 1245-1255, 2009.
- Esu E, Lenhart A, Smith L, Horstick O. Effectiveness of peridomestic space spraying with insecticide on dengue transmission; systematic review. *Trop. Med. Inter. Health* 15:619-631, 2010.
- Fu G, Lees RS, Nimmo D, Aw D, Jin L, Gray P, Berendonk TU, White-Cooper H, Scaife S, Kim Phuc H, Marinotti O, Jasinskiene N, James AA, Alphey L. Female-specific flightless phenotype for mosquito control. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 17: 455-4. 2010.
- Gubler DJ, Clark GG. Community-Based Integrated Control of *Aedes Aegypti*: a Brief Overview of Current Programs. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 5: 5-6, 1994.
- Guy B, Almond J, Lang J. Dengue vaccine prospects: a step forward. *The Lancet* 2011;377:381-2.
- Hales S, de Wet N, Maindonald J, Woodward A. Potential effect of population and climate change on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet* 360: 830-834, 2002.
- Hopp MJ, Foley JA. Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Clim. Change* 48: 441-463, 2001.
- Huang JH, Liao TL, Chang SF, Su CL, Chien LJ, Kuo YC, Yang CF, Lin CC, Shu PY. Laboratory-based dengue surveillance in Taiwan, 25: A molecular epidemiologic study. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 77: 93-99, 2007.
- Jansen CC, Beebe NW. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. *Microbes and Infection* 12: 272-279, 2010.
- Jetten TH, Focks DA. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57: 285-297, 1997.
- Kay BH, Nam VS. New strategy against *Aedes aegypti* in Vietnam. *Lancet* 365: 613-617, 2005.
- Kay BH, Nam VS. New strategy against *Aedes aegypti* in Vietnam. *The Lancet* 2005;365:613-7.
- Kay BH, Tuyet Hanh TT, Le NH, Quy TM, Nam VS, Hang PVD, Yen NT, Hill PS, Vos T, Ryan PA. Sustainability and Cost of a Community-Based Strategy Against *Aedes*

- aegypti* in Northern and Central Vietnam. Am. J. Trop. Med. Hyg. 82: 822-83, 2010.
- Kuan MM, Lin T, Chuang JH, Wu HS. Epidemiological trends and the effect of airport fever screening on prevention of domestic dengue fever outbreaks in Taiwan, 1998-27. Int. J. Infect. Dis.14: e693-7, 2010.
- Lin CC, Huang YH, Shu PY, Wu HS, Lin YS, Yeh TM, Liu HS, Liu CC, Lei HY. Characteristic of Dengue Disease in Taiwan: 22–27Am. J. Trop. Med. Hyg. 82: 731-739, 2010.
- Lin YH, Wu SC, Hsu EL, Teng HJ, Ho CM, Pai HH. Insecticide Resistance in *Aedes aegypti* during Dengue Epidemics in Taiwan, 22. Formosan Entomol. 23: 263-274, 2003.
- Ooi EE, Goh KT, Gubler DJ. Dengue prevention and 35 years of vector control in Singapore. Emer Infect Dis 2006;12:887-93.
- Phuc HK, Andreasen MH, Burton RS, Vass C, Epton MJ, Pape G, Fu G, Condon KC, Scaife S, Donnelly CA, Coleman PG, White-Cooper H, Alphey L. Late-acting dominant lethal genetic systems and mosquito control. BMC Biol. 5:11, 2007.
- Rapley LP, Johnson PH, Williams CR, Silcock RM, Larkman M, Long SA, Russell RC, Ritchie SA. A lethal ovitrap-based mass trapping scheme for dengue control in Australia: II. Impact on populations of the mosquito *Aedes aegypti*. Med Vet Entomol. 23: 33-16, 2009.
- Shu PY, Su CL, Liao TL, Yang CF, Chang SF, Lin CC, Chang MC, Hu HC, Huang JH. Molecular Characterization of Dengue Viruses Imported Into Taiwan during 23–27: Geographic Distribution and Genotype Shift Am. J. Trop. Med. Hyg., 8:139-146, 2009.
- Taiwan CDC. Title. Notifiable Infectious Diseases Statistics System (<http://nidss.cdc.gov.tw/SingleDisease.aspx?Pt=s&Dc=1&Dt=2&disease=61>), Down load at 11/14/2010.
- Teng HJ, Chen TJ, Tsai SF, Lin CP, Chiou HY, Lin MC, Yang SY, Lee YW, Kang CC, Hsu HC, Chang NT. Emergency Vector Control in a DENV-2 Outbreak in 22 in Pingtung City, Pingtung County, Taiwan. Jpn. J. Infect. Dis. 6 (5): 271-279, 2007.
- Vanlerberghe V, Toledo ME, Rodríguez M, Gomez D, Baly A, Benitez JR, Van der Stuyft P. Community involvement in dengue vector control: cluster randomised trial. BMJ 338: b1959, 2009.
- Wang CH, Cheng NT, Wu HH, Ho CM. 2. Integrated control of the dengue vector

*Aedes aegypti* in Liu-Chiu village, Ping-Tung County, Taiwan. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* 16:93-99, 2000.

WHO. Dengue and dengue haemorrhagic fever.

(<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en>). Download at 11/14/2010.

WHO(Regional Office for South-East Asia ). Framework for Implementing Integrated Vector Management (IVM) at district Level in the South-East Asia Region: a step by step approach. SEA-MAL-255, 2008.

WHO. 2006. Pesticides and their application: for the control of vectors and pests of public health importance. WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP, Geneva, pp. 1–114.

Winch PJ, Leontsini E, Rez JGR, Rez MR, Clark GG, Gubler DJ. Community-based dengue prevention programs in Puerto Rico: Impact on knowledge, behavior, and residential mosquito infestation. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 67(4), 22, pp. 363–37, 2002.

Wu JW, Teng HJ, Lin C, Wang CY, Liu DP, Wu HS. Recent distribution of vector mosquitoes and epidemiology of the diseases they transmitted in Taiwan. *Medical Entomology and Zoology* 6:241-252, 2009.