

計畫編號：DOH95-DC-2002

行政院衛生署疾病管制局九十五年度科技研究發展計畫

運用地理資訊系統建立我國傳染病監視預警機制

(本年度主要研究產出論文：氣象資料與登革熱病媒蚊幼蟲密度級數之相關性研究)

研究報告

執行機構：疾病管制局

計畫主持人：邱展賢

研究人員：謝志偉

執行期間：95年1月1日至96年12月31日

* 本研究報告僅供參考，不代表衛生署疾病管制局意見*

氣象資料與登革熱病媒蚊幼蟲密度級數之相關性研究

摘要

本次研究在探討氣象資料與登革熱病媒蚊幼蟲密度級數的相關性，以期未來可利用涵蓋區域廣泛且取得較為迅捷便利的氣象資料預測各地病媒蚊密度級數。選取南台灣的台南市北區、台南縣永康市及高雄市前鎮區三個行政區，以該區內氣象觀測站之氣象資料與村、里登革熱病媒蚊密度級數資料，配對後進行複回歸模型分析。在單一氣象因子複回歸模型中，無論以單日或單週氣象資料分析，每個氣象因子與病媒蚊幼蟲密度級數均具統計上顯著相關，顯示氣壓、溫度、溼度及降雨量是建構病媒蚊密度級數預測模型重要的變項。另於多因子複回歸模型分析中，每日平均氣壓、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別對密度級數有最佳解釋力 ($R^2=0.2902$, $p\text{-value}<0.01$)。

關鍵字：氣象因子、登革熱、病媒蚊幼蟲密度級數

Keyword：Meteorologic factor、Dengue fever、Larvae density figure

前言

於西元一九〇三年由 Graham 首先發現登革熱可由蚊蟲傳播，Bancroft 於一九〇六年證實埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)為登革熱主要傳播媒介，另於南亞及西太平洋島嶼等地研究顯示東南亞原產病媒白線斑蚊(*Aedes albopictus*)同樣可傳播登革熱(1)。現今登革熱發生的地區包括東南亞、中南美洲及非洲地區，而這些地區的登革熱病媒蚊都是屬於斑蚊屬室蚊亞屬，除埃及斑蚊及白線斑蚊外，尚包括 *Aedes africanus*、*Aedes rotumae*、*Aedes scutellaris* 及 *Aedes leuteocephalus* 等數種斑蚊(2, 3)。台灣地區室蚊亞屬的斑蚊約有 10 種，但在人群居住地孳生與傳播登革熱的主要種類為埃及斑蚊及白線斑蚊(4)。

一項於民國七十七年起連續三年針對台灣本島斑蚊分布情形的調查研究指出白線斑蚊普遍分布在台灣本島 1500 公尺以下之地區，而埃及斑蚊主要分布在嘉義縣布袋鎮以南，屏東縣恆春鎮以北 1000 公尺以下地區；另藉由分析病媒蚊垂直分布得知台灣埃及斑蚊已由沿海地區向內陸及山區蔓延；如以台灣北、中、南及東部等四區大範圍比較，白線斑蚊以東部密度最高，其次為北部及中部，南部地區因與埃及斑蚊形成種間競爭，所以密度最低；就不同環境地理區而言，兩種斑蚊可生長在沿海地區、城鎮市區、平地鄉村區、大都會區及丘陵淺山區，其中以沿海地區為兩種斑蚊最佳的生長環境(4)。而民國八十年於高雄市所做研究則顯示埃及斑蚊比白線斑蚊更能適應內陸都市化環境，為都市地區的優勢種(5)。

目前已知斑蚊的分布除受斑蚊種類和其棲息處之地理環境與人口密度影響外，氣象因子亦為影響斑蚊分布及密度消長的重要因素(6)。斑蚊相關生態學研究顯示自雌蚊妊娠開始，氣象因子的變化就會影響登革熱病媒蚊的生理活動及族群大小，如相對溼度增高時會使雌蚊的吸血活動能力降低(7)；溫度、光度及累積日照數直接影響雌蚊的產卵行為，而累積雨量因影響產卵環境的土壤溼度、水深、水中 PH 值、有機物質、含鹽度、溶氧等，可間接影響卵的孵化率及幼蟲存活率(8)；在氣溫 15~36°C 範圍內，斑蚊的卵期及蛹期會隨溫度升高而縮短，另在 32°C 下幼蟲發育最快(9)。

斑蚊生活史 (Life cycle)

一、 埃及斑蚊：實驗室內飼育結果顯示，於 28°C 生長箱下飼養之生活史為：卵期約 2 天，幼蟲期約 6.5 天，蛹期約 2.1 天，由卵發育至成蚊平均約需 10.5 天，而成蟲之壽命約為 30 天(9, 10)。

二、 白線斑蚊：實驗室內飼育結果顯示，於 28°C 生長箱下飼養之生活史為卵期約 4.4 天，幼蟲期約 5.7 天，蛹期約 2 天，由卵發育至成蚊平均約需 12.1 天，成蚊壽命約為 25 天；於 32°C 生長箱下飼養則卵期約 3.7 天，幼蟲期約 5 天，蛹期約 1.7 天，由卵發育至成蚊約需 10.4 天，成蟲壽命約 20.6 天(9)。亦有研究發現 20°C 下，白線斑蚊雌蚊最長可活 77 天(11)。

本次研究採用由布氏指數換算之密度級數與氣象因子做相關分析。選取南台灣的台南市北區、台南縣永康市及高雄市前鎮區三個行政區，分析該行政區域內氣象資料與登革熱病媒蚊密度級數資料間的相關性，以期探討利用資料涵蓋區域廣泛且取得較為迅捷便利的氣象相關資料中，尋求可以作為登革熱病媒蚊幼蟲密度級數之預測指標的可行性。

研究材料

一、 氣象資料：交通部中央氣象局提供於民國九十一年與九十二年南台灣的台南縣、市與高雄市三縣市之人工觀測氣象站（表一）所收集的氣象資料，包含每日平均氣壓（hPa, hectopascal, 百帕）、每日平均相對溼度（relative humidity, %）、每日累積降雨量（mm）、每日平均溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）、每日最低溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）、每日最高溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）等。另以每日平均氣壓、平均相對溼度、累積降雨量及平均溫度等彙整計算為每週資料。

二、 登革熱病媒蚊幼蟲密度級數資料：

（一） 病媒蚊成蟲族群數量之多寡與登革熱之流行發生有密切關係，而幼蟲數量可作為成蟲族群大小之相對指標；由於評估地區之病媒蚊幼蟲族群實際大小較為困難，故常以代表幼蟲發生頻率（密度）指標（Larval indices），如：布氏指數（Breteau index）、住宅指數（House index）或容器指數（Container index）等替代；由於布氏指數為綜合住宅數及陽性容器數之結果，相對於後兩者為較佳的斑蚊幼蟲密度指數，故為國內外較常應用指標(12)。目前針對登革熱流行爆發的危險性評估常利用上述三項指數換算之密度級數（Density figure）表示，而換算標準採用世界衛生組織（WHO）為非洲地區之黃熱病所製定的埃及斑蚊密度等級表（表二）；該密度等級表原作為判定某地是否有引發黃熱病流行的危險性評估，但因為登革熱與黃熱病之病媒蚊同為埃及斑蚊，其傳播黃熱病及登革熱之危險性大致相同，故普遍將之應用於登革熱流行判定。目前一般認定密度級數在6及以上（ ≥ 6 ）之地區，將被認為對於疾病之傳播具有極高之

危險性；而密度級數在 1 及以下 (≤ 1) 之地區，則被認為將不會引發疾病的傳播，不過此標準會因地區差異而有不同(13)。

- (二) 幼蟲密度級數資料：自民國九十一年與九十二年南台灣的包含台南縣、市與高雄市三縣市衛生局調查建檔之村里登革熱病媒蚊密度級數資料中，挑選位於人工觀測地面氣象站所在行政區域(鄉、市、區)內的村里登革熱病媒蚊幼蟲密度級數資料。
- (三) 病媒蚊幼蟲調查方法：依據衛生署疾病管制局於民國九十一年編製的「登革熱防治工作手冊」進行調查，其中訂定之調查準則為調查人員於各縣市住宅地區內，隨機取樣，每月至少調查轄區內總村里數的 15%，並採 WHO 所訂定的調查標準與方法，於每一個村里每次調查至少 50 戶(一般介於 50~100 戶，若村里數少於 50 戶，則全村里調查)，檢視室內外周圍之積水容器，並視實際需要以吸蟲管及篩網全採或採部分之幼蟲(含蛹)放入具有保存液瓶中，樣本編號並記錄採集地點、容器大小及種類等資料後，攜回實驗室待幼蟲羽化後鑑定蚊蟲種類(14)。
- (四) 病媒蚊幼蟲密度級數計算方法：採用布氏指數資料，即檢查家屋(定義為一個建築物門牌號或一個家庭住戶)總數中有登革熱病媒蚊(綜合埃及斑蚊與白線斑蚊)幼蟲陽性容器總數之百分比，例如：調查 100 家住宅，其中有 30 個含有斑蚊幼蟲之容器，則指數為 30%。完成統計後依 WHO 訂定之換算密度等級表(表一)，製表建檔(14)。

分析步驟與方法

一、 氣象資料：

氣象局於台灣各地主要設置三類型地面觀測站，包括氣象資料收集最為齊全的「有人氣象觀測站」及另外資料收集項目較少的「遙控無人氣象觀測站」與只觀測雨量的「遙控無人雨量觀測站」。有人氣

象觀測站設置條件基本以全臺灣本島地理位置分布與有氣象資料蒐集必要之重要地域（如經濟或軍事用途等）為考量，故並非每一縣市行政區內均有設置。而後兩者觀測站設置地點經查較普遍設置於學校、農業區、林場與水庫內，以地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）進行氣象觀測站地理分布分析也發現由於遙控觀測站分布不均，要將其資料實際應用於易受人口密度影響的病媒蚊幼蟲指數分析上較為困難，並容易出現不可預期的偏差（Bias），所以本次研究僅挑選氣象資料收集齊全且測站所在地在人口較為密集之有人氣象觀測站，以其原始逐日資料進入研究分析。

二、 建立虛擬變項（dummy variable）：

為控制除氣象因子外，因行政區不同可能造成對斑蚊幼蟲分布密度影響之其他可能因素，例如地理環境（包含經緯度、水文和高度等）、人口總數、人口分布或密度以及都市化程度、家戶建築物類型等(4)。故依行政區別建立 2 個虛擬變項（高雄市前鎮區設為 $X_1=0$ ， $X_2=0$ ；台南市北區設為 $X_1=1$ ， $X_2=0$ ；台南縣永康市設為 $X_1=0$ ， $X_2=1$ ）；另為控制資料觀測年份差異，設民國九十一年為 $Year=0$ ，民國九十二年為 $Year=1$ 。於本次複線性回歸分析（multiple linear regression）時，將 X_1 、 X_2 及 $Year$ 一併納入統計模型。

三、 幼蟲密度級數資料與氣象資料配對條件：

- (一) 蟲密度級數資料歸併：由表三可知密度級數超過 3 之資料遠少於其他級數分組，故將之歸併於密度級數 3。
- (二) 單日氣象資料與幼蟲密度級數資料配對分析：文獻指出在實驗室裡控制溫度在 $24\sim 32^{\circ}\text{C}$ 以及保持溼度的環境下，斑蚊蟲卵會集中在雌蚊產卵後 5~8 日內孵化，另於 36°C 的高溫下，埃及斑蚊卵期可短至 2 天) (9, 11)。本研究所行政區於九十一年至九十二年間平均溫度為 24.8°C ，95% C.I. = (16.5, 33.0)，在考量斑蚊卵期會因溫度變化而有差異，故初步選擇距幼蟲調查日前 2~12 天之單日氣象資料進行配對分析，在不考量變項間可能

之共線性，將欲探討之變項（包含每日平均氣壓、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、每日平均溫度、每日最低溫度及每日最高溫度等）一併納入統計模型，並比較各種不同天數間隔配對的複線性回歸分析模型（ p -value of F-test for adjusted $R^2 < 0.05$ ）之複判定係數（ R^2 , adjusted coefficient of determination）大小，擇 R^2 最大之配對進入研究。單日氣象資料與幼蟲密度級數資料分析結果顯示，資料配對採用條件為相隔 6 日之 R^2 最大（adjusted $R^2 = 0.293$, p -value of F-test for adjusted $R^2 < 0.01$ ），例如：於民國九十一年七月一日之單日氣象資料與 6 日後即七月七日調查之幼蟲密度級數資料與進行配對。

（三）單週氣象資料與幼蟲密度級數資料配對分析：為綜合評估氣象因子在斑蚊卵期的影響，將原每日氣象資料以週別為單位整理成每週平均氣壓、每週平均相對溼度、每週累積降雨量與每週平均溫度後，與隔週進行調查所得之幼蟲密度級數資料進行配對。

四、資料處理與統計分析軟體：本次研究資料利用 Microsoft Excel 軟體進行各項調查結果建檔，並利用統計軟體 SAS version 8.1 進行資料處理及分析。

結果

一、本次研究各縣市病媒蚊幼蟲密度級數資料分布情形描述，如表三，相關氣象資料分布情形描述，如表四及圖一~圖四。

二、單日氣象資料與幼蟲密度級數資料分析：

（一）單日單一氣象因子複回歸模型：統計模型在控制調查年及行政區域別下。探討不同氣象因子與病媒蚊密度級數間之相關，顯示具有統計上顯著相關（ p -value < 0.01 ）的氣象因子變項分別有：每日平均氣壓、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、每

日平均溫度、每日最低溫度及每日最高溫度，詳細資料如表五 Model 1.~6.。

(二) 單日多氣象因子複回歸模型：

1. 氣象變項間的共線性分析：因為每日平均氣壓、每日平均溫度、每日最低溫度及 每日最高溫度等變項資料間彼此共線 (Pearson Correlation Coefficient, $|r| > 0.7$, $p\text{-value} < 0.01$)，故在進行多氣象因子分析時，上述變項擇一分別進入複回歸模型與每日平均相對溼度、每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別共同進行分析。

2. (1.) 統計模型納入之變項有每日平均氣壓、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 ($p\text{-value} < 0.01$) 的氣象因子有：每日平均氣壓、每日平均相對溼度及每日累積降雨量，詳細資料如表六 Model 7.。

(2.) 統計模型納入之變項有每日平均溫度、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 ($p\text{-value} < 0.01$) 的氣象因子有：每日平均溫度、每日平均相對溼度及每日累積降雨量，詳細資料如表六 Model 8.。

(3.) 統計模型納入之變項有每日最低溫度、每日平均相對溼度、每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 ($p\text{-value} < 0.01$) 的氣象因子有：每日最低溫度、每日平均相對溼度及每日累積降雨量，詳細資料如表六 Model 9.。

(4.) 統計模型納入之變項有每日最高溫度、每日平均相對溼度及每日累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 ($p\text{-value} < 0.01$) 的氣象因子有：每

日最高溫度、每日平均相對溼度及每日累積降雨量，詳細資料如表六 Model 10。

三、單週氣象資料與幼蟲密度級數資料分析：

(一) 單週單一氣象因子複回歸模型：統計模型在控制調查年及行政區域別下，探討不同氣象因子與病媒蚊級數間之相關。其中與密度級數有統計上顯著相關 (p -value <0.01) 的氣象因子：有每週平均氣壓、每週平均相對溼度、每週累積降雨量及每週平均溫度，詳細資料如表七 Model 11~14。

(二) 單週多氣象因子複回歸模型：

1. 氣象變項間的共線性分析：因為每週平均氣壓與每週平均溫度資料間共線 (Pearson Correlation Coefficient, $|r|>0.7$, p -value <0.01)，故在進行多氣象因子分析時，上述變項個別進入複回歸模型與每週平均相對溼度、每週累積降雨量、資料調查年份及行政區域別共同進行分析。

2. (1.) 統計模型納入之變項有每週平均氣壓、每週平均相對溼度、每週累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 (p -value <0.01) 的氣象因子有：每週平均氣壓與每週平均相對溼度，詳細資料如表八 Model 15。

(2.) 統計模型納入之氣象變項有每週平均溫度、每週平均相對溼度、每週累積降雨量、資料調查年份及行政區域別，其中與密度級數有統計上顯著相關 (p -value <0.01) 的氣象因子有：每週平均溫度、每週平均相對溼度及每週累積降雨量，詳細資料如表八 Model 16。

討論

台灣地處熱帶與亞熱帶地區，氣候高溫多濕，適合各種昆蟲性病媒孳生，故為能有效防治蟲媒相關傳染疾病，針對蟲媒分布監測有其必要性。參酌國內過去針對氣象資料與登革熱病媒蚊幼蟲指數相關性研究報告發現，在資料挑選條件上常採用我國交通部氣象局發布以個別縣市或地區為單位，逐週甚至逐月之氣象資料與縣市綜合調查或縣市所轄行政區內個別村里之布氏指數資料做統計模型分析。然而氣象局以縣市或地區為單位發布之氣象資料多為單一氣象觀測站所得資料，雖然分析後仍可發現兩者資料間有其統計上顯著相關性，可是往往所建構模型之複判定係數（解釋力）過低，或讓人有生態學謬誤（Ecologic fallacy）的疑慮。

雖挑選登革熱病媒蚊幼蟲指代表性較佳的布氏指數，然而考量在不同縣市或在不同時間點調查時，可能因調查人員不同產生的樣本採檢差異，我們採用布氏指數換算成的密度級數資料進行資料分析，以利用合併資料分組的方式減少因人員採檢差異而造成的偏差。另氣象資料與病媒蚊幼蟲指數資料配對分析上，因考量生態學謬誤發生的可能性，僅就觀測站所在行政區域（鄉、市、區）內所涵蓋村里（與觀測站平均相距 2~5 公里）之幼蟲密度級數資料與氣象資料做配對。由於本次研究所建構的統計模型均有具統計顯著意義的解釋力，且複判定係數均在一定可接受的標準以上（ $R^2 > 0.25$ ），顯示上述資料挑選條件及處理方式在本次研究中應屬合適。

本研究無論以單日或單週氣象資料在個別單一氣象因子複回歸模型中，每個氣象因子與病媒蚊幼蟲密度級數均有統計上的顯著相關，顯示氣壓、溫度、溼度及降雨量是建構病媒蚊密度級數預測模型重要的變項。其中值得特別注意的是氣壓變項，相較於文獻中最常的探討溫度、溼度及降雨量(15-17)，本研究發現含有氣壓變項之模型均對密度級數有最高的複判定係數，故氣壓亦可作為病媒蚊幼蟲密度級數預測指標。

以往氣壓與病媒蚊相關的研究極少，雖然在固定區域內的大氣壓力受當地氣溫直接影響而改變，但在氣象預測上，大氣壓力仍為重要的分析應用指標，可綜合或協助解釋其他氣象因子變化（如氣象圖之等壓線應用於解釋風速、雨量或日照情形等）。研究雖只針對氣壓與氣溫相關變項資料間的共線性問題做處理，不過氣壓對於溼度或降雨

量也同樣具有統計上顯著的相關性（氣壓與溼度： $r = -0.3491$ ， $p\text{-value} < 0.01$ ；氣壓與降雨量： $r = -0.2345$ ， $p\text{-value} < 0.01$ ）。而氣象因子彼此間的相關性存在，可以解釋為何本研究中，當單一氣象因子模型帶入不同氣象變項時，統計模型間的複判定係數差異不大，或是多氣象因子模型與單一氣象因子模型相較下，其複判定係數增加不多，甚至是造成如表八 Model 15. 中的降雨量變項會失去統計上意義的部份原因。當無法投入大量人力進行病媒蚊實地調查或考量時效性，而採用氣象資料對病媒蚊幼蟲密度級數進行警示預測時，只需從本研究探討的氣象因子中，收集單一變項資料，即可獲得與應用多氣象因子分析所得相近的預測結果。如在登革熱流行區域之村里設置氣壓計，爾後每日定時記錄，即可得該資料，進行病媒幼蟲密度級數預測。

統計模型以病媒蚊幼蟲密度級數調查前 6 天之單日氣象資料或前一週之整週（7 天）平均資料（雨量則為累積資料）與病媒蚊幼蟲密度級數資料配對，在控制調查年及行政區域下，比較不同氣象因子之模型解釋力，發現不論以單日或單週氣象資料所建構之模型兩者間的複判定係數差異不大。可能與研究區域位於南北回歸線之間的低緯度地區，也就是熱帶溼潤氣候區有關，因為熱帶溼潤氣候區的特徵是多雨（降雨以對流雨為主，年雨量豐富）、持續性的高溫高濕（氣溫變化小，乾季較短），故在季節變化上不明顯，因此，不論以日或週等單位進行分析時，會因小單位時間間隔的氣象資料變異小（如表四），而呈現相近的推估結果。另外，在納入相同自變項下的模型，除每日/每週累積雨量外，其他變項的係數（如每日/每週平均氣壓、每日/每週平均相對溼度及每日/每週平均溫度）也十分接近。本次研究區域內氣象資料的特性可用於化簡往後資料收集或分析時的步驟，即如無法取得詳細的逐日氣象資料或為簡化資料配對步驟時，可考慮利用單週資料取代逐日的詳細資料進行分析。

分析時，行政區別具統計上顯著意義，表示病媒蚊幼蟲密度級數有其地域分布上的基本差異。以都市化程度及人口密度上相近的高雄市前鎮區與台南市北區進一步探討，在控制氣象因子的影響後，高雄市前鎮區較台南市北區有統計上有顯著較高的媒蚊幼蟲密度級數。我們利用地理資訊系統（GIS）進行環域分析，兩行政區域內均有河流水域分布，高雄市前鎮區有高雄運河及前鎮溪，台南市北區則有鹽水溪及柴頭港溪；水域分布情形，高雄市前鎮區河流集中在行政區地理

中線，而台南市北區河流分布在行政區邊界（隔鹽水溪與台南市安南區為界；隔柴頭港溪與台南縣永康市為界），雖然流動水域並非斑蚊主要產卵與棲息地，不過汲水區內相對有較多的天然儲水容器（如樹洞、竹筒、葉軸等），可供病媒幼蟲滋生。

如分析行政區地理中心與台灣西岸海岸線平均距離，則發現高雄市前鎮區行政區域中心距海岸線距離約為 3.23 公里（行政區域最近點距海岸約 0.94 公里，最遠點約距海岸 5.81 公里），而台南市北區行政區域中心距海岸線較遠，距離約為 6.65 公里（最近點距海岸約 3.98 公里，最遠點距海岸約 8.12 公里）。由過去研究文獻可知病媒蚊幼蟲指數在台灣沿海地區遠較內陸的都會區、鄉村城鎮或是丘陵區為高，可能與沿海地區儲水容器多且分布在住家周圍，加上溫差小而適宜斑蚊的生長有關(4)。由於病媒蚊幼蟲密度級數存在區域性的差異，無法藉由單次統計模型建構獲得全台灣各地通用的變項係數，故建構往後探討類似研究主題之統計模型，必須由研究區域收集當地相關資料，方能建構符合該地特性的幼蟲密度級數預測模型。

本研究探討分析的統計模型，由於樣本資料範圍的限制，其預測之幼蟲密度級數僅介於 0~3 以內，故無法應用於預測登革熱爆發流行的高危險期（密度級數在 6 以上），但針對防疫人員必須以防微杜漸的態度做好傳染病防治工作的期許，則可將預警值設定在密度級數 1（密度級數在 1 以下，被認為不會引發登革熱傳播的安全期），即利用本次研究所建構之統計模型，當模型對病媒蚊幼蟲密度級數預測值超出 1（ ≥ 1 ）時即發出注意警示，以提醒當地公共衛生人員及早做好登革熱防治工作。

計畫重要研究成果及具體建議

一、應用我國交通部氣象局所收集的氣象資料作蚊蟲病媒之相關疾病研究時，所合併討論之其他資料應在氣象觀測站所涵蓋地理區域範圍 3 至 5 公里以內測量所得較為合適，以我國行政區域劃分原則即氣象資料與觀測站所在鄉鎮區內之資料進行配對，可減少發生生態學謬誤（Ecologic fallacy）的情形。

二、利用氣象資料進行研究時，除常採用的雨量、溼度及溫度之外，因大氣壓力可綜合或協助解釋其他氣象因子變化，由本次研究分析結果驗證，建議其可作為蚊蟲媒重要的分析應用指標。

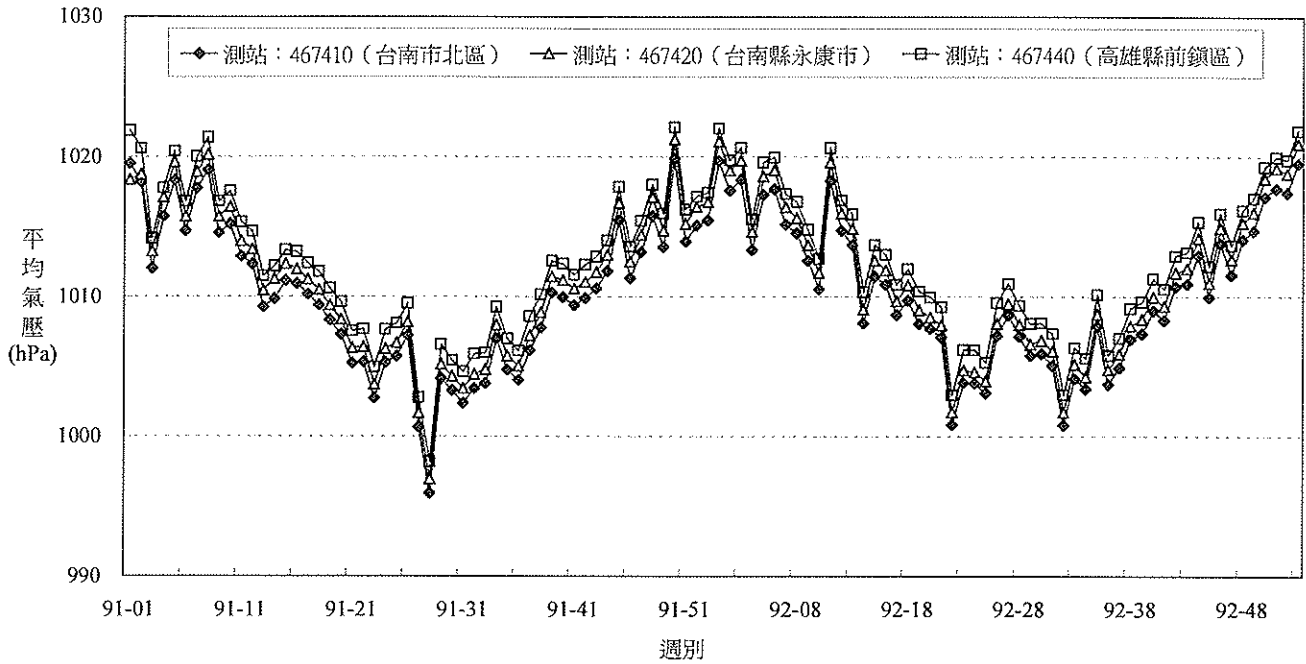
參考文獻

1. Liew C, Curtis CF. Horizontal and vertical dispersal of dengue vector mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, in Singapore. *Medical & Veterinary Entomology*. 18(4):351-60, 2004 Dec.
2. Malavige GN, Fernando S, Fernando DJ, Seneviratne SL. Dengue viral infections. [Review]. *Postgraduate Medical Journal* October 2004;80(948):588-601.
3. Tewari SC, Thenmozhi V, Katholi CR, Manavalan R, Munirathinam A, Gajanana A. Dengue vector prevalence and virus infection in a rural area in south India. [Article]. *Tropical Medicine & International Health* April 2004;9(4):499-507.
4. 黃基森. 臺灣地區斑蚊生態及其與登革熱流行之關係. 中華昆蟲特刊第六號 第四屆病媒防治技術研討會論文集 1991:105-127.
5. 黃基森, 徐爾烈. 高雄市登革熱病媒分布及孳生環境調查. 中華昆蟲 1994;14:233-244.
6. Nagao Y, Thavara U, Chitnumsup P, Tawatsin A, Chansang C, Campbell-Lendrum D. Climatic and social risk factors for *Aedes* infestation in rural Thailand. [Article]. *Tropical Medicine & International Health* July 2003;8(7):650-659.
7. 李學進. 白線斑蚊之吸血、產卵與壽命. 中華昆蟲 1994;14:217-231.
8. 李學進. 影響蚊子產卵之重要因子. 第四屆病媒防治技術研討會論文集 1991:23-25.
9. 李學進. 白線斑蚊卵、幼蟲及蛹之發育. 中華昆蟲 1994;14:13-32.
10. Bhattacharya NC, Dey. NC. Preliminary laboratory study on the bionomics of *Aedes aegypti* Linnaeus and *Aedes albopictus* Skuse. *Calcutta School Trop. Med.* 1969; 17:43-44.
11. 李學進. 白線斑蚊之實驗生態. 國立中興大學昆蟲學研究所博士

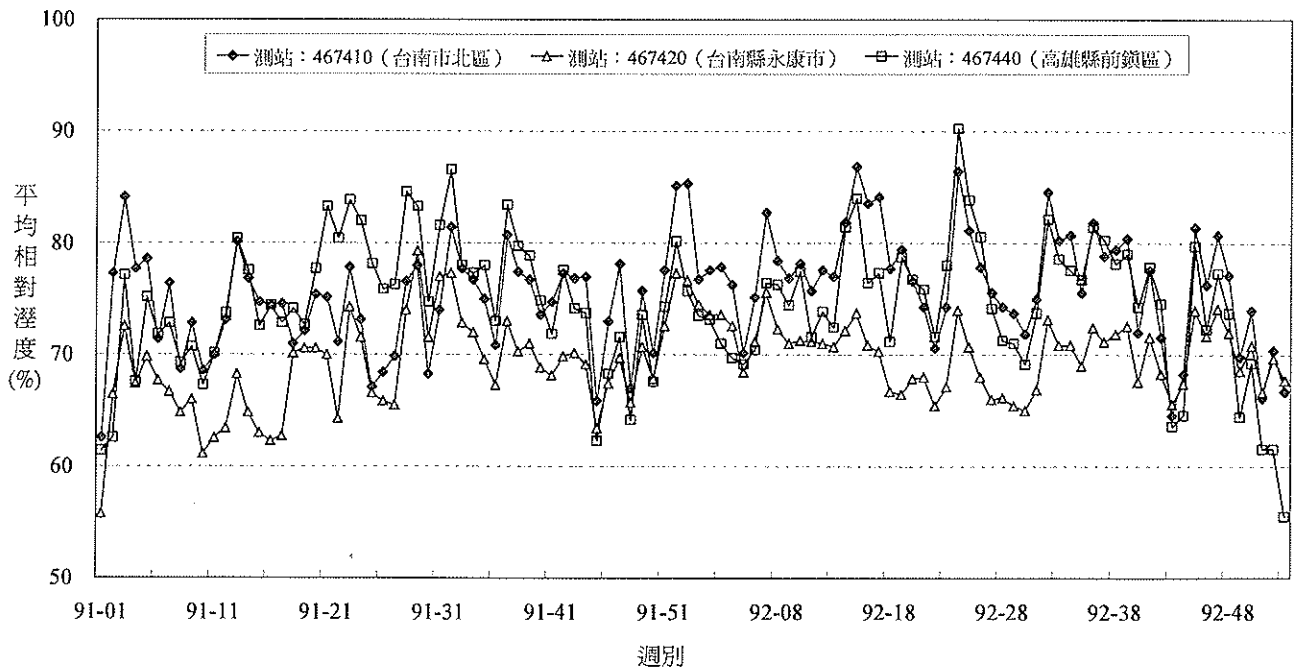
論文 1991:137 頁.

12. Chareonviriyaphap T, Akratanakul P, Nettanomsak S, Huntamai S. Larval habitats and distribution patterns of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), in Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine & Public Health*. 34(3):529-35, 2003 Sep.
13. Focks DA. A REVIEW OF ENTOMOLOGICAL SAMPLING METHODS AND INDICATORS FOR DENGUE VECTORS. WHO/IDE/Den/03.1; http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/TDR_IDE_DE N_03.1.pdf.
14. 行政院衛生署疾病管制局. 登革熱防治工作手冊. 2002.
15. Wu PC, Su HJ, Guo HR, Lung SC, Lin CY. TEMPERATURE CAN BE AN EFFECTIVE PREDICTOR FOR DENGUE FEVER OUTBREAK. [Abstract]. *Epidemiology* September 2005;16(5):S72.
16. Yi B, Zhang Z, Xu D, Xi Y. [Relationship of dengue fever epidemic to aedes density changed by climate factors in Guangdong Province]. [Chinese]. *Wei Sheng Yen Chiu/Journal of Hygiene Research*. 32(2):152-4, 2003 Mar.
17. Magali H. CLIMATE VARIABILITY AND ITS IMPACT ON DENGUE AND MALARIA IN MEXICO. [Abstract]. *Epidemiology* July 2004;15(4):S94.

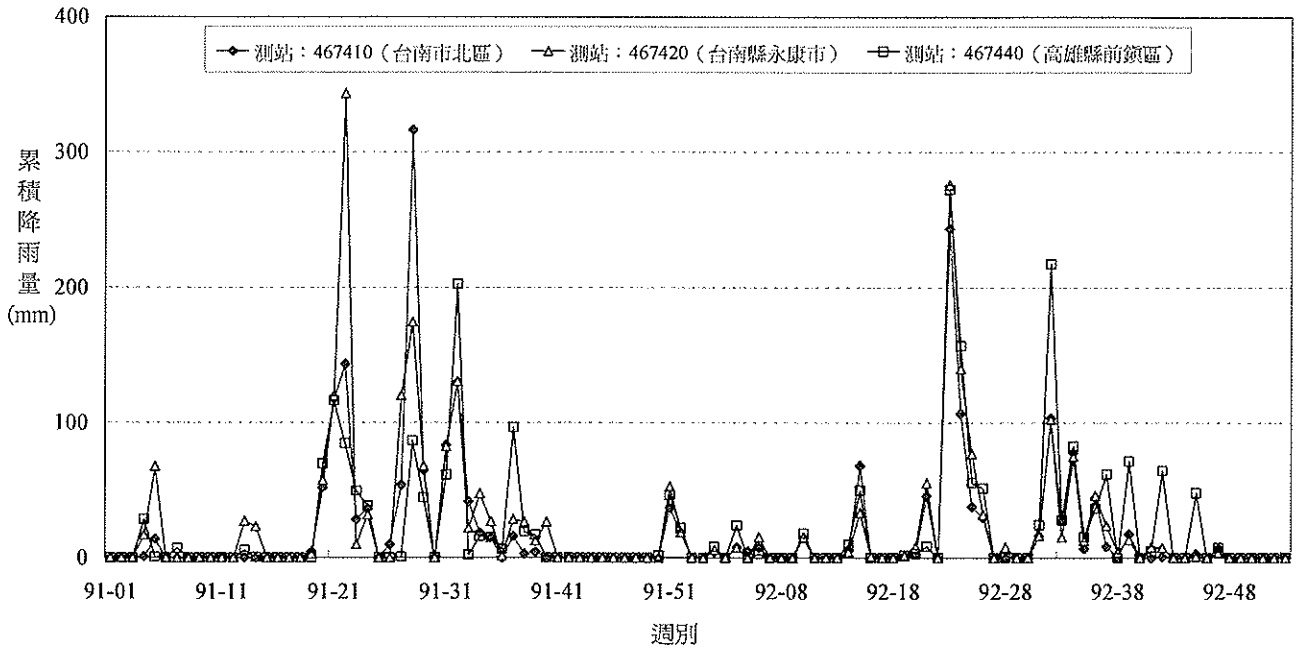
圖一：民國 91~92 年 每週平均氣壓曲線圖



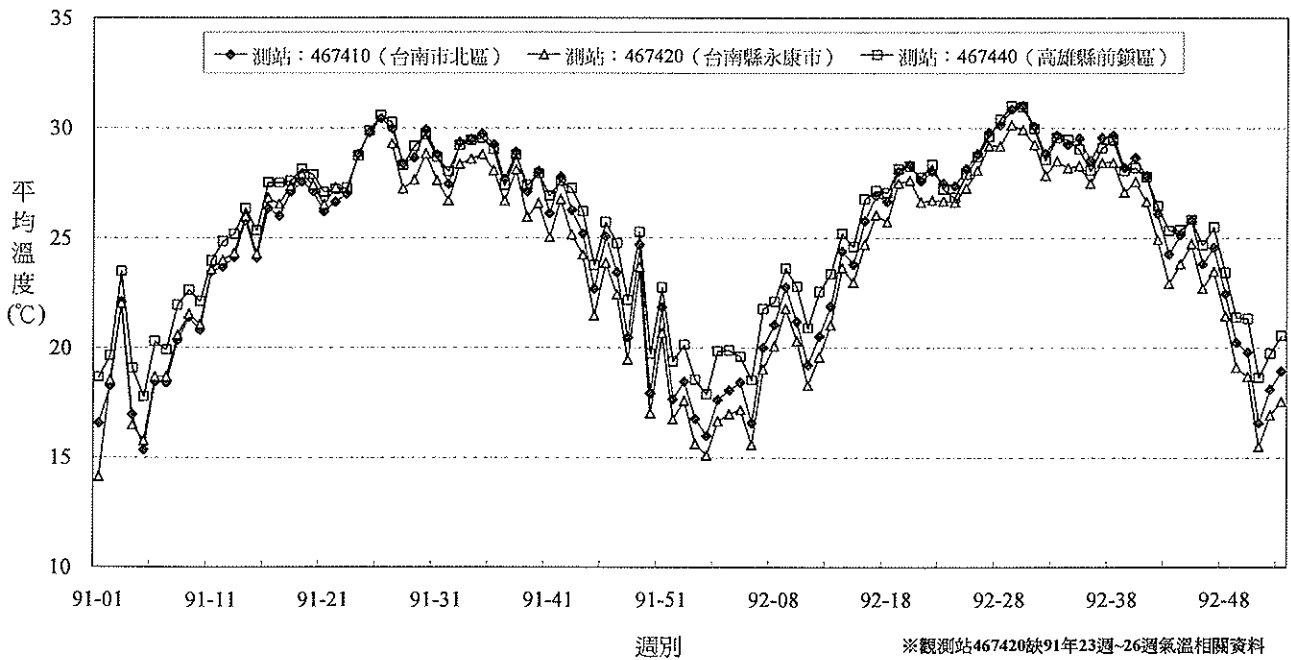
圖二：民國 91~92 年 每週平均相對溼度曲線圖



圖三：民國 91~92 年 每週累積降雨量曲線圖



圖四：民國 91~92 年 每週平均溫度曲線圖



表一：氣象觀測站地理所在地相關資料

觀測站代碼	距海平面高度	觀測站經度	觀測站緯度	觀測站所在行政區	行政區人口數*	行政區面積	平均人口密度
467410	40.8m	120°12' 17.4" E	22°59' 35.8" N	臺南市北區	120557人	10.54平方公里	11438.05人/平方公里
467420	8.1m	120°13' 43" E	23°02' 22" N	臺南縣永康市	200834人	40.28平方公里	4983.09人/平方公里
467440	2.3m	120°18' 28.92" E	22°34' 04.40" N	高雄市前鎮區	204083人	19.23平方公里	10612.74人/平方公里

*民國九十一年十二月底當地人口統計資料。

表二：登革熱病媒蚊幼蟲各種指數與級數相關表

密度等級 (Density figuer)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
住宅指數% (House index)	0	1-3	4-7	8-17	18-28	29-37	37-49	50-59	60-76	≥ 77
容器指數% (Container index)	0	1-2	3-5	6-9	10-14	15-20	21-27	28-31	32-40	≥ 41
布氏指數% (Breteau index)	0	1-4	5-9	10-19	20-34	35-49	50-74	79-99	100-199	≥ 200

表三：民國 91~92 年病媒蚊幼蟲密度級數資料分布

病媒蚊幼蟲密度級數	0	1	2	3	4	5	>5	總計
臺南市北區	290	419	66	9	1	0	0	785
臺南縣永康市	854	139	33	3	0	0	0	1029
高雄市前鎮區	467	1735	634	154	27	3	0	3020
總計	1611	2293	733	166	28	3	0	4834

表四：氣象資料分布描述

<i>Variable</i>	<i>Mean</i>	<i>S.D.</i>
每日平均氣壓 (hPa)	1011.00	5.70
每日平均相對溼度 (%)	74.33	7.21
每日累積降雨量 (mm)	4.00	19.55
每日平均溫度 (°C)	24.80	4.22
每日最低溫度 (°C)	21.66	4.66
每日最高溫度 (°C)	29.19	3.89
每週平均氣壓 (hPa)	1011.00	5.34
每週平均相對溼度 (%)	73.22	5.70
每週累積降雨量 (mm)	22.03	48.64
每週平均溫度 (°C)	24.65	4.20

表五：單日單一氣象因子複回歸模型

<i>Model</i>	<i>Variable</i>	<i>Difference</i>	<i>p-value</i>	<i>Tolerance</i>
Model 1. : Air P. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2770 ^ξ (n=4834)	每日平均氣壓 (hPa) (989.7 ≤ Air P. ≤ 1024.2)	-0.0306	<0.01	0.97
	Year (92年 vs. 91年)	0.0500	0.04	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4842	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-1.0267	<0.01	0.91
	Intercept	32.1305	<0.01	
Model 2. : R.H. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2742 ^ξ (n=4834)	每日平均相對溼度 (%) (50 ≤ R.H. ≤ 99)	0.0228	<0.01	0.88
	Year (92年 vs. 91年)	0.0307	0.2	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4922	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8630	<0.01	0.85
	Intercept	-0.5430	<0.01	
Model 3. : Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2543 ^ξ (n=4834)	每日累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 261.5)	0.0061	<0.01	1.00
	Year (92年 vs. 91年)	0.0457	0.06	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4345	<0.01	0.94
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9778	<0.01	0.93
	Intercept	1.1230	<0.01	
Model 4. : Ave.T. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2654 ^ξ (n=4827) [£]	每日平均溫度 (°C) (12.9 ≤ Ave.T. ≤ 32)	0.0352	<0.01	0.97
	Year (92年 vs. 91年)	0.0488	0.04	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.3887	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9339	<0.01	0.91
	Intercept	0.2099	<0.01	
Model 5. : Min.T. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2655 ^ξ (n=4827) [£]	每日最低溫度 (°C) (9.3 ≤ Min.T. ≤ 29.5)	0.0320	<0.01	0.97
	Year (92年 vs. 91年)	0.0470	0.05	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.3916	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9269	<0.01	0.91
	Intercept	0.3892	<0.01	
Model 6. : Max.T. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2609 ^ξ (n=4827) [£]	每日最高溫度 (°C) (14 ≤ Max.T. ≤ 36.4)	0.0341	<0.01	0.99
	Year (92年 vs. 91年)	0.0494	0.04	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4007	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9678	<0.01	0.93
	Intercept	0.1062	0.26	

ξ : p-value < 0.01 ; £ : 觀測站467420缺91年23週~26週氣溫相關資料

表六：單日多氣象因子複回歸模型

<i>Model</i>	<i>Variable</i>	<i>Difference</i>	<i>p-value</i>	<i>Tolerance</i>
Model 7 : Air P., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2902 ^ξ (n=4834)	每日平均氣壓 (hPa) (989.7 ≤ Air P. ≤ 1024.2)	-0.0214	<0.01	0.79
	每日平均相對溼度 (%) (50 ≤ R.H. ≤ 99)	0.0139	<0.01	0.65
	每日累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 261.5)	0.0021	<0.01	0.84
	Year (92年 vs. 91年)	0.0407	0.08	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.5045	<0.01	0.92
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9436	<0.01	0.78
	Intercept	21.7660	<0.01	
Model 8 : Ave.T., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2895 ^ξ (n=4827) £	每日平均溫度 (°C) (12.9 ≤ Ave.T. ≤ 32)	0.0272	<0.01	0.90
	每日平均相對溼度 (%) (50 ≤ R.H. ≤ 99)	0.0160	<0.01	0.70
	每日累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 261.5)	0.0033	<0.01	0.85
	Year (92年 vs. 91年)	0.0391	0.09	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4398	<0.01	0.89
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8655	<0.01	0.83
	Intercept	-0.7750	<0.01	
Model 9 : Min.T., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2875 ^ξ (n=4827) £	每日最低溫度 (°C) (9.3 ≤ Min.T. ≤ 29.5)	0.0232	<0.01	0.87
	每日平均相對溼度 (%) (50 ≤ R.H. ≤ 99)	0.0154	<0.01	0.67
	每日累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 261.5)	0.0032	<0.01	0.85
	Year (92年 vs. 91年)	0.0381	0.11	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4426	<0.01	0.89
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8656	<0.01	0.83
	Intercept	-0.5536	<0.01	
Model 10 : Max.T., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2891 ^ξ (n=4827) £	每日最高溫度 (°C) (14 ≤ Max.T. ≤ 36.4)	0.0285	<0.01	0.95
	每日平均相對溼度 (%) (50 ≤ R.H. ≤ 99)	0.0170	<0.01	0.72
	每日累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 261.5)	0.0035	<0.01	0.85
	Year (92年 vs. 91年)	0.0392	0.1	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4498	<0.01	0.91
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8860	<0.01	0.83
	Intercept	-0.9976	<0.01	

ξ : p-value < 0.01 ; £ : 觀測站467420缺91年23週~26週氣溫相關資料

表七：單週單一氣象因子複回歸模型

<i>Model</i>	<i>Variable</i>	<i>Difference</i>	<i>p-value</i>	<i>Tolerance</i>
Model 11. : Air P. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2774 ^ξ (n=4834)	每週平均氣壓 (hPa) (995.96 ≤ Air P. ≤ 1022.11)	-0.0328	<0.01	0.97
	Year (92年 vs. 91年)	0.0425	0.07	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4858	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-1.0258	<0.01	0.91
	Intercept	34.3091	<0.01	
Model 12. : R.H. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2742 ^ξ (n=4834)	每週平均相對溼度 (%) (55.8 ≤ R.H. ≤ 90.29)	0.0268	<0.01	0.84
	Year (92年 vs. 91年)	0.0198	0.41	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4907	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8372	<0.01	0.81
	Intercept	-0.8406	<0.01	
Model 13. : Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2568 ^ξ (n=4834)	每週累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 343.5)	0.0020	<0.01	1.00
	Year (92年 vs. 91年)	0.0317	0.06	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4252	<0.01	0.94
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9704	<0.01	0.93
	Intercept	1.1016	<0.01	
Model 14. : Ave.T. (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2694 ^ξ (n=4829) £	每週平均溫度 (°C) (14.12 ≤ Ave.T. ≤ 31)	0.0398	<0.01	0.97
	Year (92年 vs. 91年)	0.0466	0.05	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.3845	<0.01	0.93
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9295	<0.01	0.91
	Intercept	0.0902	0.27	

ξ : p-value < 0.01 ; £ : 觀測站467420缺91年23週~26週氣溫相關資料

表八：單週多氣象因子複回歸模型

<i>Model</i>	<i>Variable</i>	<i>Difference</i>	<i>p-value</i>	<i>Tolerance</i>
Model 15. : Air P., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2856 ^ξ (n=4834)	每週平均氣壓 (hPa) (995.96 ≤ Air P. ≤ 1022.11)	-0.0220	<0.01	0.58
	每週平均相對溼度 (%) (55.8 ≤ R.H. ≤ 90.29)	0.0161	<0.01	0.55
	每週累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 343.5)	0.0001	0.73	0.67
	Year (92年 vs. 91年)	0.0279	0.08	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.5024	<0.01	0.91
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.9258	<0.01	0.71
	Intercept	22.2013	<0.01	
Model 16. : Ave.T., R.H., Rain (0 ≤ 密度級數 ≤ 3) Adj. R ² =0.2874 ^ξ (n=4829) [£]	每週平均溫度 (°C) (14.12 ≤ Ave.T. ≤ 31)	0.0271	<0.01	0.84
	每週平均相對溼度 (%) (55.8 ≤ R.H. ≤ 90.29)	0.0182	<0.01	0.61
	每週累積降雨量 (mm) (0 ≤ Rain ≤ 343.5)	0.0006	<0.01	0.78
	Year (92年 vs. 91年)	0.0260	0.27	0.97
	X ₁ (台南市北區 vs. 高雄市前鎮區)	-0.4359	<0.01	0.89
	X ₂ (台南縣永康市 vs. 高雄市前鎮區)	-0.8493	<0.01	0.79
	Intercept	-0.9357	<0.01	

ξ : p-value < 0.01 ; £ : 觀測站467420缺91年23週~26週氣溫相關資料

