

中國醫藥大學

碩士論文

編號：IEH-1521

登革熱病媒蚊指數與氣象因素暨病例數相
關性研究

**A study on vector index of dengue fever in
relation to climate factors and case number**

所別：環境醫學研究所

指導教授：蔡清讚

研究生：黃維政

學號：9265021

中華民國九十五年七月

目 錄

誌謝	i
中文摘要	ii
英文摘要	iii
表目錄	iv
圖目錄	v
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與研究動機	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究問題與研究假設	3
第二章 文獻回顧	4
2.1 文獻查證	4
2.2 研究架構	14
第三章 研究方法	15
3.1 病媒蚊指數與氣象因子	15
3.1.1 資料收集	15
3.1.2 分析方法	16
3.1.3 資料處理步驟	17
3.2 病媒蚊指數與病例數	18
3.2.1 資料收集	18
3.2.2 分析方法	19
3.2.3 資料處理步驟	20
第四章 結果與討論	21
4.1 病媒蚊指數與氣象因子之相關性	21
4.1.1 布氏指數受降雨遞延效應影響	21
4.1.2 布氏指數同時受溼度等三種因素影響	21
4.1.3 高溫大雨之後病媒蚊指數將達到高點	22
4.1.4 氣候正常仍須注意病媒蚊孳生	22
4.1.5 暖冬降雨仍須注意蚊蟲孳生	23

4.1.6	降雨後有兩波蚊蟲孳生高峰-----	23
4.1.7	契合斑蚊生活史-----	24
4.2	病媒蚊指數與病例數-----	24
4.2.1	高雄市大流行並非偶然-----	24
4.2.2	1999-2003年病例資料-----	25
4.2.2.1	有關感染者居住縣市別-----	25
4.2.2.2	有關感染者性別-----	26
4.2.2.3	有關感染者年齡別-----	26
4.2.2.4	感染者感染的年代別-----	27
4.2.3	個案資料與布氏指數配對-----	28
4.2.3.1	配對後感染者居住縣市別-----	28
4.2.3.2	配對後感染者性別-----	29
4.2.3.3	配對後感染者年齡別-----	29
4.2.3.4	配對後感染者感染的年代別-----	29
4.2.3.5	病例聚集人數與布氏級數別-----	30
4.2.3.6	登革熱警戒值有改善的空間-----	30
4.2.3.7	發病日至往前推算布氏指數 不為零之平均間距日數-----	31
第五章	結論與建議-----	33
5.1	病媒蚊指數與氣象因子之結論-----	33
5.2	病媒蚊指數與病例數之結論-----	33
5.3	研究限制-----	35
5.4	應用與建議-----	36
參考文獻	-----	37
附錄		
一、	以地理資訊系統進行登革熱病媒蚊指數與氣候因 素之相關性研究-----	41
二、	登革熱病媒蚊指數與病例數相關性研究-----	51

誌 謝

大學畢業 20 年之後，有幸重溫學生生活，然而在工作、家庭及學業的左支右絀、蠟燭三頭燒，常有不如歸去的衝動，但在恩師蔡清讚教授諄諄教誨及勉勵下慶幸沒有功虧一匱，老師的恩情點滴在心頭不敢或忘。感謝教授們除在學業上的協助，也在為人處事上的指導。此外，感謝大同大學陳志誠教授的鞭策指導，彰化基督教醫院古天雄醫師、張淑桂小姐在資料處理上的協助、學妹葉懿諄在資料分析上的協助，更感謝疾病管制局在個案、布氏指數資料上的提供。



登革熱病媒蚊指數與氣象因素暨病例數相關性研究

蔡清讚¹ 黃維政^{2,3}

¹ 中國醫藥大學環境醫學研究所教授

² 中國醫藥大學環境醫學研究所碩士班研究生

³ 衛生署疾病管制局第三分局技士

摘要

基於世界衛生組織在 1995 年提出 DF/DHF 預防和控制的全球對策，包括社區公私部門參與的綜合病媒控制、建立以臨床和實驗室為基礎的流行監測資訊系統。為探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性，本文除以台灣 1997 年至 2002 年的氣象資料及病媒蚊監測資料，利用地理資訊系統在數據管理、空間圖層分析技術，加以運用以為病媒蚊監視，提供登革熱防治決策的科學依據外；也以高高屏三縣市 1999 年至 2003 年的病媒蚊監測資料及病例資料，利用鄉鎮、村里別、配對方式分析病例聚集與布氏級數間關係，以為登革熱防治行政管理上之科學依據。本研究結果發現：高雄市南、北降雨量與布氏指數之相關係數中得知當日的布氏指數與前平均為 6.75 日降雨量有關，此結果可以病媒蚊的生長週期來解釋。布氏指數與 7.4 天之後的病例發生有關。雖然氣象因素與布氏指數及病例間之關係是直接或間接因果關係仍有待證實，但可以確切知道的是下雨之後一星期病媒蚊指數將升高，如果沒有努力做孳生源清除工作，再經過一星期在有登革熱病毒存在的地區將陸續有病例發生。

關鍵字：登革熱、地理資訊系統、布氏指數

¹ 通訊作者：蔡清讚

中國醫藥大學環境醫學研究所教授

A study on vector index of dengue fever in relation to climate factors and case number.

Abstract

In 1995, World Health Organization proposed global strategies in DF/DHF prevention and active controls in establishing epidemic surveillance information system based on clinic and laboratory data. These kinds of infection control strategies involve public and private departments in communities. In order to study the epidemic of dengue fever and the unique distribution of vector mosquitoes, the research use surveillance data in three southern countries in Taiwan and case reports in these areas from 1997 to 2002. The research also uses climate information in the time span from 1999 to 2003. Free-space diagram level analysis technology is applied to in the research. We found that rainfall is correlated to mosquito density in the way that 6.75 days after raining there might be a sharp increase in mosquito density. This could be explained by the vector mosquito life cycle. Dengue cases are also correlated to mosquito density where we observed that about 7 days before a case is reported, there is one day with Breteau Index (BI) > 0 . Although the relationships among meteorology, mosquito density and dengue cases need to be further examined, it is certain that the vector mosquito index will increase one week after raining. Another one week after the declination of BI curve, dengue fever might break out continuously in the areas where vector mosquitoes are active if the cleaning work were not completed.

表 目 錄

表1	1987-2003年台灣地區登革熱流行縣市及病例數-----	9
表2	布氏指數調查前不同日期的降雨量與布氏指數關聯分析表--	21
表3	夏季(6, 7, 8月)布氏指數與數日前降雨量對照表-----	23
表4	1999年至2003年高高屏地區登革熱病例基本資料-----	26
表5	1999年至2003年高高屏地區登革熱病例與布氏指 數符合配對要求之基本資料-----	28
表6	病例聚集人數與布氏級數表-----	30
表7	聚集人數與發病日至往前推算布氏指數不為零之間距天 數-----	32
表8	不同警戒等級減少病例數-----	34



圖 目 錄

圖1	灰關聯分析流程圖-----	17
圖2	86-91年高雄市各村里布氏指數分布圖-----	25



第一章 緒論

1.1 研究背景與研究動機

近十年來台灣地區登革熱的疫情獲得穩定的控制，但於2002年時在台灣的高雄縣市及屏東地區爆發嚴重的登革熱(Dengue Fever, DF)及登革出血熱(Dengue Haemorrhage Fever, DHF)疫情。並且在東南亞地區近幾年來亦爆發嚴重的疫情，使得登革熱的防治成為一個國際上重要的議題¹。

登革熱廣泛分布于東南亞、美洲、西太區、非洲和東地中海地區等熱帶和亞熱帶地區。近幾年來登革熱的發病率急劇增加，已包括100多個國家的25億以上人口生活在有感染危險的地區，估計每年有6000萬以上的登革熱病例，30000人死亡，登革熱已日益成為全球重要的公共衛生問題²。

20世紀後葉全球暖化上升攝氏0.5-0.6度，雖然氣象學家對於造成的原因沒有達成共識，但這是不爭的事實，持續暖化的趨勢，本世紀氣溫上升幅度可能達到攝氏1.5到6度³。Hales估計2085年如果氣候沒發生變化將有35億人遭受傳染的危險；相對的，在氣候變化下，約60億人(約全球人口的50至60%)將遭受登革熱傳染的威脅，由此可以得知氣候變化很可能增加登革熱傳染的範圍及程度⁴。因此，病媒蚊孳生範圍可能因全球暖化突破經緯度及高度等地理上的限制而擴展生存版圖，登革熱流行區域也隨之擴大。在新的千禧年開始，新興疾病及再浮現疾病將明顯的顯現，全球越需要熟練的技術及設備來監視疾病發展。

早期應用衛星技術來監視氣候、農漁業收成，以避免自然災害，進而利用此技術來監測人口、動植物、昆蟲移動和氣象、植被、海洋顏色等環境因素來預測疾病的傳播⁵。監視疾病流行使用衛星資料有其限制，除了資料不易取得、費用昂貴外，在眾多流行病學家中具有分析此項資料之能力者或不多見。其他如使用遙測技術或以住屋型態(如老舊程度、樹蔭多寡、髒亂程度)等來判斷病媒蚊多寡或有報告，但仍以目前逐戶調查得到的布氏指數來預測登革熱發生之可能性較為簡易、具有可信度。

要預測和預防登革熱流行必須收集關於傳染媒介(蚊子)種類、流行的登革熱類型、脊椎動物宿主和病媒蚊孳生的環境資訊。透過布氏指數、住宅指數、容器指數、宅內雌蚊數等來評估病媒族群。登革熱發生率根據宿主免疫狀態、傳染媒介能力和病毒種類而有很大的差異。環境因素中影響登革熱病媒蚊生態的主要是氣象因素，如溫度、降雨量、風等；人類設施如運輸方式、公共建築等因素⁶。

登革熱疾病的爆發與氣象因素有關，此後的傳播則與人口多寡、交通旅遊的便捷有關⁷。這可以從多數媒介傳染病具有季節分明的型態，充分顯現病媒對天氣敏感。降雨量、溫度，和其它天氣因素影響病媒和病原體傳染方式和途徑。例如，根據傳染媒介、行為、生態和其它因素的不同，高溫可能增加或減少族群的生存率。因而，傳播的可能性也許會因溫度增加而提高。國際旅行的便捷增加境外移入疾病的風險，有些疾病則可能在

適當的情況成為當地季節性的疾病。但人口和社會因素在確定疾病發生上扮演重要角色⁸。因為影響登革熱流行的環境因素主要的是氣溫；病媒因素主要的是布氏指數⁹，因此我們取得上述氣象、布氏指數及病例資料進行分析。

1.2 研究目的

- 一、為了探索登革熱病媒蚊指數及氣候因素間的相關性
- 二、探索病媒蚊指數與病例間的相關性，取得科學數據作為登革熱防治警戒及工作參考依據。

1.3 研究問題與研究假設

- 一、氣候會影響病媒蚊指數，那些氣候因素可做為病媒防治指引，加強防治措施適當時機為何。
- 二、發布警戒可促使民眾升高警覺並加以預防，提高警戒值又可減少多少聚集事件。

第二章 文獻回顧

2.1 文獻查證

登革熱俗稱「天狗熱」，是一種遭感染登革病毒之病媒蚊叮咬所引起的急性發熱性傳染病，登革熱病毒屬於黃病毒科(Flaviviridae)的黃病毒屬(Flavivirus)，依血清抗原性可分為 1、2、3、4 型，均具感染致病力。登革熱最顯著的臨床症狀是急性發燒、後眼窩疼痛、出疹、胃腸道症狀、肌肉痛和骨關節疼痛等臨床表癥。有時骨痛相當厲害，因此又稱「斷骨熱」。登革熱的致死率很低平均約 0.5%，而登革出血熱或休克症候群通常為 5%，如未及時治療可能高達 30—40%¹⁰。

登革熱主要分布於南北緯 25 度之間的熱帶及亞熱帶國家和地區，約 100 多個國家、25 億人健康遭受威脅，每年罹患登革熱 6000 萬人、登革出血熱(DHF/DSS)50 萬人，將近 3 萬人不幸因而死亡，且大部分為兒童，在開發中國家為兒童罹病住院原因僅次於腹瀉，死亡排名第一位。除此之外，每年因登革熱造成的直接經濟損失平均每人美金 50 元¹¹。因出血熱治療直接損失兒童約 120 美元，成人約 160 美元；若因此住院治療，兒童及成人醫療費用分別為 157 及 198 美元；若因此死亡兒童及成人之喪葬費用分別為 395 及 648 美元，兒童及成人一生的潛在經濟損失分別為 120395 及 120648 美元；對社會及經濟的衝擊損失每年每百萬人平均失能調整壽命年損失 658 (The Disability-Adjusted Life Year, DALY)¹²。就已發展國家

而言也許微不足道，但是對於平均生產總值是幾百美元的國家卻是個巨大負擔。例如，在 1987 年越南報告超過 35 萬人感染 DHF。簡單計算需要美金 1700 萬元作為治療的直接醫療費用，幾乎相當於這個國家當年 10% 生產總值。由於必須投資及花費在登革熱防治及醫療，使得這些平均國民所得在數百美元的開發中國家之經濟阻礙不前。因此登革熱防治為熱帶、亞熱帶地區重要的公共衛生問題。

從 50 年代泛美衛生組織進行黃熱病防治，登革熱及斑蚊孳生版圖遂侷限在有限區域，但也隨 70 年代中止黃熱病防治導致孳生版圖開始擴展開來，雖然原因多元複雜，但可以歸類為四個原因：一、人口大量增加，都市沒有全盤規劃，居住品質不佳，缺乏完善廢棄物清理機制，無法提供清潔飲用水，直接或間接提供病媒蚊孳生源，增加病媒蚊密度及與人類接觸的機會；二、限於經費及人力，無法提供完善的疾病監視及醫療保健服務；三、航空旅遊業發達，提供病媒、患者及病毒傳輸；四、目前的防治策略仍有缺失¹³。

在一個登革熱為地方性疾病且人口眾多的島嶼中，若氣象改變與南方板盪有正相關，有可能引發登革熱流行。台灣介於世界最大陸地和海洋之間，並且北回歸線通過台灣嘉義縣水上鄉，因此屬於亞熱帶和熱帶海洋性氣候區，同時屬於亞洲季風區內，島內多高山，因此氣候受季風和地形的影響甚鉅。台灣的氣候以高溫，多雨和強風為其特徵，但此三者隨季節變

化和區域差異甚為明顯。全島雨量受季風和地形的影響甚大。台灣地區因屬於海洋性氣候，所以全年的相對濕度均高，變化小，一般而言在78%~85%之間。北部地區冬季的相對濕度較夏季高，而南部地區正好相反¹⁴。而登革熱主要分佈在北緯25度到南緯25度之間的熱帶亞熱帶地區，約有25億人口生活在登革熱感染的威脅下，而台灣也是在登革熱的威脅下¹⁵。

基於世界衛生組織在1995年提出登革熱/登革出血熱預防和控制的全球對策，包括社區公私部門參與的綜合病媒控制，建立以臨床和實驗室為基礎的流行偵測資訊系統。登革熱的感染是經由斑蚊媒介，尤其是埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)和白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，這兩種斑蚊在台灣均存在，但是分佈不同，白線斑蚊分佈遍及全島之平地及1500公尺以下之山區，但大多數均生活在野外；而埃及斑蚊分佈在北回歸線以南，即嘉義縣布袋鎮以南地區。

登革熱病媒蚊孳生於各種積水容器，分為人工容器及天然容器兩種。人工容器即因人的行為所製造出的容器，如花瓶、甕、輪胎；而天然容器，如樹洞、竹筒、葉軸等。就孳生地而言，在沿海地區屋內貯存井水的水缸是埃及斑蚊喜歡發生的場所，但從來沒有在樹穴或竹筒發現。白線斑蚊幼蟲主要發生場所是水甕、水桶、在遠離住屋的竹林中之竹筒、樹穴等地也會發現¹⁶。

埃及斑蚊密度隨氣溫及雨量升高而增加，在密度高峰時之溫度介於

27.1-29.6°C間，低峰時之溫度介於20.3-24.3°C間；密度高峰時之雨量在6月為255 mm，8、9月分別為737、395 mm，低峰時之雨量僅8 mm，由此可知埃及斑蚊幼蟲高低峰，出現在雨季高低峰當月份。白線斑蚊之密度亦隨著雨量及溫度上升而增加，有趣的是在埃及斑蚊低峰的元月，白線斑蚊反而遽增而出現另一高峰¹⁷。由不同地區斑蚊棲群季節消長和氣象因子分析比較結果得知，在南部登革熱流行地區採集幼蟲得知埃及斑蚊棲群消長和雨量有極顯著相關($r^2=0.5$)，和溫度呈顯著相關($r^2=0.34$)，但和相對濕度，風速及日照時數無相關。白線斑蚊則和雨量及相對濕度呈顯著相關，但和溫度風速及日照時數無相關。另以捕蚊網捕捉埃及斑蚊成蚊之密度和氣象因子進行分析結果得知和溫度呈極顯著相關，和雨量、相對濕度及風速呈顯著相關，和日照時數無關。北部地區調查白線斑蚊結果得知和溫度、雨量、相對濕度呈顯著相關，和風速及日照時數無關。由病例和斑蚊密度分析結果得知，登革熱流行和埃及斑蚊棲群消長呈極顯著相關($r^2=0.6$) 和白線斑蚊呈顯著相關($r^2=0.45$)¹⁸。

地理資訊系統(Geographical Information Systems, GIS)是最近歐美用來防制病媒，進行管制策略最常用的工具。目前登革熱之相關研究，在國內已有許多的資料，但並未將這些資料登錄於鄉鎮村里之地理資訊系統內，結合當地氣象資料，水文資料，環境資料，人文資料，病患資料作比對，以為全面性的管制與評估，在防治病媒蚊的時效性，策略性上常無法掌握

有效先機¹⁹。

根據文獻記載，台灣地區在 1915、1931、1942 年曾發生三次全島性登革熱流行，隨後絕跡近四十年之久，這是公共衛生界努力的成果。但自民國 1981 年爆發屏東縣琉球鄉登革熱第二型疫情之後，台灣南部地區除了在民國 1990 年及 1993 年沒有流行外或多或少都有疫情發生(表 1)。



表 1 1987-2003 年台灣地區登革熱流行縣市及病例數

西元	報告病例數	確定病例	境外移入	流行地區(病毒株型別)
1987	1123	527	-	高雄市(I、II、III)、屏東縣(I)
1988	10420	4389	-	高雄縣、屏東縣(I、III、IV)
1989	594	16	19	高雄縣、屏東縣(I、II、IV)
1990	136	0	10	
1991	804	149	26	高雄市(I、III)、高雄縣(III)
1992	239	4	19	高雄市(I、III)
1993	165	0	13	
1994	1034	222	22	高雄市(I、III)
1995	1808	329	40	台北市、台南市(I)；台中市、屏東縣(II)； 高雄市(II、III、IV)
1996	1081	20	35	台北市(I)、高雄市(III)
1997	754	19	57	台南市(II)、高雄市(I)
1998	1430	238	110	高雄市(I、II)、高雄縣(II)、台北縣(II)、 台南市(III)
1999	1106	40	20	高雄縣市(I、III)
2000	857	113	27	高雄縣市、台南市(I、III)
2001	1155	225	55	高雄市前鎮區(II)
2002	15744	5336	53	高雄縣、高雄市(II)
2003	1555	139	48	台南市

在台灣，登革熱病毒傳播的病媒蚊為埃及斑蚊(*Aedes aegypt*)或白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，埃及斑蚊在台灣最早的記錄見於 1901 年，主要在沿海地區發現，目前分布於嘉義縣布袋鎮以南的嘉義縣、台南縣、台南市、

高雄縣、高雄市、屏東縣及台東縣，其中高雄市及台南市轄內各區都有埃及斑蚊分布，其他縣市則為局部分布，例如，高雄縣 27 鄉鎮市中有 25 個鄉鎮市有埃及斑蚊分布；屏東縣 33 鄉鎮市中有 21 個鄉鎮市有埃及斑蚊分布，台南縣 31 鄉鎮市中有 13 個鄉鎮市有埃及斑蚊分布，嘉義縣則僅在布袋鎮、台東縣僅在成功鎮、台東市及大武鄉有發現。而白線斑蚊則為東南亞原產病媒蚊，分布於全島之平地及 1500 公尺以下之山區。

斑蚊在白天吸血，以早上 9-10 時及下午 4-5 時為高峰。雄蚊吸食植物汁液維持生命，雌蚊則吸血以獲得卵發育所需之蛋白質。病媒蚊的生活史分為卵、幼蟲、蛹、成蟲等四期。受溫度及水中食物的影響，溫度越低，其發育所需的時間越長；水中食物越多，發育時間越短，而可孳生的斑蚊隻數亦越多²⁰。埃及斑蚊是一種家棲型的蚊蟲，雌蚊喜好在屋內停息、吸血，因此與人類的的生活非常密切。埃及斑蚊有間斷吸血習性，其間隔時間因地區有所不同，對登革熱病毒經口感染的感受性很低，必須叮咬高病毒血的人才會受到感染。總之，埃及斑蚊因棲息、吸血習性及傳播能力，被列為登革熱主要病媒，而白線斑蚊列為次要病媒。有研究顯示，環境因素決定物種的興衰，都市地區埃及斑蚊則較白線斑蚊為優勢²¹。

影響登革熱流行的因素有：一、病媒蚊的密度。與罹病率呈正相關²²，氣溫與降雨量及孳生地數量又直接影響斑蚊生長繁殖及病毒在蚊體內的複製；二、人口密度及遷徙。人口密度越高，易感者也愈多，既增加了傳

播病毒的機會，又增加帶病毒者，因此罹病率也越高；三、媒介昆蟲的輸入。隨著國際商務旅遊頻繁，運輸交通的發達，美國等國家陸續報導發現新病媒藉此入境，新病媒的傳入可使該地區生態發生改變，進而引發新興或再浮現傳染病的發生。

直到目前為止，感染登革熱或登革出血熱沒有特殊療法，四價疫苗仍在發展中，因此清除社區病媒蚊孳生源以減少其族群為唯一控制及防治登革熱的有效方法。病媒蚊孳生達到傳播登革熱的危險程度受到許多因素的影響，包括病媒蚊壽命和民眾免疫的程度。監視病媒蚊可以了解病媒蚊族群分布、密度、孳生源、判斷與登革熱傳播有關的時空危險因素、決定使用何種殺蟲劑及決定區域防治優先順序的重要指標。發展適當可行且更敏感的病媒監視方法實屬迫切需要，每個國家更應發展或選擇適合且可行的監視方法。

要有效防治登革熱有賴整合流行病學、臨床醫學及實驗診斷學建立有效的報告制度，流行病學監測對象必須涵蓋病例及病媒，以期能早期確認即將爆發的疫情。目前我國登革熱監視系統依照資料取得方式可分為主動監視及被動監視，主動監視有港埠檢疫發燒監測、個案及接觸者追蹤、病媒蚊調查、隨機血清學調查；被動監視有定點醫師監視通報、學校傳染病監視通報、新感染症症候群監視通報、症狀聲明表、民眾自覺通報等方式收集相關資料加以研判。主動監視所收集到的資料雖然不足以提供早期警

示的訊號，但可以驗證疾病是否已在流行；被動監視所收集到的資料雖然不足以判斷是否流行，但可以了解流行的趨勢。

因為全球暖化，病媒蚊孳生範圍可能因此突破經緯度及海拔高度等地理上的限制而擴展生存版圖，登革熱流行區域也隨之擴大。在新的千禧年開始，新興疾病及再浮現疾病將明顯的增多，全球越需要熟練的技術及設備來監視疾病發展。

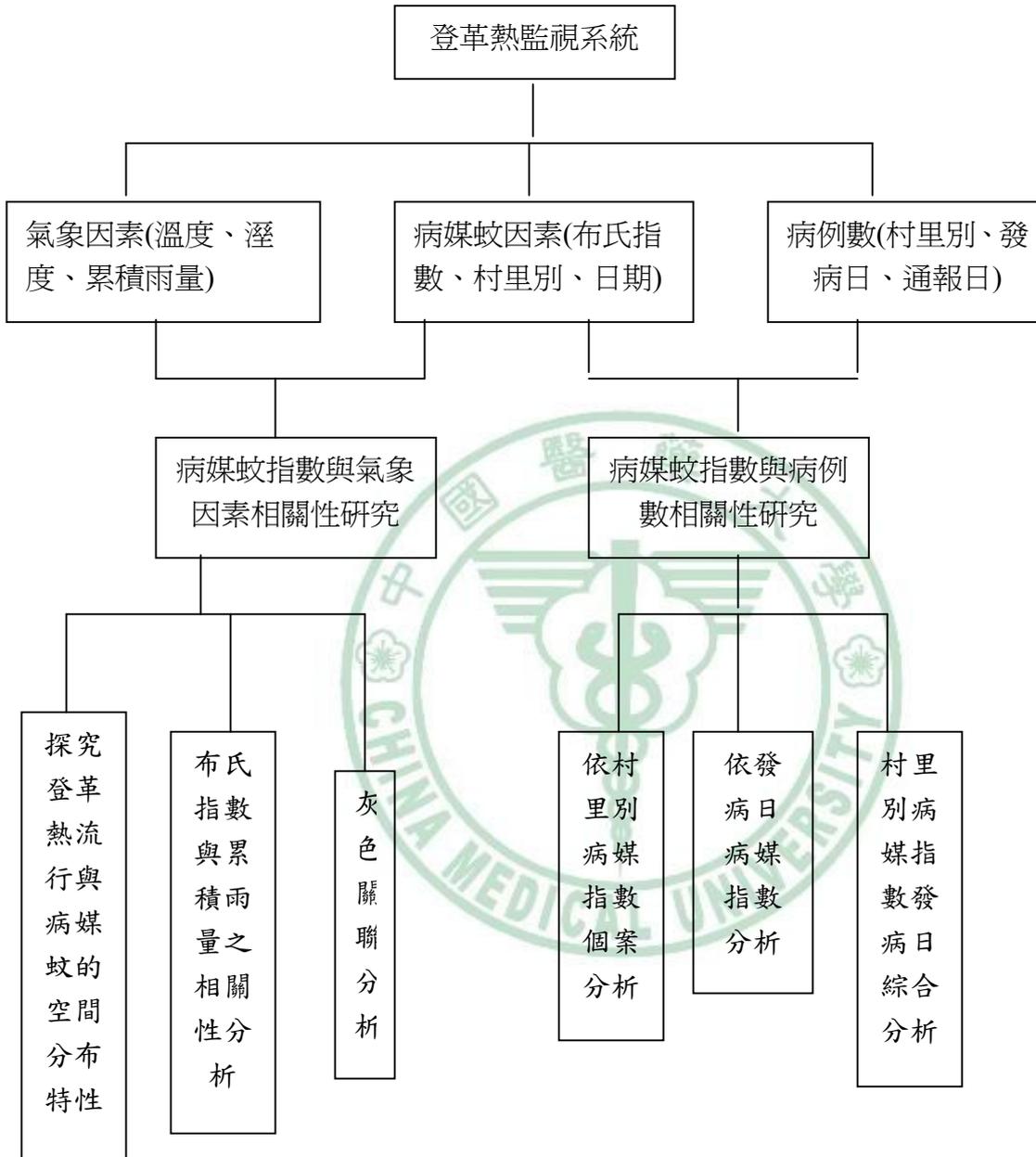
早期應用衛星技術來監視氣候、農漁業收成，以避免自然災害，進而利用此技術來監測人口、動植物、昆蟲移動和氣象、植被、海洋顏色等環境因素來預測疾病的傳播。監視疾病流行使用衛星資料有其限制，除了資料不易取得、費用昂貴外，在眾多流行病學家中具有分析此項資料之才能者仍不多見。其他如使用遙測技術²³或以住屋型態（如老舊程度、樹蔭多寡、髒亂程度）等來判斷病媒蚊多寡或以冬天氣溫來預測來年是否為登革熱流行區域²⁴，但仍以目前逐戶調查得到的布氏指數來預測發生登革熱之可能性較為簡易、可靠。結合易取得且費用低廉的氣象資料為主要分析資料。

依據「加強登革熱防治計畫—根除病媒蚊孳生源，阻斷本土登革熱四年計畫」登革熱病媒蚊密度監測調查時，若病媒蚊密度超過三級(含)以上的村里要求插警戒旗，並動員村里清除病媒蚊孳生源，後由衛生局進行複查；病媒蚊密度在一、二級者，由相關單位動員清除孳生源，衛生局於一

週內複查，若布氏指數為零級者則以誘蚊產卵器監測。在現有警戒值及動員處理的情況下仍有疫情聚集，實應就現有制度加以考慮謀求改善措施。



2.2 研究架構



第三章 研究方法

在本分析中以高雄市為例，因在地理上屬於埃及斑蚊及白線斑蚊兩種病媒蚊同時存在之處，且其在人口分布的比例上較為穩定。為探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性，本文以高雄市 1997 年至 2002 年的氣象資料及病媒蚊監測資料，利用地理資訊系統在數據管理、空間圖層分析技術，加以運用為病媒監測，提供登革熱防治決策的科學依據。在氣象因子方面：本研究針對溫度、溼度，還有累積雨量進行分析。在病例數方面：本研究因為屏東縣、高雄縣、高雄市病例佔多數，其他縣市多為零星個案因此予以排除，所收病例依其村里別、發病日、通報日加以分析。

3.1 病媒蚊指數與氣象因子

3.1.1 資料收集

1. 病媒蚊指數

蒐集1997年至2002年全台病媒蚊指數，目前蒐集10,000多筆(由疾病管制局提供)，針對流行登革熱區域收集其年度資料、月份資料以及日資料，並將其登錄於鄉鎮、村里之地理位置內，即可看出登革熱病媒蚊指數在高雄市行政區域內隨時間、季節之變動性情形。病媒蚊布氏指數、容器指數、幼蟲指數隨著年月之資料蒐集。但本研究僅對布氏指數作分析。

2. 氣象因子

收集 1997 至 2002 年高雄區域多個雨量站之雨量日資料(共有 10,000 多

筆)及氣象資料月資料(5,000 多筆)，亦以年度、月份為收集單位，以了解各氣象因子包括溫度、溼度、雨量對病媒蚊指數之影響。本研究亦針對高雄市流行登革熱區域，收集其雨量日資料，以瞭解雨量對病媒蚊指數之影響。

3.1.2 分析方法

1. 以 ArcView 8.0 探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性。

2. 布氏指數與累積雨量之相關性分析

因布氏指數的測量是屬隨機的，故在進行統計分析時將高雄市依雨量測站之位置分為南、北兩部分。所以首先以相關係數分析來探討調查當日之布氏指數與當日降雨量以及前數日的每日雨量之相關性。

3. 灰關聯分析

灰關聯分析在鄭聚龍教授所提的灰色理論中，是一種分析離散序列資料間關係程度的測度方法，人們在解決問題時，往往會針對影響問題的因素做一番比較與探討，以確定影響問題因素的重要性，或藉由分析各個因素彼此的相互關聯來增加對問題的瞭解，如迴歸分析或是一些數理統計的方法即是以分析資料的關聯為目的，但這些方法往往需要大量資料，且因受限於資料樣本取得不易及統計分析困難的情況下，數理統計的資料分析方法漸漸不符所需，而灰關聯分析恰好可由少量資料的分析來瞭解因數間的相互關聯以解決數理統計等分析方法的不足，且可在資訊不完全的情況

下，對所要分析主題的因素作數據處理，找出因素序列間的關聯性²⁵。

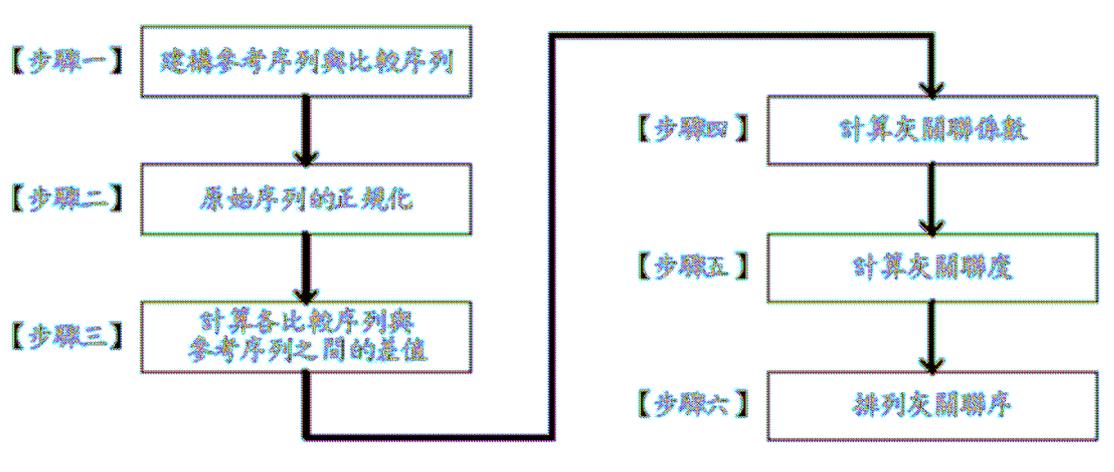


圖1 灰關聯分析流程

4. K 均值法(K-Mean Method)

K 均值法為非層次集群法(non-hierarchical method)之一種，為將資料分為數群，其進行方式為首先令個案集成 K 個群別，根據各群之種子點反覆求解個案所屬群別，各群之種子點相當於各群之中心點，群集原則為將個案分派至距離最短的群別，各案至各群之距離相當於至各種子點之距離。

3.1.3 資料處理步驟

於檔案之處理方式首先以統計軟體SPSS 將資料檔讀出，接著以SAS處理資料。處理方法如下：

1. 病媒蚊指數、氣象日資料依日期、月分及年份地理位置作配對、並編號作為共通碼別。
2. 分鄉鎮別、年代、月份將發生病媒蚊指數及氣象資料檔合併。

3. 將鄉鎮區依降雨程度、氣溫情形分別加以分類。
4. 分年將降雨量、病媒蚊布氏指數進行時間序列分析，個別計算其自身相關並合併計算兩者之交叉相關。
5. 以鄉鎮區為單位，並結合地理資訊系統(ArcView 軟體)繪製，表現各種病媒蚊指數地理上的分佈情形。
6. 分年探討6年來各病媒蚊指數之年代趨勢。
7. 結合年代、氣象等因子，建立病媒蚊指數與氣象條件之相關預測模式。以病媒蚊指數觀察值與模式預測值，探討此預測模式的準確性。
8. 本計畫先將高雄兩雨量監測站為中心，劃分兩個區域，進行氣象條件與病媒蚊指數之關聯分析。以平均病媒蚊指數 (meanbi) 為參考序列，月份(month)，溼度 (dry)、雨量 (rain) 及溫度 (temp) 為比較序列，再進行一連串的正規劃及分析。

3.2 病媒蚊指數與病例數

3.2.1 資料收集

1. 媒蚊指數

蒐集 1999 年至 2003 年全台病媒蚊指數，目前蒐集 146,664 筆(由疾病管制局提供)，選取高雄市、高雄縣、屏東縣資料共計 71587 筆資料。針對流行登革熱區域收集其年度資料、月份資料以及日資料，並將其登錄於鄉鎮、村里之地理位置內，即可看出登革熱病媒蚊指數，在高雄市行政區

域內隨時間、季節之變動性之情形。病媒蚊布氏指數、容器指數、幼蟲指數隨著年月之資料蒐集。但本研究僅對布氏指數作分析。

2. 確定個案資料

蒐集 1999 年至 2003 年通報個案資料，目前蒐集 27,649 筆(由疾病管制局提供)，因為居住在高高屏地區病例較多因此選取高高屏地區病例共有 16,187 筆，刪除重複資料、未經確認罹病、境外移入資料後共選取 5,518 筆加以分析。各筆資料內含電腦編號、報告日期、報告週別、通報醫療院所名稱、居住縣市、居住鄉鎮、居住村里、生日、性別、發病年齡、死亡原因、死亡日期、發病日期、發病月份、發病週別、通報疾病、個案研判、確定病名、血清學檢驗方法、血清學檢驗結果、病原體檢驗結果、病原體檢驗方法等欄位。

3.2.2 分析方法

1. 以 Excel 進行資料登錄及除錯。
2. 布氏指數與個案資料依據村里別進行病媒蚊調查日期與患者發病前間隔 14 日內之相關性分析

3.2.3 資料處理步驟

於檔案之處理方式首先以統計軟體 SAS 將資料檔讀出及處理資料。處理方法如下：

1. 患者資料、病媒蚊指數依縣市別、鄉鎮別及村里別作配對。

2. 病媒蚊調查日期在患者發病之後或在其之前超過 14 日者均予以刪除。
3. 將同村里同日發病者資料詳加分析。
4. 對各縣市病例通報情形詳加分析。



第四章 結果與討論

4.1 病媒蚊指數與氣象因子之相關性

4.1.1 高溫大雨之後數日病媒蚊指數將達到高點

表2為北、南高雄市以布氏指數調查前不同日期的降雨量與布氏指數關聯分析，都顯示當日布氏指數與回溯數天的雨量相關性隨著回溯天數的增加其相關性亦隨之增加，但當回溯至7日時達到最高之後就先降後升，直到回溯14日又達到最高。

表2 布氏指數調查前不同日期的降雨量與布氏指數關聯分析表

雨量	降雨量與布氏指數（北高雄）				降雨量與布氏指數（南高雄）			
	corr	P value	顯著性	n	corr	P value	顯著性	n
當天	0.03151	0.2709		2557	0.04743	0.1058		2557
前1天	0.05336	0.0621		2556	0.08997	0.0021	*	2556
前2天	0.09532	0.0008		2555	0.07153	0.0146		2555
前3天	0.14519	<.0001	***	2554	0.12574	<.0001	***	2554
前4天	0.15465	<.0001	***	2553	0.11714	<.0001	***	2553
前5天	0.12838	<.0001	***	2552	0.13932	<.0001	***	2552
前6天	0.10812	0.0002	***	2551	0.13003	<.0001	***	2551
前7天	0.11783	<.0001	***	2550	0.13515	<.0001	***	2550
前8天	0.06517	0.0226		2549	0.12362	<.0001	***	2549
前9天	0.07195	0.0118		2548	0.10263	0.0005	***	2548
前10天	0.08344	0.0035	*	2547	0.09869	0.0008	***	2547
前11天	0.19628	<.0001	***	2546	0.0989	0.0007	***	2546
前12天	0.14696	<.0001	***	2545	0.08025	0.0062	**	2545
前13天	0.11235	<.0001	***	2544	0.0828	0.0048	**	2544
前14天	0.11318	<.0001	***	2543	0.12071	<.0001	***	2543

4.1.2 布氏指數同時受溼度等三種因素影響

以平均病媒蚊指數為參考序列，月份，溼度、雨量及溫度比較序列，

再進行一連串的正規化及分析，所得結果為濕度與氣溫最高、雨量較低。但這三個因素的值都十分接近。如果將月份除去，重新計算影響病媒蚊指數因素為溼度、雨量及溫度的灰關聯度分別為0.99、0.97及0.99這三個因素的值都十分接近，表示影響病媒蚊指數並不會被任一特定因素影響，而是溼度、雨量及溫度，這三個因素同時影響。因此，必須另行計算，以下用K均值法進行分群討論。

4.1.3 高溫大雨之後數日病媒蚊指數將達到高點

將高雄市分為南、北兩部分以月份，濕度，溫度，雨量作為K均值法分群之依據，北高雄經分析得到5個主要群集，雖因組數較少，資料過於分散，會影響結論之解釋能力。但在結果仍可看出十二月份病媒蚊指數最低；而指數較高者基本上集中於六、七月份，其中又以七月份最高。其中一個主要群集顯示濕度、溫度均高，且雨量大。相形之下另外一個主要群集顯示濕度最高、雨量最大，但病媒蚊指數仍處於低檔狀態。審視原始資料，可能的解釋是高溫大雨之後數日，病媒蚊指數將達到高點。

4.1.4 氣候正常仍須注意病媒蚊孳生

南高雄資料進行分群之後得到20個主要群集，其中雨量最大及雨量較高的兩個群集與其它各群集有明顯區隔。至於病媒蚊指數最高的群集則與其它各群集之間並無明顯區隔，換句話說，就天候而言，無大異於平常，容易被人忽略，則是真正的危險。

4.1.5 暖冬降雨仍須注意蚊蟲孳生

由表3資料顯示，病媒蚊指數較高日期前數日均曾下雨，平均為6.75日，亦即下雨之後六、七日內持續高溫且高濕，病媒蚊指數有可能陡然升高，秋天的情形與夏季相仿必須嚴加注意。儘管暖冬如下雨則於七日後，病媒蚊指數有可能陡然升高，因此，勿因冬季不會孳生蚊子之刻板印象而忽略病媒蚊防治工作。此外，春天下雨過後約20天，病媒蚊指數有可能陡然升高，但因資料筆數較少，只能做參考無法以此為依據。

表3 夏季(6, 7, 8月)布氏指數與數日前降雨量對照表

日期	病媒蚊指數	數日(±SD)前曾下雨(雨量)
90 7 30	21.5686	6日前 (19.5)
89 6 16	45.00	4日前 (33)
88 8 17	22.66	5日前 (138)
88 8 27	30	6日前 (21.5)
89 6 2	24	7日前 (12)
89 6 14	26	2日前 (33)
89 6 16	45	4日前 (33)
89 7 4	30	1日前 (11)
90 6 5	27	14日前 (52.5)
90 6 29	30	7日前 (3.5)
90 8 8	40	6日前 (17)
91 6 6	21	7日前 (16)
91 6 29	21.57	19日前 (33)
91 8 6	21.5	2日前 (52.5)

4.1.6 降雨後有兩波蚊蟲孳生高峰

因布氏指數的測量是屬隨機的，故在進行統計分析時將高雄市依雨量測站之位置分為南、北兩部分。由南、北降雨量與布氏指數之相關係數中得知當日的布氏指數與前4~7天降雨量較其他日高，而另一高峰則出現在前14天附近此結果可以病媒蚊的生長週期來解釋，當降雨量增加時，會先出

現一波病媒蚊的高峰，若環境沒有改善或繼續降雨，前波的病媒蚊可能會產卵又再次出現一波高峰，此種累積效應對危險的提升應加以重視與強調。

4.1.7 契合斑蚊生活史

依據疾病管制局對斑蚊生活史之認定：斑蚊生活史包括卵、幼蟲（子）、蛹、成蚊四階段，而其發育所需的時間常因溫度、食物的狀況而有不同。一般而言，平均卵期1~3 天，幼蟲期4~7 天，蛹期1~4 天，所以斑蚊從卵、幼蟲至蛹約需6~14 天，雌蚊約可存活15~30 天，雄蚊約7~14 天。在夏天從卵、幼蟲至蛹速率應較快，設為約需6~7 天，則與K均值法統計結果下雨後6.7595日相合，且與時間效應分析，雨後4~7 天相符合。在本研究中已成功建立病媒蚊資料之分析模型。鑑於台灣登革熱之危害，建議未來藉此模型發展監視資訊系統，作為監測及預警之用。

4.2 病媒蚊指數與病例數

4.2.1 高雄市大流行並非偶然

由圖2顯示1997—2002年高雄市各村里布氏指數分布圖中，登革熱病媒蚊的空間分布，或許證明高雄市在2002年時所爆發的登革熱疫情，仍有跡可尋並非是毫無預警的，因此，病媒蚊監測在疫情防治上仍有其實際價值。

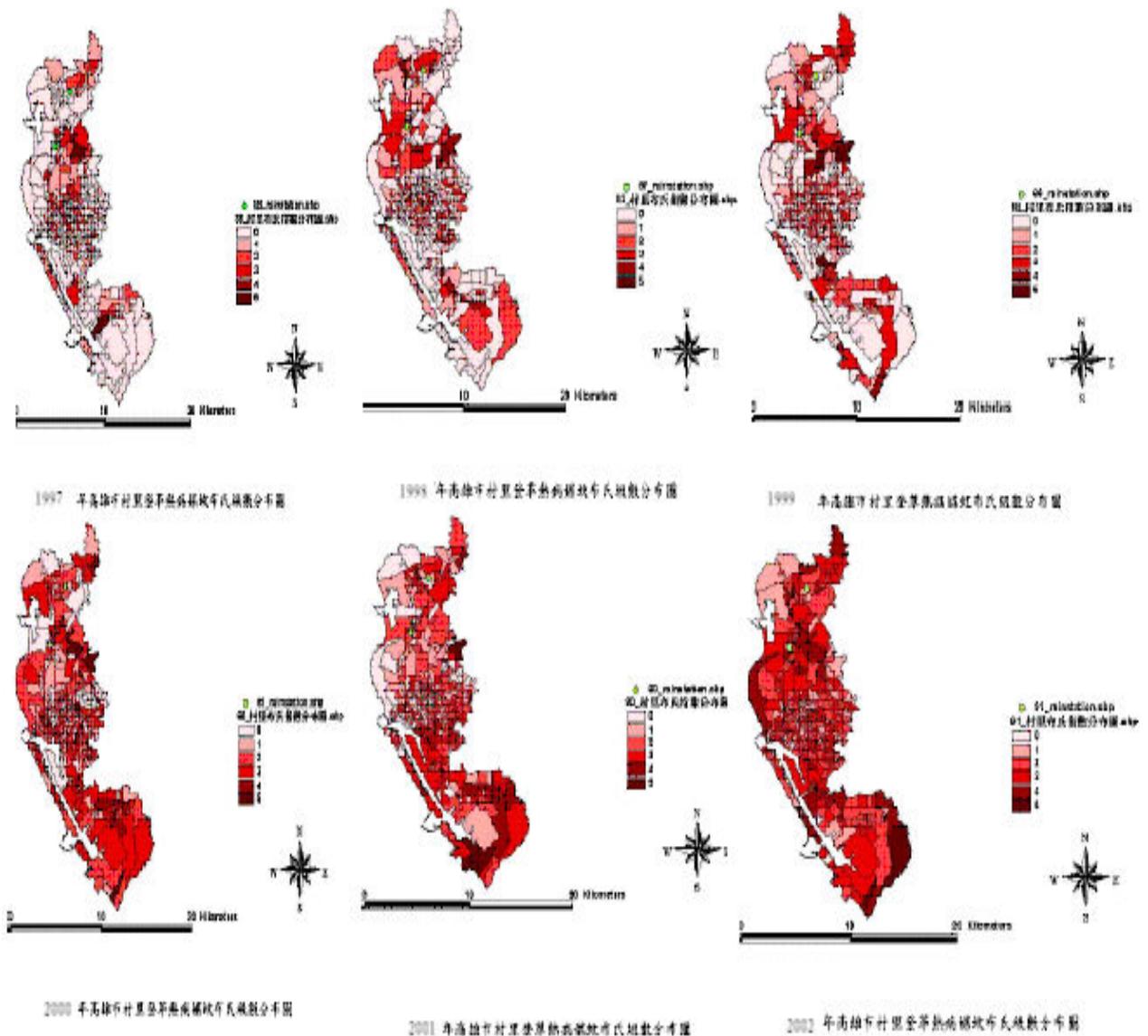


圖2 1997—2002年高雄市各村里布氏指數分布圖

4.2.2 1999-2003 年病例資料

吾人所收集的共有五年 5,518 個案，人口學相關資料敘述如下：

4.2.2.1 有關感染者居住縣市別：

從表 4 依居住縣市區分，感染時住屏東縣者有 666 人(12.07%)，住高雄縣者有 1954 人(35.41%)，住高雄市者有 2898 人(52.52%)，三個縣市患者主要集中在 2002 年罹病。

表 4 1999 年至 2003 年高高屏地區登革熱病例基本資料

縣市別	屏東縣	高雄市	高雄縣	小計
項目	人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)
感染個案性別	666(12.07)	2898(52.52)	1954(35.41)	5518(100.00)
男	302(45.44)	1332(46.38)	935(47.91)	2569(46.56)
女	364(54.56)	1566(53.62)	1019(52.09)	2949(53.44)
感染個案年齡分層(歲)				
≤10	14(2.10)	74(2.55)	53(2.71)	141(2.56)
11-20	44(6.61)	232(8.01)	155(7.93)	431(7.81)
21-30	60(9.01)	331(11.42)	229(11.72)	620(11.24)
31-40	81(12.16)	374(12.91)	256(13.10)	711(12.89)
41-50	128(19.22)	567(19.57)	359(18.37)	1054(19.10)
51-60	149(22.37)	611(21.08)	416(21.29)	1176(21.31)
61-70	142(21.32)	511(17.63)	357(18.27)	1010(18.30)
>70	48(7.21)	198(6.83)	133(6.81)	379(6.87)
感染年代				
1999	20(3.00)	11(0.38)	12(0.61)	43(0.78)
2000	4(0.60)	0(0.00)	4(0.20)	8(0.14)
2001	86(12.91)	133(4.59)	10(0.51)	229(4.15)
2002	556(83.48)	2673(92.24)	1914(97.95)	5143(93.20)
2003	0(0.00)	81(2.80)	14(0.72)	95(1.72)

4.2.2.2 有關感染者性別：

感染者中有 2569 人(46.56%)為男性，為女性者有 2949 人(53.46%)，男女約各佔一半；各縣市男女人數及比例分別是屏東縣有男性 302 人(佔 45.44%)罹病、女性 364 人(佔 54.56%)罹病，高雄縣有男性 935 人(佔 47.91%)罹病、女性 1019 人(佔 52.09%)罹病，高雄市有男性 1332 人(佔 46.38%)罹病、女性 1566 人(佔 53.62%)罹病。

4.2.2.3 有關感染者年齡別：

依年齡別區分，屏東縣最小感染者 3 歲，最高感染者 89 歲，平均

48.67±17.61 歲；高雄市最小感染者未滿一歲，最高感染者 90 歲，平均 46.24±17.91 歲；高雄縣最小感染者未滿一歲，最高感染者 94 歲，平均 46.45±18.17 歲；依年齡層區分，年齡層小於等於十歲的人數有 141 人 (2.56%)、大於十歲至小於等於二十歲的人數有 431 人(7.81%)、大於二十歲至小於等於三十歲的人數有 620 人(11.24%)、大於三十歲至小於等於四十歲的人數有 711 人(12.89%)、大於四十歲至小於等於五十歲的人數有 1054 人(19.10%)、大於五十歲至小於等於六十歲的人數有 1176 人 (21.31%)、大於六十歲至小於等於七十歲的人數有 1010 人(18.30%)、大於七十歲的人數有 379 人(6.87%)，隨年齡層增大感染的比例也增多，以六十歲這層達最高峰，此後隨年齡增多而下降，其他研究則以居家年紀較大的成人²⁶或小孩感染較多不同²⁷。雖然這些年齡層感染的比例涉及年齡層的組成，但三個縣市均有此趨勢，意謂著感染比例隨民眾的活動能力及範圍而升降，民眾家庭病媒蚊防治的知識及工作均有效進行，感染來源可能在戶外或公共場所居多，上述地點應加強防治工作。

4.2.2.4 感染者感染的年代別：

依感染的年代區分，在 1999 年受到感染發病者有 43 人(0.78%)，在 2000 年感染者有 8 人(0.14%)，在 2001 年感染者有 229 人(4.15%)，在 2002 年感染者有 5143 人(93.20%)，在 2003 年感染者有人 95 人(1.72%)，患者主要集中在 2002 年發生。

4.2.3 個案資料與布氏指數配對

個案資料經與布氏指數配對後，共有 297 筆個案資料，相關資料如表 5)：

表 5 1999 年至 2003 年高高屏地區登革熱病例與布氏指數符合配對要求之基本資料

縣市別	屏東縣	高雄市	高雄縣	小計
項目	人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)
感染個案性別	17(5.72)	193(64.98)	87(29.29)	297(100.00)
男	9(52.94)	88(45.60)	51(58.62)	148(49.83)
女	8(47.06)	105(54.40)	36(41.38)	149(50.17)
感染個案年齡分層				
≤10	0(0.00)	7(0.03)	2(0.01)	9(3.03)
11-20	0(0.00)	15(0.30)	7(0.35)	22(7.41)
21-30	2(0.66)	23(1.08)	11(1.36)	36(12.12)
31-40	3(2.24)	28(1.94)	12(1.76)	43(14.48)
41-50	2(0.66)	38(4.85)	20(8.14)	60(20.20)
51-60	1(0.08)	43(7.03)	13(2.24)	57(19.19)
61-70	7(28.42)	30(2.39)	11(1.36)	48(16.16)
>70	2(0.66)	9(0.06)	11(1.36)	22(7.41)
感染年				
1999	1(5.88)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.34)
2000	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
2001	1(5.88)	2(1.04)	0(0.00)	3(1.01)
2002	15(88.24)	187(96.89)	85(97.70)	287(96.63)
2003	0(0.00)	4(2.07)	2(2.30)	6(2.02)

4.2.3.1 配對後感染者居住縣市別：

依居住縣市區分，感染時住屏東縣者有 17 人(5.72%)，住高雄縣者有 87 人(29.29%)，住高雄市者有 193 人(64.98%)，三個縣市患者主要集中在 2002 年罹病。

4.2.3.2 配對後感染者性別：

感染者中有 148 人(49.83%)為男性，為女性者有 149 人(50.17%)，男女約各佔一半；各縣市男女人數及比例分別是屏東縣有男性 9 人(佔 52.94%)罹病、女性 8 人(佔 47.06%)罹病，高雄縣有男性 88 人(佔 45.60%)罹病、女性 105 人(佔 54.40%)罹病，高雄市有男性 51 人(佔 58.62%)罹病、女性 36 人(佔 41.38%)罹病。

4.2.3.3 配對後感染者年齡別：

依年齡別區分，屏東縣最小感染者 19 歲，最高感染者 74 歲，平均 49.05 ± 18.84 歲；高雄市最小感染者未滿一歲，最高感染者 84 歲，平均 45.41 ± 17.97 歲；高雄縣最小感染者 8 歲，最高感染者 81 歲，平均 47.91 ± 16.64 歲；依年齡層區分，年齡層小於十歲的人數有 9 人(3.03%)、大於十歲至小於等於二十歲的人數有 22 人(7.41%)、大於二十歲至小於等於三十歲的人數有 36 人(12.12%)、大於三十歲至小於等於四十歲的人數有 43 人(14.48%)、大於四十歲至小於等於五十歲的人數有 60 人(20.20%)、大於五十歲至小於等於六十歲的人數有 57 人(19.19%)、大於六十歲至小於等於七十歲的人數有 48 人(16.16%)、大於七十歲的人數有 22 人(7.41%)。

4.2.3.4 配對後感染者感染的年代別：

依感染的年代區分，在 1999 年受到感染發病者有 1 人(0.34%)，在 2000

年感染者有 0 人(0%)，在 2001 年感染者有 3 人(1.01%)，在 2002 年感染者有 287 人(96.63%)，在 2003 年感染者有人 6 人(2.02%)。

4.2.3.5 病例聚集人數與布氏級數別

由表 6 配對資料中，散發性病例共有 203 組，其中布氏級數為一級的有 124 組(61.08%)，為二級的有 58 組(28.57%)，為三級的有 18 組(8.87%)，為四級的有 2 組(0.99%)，為八級的有 1 組(0.49%)；二人聚集的有 27 組，其中為一級的有 16 組(59.26%)，為二級的有 7 組(25.93%)，為三級的有 4 組(14.81%)；三人聚集的有 6 組，其中為一級的有 1 組(16.67%)，為二級的有 2 組(33.33%)，為三級的有 2 組(33.33%)，為五級的有 1 組(16.67%)；四人聚集的有 1 組，布氏級數為一級；五人聚集的有 1 組，布氏級數為三級；六人聚集的有 1 組，布氏級數為三級；七人聚集的有 1 組，布氏級數為七級。

表 6 病例聚集人數與布氏級數表

組人	一級	二級	三級	四級	五級	六級	七級	八級
聚集數	數	組數(%)	組數(%)	組數(%)	組數(%)	組數(%)	組數(%)	組數(%)
一人	203	203	124(61.08)	58(28.57)	18(8.87)	2(0.99)		1(0.49)
二人	27	54	16(59.26)	7(25.93)	4(14.81)			
三人	6	18	1(16.67)	2(33.33)	2(33.33)	1(16.67)		
四人	1	4	1(100)					
五人	1	5			1(100)			
六人	1	6			1(100)			
七人	1	7					1(100)	

4.2.3.6 登革熱警戒值有改善的空間

雖然聚集人數四人以上之組數僅有一組，或有所不足，但從中可知布

氏指數都在三級或以上，從表 6 中可看出依照目前登革熱防治警戒值為布氏指數三級以上才插旗發布警訊，且均能按照各項防制措施確實執行的情況下也僅能防止散發病例 1.48%（四級 2 人、八級 1 人，3/203）的病例產生；二人聚集者幾乎無法減少病例產生；三人聚集者則僅能遏止 16.67% 病例產生；四人聚集、五人聚集、六人聚集雖因組數較少，但仍可得知該警戒值無法產生有效的警戒作用。世界衛生組織雖然以住宅指數 10%（換算布氏指數三級）為警戒值，但也提醒並非絕對閾值，因為新加坡在住宅指數 2%（換算布氏級數為一級）時即發生流行。我國人口密集、住商混合，民眾往來接觸頻繁，很容易擴散疾病，提昇登革熱警戒值必須考慮社會成本的增加、現有衛生人力設備及民眾配合度，但在考量撲滅疫情所需防疫、醫療費用及民眾生命財產所受威脅，建議警戒值提昇為布氏級數二級即插旗，加強防治工作。

4.2.3.7 發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數

從表 7 配對資料中，散發性病例共有 203 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.54 日；二人聚集的有 27 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.52 日；三人聚集的有 6 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.56 日；四人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.0 日；五人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為

7.0 日；六人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.0 日；七人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.8 日，整體發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數約相距 7.42 日，意謂著當病媒蚊調查布氏指數不為零時，約一星期之後極有可能產生病例；相同的，也是進行孳生源清除等補救措施的好指標。

表 7 聚集人數與發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數

聚集人數	組數	發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數
一人	203	7.54
二人	27	7.52
三人	6	6.56
四人	1	6
五人	1	7
六人	1	6
七人	1	7.8
平均		7.42

第五章 結論與建議

5.1 病媒蚊指數與氣象因子之結論

斑蚊在夏天從卵、幼蟲至蛹速率應較快，設為約需 6~7 天，則與 K 均值法統計結果下雨後 6.75 日相合，且與時間效應分析，雨後 4~7 天相符合。在本研究中已成功建立病媒蚊資料之分析模型。鑑於台灣登革熱之危害，建議未來以此一模型為基礎，建立成一個資訊系統，作為監測及預警之用。

5.2 病媒蚊指數與病例數之結論

- 一、由圖 2 之 1997—2002 年高雄市各村里布氏指數分布圖顯示，持續適當的病媒蚊監測仍有其實用性及價值性。
- 二、依照目前登革熱防治警戒值為布氏級數三級才插旗發布警訊，但從表 8 可知無法產生有效的警戒作用，僅能防止 4.38% (13/297) 的個案數的產生，因此建議警戒值升高為布氏級數二級即插旗警戒，並加強防治工作以減少 18.86 % 患者罹病。

表 8 不同警戒等級減少病例數(百分比)

聚集	組數	人數	一級	二級	三級
			人數(%)	人數(%)	人數(%)
一人	203	203	79(38.92)	21(10.34)	3(1.48)
二人	27	54	22(40.74)	8(14.81)	0(0)
三人	6	18	15(83.33)	9(50)	3(16.67)
四人	1	4	0(0)	0(0)	0(0)
五人	1	5	5(100)	5(100)	0(0)
六人	1	6	6(100)	6(100)	0(0)
七人	1	7	7(100)	7(100)	7(100)
合計		297	134(45.12)	56(18.86)	13(4.38)

三、從感染者年齡層資料可以得知，感染比例隨民眾的活動能力及範圍而升降，感染來源可能在戶外或公共場所居多，上述地點應加強防治工作。

四、根據發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數推算，整體發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數約相距 7.42 日，又布氏指數不為零至往前推算到最高布氏指數相距 4 日，因此，當布氏指數到一定高度時，則約 11 日後將會爆發疫情。

5.3 研究限制

- 一、 因為氣象資料、布氏指數資料及患者資料均屬次級資料，受限於調查、登錄人員精確程度，非研究者所能控制。
- 二、 個案資料庫同一個個案可能有許多筆資料，因為個案通報後可能使用多種檢驗方法來確認是否感染、是否近期感染，因此，在缺乏個案名字及身分證字號情況下或許與正確個案數會有所出入在所難免。
- 三、 個案資料受限於個人資料保密，無法應用於衛星定位，使資料使用受到極大的限制。



5.4 應用與建議

- 一、本研究已達到病媒蚊指數與氣候、病例數間相關性的研究目的，且建立病媒蚊資料之分析模型，建議以此模型成立資訊系統，以為監測及預警之用。
- 二、建議昇高警戒值等級至布氏級數二級，俾利登革熱防治。



參考文獻

1. 行政院衛生署. 加強登革熱防治計畫—「根除病媒蚊孳生源，阻斷本土登革熱四年計畫」. 2003.
2. Tolou H, Durand JP, Pisano MR. Current status of dengue. *Med Trop (Mars)*. 1997;57:70-73.
3. Chastel C. Impact of global climate changes on arboviruses transmitted to humans by mosquitoes and ticks. *Bull Acad Natl Med*. 2002;186:89-100.
4. Hales S, de Wet N, Maindonald J, Woodward A. Potential effect of population and climate distribution of dengue fever: An empirical model. *Lancet*. 2002;360:830 - 34.
5. Meynard JB, Orlandi E, Rogier C, Sbai Idrissi K, Deparis X, Peyreffite C, Lightburn E, Malosse D, Migliani R, Spiegel A, Boutin JP. Use of satellites for public health purposes in tropical areas. *Med Trop (Mars)*. 2003;63:7-16.
6. Fauran P. Prediction and prevention of dengue epidemics. *Bull Soc Pathol Exot*. 1996;89:123-6; discussion 127.

7. Hales S, Weinstein P, Soares Y, Woodward A. El nino and the dynamics of vectorborne disease transmission. *Environ Health Perspect.* 1999;107:99-102.
8. Gubler DJ, Reiter P, Ebi KL, Yap W, Nasci R, Patz JA. Climate variability and change in the united states: Potential impacts on vector and rodent-borne diseases. *Environ Health Perspect.* 2001;109:223-233.
9. Yi B, Zhang Z, Xu D, Xi Y. Relationship of dengue fever epidemic to aedes density changed by climate factors in guangdong province. *Journal of Hygiene Research.* 2003;32:152-154.
10. 衛生署疾病管制局. 傳染病防治工作手冊. ; 2004.
11. Igarashi A. Impact of dengue virus infection and its control. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 1997;18:291-300.
12. Keating J. An investigation into the cyclical incidence of dengue fever. *Social Science & Medicine* . 2001;53:1587-1597.
13. Lo Re III, Gluckman SJ. Fever in the returned traveler. *Am Fam Physician.* 2003;68:1343-1350.

14. 行政院環保署. 中華民國台灣地區環境資訊. 1996.
15. 連日清. 台灣產斑蚊川是蚊亞屬生態. 行政院環境保護署第一屆病媒防治技術研討會論文集. 1988:63-74.
16. 連日清. 本省產蚊蟲生態及其防治. 中央研究院昆蟲生態與防治研討會講稿集. 1978:37-69.
17. 許惠美. 台灣南部的登革熱報告書. 台南市衛生局; 1993.
18. 蔡清讚, 以地理資訊系統(GIS)對登革熱病媒蚊密度與登革熱流行因子間相關性研究.; 1997; 行政院衛生署 DOH86. TD. 041. 1997
19. 周玲, 吳盈昌, 樂怡雲, 黃耀雄, 王啟輝, 曾武陸, 張國井, 洪其璧. 1997。臺灣地區登革熱流行之現況分析。第九屆病媒防治技術研討會論文集 5-7 頁。行政院環境保護署。
20. Arrivillaga J, Barrera R. Food as a limiting factor for aedes aegypti in water-storage containers. J Vector Ecol. 2004;29:11-20.
21. Passos RA, Marques GR, Voltolini JC, Condino ML. Dominance of aedes aegypti over aedes albopictus in the southeastern coast of brazil. Rev Saude Publica. 2003;37:729-734.

22. Focks DA, Brenner RJ, Hayes J, Daniels E. Transmission thresholds for dengue in terms of aedes aegypti pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. Am J Trop Med Hyg. ;62:11-18.
23. 易彬檉, 徐德忠. RS 在蚊媒傳染病監測中的應用及發展現狀. 中國公共衛生. 2003;19.
24. Yu SX, Li ZQ, Teng WP, Cai J. Impact on the potential epidemic of dengue fever under warming winter in hainan province. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi. 2005;26:25-28.
25. 鄧聚龍. 灰色系統基本法. 華中理工大學出版社; 1988.
26. 金傳春. 出血性登革熱致病因子研究. ; 87; 行政院衛生署 DOH87-TD-1087.
27. Thai KTD, Binh TQ, Giao PT, Phuong HL, Hung le Q, Van Nam N, Nga TT, Groen J, Nagelkerke N, de Vries PJ. Seroprevalence of dengue antibodies, annual incidence and risk factors among children in southern Vietnam. TM & IH. 2005;10:379-386.

以地理資訊系統進行登革熱病媒蚊指數與氣候因素之相關性研究

蔡清讚¹ 梁文敏¹ 黃維政² 葉懿諄² 陳志誠^{3,*} 林俊宏⁴

¹ 中國醫藥大學環境醫學研究所教授

² 中國醫藥大學環境醫學研究所碩士班研究生

³ 大同大學資訊經營研究所教授

⁴ 大同大學資訊經營研究所碩士班研究生

摘要

基於世界衛生組織在1995年提出DF/DHF預防和控制的全球對策，包括社區公私部門參與的綜合病媒控制、建立以臨床和實驗室為基礎的流行監測資訊系統。為探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性，本文以台灣86年至92年的氣象資料及病媒蚊監測資料，利用地理資訊系統在數據管理、空間圖層分析技術，加以運用以為病媒蚊監視，提供登革熱防治決策的科學依據。在氣候因子方面：本研究針對溫度、溼度、還有累積雨量作研究。本研究結果發現：南、北降雨量與布氏指數之相關係數中得知當日的布氏指數與前4~7天降雨量較其他日高，而另一高峰則出現在前14天附近，此結果可以病媒蚊的生長週期來解釋，當降雨量增加時，會先出現一波病媒蚊的高峰，若環境沒有改善或繼續降雨，前波的病媒蚊可能會產卵又再次出現一波高峰，此種累積效應對危險的提升應加以重視與強調。病媒蚊指數影響係數中，濕度與氣溫最高、雨量較低。這三個因素的值都十分接近，表示影響病媒蚊指數並不會被任一特定因素影響，而是溼度、雨量及溫度，這三個因素同時影響。夏季(6, 7, 8月)資料顯示，病媒蚊指數較高日期前數日，均曾下雨，平均為6.75日，亦即下雨之後六、七日內持續高溫且高濕，然後病媒蚊指數有可能陡然升高，必須嚴加注意。在暖冬之日，下雨之後七日，病媒蚊指數也有可能陡然升高，必須嚴加注意。秋天的情形與夏季相仿；但春天則下雨過後較長的時日(約20天)，病媒蚊指數有可能陡然升高。

關鍵字：登革熱病媒蚊指數、地理資訊系統、氣象因子

*通訊作者:陳志誠 大同大學資訊經營系教授

一、前言

近十年來台灣地區登革熱的疫情獲得穩定的控制，但於2002年時在台灣的高雄縣市及屏東地區爆發嚴重的登革熱(Dengue fever, DF)及登革出血熱(Dengue fever, DHF)疫情。並且在東南亞地區近幾年來亦爆發嚴重的疫情，使得登革熱的防治成為一個國際上重要的議題¹。

台灣介於世界最大陸地和海洋之間，並且北回歸線通過台灣嘉義縣水上鄉，因此屬於副熱帶和熱帶海洋性氣候區，同時屬於亞洲季風區內，島內多高山，因此氣候受季風和地形的影響甚鉅。台灣的氣候以高溫，多雨和強風為其特徵，但此三者隨季節變化和區域差異甚為明顯。全島雨量受季風和地形的影響甚大。台灣地區因屬於海洋性氣候，所以全年的相對濕度均高，變化小，一般而言在78%~85%之間。北部地區冬季的相對濕度較夏季高，而南部地區正好相反。(行政院環境保護署，1990)。而登革熱主要分佈在北緯25度到南緯25度之間的熱帶亞熱帶地區，約有15億人口生活在登革熱感染的威脅下，而台灣也是在登革熱的威脅下²。

基於世界衛生組織在1995年提出登革熱/登革出血熱預防和控制的全球對策，包括社區公私部門參與的綜合病媒控制，建立以臨床和實驗室為基礎的流行偵測資訊系統。登革熱的感染是經由斑蚊媒介，尤其是埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)和白線斑蚊(*Aedes albopictus* Skuse)，這兩種斑蚊在台灣均存在，但是分佈不同，白線斑蚊分佈遍及全島，但大多數均生活在野外；而埃及斑蚊分佈在北回歸線以南。埃及斑蚊分佈於嘉義縣布袋鎮以南，而白線斑蚊分佈於全島之平地及1500公尺以下之山區。

登革熱病媒蚊孳生於各種積水容器，分為人工容器及天然容器兩種。人工容器即因人的行為所製造出的容器，而天然容器，則是天生的容器，如樹洞、竹筒、葉軸等。就孳生地而言，在沿海地區屋內貯存井水的水缸是埃及斑蚊喜歡發生的場所，但從來沒有在樹穴或竹筒發現。白線斑蚊幼蟲主要發生場所是水甕、水桶、在遠離住屋的竹林中之竹筒、樹穴等地也會發現^{3,4}。

由蔡清讚1996年氣象因子比較結果得知埃及斑蚊密度隨著氣溫及雨量之升高而增加，在埃及斑蚊高峰階段，溫度在27.1-29.6°C間，低峰階段溫度在20.3-24.3°C間；埃及斑蚊高峰期之雨量在6月為255 mm，8、9月分別為737、395 mm，低峰階段僅8 mm，由此可知埃及斑蚊幼蟲高低峰，出現在雨季高低峰當月份。白線斑蚊之密度亦隨著雨量及溫度上升而增加，另在埃及斑蚊低峰的元月，白線斑蚊反而遽增，而出現另一高峰⁵。

由不同地區斑蚊棲群季節消長和氣象因子分析比較結果得知，在南部登革熱流行地區採集幼蟲得知埃及斑蚊棲群消長和雨量有極顯著相關($r^2=0.5$)，和溫度成顯著相關($r^2=0.34$)，但和相對濕度，風速及日照時數無相關。白線斑蚊則和雨量及相對濕度呈顯著相關，但和溫度風速及日照時數。另以捕蚊網捕捉埃及斑蚊成蚊之密度和氣象因子進

行分析結果得知和溫度呈極顯著相關，和雨量、相對濕度及風速呈顯著相關，和日照時數無關。北部地區調查白線斑蚊結果得知和溫度、雨量、相對濕度呈顯著相關，和風速及日照時數無關。由病例和斑蚊密度分析結果得知，登革熱流行和埃及斑蚊棲群消長呈極顯著相關($r^2=0.6$) 和白線斑蚊呈顯著相關($r^2=0.45$)。

地理資訊系統(GIS)是最近歐美用來防制病媒，進行管制策略最常用的工具。目前登革熱之相關研究，在國內已有許多的資料，但並未將這些資料登錄於鄉鎮村里之地理資訊系統內，故無法與當地氣象資料，水文資料，環境資料，人文資料，病患資料作比對，故無法作為全面性的管制與評估，在防治病媒蚊的時效性，策略性上常無法掌握有效先機⁶⁻⁹。在本分析中以高雄市為例，因在地理上屬於埃及斑蚊及白線斑蚊兩種病媒蚊同時存在之處，且其在人口分布的比例上較為穩定。為探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性，本文以高雄市1997年至2002年的氣象資料及病媒蚊監測資料，利用地理資訊系統在數據管理、空間圖層分析技術，加以運用為病媒監測，提供登革熱防治決策的科學依據。在氣象因子方面：本研究針對溫度、溼度，還有累積雨量進行分析。

二、材料與方法

1. 資料收集

(1) 病媒蚊指數

蒐集1997年至2002年全台病媒蚊指數，目前蒐集10,000多筆(由疾病管制局提供)，針對流行登革熱區域收集其年度資料、月份資料以及日資料，並將其登錄於鄉鎮、村里之地理位置內，即可看出登革熱病媒蚊指數，在高雄市行政區域內隨時間、季節之變動性之情形。病媒蚊布氏指數、容器指數、幼蟲指數隨著年月之資料蒐集。但本研究僅對布氏指數作分析。

(2) 氣象因子

收集1997至2002年高雄區域多個雨量站之雨量日資料(共有10,000多筆)及氣象資料月資料(5,000多筆)，亦以年度、月份為收集單位，以了解各氣象因子包括溫度、溼度、雨量對病媒蚊指數之影響。本研究亦針對高雄市流行登革熱區域，收集其雨量日資料，以瞭解雨量對病媒蚊指數之影響。

2. 分析方法

(1) 以ArcView 8.0用以探究登革熱流行與病媒蚊的空間分布特性。

(2) 布氏指數與累積雨量之相關性分析

因布氏指數的測量是屬隨機的，故在進行統計分析時將高雄市依雨量測站之位置分為南、北兩部分。所以首先以相關係數分析來探討調查當日之布氏指數與當日降雨量以及前數日的每日雨量之相關性。

(3) 灰關聯分析

灰關聯分析在鄧聚龍教授所提的灰色理論中，是一種分析離散序列資料間關係程度的測度方法，人們在問題時，往往會針對影響問題的因素做一番比較與探討，以確定影響問題因素的重要性，或藉由分析各個因素彼此的相互關聯來增加對問題的瞭解，如迴歸分析或是一些數理統計的方法即是以分析資料的關聯為目的，但這些方法往往需要大量資料，且因受限於資料樣本取得不易及統計分析困難的情況下，數理統計的資料分析方法漸漸不符所需，而灰關聯分析恰好可由少量資料的分析來瞭解因數間的相互關聯以解決數理統計等分析方法的不足，且可在資訊不完全的情況下，對所要分析主題的因素作數據處理，找出因素序列間的關聯性¹⁰。

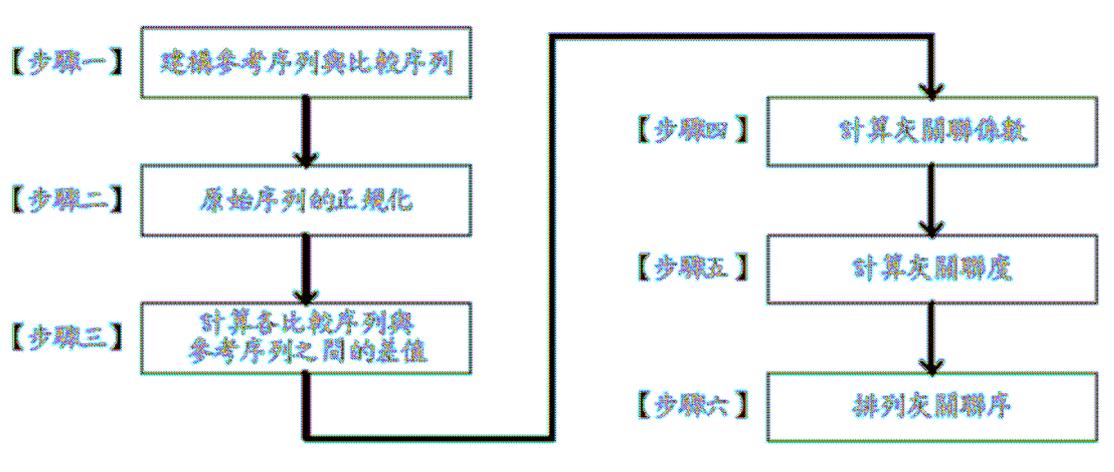


圖1 灰關聯分析流程

(4) K均值法(K-Mean Method)

K均值法為非層次集群法(non-hierarchical method)之一種，為將資料分為數群，其進行方式為首先令個案集成K個群別，根據各群之種子點反覆求解個案所屬群別，各群之種子點相當於各群之中心點，群集原則為將個案分派至距離最短的群別，各案至各群之距離相當於至各種子點之距離。

3. 資料處理步驟：

於檔案之處理方式首先以統計軟體SPSS 將資料檔讀出，接著以SAS處理資料。處理方法如下：

- 1、病媒蚊指數、氣象日資料依日期、月分及年份地理位置作配對、並編號作為共通碼別。
- 2、分鄉鎮別、年代、月份將發生病媒蚊指數及氣象資料檔合併。
- 3、將鄉鎮區依降雨程度、氣溫情形分別加以分類。
- 4、分年將降雨量病媒蚊、布氏指數進行時間序列分析，個別計算其自身相關並合併計算兩者之交叉相關。
- 5、以鄉鎮區為單位，並結合地理資訊系統(ArcView 軟體)繪製，表現各種病媒蚊指數

地理上的分佈情形。

- 6、分年探討6年來各病媒蚊指數之年代趨勢。
- 7、結合年代、氣象等因子，建立病媒蚊指數與氣象條件之相關預測模式。以病媒蚊指數觀察值與模式預測值，探討此預測模式的準確性。
- 8、本計畫先將高雄兩雨量監測站為中心，劃分兩個區域，進行氣象條件與病媒蚊指數之關聯分析。以平均病媒蚊指數 (meanbi) 為參考序列，月份(month)，溼度 (dry)、雨量 (rain) 及溫度 (temp) 比較序列，再進行一連串的正規劃及分析。

三、結果

由圖2顯示1997—2002年高雄市各村里布氏指數分布圖中，登革熱流行與病媒蚊的空間分布，或許證明高雄市在2002年時所爆發的登革熱，並非是毫無預警的，適當的監測病媒蚊指數仍有在疫情監測上的價值。表1將高雄市分為北、南高雄市以布氏指數調查前不同日期的降雨量與布氏指數關聯分析中都顯示當日布氏指數與回溯數天的雨量的相關性隨著回溯天數的增加相關性亦隨之增加，但當回溯至7日時達到最高之後就先降後升，直到回溯14日又達到最高。

以平均病媒蚊指數為參考序列，月份，溼度、雨量及溫度比較序列，再進行一連串的正規劃及分析，所得結果為濕度與氣溫最高、雨量較低。但這三個因素的值都十分接近。如果將月份除去，重新計算影響病媒蚊指數因素為溼度、雨量及溫度的灰關聯度分別為0.99、0.97及0.99這三個因素的值都十分接近，表示影響病媒蚊指數並不會被任一特定因素影響，而是溼度、雨量及溫度，這三個因素同時影響。因此，必須另行計算，以下用K均值法 進行分群討論。

將高雄市分為南、北兩部分以月份，濕度，溫度，雨量作為K均值法分群之依據，北高雄經分析得到5個主要群集，雖因組數較少，資料過於分散，會影響結論之解釋能力。但在結果仍可看出十二月份病媒蚊指數最低；而指數較高者基本上集中於六、七月份，其中又以七月份最高。其中一個主要群集顯示濕度、溫度均高，且雨量大。相形之下另外一個主要群集顯示濕度最高、雨量最大，但病媒蚊指數仍處於低檔狀態。審視原始資料，可能的解釋是高溫大雨之後數日，病媒蚊指數將達到高點。

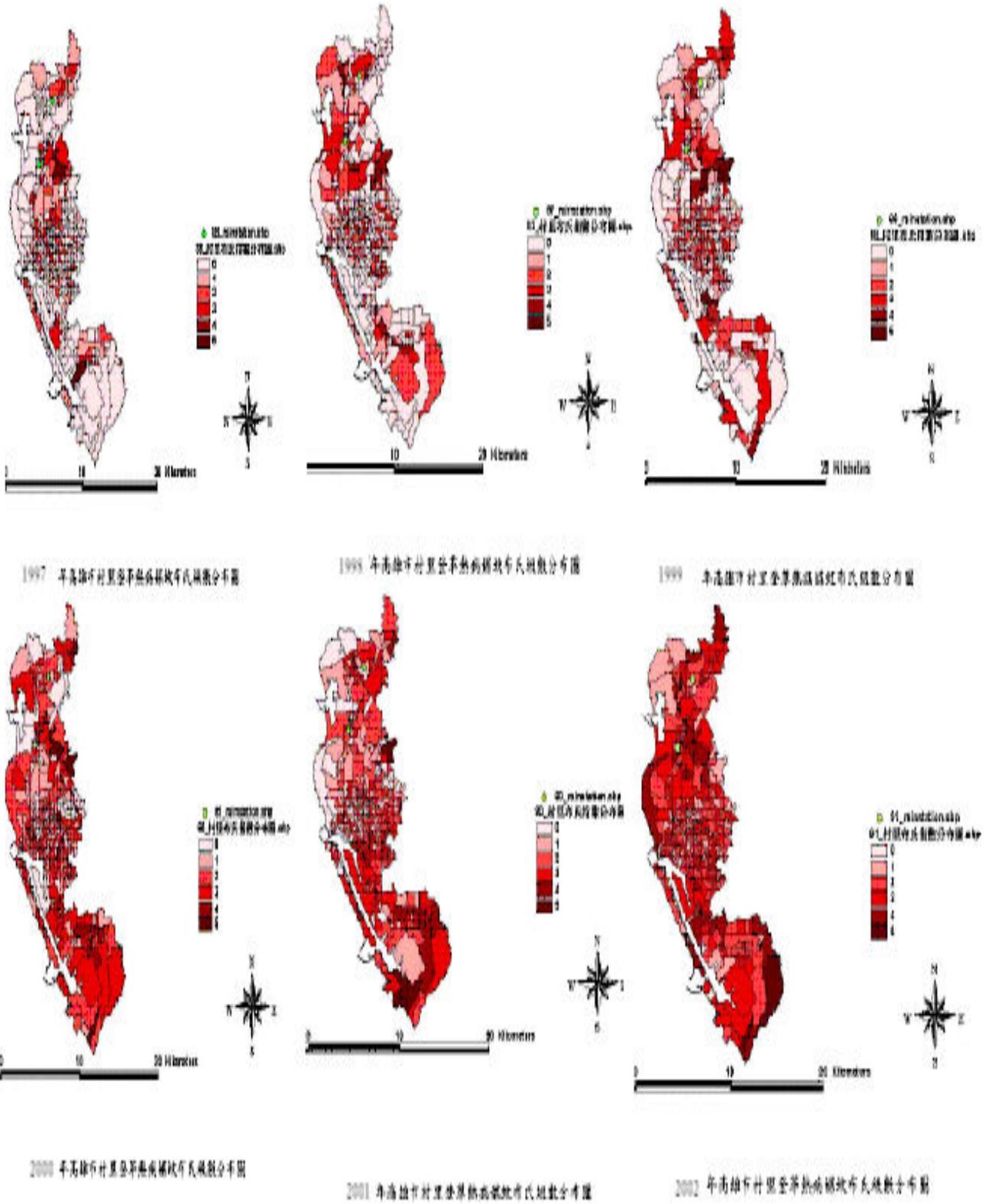


圖2 1997—2002年高雄市各村里布氏指數分布圖

表1 布氏指數調查前不同日期的降雨量與布氏指數關聯分析表

雨量	降雨量與布氏指數（北高雄）				降雨量與布氏指數（南高雄）			
	corr	P value	顯著性	n	corr	P value	顯著性	n
當天	0.03151	0.2709		2557	0.04743	0.1058		2557
前1天	0.05336	0.0621		2556	0.08997	0.0021	*	2556
前2天	0.09532	0.0008		2555	0.07153	0.0146		2555
前3天	0.14519	<.0001	***	2554	0.12574	<.0001	***	2554
前4天	0.15465	<.0001	***	2553	0.11714	<.0001	***	2553
前5天	0.12838	<.0001	***	2552	0.13932	<.0001	***	2552
前6天	0.10812	0.0002	***	2551	0.13003	<.0001	***	2551
前7天	0.11783	<.0001	***	2550	0.13515	<.0001	***	2550
前8天	0.06517	0.0226		2549	0.12362	<.0001	***	2549
前9天	0.07195	0.0118		2548	0.10263	0.0005	***	2548
前10天	0.08344	0.0035	*	2547	0.09869	0.0008	***	2547
前11天	0.19628	<.0001	***	2546	0.0989	0.0007	***	2546
前12天	0.14696	<.0001	***	2545	0.08025	0.0062	**	2545
前13天	0.11235	<.0001	***	2544	0.0828	0.0048	**	2544
前14天	0.11318	<.0001	***	2543	0.12071	<.0001	***	2543

南高雄資料進行分群之後得到20個主要群集，其中雨量最大及雨量較高的兩個群集與其它各群集有明顯區隔。至於病媒蚊指數最高的群集則與其它各群集之間並無明顯區隔，換句話說，就天候而言，無大異於平常，容易被人忽略，則是真正的危險。

表2 病媒蚊指數與降雨及雨量之關聯分析

日期	病媒蚊指數	數日前(n日)曾下雨(雨量)
88 8 17	22.66	5日前(138)
88 8 27	30.00	6日前(21.5)
89 6 2	24.00	7日前(12)
89 6 14	26.00	2日前(33)
89 6 16	45.00	4日前(33)
89 7 4	30.00	1日前(11)
90 6 5	27.00	14日前(52.5)
90 6 29	30.00	7日前(3.5)
90 7 30	21.5686	6日前(19.5)
90 8 8	40.00	6日前(17)
91 6 6	21.00	7日前(16)
91 6 29	21.57	19日前(33)
91 8 6	21.5	2日前(52.5)

由以上夏季(6,7,8月)資料顯示，病媒蚊指數較高日期前數日，均曾下雨，平均為6.75日，亦即下雨之後六、七日內持續高溫且高濕，然後病媒蚊指數有可能陡然升高，必須嚴加注意。由表7.5可發現冬季亦可能發生病媒蚊指數升高的現象。在暖冬之日，下雨之後七日，病媒蚊指數也有可能陡然升高，必須嚴加注意。而表7.6可看出春秋兩季病媒蚊指數與降雨及雨量之關聯分析之情形。秋天的情形與夏季相仿；但春天則下雨過後較長的時日(約20天)，病媒蚊指數有可能陡然升高。但因資料筆數較少，只能做參考無法以此為依據。

四、討論

因布氏指數的測量是屬隨機的，故在進行統計分析時將高雄市依雨量測站之位置分為南、北兩部分。由南、北降雨量與布氏指數之相關係數中得知當日的布氏指數與前4~7天降雨量較其他日高，而另一高峰則出現在前14天附近此結果可以病媒蚊的生長週期來解釋，當降雨量增加時，會先出現一波病媒蚊的高峰，若環境沒有改善或繼續降雨，前波病媒蚊可能會產卵又再次出現一波高峰，此種累積效應對危險的提升應加以重視與強調。

在灰色關連分析中顯示病媒蚊指數(meanbi)比較序列的影響係數中，濕度與氣溫最高、雨量較低。但這三個因素的值都十分接近。這三個因素的值都十分接近，表示影響病媒蚊指數並不會被任一特定因素影響，而是溼度、雨量及溫度，這三個因素同時影響。

K均值法進行分群分析中發現由以上夏季(6, 7, 8 月)資料顯示, 病媒蚊指數較高日期前數日, 均曾下雨, 平均為6.75 日, 亦即下雨之後六、七日內持續高溫且高濕, 然後病媒蚊指數有可能陡然升高, 必須嚴加注意。在暖冬之日, 下雨之後七日, 病媒蚊指數也有可能陡然升高, 必須嚴加注意。秋天的情形與夏季相仿; 但春天則下雨過後較長的時日(約20 天), 病媒蚊指數有可能陡然升高。但因春秋資料筆數較少, 只能做參考無法以此為依據。

依據疾病管制局對斑蚊生活史之認定: 斑蚊生活史包括卵、幼蟲(孑孓)、蛹、成蚊四階段, 而其發育所需的時間常因溫度、食物的狀況而有不同。一般而言, 平均卵期1~3 天, 幼蟲期4~7 天, 蛹期1~4 天, 所以斑蚊從卵、幼蟲至蛹約需6~14 天, 雌蚊約可存活15~30 天, 雄蚊約7~14 天。在夏天從卵、幼蟲至蛹速率應較快, 設為約需6~7 天, 則與K均值法統計結果下雨後6.7595日相合, 且與時間效應分析, 雨後4~7 天相符合。在本研究中已成功建立病媒蚊資料之分析模型。鑑於台灣登革熱之危害, 建議未來以此一模型為基礎, 建立成一個資訊系統, 作為監測及預警之用。

五、致謝

感謝南投縣環境保護局在經費上的提供及疾病管制局在布氏指數的提供所給於的幫助。

六、參考文獻

1. 行政院衛生署. 加強登革熱防治計畫—「根除病媒蚊孳生源, 阻斷本土登革熱四年計畫」。2003。
2. 連日清. 台灣產斑蚊川是蚊亞屬生態. 行政院環境保護署第一屆病媒防治技術研討會論文集。1988:63-74。
3. 連日清. 本省產蚊蟲生態及其防治. 中央研究院昆蟲生態與防治研討會講稿集。1978:37-69。
4. 蔡清讚. 以地理資訊系統(GIS)對登革熱病媒蚊密度與登革熱流行因子間相關性研究. 行政院衛生署DOH86.TD.041.
5. Hawley WA., "The biology of *Aedes albopictus*" Journal of the American Mosquito Control Association 1988 Suppl. I. No. 4, pp. 1-40.
6. Nelson MT...*Aedes aegypti*: biology and ecology. PAHO/WHO, AMRO, Wash.D.C. 1986:50.
7. Line JC, Hsieh PY, Line. HM..On *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Taiwan NAMRU.2 Symposium. 1966.
8. 葛應欽. 登革熱流行病學—登革熱在台灣地區的流行. Kaohsiung Journal of Medical Sciences. 1989;5:1.

9. 周玲,吳盈昌,樂怡雲,黃耀雄,王啟輝,曾武陸,張國井,洪其壁. 台灣地區登革熱流行之現況分析. 中華民國第九屆病媒蚊防治技術研討會論文集. 1997;2:5-7.
10. 鄧聚龍. 灰色系統基本法. 華中理工大學出版社; 1988.



登革熱病媒蚊指數與病例數相關性研究

蔡清讚^{1,*}黃維政²

¹ 中國醫藥大學環境醫學研究所教授

² 中國醫藥大學環境醫學研究所碩士班研究生

摘要

登革熱為藉病媒蚊傳播之傳染病，隨著全球氣候暖化成為熱帶、亞熱帶重要的疾病。本研究搜集 1999—2003 年屏東縣、高雄縣、高雄市病媒蚊調查(布氏指數)及病例資料，依縣市別、鄉鎮市區別、村里別、孳生源調查在發病日前十四天之資料加以配對分析。結果整體發病日至往前推算布氏指數不為零之時間約相距 7.42 日，又布氏指數不為零至往前推算到最高布氏指數相距 4 日，因此，當布氏指數到一定高度時，則約 11 日後將會爆發疫情。準此，若布氏指數過高可以在此期間內採取防治措施，避免病媒大量孳生，擴大疫情；此外，三人以上聚集事件之布氏級數均在三級或以上，應提升警戒值至布氏級數二級，俾利減少個案發生，有效防治登革熱。

關鍵字：登革熱、病媒蚊指數、布氏指數

*通訊作者：蔡清讚 中國醫藥大學環境醫學研究所教授

一、前言

登革熱(Dengue Fever)俗稱「天狗熱」，是一種遭登革病毒感染之病媒蚊叮咬所引起的急性發熱性傳染病，登革熱病毒屬於黃病毒科(Flaviviridae)的黃病毒屬(Flavivirus)，依血清抗原性可分為 1、2、3、4 型，均具感染致病力。登革熱最顯著的臨床症狀是急性發燒、後眼窩疼痛、出疹、胃腸道症狀、肌肉痛和骨關節疼痛等臨床表徵。有時骨痛相當厲害，因此又稱「斷骨熱」。登革熱的致死率很低平均約 0.5%，而登革出血熱或休克症候群通常為 5%，如未及時治療可能高達 30—40%¹。

登革熱主要分布於南北緯 25 度之間的熱帶及亞熱帶國家和地區，約 100 多個國家、25 億人健康遭受威脅，每年罹患登革熱 6000 萬人、登革出血熱(DHF/DSS)50 萬人，將近 30000 人不幸因而死亡，且大部分為兒童，在開發中國家為兒童罹病住院原因僅次於腹瀉，死亡排名第一位。除此之外，每年因登革熱造成的直接經濟損失平均每人美金 50 元²，因出血熱治療直接損失兒童約 120 美元，成人約 160 美元；若因此住院治療，兒童及成人醫療費用分別為 157 及 198 美元；若因此死亡兒童及成人之喪葬費用分別為 395 及 648 美元，兒童及成人一生的潛在經濟損失分別為 120395 及 120648 美元；對社會及經濟的衝擊損失每年每百萬人平均失能調整壽命年損失 658 (The Disability Adjusted Life Year, DALY)³，就已發展國家而言也許微不足道，但是對於一個國民生產總值大約幾百美元的國家是個巨大費用。例如，在 1987 年越南報告超過 35 萬人感染 DHF。簡單計算需要美金 1700 萬作為治療的直接醫療費用，這相當於這個國家幾乎 10% 生產總值。這將使國民所得在數百美元的開發中國家之經濟發展停滯不前。因此登革熱防治為熱帶、亞熱帶地區重要的公共衛生問題。

從 50 年代泛美衛生組織進行黃熱病防治，登革熱及斑蚊孳生版圖遂侷限在有限區域，但也隨 70 年代中止黃熱病防治導致孳生版圖開始擴展開來，雖然原因多元複雜，但可以歸類為四個原因：一、人口大量增加，都市沒有全盤規劃，居住品質不佳，缺乏完善廢棄物清理機制，無法提供清潔飲用水，直接或間接提供病媒蚊孳生源，增加病媒蚊密度及與人類接觸的機會；二、限於經費及人力，無法提供完善的疾病監視及醫療保健服務；三、航空旅遊業發達，提供病媒、患者及病毒傳輸；四、目前的防治策略仍有缺失⁴。

根據文獻記載，台灣地區在 1915、1931、1942 年曾發生三次全島性登革熱流行，隨後絕跡近四十年之久，這是公共衛生界努力的成果。但自民國七十年爆發屏東縣琉球鄉登革熱第二型疫情之後，台灣南部地區除了在民國 1990 年及 1993 年沒有流行外或多或少都有疫情發生(表一)。

表一 1987-2003 年台灣地區登革熱流行縣市及病例數

西元	報告病例數	確定病例	境外移入	流行地區(病毒株型別)
1987	1123	527	-	高雄市(I、II、III)、屏東縣(I)
1988	10420	4389	-	高雄縣、屏東縣(I、III、IV)
1989	594	16	19	高雄縣、屏東縣(I、II、IV)
1990	136	0	10	
1991	804	149	26	高雄市(I、III)、高雄縣(III)
1992	239	4	19	高雄市(I、III)
1993	165	0	13	
1994	1034	222	22	高雄市(I、III)
1995	1808	329	40	台北市、台南市(I); 台中市、屏東縣(II); 高雄市(II、III、IV)
1996	1081	20	35	台北市(I)、高雄市(III)
1997	754	19	57	台南市(II)、高雄市(I)
1998	1430	238	110	高雄市(I、II)、高雄縣(II)、台北縣(II)、 台南市(III)
1999	1106	40	20	高雄縣市(I、III)
2000	857	113	27	高雄縣市、台南市(I、III)
2001	1155	225	55	高雄市前鎮區(II)
2002	15744	5336	53	高雄縣、高雄市(II)
2003	1555	139	48	台南市

在台灣，登革熱病毒傳播的病媒蚊為埃及斑蚊(*Aedes aegypt*)或白線斑蚊(*Aedes albopictus*)，埃及斑蚊在台灣最早的記錄見於1901年，主要在沿海地區發現，目前分布於嘉義縣布袋鎮以南的嘉義縣、台南縣、台南市、高雄縣、高雄市、屏東縣及台東縣，其中高雄市及台南市轄內各區都有埃及斑蚊分布，其他縣市則為局部分布，例如，高雄縣27鄉鎮市中有25個鄉鎮市有埃及斑蚊分布；屏東縣33鄉鎮市中有21個鄉鎮市有埃及斑蚊分布，台南縣31鄉鎮市中有13個鄉鎮市有埃及斑蚊分布，嘉義

縣則僅在布袋鎮、台東縣僅在成功鎮、台東市及大武鄉有發現。而白線斑蚊則為東南亞原產病媒蚊，分布於全島之平地及 1500 公尺以下之山區。埃及斑蚊主要孳生於人工容器，包括花瓶、花盆底盤、冰箱底盤、水桶、陶甕、水泥槽、廢輪胎、地下室及其他各種可積水容器。白線斑蚊除上述人工容器外尚包括天然容器如樹洞、竹筒、葉軸及椰子殼。

斑蚊在白天吸血，以早上 9-10 時及下午 4-5 時為高峰。雄蚊吸食植物汁液維持生命，雌蚊則吸血以獲得卵發育所需之蛋白質。病媒蚊的生活史分為卵、幼蟲、蛹、成蟲等四期。受溫度及水中食物的影響，溫度越低，其發育所需的時間越長；水中食物越多，發育時間越短，而可孳生的斑蚊隻數亦越多⁵。埃及斑蚊是一種家棲型的蚊蟲，雌蚊喜好在屋內停息、吸血，因此與人類的的生活非常密切。埃及斑蚊有間斷吸血習性，其間隔時間因地區有所不同，對登革熱病毒經口感染的感受性很低，必須叮咬高病毒血的人才會受到感染。總之，埃及斑蚊因棲息、吸血習性及傳播能力，被列為登革熱主要病媒，而白線斑蚊列為次要病媒。有研究顯示，環境因素決定物種的興衰，都市地區埃及斑蚊則較白線斑蚊為優勢⁶。

影響登革熱流行的因素有：一、病媒蚊的密度。與罹病率呈正相關⁷，氣溫與降雨量及孳生地數量又直接影響斑蚊生長繁殖及病毒在蚊體內的複製；二、人口密度及遷徙。人口密度越高，易感者也愈多，既增加了傳播病毒的機會，又增加帶病毒者，因此罹病率也越高；三、媒介昆蟲的輸入。隨著國際商務旅遊頻繁，運輸交通的發達，美國等國家陸續報導發現新病媒藉此入境，新病媒的傳入可使該地區生態發生改變，進而引發新興或再浮現傳染病的發生。

直到目前為止，感染登革熱或登革出血熱沒有特殊療法，四價疫苗仍在發展中，因此社區病媒蚊孳生源清除以減少其族群為唯一控制及防治登革熱的有效方法。病媒蚊孳生達到傳播登革熱的危險程度受到許多因素的影響，包括病媒蚊壽命和民眾免疫的程度。監視病媒蚊可以了解病媒蚊族群分布、密度、孳生源、判斷與登革熱傳播有關的時空危險因素、決定使用何種殺蟲劑及決定區域防治優先順序的重要指標。發展適當可行且更敏感的病媒監視方法實屬迫切需要，每個國家更應發展或選擇適合且可行的監視方法。

要有效防治登革熱有賴整合流行病學、臨床醫學及實驗診斷學建立有效的報告制度，流行病學監測對象必須涵蓋病例及病媒，以期能早期確認即將爆發的疫情。目前我國登革熱監視系統依照資料取得方式可分為主動監視及被動監視，主動監視有港埠檢疫發燒監測、個案及接觸者追蹤、病媒蚊調查、隨機血清學調查；被動監視有定點醫師監視通報、學校傳染病監視通報、新感染症症候群監視通報、症狀聲明表、民眾自覺通報等方式收集相關資料加以研判。主動監視所收集到的資料雖然不足以提供早期警示的訊號，但可以驗證疾病是否已在流行；被動監視所收集到的資料雖然不足以

判斷是否流行，但可以了解流行的趨勢。

因為全球暖化，病媒蚊孳生範圍可能因此突破經緯度及高度等地理上的限制而擴展生存版圖，登革熱流行區域也隨之擴大。在新的千禧年開始，新興疾病及再浮現疾病將明顯的增多，全球越需要熟練的技術及設備來監視疾病發展。

早期應用衛星技術來監視氣候、農漁業收成，以避免自然災害，進而利用此技術來監測人口、動植物、昆蟲移動和氣象、植被、海洋顏色等環境因素來預測疾病的傳播⁸。監視疾病流行使用衛星資料有其限制，除了資料不易取得、費用昂貴外，在眾多流行病學家中具有分析此項資料之才能者仍不多見。其他如使用遙測技術⁹或以住屋型態（如老舊程度、樹蔭多寡、髒亂程度）等來判斷病媒蚊多寡或以冬天氣溫來預測未來是否為登革熱流行區域¹⁰，但仍以目前逐戶調查得到的布氏指數來預測發生登革熱之可能性較為簡易。因此，仍以資料可靠、易取得且費用低廉的氣象資料為主要分析來源。

依據「加強登革熱防治計畫—根除病媒蚊孳生源，阻斷本土登革熱四年計畫」，地方實施登革熱病媒蚊密度監測調查時，若病媒蚊密度超過三級(含)以上的村里要求插警戒旗，並動員村里清除病媒蚊孳生源，後由衛生局進行複查；病媒蚊密度在一、二級者，由相關單位動員清除孳生源，衛生局於一週內複查，若布氏指數為零級者則以誘蚊產卵器監測。在現有警戒值及動員處理的情況下仍有疫情聚集的情況發生，「病媒蚊密度超過三級(含)以上」的警戒值則有待檢討。

二、材料與方法

(一)、資料收集

1、病媒蚊指數

蒐集 1999 年至 2003 年全台病媒蚊指數，目前蒐集 146,664 筆(由疾病管制局提供)，選取高雄市、高雄縣、屏東縣資料共計 71587 筆資料。針對流行登革熱區域收集其年度資料、月份資料以及日資料，並將其登錄於鄉鎮、村里之地理位置內，即可看出登革熱病媒蚊指數，在高雄市行政區域內隨時間、季節之變動性之情形。病媒蚊布氏指數、容器指數、幼蟲指數隨著年月之資料蒐集。但本研究僅對布氏指數作分析。

2、確定個案資料

蒐集 1999 年至 2003 年通報個案資料，目前蒐集 27,649 筆(由疾病管制局提供)，因為居住在高高屏地區病例較多因此選取高高屏地區病例共有 16187 筆，刪除重複資料、未經確認罹病、境外移入資料後共選取 5518 筆加以分析。各筆資料內含電腦編號、報告日期、報告週別、通報醫療院所名稱、居住縣市、居住鄉鎮、居住村里、生日、性別、發病年齡、死亡原因、死亡日期、發病日期、發病月份、發病週別、通報

疾病、個案研判、確定病名、血清學檢驗方法、血清學檢驗結果、病原體檢驗結果、病原體檢驗方法等欄位。

(二)、分析方法

- 1、以 Excel 進行資料登錄及除錯。
- 2、布氏指數與個案資料依據村里別進行病媒蚊調查日期與患者發病前間隔 14 日內之相關性分析。

(三)、資料處理步驟：

於檔案之處理方式首先以統計軟體 SAS 將資料檔讀出及處理資料。處理方法如下：

- 1、患者資料、病媒蚊指數依縣市別、鄉鎮別及村里別作配對。
- 2、病媒蚊調查日期在患者發病之後或在其之前超過 14 日者均予以刪除。
- 3、將同村里同日發病者資料詳加分析。
- 4、對各縣市病例通報情形詳加分析。

三、結果

(一)、收集五年共有 5518 個案，人口學相關資料敘述如后：

1、有關居住縣市別：

從[表二]依居住縣市區分，感染時住屏東縣者有 666 人(12.07%)，住高雄縣者有 1954 人(35.41%)，住高雄市者有 2898 人(52.52%)，三個縣市患者主要集中在 2002 年罹病。

2、有關感染者性別：

感染者中有 2569 人(46.56%)為男性，為女性者有 2949 人(53.46%)，男女約各佔一半；各縣市男女人數及比例分別是屏東縣有男性 302 人(佔 45.44%)罹病、女性 364 人(佔 54.56%)罹病，高雄縣有男性 935 人(佔 47.91%)罹病、女性 1019 人(佔 52.09%)罹病，高雄市有男性 1332 人(佔 46.38%)罹病、女性 1566 人(佔 53.62%)罹病。

3、有關感染者年齡別：

依年齡別區分，屏東縣最小感染者 3 歲，最高感染者 89 歲，平均 48.67 ± 17.61 歲；高雄市最小感染者未滿一歲，最高感染者 90 歲，平均 46.24 ± 17.91 歲；高雄縣最小感染者未滿一歲，最高感染者 94 歲，平均 46.45 ± 18.17 歲；依年齡層區分，年齡層小於等於十歲的人數有 141 人(2.56%)、大於十歲至小於等於二十歲的人數有 431 人(7.81%)、大於二十歲至小於等於三十歲的人數有 620 人(11.24%)、大於三十歲至小於等於四十歲的人數有 711 人(12.89%)、大於四十歲至小於等於五十歲的人數有 1054 人(19.10%)、大於五十歲至小於等於六十歲的人數有 1176 人(21.31%)、大於六十歲至小於等於七十歲的人數有 1010 人(18.30%)、大於七十歲的人數有 379 人

(6.87%)，隨年齡層增大感染的比例也增多，以六十歲這層達最高峰，此後隨年齡增多而下降。

4、感染者感染的年代別：

依感染的年代區分，在 1999 年受到感染發病者有 43 人(0.78%)，在 2000 年感染者有 8 人(0.14%)，在 2001 年感染者有 229 人(4.15%)，在 2002 年感染者有 5143 人(93.20%)，在 2003 年感染者有人 95 人(1.72%)，患者主要集中在 2002 年發生。

表二 1999 年至 2003 年高高屏地區登革熱病例基本資料

縣市別 項目	屏東縣 人數(%)	高雄市 人數(%)	高雄縣 人數(%)	小計 人數(%)
感染個案性別	666(12.07)	2898(52.52)	1954(35.41)	5518(100.00)
男	302(45.44)	1332(46.38)	935(47.91)	2569(46.56)
女	364(54.56)	1566(53.62)	1019(52.09)	2949(53.44)
感染個案年齡分層				
≤10	14(2.10)	74(2.55)	53(2.71)	141(2.56)
11-20	44(6.61)	232(8.01)	155(7.93)	431(7.81)
21-30	60(9.01)	331(11.42)	229(11.72)	620(11.24)
31-40	81(12.16)	374(12.91)	256(13.10)	711(12.89)
41-50	128(19.22)	567(19.57)	359(18.37)	1054(19.10)
51-60	149(22.37)	611(21.08)	416(21.29)	1176(21.31)
61-70	142(21.32)	511(17.63)	357(18.27)	1010(18.30)
>70	48(7.21)	198(6.83)	133(6.81)	379(6.87)
感染年代				
1999	20(3.00)	11(0.38)	12(0.61)	43(0.78)
2000	4(0.60)	0(0.00)	4(0.20)	8(0.14)
2001	86(12.91)	133(4.59)	10(0.51)	229(4.15)
2002	556(83.48)	2673(92.24)	1914(97.95)	5143(93.20)
2003	0(0.00)	81(2.80)	14(0.72)	95(1.72)

(二)、表三為個案資料經與布氏指數配對後，共有 297 筆個案資料，相關資料敘述如下：

1、有關居住縣市別：

依居住縣市區分，感染時住屏東縣者有 17 人(5.72%)，住高雄縣者有 87 人(29.29%)，住高雄市者有 193 人(64.98%)，三個縣市患者主要集中在 2002 年罹病。

2、有關感染者性別：

感染者中有 148 人(49.83%)為男性，為女性者有 149 人(50.17%)，男女約各佔一半；各縣市男女人數及比例分別是屏東縣有男性 9 人(佔 52.94%)罹病、女性 8 人(佔 47.06%)罹病，高雄縣有男性 88 人(佔 45.60%)罹病、女性 105 人(佔 54.40%)罹病，高雄市有男性 51 人(佔 58.62%)罹病、女性 36 人(佔 41.38%)罹病。

3、有關感染者年齡別：

依年齡別區分，屏東縣最小感染者 19 歲，最高感染者 74 歲，平均 49.05 ± 18.84 歲；高雄市最小感染者未滿一歲，最高感染者 84 歲，平均 45.41 ± 17.97 歲；高雄縣最小感染者 8 歲，最高感染者 81 歲，平均 47.91 ± 16.64 歲；依年齡層區分，年齡層小於十歲的人數有 9 人(3.03%)、大於十歲至小於等於二十歲的人數有 22 人(7.41%)、大於二十歲至小於等於三十歲的人數有 36 人(12.12%)、大於三十歲至小於等於四十歲的人數有 43 人(14.48%)、大於四十歲至小於等於五十歲的人數有 60 人(20.20%)、大於五十歲至小於等於六十歲的人數有 57 人(19.19%)、大於六十歲至小於等於七十歲的人數有 48 人(16.16%)、大於七十歲的人數有 22 人(7.41%)。

4、感染者感染的年代別：

依感染的年代區分，在 1999 年受到感染發病者有 1 人(0.34%)，在 2000 年感染者有 0 人(0%)，在 2001 年感染者有 3 人(1.01%)，在 2002 年感染者有 287 人(96.63%)，在 2003 年感染者有 6 人(2.02%)。



表三 1999 年至 2003 年高高屏地區登革熱病例與布氏指數符合配對要求之基本資料

縣市別	屏東縣	高雄市	高雄縣	小計
項目	人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)
感染個案性別	17(5.72)	193(64.98)	87(29.29)	297(100.00)
男	9(52.94)	88(45.60)	51(58.62)	148(49.83)
女	8(47.06)	105(54.40)	36(41.38)	149(50.17)
感染個案年齡分層				
≤10	0(0.00)	7(0.03)	2(0.01)	9(3.03)
11-20	0(0.00)	15(0.30)	7(0.35)	22(7.41)
21-30	2(0.66)	23(1.08)	11(1.36)	36(12.12)
31-40	3(2.24)	28(1.94)	12(1.76)	43(14.48)
41-50	2(0.66)	38(4.85)	20(8.14)	60(20.20)
51-60	1(0.08)	43(7.03)	13(2.24)	57(19.19)
61-70	7(28.42)	30(2.39)	11(1.36)	48(16.16)
>70	2(0.66)	9(0.06)	11(1.36)	22(7.41)
感染年				
1999	1(5.88)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.34)
2000	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
2001	1(5.88)	2(1.04)	0(0.00)	3(1.01)
2002	15(88.24)	187(96.89)	85(97.70)	287(96.63)
2003	0(0.00)	4(2.07)	2(2.30)	6(2.02)

四、討論

(一)、表四配對聚集資料中，散發性病例共有 203 組，其中布氏級數為一級的有 124 組(61.08%)，為二級的有 58 組(28.57%)，為三級的有 18 組(8.87%)，為四級的有 2 組(0.99%)，為八級的有 1 組(0.49%)；二人聚集的有 27 組，其中為一級的有 16 組(59.26%)，為二級的有 7 組(25.93%)，為三級的有 4 組(14.81%)；三人聚集的有 6 組，其中為一級的有 1 組(16.67%)，為二級的有 2 組(33.33%)，為三級的有 2 組(33.33%)，為五級的有 1 組(16.67%)；四人聚集的有 1 組，布氏級數為一級；五人聚集的有 1 組，布氏級數為三級；六人聚集的有 1 組，布氏級數為三級；七人聚集的有 1 組，布氏級數為七級。

表四 病例聚集人數與布氏級數表

聚集數	組數	一人數	一級組數(%)	二級組數(%)	三級組數(%)	四級組數(%)	五級組數(%)	六級組數(%)	七級組數(%)	八級組數(%)
一人	203	203	124(61.08)	58(28.57)	18(8.87)	2(0.99)				1(0.49)
二人	27	54	16(59.26)	7(25.93)	4(14.81)					
三人	6	18	1(16.67)	2(33.33)	2(33.33)		1(16.67)			
四人	1	4	1(100)							
五人	1	5			1(100)					
六人	1	6			1(100)					
七人	1	7							1(100)	

從表四可以得知，雖然聚集人數四人以上之組數僅有一組，或有所不足，但從中可知有聚集的都在三級或以上，依照目前登革熱防治警戒值為布氏級數三級才插旗發布警訊，但從表五散發病例中僅能防止 1.48% 的散發性病例產生；二人聚集者幾乎無法減少病例產生；三人聚集者則僅能遏止 16.67% 病例產生；四人聚集、五人聚集、六人聚集雖因組數較少，但仍可得知該警戒值無法產生有效的警戒作用，僅能減少 4.38% 患者產生(見表五)。世界衛生組織雖然以住宅指數 10% (換算布氏指數三級) 為警戒值，但也提醒並非絕對閾值，因為新加坡在住宅指數 2% (換算布氏級數為一級) 時即發生流行。我國人口密集、住商混合，民眾往來接觸頻繁，很容易擴散疾病，實有必要升高警戒值。升高登革熱警戒值必須考慮社會成本的增加、現有衛生人力設備及民眾配合度，但相較疫情發生時的病媒控制成本、患者治療費用、社會成本及民眾生命受威脅，實應將警戒值調昇為布氏級數二級並強化防治工作，可以防止 18.86% 患者罹病。

表五 不同警戒等級減少病例數(百分比)

聚集	組數	人數	一級	二級	三級
			人數(%)	人數(%)	人數(%)
一人	203	203	79(38.92)	21(10.34)	3(1.48)
二人	27	54	22(40.74)	8(14.81)	0(0)
三人	6	18	15(83.33)	9(50)	3(16.67)
四人	1	4	0(0)	0(0)	0(0)
五人	1	5	5(100)	5(100)	0(0)
六人	1	6	6(100)	6(100)	0(0)
七人	1	7	7(100)	7(100)	7(100)
合計		297	134(45.12)	56(18.86)	13(4.38)

(二)、從感染者年齡層資料可以得知，隨著年齡層的增加，感染比例也隨之增加，直到六十歲年齡層達到高峰後隨之降下，與其他研究以居家年紀較大的成人或小孩¹²之感染登革病毒人數較多有所不同¹¹，或可解釋感染比例隨民眾的活動能力及範圍而

升降，雖然此比例未將各年齡層人數納入計算，但從高高屏三縣市具有相同趨勢，意謂著民眾家庭病媒蚊防治的工作均有效進行，感染來源可能在戶外或公共場所居多，上述地點應加強防治工作。

(三)、從表六配對資料可以得知，散發性病例共有 203 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.54 日；二人聚集的有 27 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.52 日；三人聚集的有 6 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.56 日；四人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.0 日；五人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.0 日；六人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 6.0 日；七人聚集的有 1 組，發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.8 日，整體發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數為 7.42 日。意謂著當病媒蚊調查布氏指數不為零時，約一星期之後極有可能產生病例；相同的，也是進行孳生源清除等補救措施的好指標。

表六 聚集人數與發病日在病媒蚊調查之後間距天數

聚集人數	組數	發病日至往前推算布氏指數不為零之平均間距天數
一人	203	7.54
二人	27	7.52
三人	6	6.56
四人	1	6
五人	1	7
六人	1	6
七人	1	7.8
平均		7.42

五、結論與建議

衛星監測或資料取得不易或需專業分析人員，公衛界或未具備該類人才，病媒蚊孳生源調查可以提供防疫措施參考依據及成效評估。但因採隨機進行，或有村里及地段重複調查，務必要求地方衛生單位定期分段完成轄內孳生源調查，俾利具有代表性及可靠性。

布氏級數三級才插旗幟警告民眾，雖符合世界衛生組織住宅指數 10% 之警戒值，但在台灣人口密集、住商混合的社會或無法真實反映，建議提升警戒值至布氏二級，可以防止 18.86% 患者罹病。

從感染病例年齡層分布，病例隨年齡層增高而增加，直到六十歲這組年齡層達頂峰，再逐層降低，意謂感染隨在外活動性而增減，因此，登革熱防治工作應加強外在環境之清潔工作及維護。

六、參考文獻

1. 衛生署疾病管制局. 傳染病防治工作手冊. ; 2004.
2. Igarashi A. Impact of dengue virus infection and its control. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 1997;18:291–300.
3. Keating. J. An investigation into the cyclical incidence of dengue fever. *Social Science & Medicine.* 2001;53:1587–1597.
4. Lo Re V III, Gluckman SJ. Fever in the returned traveler. *Am Fam Physician.* 2003;68:1343–1350.
5. Arrivillaga J, Barrera R. Food as a limiting factor for aedes aegypti in water-storage containers. *J Vector Ecol.* 2004;29:11–20.
6. Passos RA, Marques GR, Voltolini JC, Condino ML. Dominance of aedes aegypti over aedes albopictus in the southeastern coast of brazil. *Rev Saude Publica.* 2003;37:729–734.
7. Focks DA, Brenner RJ, Hayes J, Daniels E. Transmission thresholds for dengue in terms of aedes aegypti pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *Am J Trop Med Hyg.* ;62:11–18.
8. Meynard JB, Orlandi E, Rogier C, Sbai Idrissi K, Deparis X, Peyreffite C, Lightburn E, Malosse D, Migliani R, Spiegel A, Boutin JP. Use of satellites for public health purposes in tropical areas. *Med Trop (Mars).* 2003;63:7–16.
9. 易彬檉. RS 在蚊媒傳染病監測中的應用及發展現狀. *Chin J Public Health.* 2003;19.

10. Yu SX, Li ZQ, Teng WP, Cai J. Impact on the potential epidemic of dengue fever under warming winter in hainan province. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2005;26:25-28.
11. 金傳春, ed. 出血性登革熱致病因子研究. ; 87; No. 行政院衛生署 DOH87-TD-1087.
12. Thai KT, Binh TQ, Giao PT, Phuong HL, Hung le Q, Van Nam N, Nga TT, Groen J, Nagelkerke N, de Vries PJ. Seroprevalence of dengue antibodies, annual incidence and risk factors among children in southern vietnam. *TM & IH*. 2005;10:379-386.

