

溫度資料檢覈技術改進之研究

陳怡彰¹ 鄭安孺¹ 李天浩³ 顧欣怡² 黃于盈² 張育璋²

多采科技有限公司¹

交通部中央氣象局²

國立臺灣大學水工試驗所³

摘要

中央氣象局於 2011 年研發自動化溫度檢覈機制，經實際上線運作發現，當劇烈天氣變化(如雷陣雨、寒潮)發生時，雖然資料正確，但溫度變化趨勢過大，現行的溫度檢覈機制易造成誤判。因此本研究擬改進溫度資料檢覈機制，提升檢覈成效降低誤判機率。

考慮溫度受季節的影響，本研究將一年分為五期(12-2 月、3-4 月、5-6 月、7-9 月、及 10-11 月)進行檢覈，溫度檢覈機制包括三個步驟。合理範圍檢覈是檢查觀測資料是否落在該站氣候條件上下限內，以初步篩檢出明顯的錯誤資料。空間檢覈是對各測站篩選出相關性高的參考站，利用線性迴歸法估計參考站溫度，並根據不偏估與最小估計誤差原理，推估測站的權重估計溫度，比較測站觀測溫度與權重估計溫度的誤差值是否落於信賴區間內，決定測站資料的正確性。時間檢覈則依據 2003 至 2012 年歷史溫差資料，統計有降雨、無降雨條件下各站每小時溫差門檻值上下限，若該站溫差落於門檻值外，則視為異常資料，反之，進一步比較該站及其鄰近站溫差變化是否一致，以決定資料的正確性。此外，清晨因太陽輻射造成之溫升，及夏季午後雷陣雨造成之溫降落於溫差門檻值內，即視為正確資料，無須進一步比較其與鄰近站溫差變化。

溫度資料檢覈的程序，需先通過合理範圍檢覈，再進行空間或時間檢覈。以 2014 年溫度資料進行分析，研究結果顯示，本研究提出的溫度檢覈機制可有效減少誤判並篩選出異常資料。

一、前言

溫度是影響人類活動的重要指標。正確的連續地表觀測溫度，有助於吾人瞭解周圍環境氣候的變化趨勢，進而對於各項食、衣、住、行等活動作準備。中央氣象局即時溫度資料紀錄中顯示，目前約有 347 個即時氣象觀測站可即時回傳各地溫度資料，因此，氣象單位可據以推測全台整體溫度分布狀況。然而，考慮到人為手動輸入、儀器故障等因素造成觀測記錄錯誤。有必要發展一溫度資料檢覈機制，可於接收到溫度資料時，即時篩選出錯誤的資料。鄭等(2012)提出應用高低溫合理性範圍篩檢、空間分布合理性檢覈及連續時間溫差合理性檢覈等溫度資料檢覈機制篩檢錯誤資料，此檢覈方式已可有效檢覈出異常溫度資料，但考慮到檢測站及參考站日、夜溫度變化特性不同，及劇烈天氣變化發生時，因溫度變化趨勢較大導致檢覈結果不理想。本研究改進即有溫度資料檢覈機制，提升檢覈成效降低誤判機率。

二、溫度資料品質檢覈方法

溫度的合理性檢覈需要通過合理範圍檢覈、以及空間或時間的檢覈。茲說明檢覈方法如下：

(一) 合理範圍檢覈

前人研究中，Feng et al. (2004)及 Durre et al. (2010)建議以世界極端溫度資料記錄(最低溫 -89℃ 及最高溫 93.9℃)作為檢覈的標準。但台灣地區歷史資料顯示曾發生最低溫為 -18.4℃、最高溫為 40.5℃，若使用世界極端溫度資料作為台灣地區溫度合理範圍檢覈上下限會過於寬鬆。Hubbard et al. (2005)建議使用月平均溫度加減 3 倍標準偏差作為合理範圍檢覈的上下限，因此不同月份的合理範圍數值亦不相同。而 Meek and Hatfield (1994) 及 Fiebrich et al. (2010)則是應用溫度資料的正弦變化(sinusoidal variation)推導出每日的極端溫度，此方法適用於檢覈短時間的觀測資料。

本研究參考前人研究並依據台灣氣候特性將一年分為五期(12-2 月、3-4 月、5-6 月、7-9 月、10-11 月)，針對各站建置當期合理範圍檢覈標準，篩選明顯的錯誤資料。由於溫度受高程影響每上升 100 公尺會降低約 0.6℃，而台灣地區測站高程分布介於 2 至 3844.8 公尺，因此須先將所有測站置於同一高程再進行檢覈。利用 2003 至 2012 年各站歷史資料分期繪製溫度與測站高程散布圖，如圖 1 所示，其中灰色十字為歷史觀測資料、黑色圓點為該站平均溫度、紅色直線為迴歸線。利用溫度與高程的線性關係，歸納出測站溫度及海平面溫度轉換公式 $T_s = T_o + \gamma \cdot h$ 。其中， T_s 與 T_o 分別為海平面溫度及測站觀測溫度、斜率為平均遞

減率 γ 、 h 為測站高程。並以歷史資料統計出各期海平面溫度的最高及最低溫，另外，考慮到溫度不確定性及未來可能的氣候變遷(Hsu and Chen, 2002)，將最高及最低溫 $\pm 2.5^\circ\text{C}$ 作為各期海平面溫度範圍上下限，如表 1 所示。

而合理範圍檢覈的檢覈方式是利用公式(1)推算與測站高程相同時的海平面溫度上下限作為檢覈標準。

$$T_{s,\min} - \gamma \cdot h \leq T_o \leq T_{s,\max} - \gamma \cdot h \quad (1)$$

若測站溫度落於上下限範圍外則視為錯誤資料，反之，則繼續檢覈。

(二) 空間檢覈

溫度資料空間合理性檢覈的方式，是對各待檢測站篩選出相關性高的參考站，以參考站資料，利用線性迴歸法估計參考站溫度，並根據不偏估與最小估計誤差原理，估計參考站的權重，得到檢覈站的權重估計溫度，比較檢覈站觀測溫度與權重估計溫度的誤差值是否落於信賴區間內，以決定是否接受觀測資料為真。此方法每一年使用前三年歷史小時觀測資料，客觀的利用待檢測站與參考站本身的數據去判斷資料正確性。茲說明詳細作法如下：

1. 篩選參考站

參考站是用來評估待檢測站的依據之一，通常選取參考站是以距離為基準，並配合其他條件限制，例如：空間上的迴歸測試，Hubbard and You (2005)是選取待檢測站半徑 80 公里內 10 個最佳線性迴歸的測站做為參考站。然而，太多的參考站會延長模組計算時間，本研究為了控制即時資料模組執行時間，僅選取 3~5 個參考站作為檢覈依據。

另外，待檢測站與參考站在不同的時間點，比如日、夜，會有不同的溫度變化關係。以 D2F230 武陵站與其參考站 C0F861 梨山站為例，武陵站坐落於山谷中，測站高度約 1734 公尺，梨山站則坐落於 2215 公尺的山上，兩站距離約 17 公里。圖 2 為 2010 至 2012 年兩站在第一期(12-2 月)與第四期(7-9 月)時均溫分布圖，由圖可知武陵站於早上 8-9 點溫度急速攀升，而梨山站溫度變化較為平緩，且武陵站日夜溫差可達 10 度，而梨山站日夜溫差較小。

表 2 為各期武陵站與梨山站每小時及不分時溫度資料相關係數列表，由表可知，不分時每期的相關係數皆超過 0.8，但分時的相關係數每小時皆不相同，尤以清晨變化最大，第四期 7 時相關性僅 0.009，8 時各期相關性最差，但下一小時第二至第五期的相關性躍升至 0.7 以上。上述分析可知，為避免受到地形或其他因素影響，參考站的選取需分期且分時建置較為合理。

參考站的選取是以待檢測站為中心，取其周圍 0.5 經緯度內的站為候選站。若待檢測站與參考站資料差異性大，會因使用了不相關的參考資訊，反導致正常的資料被剔除，因此候選站的篩選除考慮距離，還需要考慮相關性。相關係數的計算公式如下：

$$\rho = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

其中， x_i 和 y_i 分別代表候選站與待檢測站在 i 時間的溫度， \bar{x} 和 \bar{y} 分別為候選站與待檢測站的平均溫度。相關係數門檻取得越高，越有機會過濾掉不必要的雜訊，但若將門檻取的太高，則部分測站可能找到太遠或找不到足夠的參考站，經測試後取 0.707 為可接受的候選站相關係數門檻值。

選取參考站的過程是先從待檢測站周圍半徑 0.1 經緯度的範圍開始，搜尋相關係數>0.707 的候選站，依照相關係數由大至小排列，再由其中選擇出 3 至 5 個最相關且有足夠資料數的候選站為參考站。參考站與待檢測站資料對越多，統計上的可信度也越高，建議參考站與待檢測站同時間均有資料的筆數至少有 90 筆以上，如此將可確所篩選到的參考站至少有二個月以上的資料可用。若無法選取到足夠的參考站，則逐次擴大半徑 0.05 經緯度直到挑選到足夠參考站或半徑達 0.5 經緯度為止。參考站的選取需每年重新建置。

2. 建立參考站與待檢測站的線性迴歸式

考慮到待檢測站與參考站高度不同，雖然相關性高，但同時間的觀測資料間可能存在特定的溫差值，因此，以線性迴歸法建立參考站與待檢測站的估計式。令線性迴歸式為 $y = b_0 + b_1 x$ 。其中， b_1 及 b_0 分別為斜率與截距。進行檢覈時，將各參考站觀測資料代入各線性關係式中，估計的各參考站對待檢測站的估計溫度，再將各估計溫度依以下的權重估計法得到待檢測站最佳估計溫度。

3. 估計權重係數

假設待檢測站共篩選到 n 個參考站，令權重估計溫度為：

$$\hat{y} = w_1 y_1 + w_2 y_2 + \dots + w_n y_n = \sum_{j=1}^n w_j y_j \quad (3)$$

其中， y_j 與 w_j 分別為第 j 個參考站對待檢測站的估計溫度以及權重係數。由不偏估條件可得到

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (4)$$

令 L 為估計誤差，則：

$$L = E[(\hat{y} - y)^2] \quad (5)$$

將式(3)與(4)式代入(5)中，重新整理後得到

$$L = E[(w_1 y_1 + w_2 y_2 + \dots + (1 - w_1 - w_2 - \dots - w_{n-1}) y_n - y)^2]$$

根據最小估計誤差原理， L 對各權重係數取偏微分應為零，即：

$$\partial L / \partial w_1 = \partial L / \partial w_2 = \dots = \partial L / \partial w_{n-1} = 0 \quad (6)$$

若令 $y'_j = y_j - y$ ，則

$$\partial L / \partial w_j = 0$$

$$= E[w_1 y'_1 + w_2 y'_2 + \dots + (1 - w_1 - w_2 - \dots - w_{n-1}) y'_n] (y'_j - y'_n)$$

$$= \sum_{i=1}^{n-1} E[w_i (y'_i - y'_n)(y'_j - y'_n) + y'_i (y'_j - y'_n)] = 0$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{n-1} w_i E[y'_i y'_j - y'_i y'_n - y'_j y'_n + y_n^2] = E[y_n^2 - y'_n y'_j]$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{n-1} w_j (\text{cov}_{ij} - \text{cov}_{in} - \text{cov}_{jn} + \sigma_n^2) = \sigma_n^2 - \text{cov}_{jn}$$

其中, cov_{ij} 為估計參考站 i 與參考站 j 對待檢測站估計誤差的協變異數。上述聯立方程式可以矩陣公式表示為: $A \cdot W = G$, 其中 A 為等號左側的協變異數矩陣為, W 為權重向量, G 為等號右側的協變異數向量, 將等號兩側同時乘上 A 的反矩陣, 可得到權重係數矩陣 W 。

$$\text{估計誤差變異數為 } s^2 = \sum_{i=1}^n w_j \sum_{j=1}^n w_j \text{cov}_{ij}。$$

4. 求取估計溫度信賴區間

設定信賴區間為 $\hat{y} - l \cdot s \leq y \leq \hat{y} + l \cdot s$, 其中, l 為反映當估計誤差累積機率達 99.95% 信心區間時的倍數因子, 圖 3 為統計 2003-2012 年 $|y - \hat{y}|/s$ 機率分布及累積機率圖, 圖中可知, 當資料信心區間累積機率達 99.95% 時, 其倍數因子應為 7.2 倍。而 99.95% 的信心區間累積機率表示離群值資料每 3 個月出現一次。

當觀測值是落在信賴區間內時, 接受觀測值為真, 否則觀測值為錯誤。由於考慮到如果參考站的觀測資料有誤時, 可能會因為錯誤資料的汙染, 反而將待檢測站正常的觀測資料濾除, 因此實際在進行資料檢覈時, 是對所有的站先逐站計算估計誤差比值, 令

$$d = \frac{|y_0 - \hat{y}|}{7.2s} \quad (7)$$

若 $d > 1$, 則先將該站標示可能異常站, 當所有的站都測試完畢, 比較各異常站中, 將其中 d 值最大的異常站剔除, 然後再對其他的異常站重新檢覈, 再次檢覈時不會使用被剔除的異常站為參考站, 如此重複檢覈直到異常站數量為 0 為止。

待檢測站的有效參考站至少要有 3 站以上, 否則因為沒有把握可以得到合理的空間檢覈成果, 故不對該測站做空間檢覈。

(三) 時間檢覈

雖然空間檢覈足以篩檢出大多數紀錄錯誤的資料, 然而部分測站由於無法篩選到足夠數量的參考站, 例如玉山站(467550)、合歡山站(C0H9C1)、以及離島測站, 由於距離其他測站均遠, 與其他測站的相關性不高, 因此無法選擇到足夠的(至少 3 個)參考站, 對於此類的測站, 將不進行空間檢覈, 改為進行時間檢覈。此外, 氣象局的浮球站由於站址經常會變更, 也不適合進行空間檢覈。

Meek and Hatfield (1994) 建議將小時資料的時間門檻值設定為 6°C ; 而在實際情況中, 根據天氣狀況來設置可變動的門檻值是較為合理的(Graybeal et al., 2004)。根據歷史資料可知, 溫度的快速上升多發生於上午; 而降雨發生時溫度會下降, 當降雨停止後, 溫度會回升; 此外, 溫度的變化是有區域性的, 當測站溫度上升時, 通常同一區域的測站溫度同樣會上升。然而, 有時候溫度資料上升或下降的變化過大時(例如: 午後雷陣雨造成的溫度突降), 不一定是錯誤的資料。因此, Graybeal et al.(2004) 建議篩選出溫度變化

的極端值, 作為檢覈的上下限門檻值。

本研究計算 2003-2012 年的歷史溫差資料, 並以人工逐筆判斷篩檢出超過 2800 筆的錯誤資料後, 根據溫度的升降、是否有降雨發生等條件, 繪製各期有無降雨的每小時溫差散布圖, 如圖 4~5 所示。圖中, 粉色圓點為 1000 公尺以上測站、黑色十字為 300 至 1000 公尺範圍內測站、藍色菱形為 300 公尺以下測站。由圖可知, 冬季或春季沒有降雨的早晨溫度上升梯度可達 12°C ; 而有降雨發生的話, 溫度上升不超過 7°C 。另一方面, 夏季午後雷陣雨發生時, 溫度可能急遽的下降, 溫降梯度可達 -12°C ; 其他時期的溫降變化則無明顯差異。根據以上分析, 歸納出各期有雨、無雨的溫度變化上下限門檻值如圖 4~5 中棕色虛線所示。

然而, 僅以各期每小時溫差門檻值進行檢覈, 條件過於寬鬆。因此, 本研究假設待檢測站溫度下降或上升時, 其周圍鄰近測站溫度應有相同的變化趨勢, 若待檢測站溫度變化與鄰近站差異過大, 則待檢測站資料可能有誤。故, 針對非清晨因太陽輻射造成之溫升, 及非夏季午後雷陣雨造成之溫降, 且通過溫差門檻值的測站, 進行一致性檢覈(step consistency)。

計算 2010-2012 年各站連續兩時間的溫差值, 並分別統計溫度下降無降雨、溫度下降有降雨、溫度上升無降雨、溫度上升有降雨四種狀況時溫差機率分布, 取累積機率大於或等於 99.95% 時的溫差值分別為 -5.2°C 、 -5.1°C 、 4.9°C 、及 4.9°C 。上述統計得知不同天氣狀況下的溫差差值差異不大, 表示溫度的躍升或突降受天氣影響不大, 因此統一取平均值約 5°C 作為一致性檢覈門檻值。

待檢測站需先通過溫差門檻值篩檢後, 選取待檢測站周圍半徑 20 公里內通過檢覈的測站作為鄰近站, 計算待檢測站及鄰近站連續時間溫差值, 當滿足 $|\Delta T_{t,o}| > |\Delta T_{t,i}|, \forall i \in n$ 及 $|\text{diff}(\Delta T_t)_\alpha| > 5.0, \forall i \in n$ 時, 標記待檢測站溫度資料錯誤。其中 $\Delta T_{t,o}$ 表待檢測站溫差、 $\Delta T_{t,i}$ 表鄰近站溫差、 n 為鄰近站數量、 $\text{diff}(\Delta T_t)_\alpha$ 為待檢測站與鄰近站溫差差值。

時間檢覈是利用連續兩時間觀測溫度差值進行檢覈, 若前一時間無觀測資料或未通過檢覈, 則利用克利金法(Kriging Technique)內插前一時間的估計溫度作為觀測值進行檢覈。

三、分析結果

分別利用鄭等(2012)提出的即時溫度資料檢覈方法及本研究提出之檢覈改進方法針對 2014 年歷史溫度資料進行檢覈結果比較, 發現鄭等(2012)的檢覈結果有多數溫度資料於清晨及午後雷陣雨發生時觀測資料應為正確, 卻未能通過檢覈, 但以本研究提出之改進方法可通過檢覈。圖 6 為 C0R540 佳冬站及其鄰近站 C0R530 林邊站、C0R550 新埤站、及 C0R380 枋寮站 2014 年 1 月 26 日 9 時至 30 日 9 時溫度時序圖。圖中, 黑色十字為佳冬站、紫色圓圈為林邊站、橘色菱形為新埤站、綠色三角為枋寮站, 28 日 9 時佳冬站溫度上升 4.7°C , 鄭等(2012)檢覈方法的門檻值為 4.3°C

未通過檢覈；而以本研究提出之改進方法(門檻值 11℃)可通過檢覈。而佳冬站下一時間溫度持續上升，且鄰近站溫度亦上升，判斷因受日照影響溫度造成急遽上升，應為正確資料。

圖 7 則為一午後雷陣雨造成溫降的個案，圖中，黑色十字為 C0R500 竹田站、紫色圓圈為 C0R510 萬丹站、橘色菱形為 C0R220 潮州站、綠色三角為 Ze000060 潮州站，2014 年 8 月 31 日 16 時竹田站降雨 21.5mm/hr，造成溫度驟降 6.4℃，鄭等(2012)檢覈方法的門檻值為-5.2℃，未通過檢覈；而以本研究提出之改進方法(門檻值-11℃)可通過檢覈。時序圖可知鄰近站亦受降雨影響溫度下降。判斷此個案觀測資料應為正確。

圖 8 為 C0AD00 三芝站及其參考站 C0AD10 八里站、C0A920 富貴角、C0A931 三和站 2 月 16 日 20 時至 20 日 20 時溫度時間序列圖。圖中黑色十字為三芝站、紅色十字為 18 日 20 時至 23 時未通過檢覈資料、橘色圓點為八里站、綠色三角為富貴角站、紫色菱形為三和站。由圖可知，參考站溫度變化趨勢與三芝站相近，18 日 20 時三個參考站與三芝站的相關係數分別為 0.962、0.962、及 0.939，其觀測溫度分別為 13.8℃、12.4℃、及 12.5℃，由迴歸式推導出參考站對三芝站的估計溫度為 13.46℃、13.99℃、及 14.62℃，並得知參考站權重為 0.562、0.358、及 0.08，推估得三芝站估計溫度為 13.74℃，空間檢覈信賴區間介於 9.44℃-18.04℃，而三芝站觀測溫度達 19.1℃，未通過空間檢覈。

此外，本研究提出的溫度資料檢覈改進方法，於合理範圍檢覈時，即可篩檢出明顯的異常資料。圖 9 為 2014 年 5 月 17 日 0 時至 21 日 0 時 467650 日月潭站及其鄰近站 C0H950 中寮站時間序列圖，圖中黑色十字為日月潭站、紅色十字為未通過檢覈資料、橘色圓點為中寮站。日月潭站高度 1017.5 公尺，利用公式(1)計算其合理範圍檢覈上下限為 1.6~39.1℃(圖 9 棕色虛線所示)。日月潭站 5 月 17 日 0 時溫度為 20.5℃，下一時間溫度突降至 0.6℃，低溫持續至 20 日 12 時，此段時間溫度低於合理範圍檢覈下限值，且與鄰近站中寮站溫度差異甚大，故未通過檢覈應為合理。

四、結論

本研究出的溫度資料檢覈技術改進方法是基於統計理論取 99.95%的信賴區間建置空間及時間檢覈的門檻值，檢覈結果仍有 0.5%的機率可能判斷錯誤，但上述個案顯示，此檢覈改進方法可有效降低劇烈天氣變化發生時對溫度資料的誤判，並提升整體檢覈成效。

此外，本研究提出之溫度資料檢覈技術改進方法，為長期分析台灣測站特殊之環境背景所發展出來，故只適用於台灣測站的資料檢覈，不建議用來篩檢其他地區之溫度測站資料。

五、參考文獻

鄭安孺、李天浩、顧欣怡、陳怡彰，2012: 即時溫度資料品質檢覈。交通部中央氣象局101年天氣分析

預報研討會。

Durre, I., M. J. Menne, B. Gleason, T. G. Houston and R. S. Vose, 2010: Comprehensive automated quality control of daily surface observations. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 49, 1615-1633.

Feng, S., Q. Hu, W. Qian, 2004: Quality control of daily meteorological data in China 1951-2000: A new dataset, *Int. J. Climatol.*, 24, 853-870.

Fiebrich, C. A., C. Morgan, A. G. McCombs, P. K. Hall, Jr, and R. A. McPherson, 2010: Quality control procedures for mesoscale meteorological data. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 27, 1565-1582.

Graybeal, D. Y., A. T. DeGaetano, and K. L. Eggleston, 2004: Improved quality control for historical hourly temperature and humidity: Development and application to environmental analysis. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 43, 1733-1735.

Hubbard, K. G, and J. You, 2005: Sensitivity analysis of quality control using the spatial regression approach — A case study of the maximum/minimum air temperature. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 22, 1520-1530.

Hubbard, K. G, S. Goddard, W. D. Sorensen, N. Wells, and T. T. Osugi, 2005: Performance of quality control procedures for an applied climate information system. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 22, 105-112.

Meek, D. W, and J. L. Hatfield, 1994: Data quality checking for single station meteorological databases. *Agric. Forest Meteor.*, 69, 85-109.

表 1 各期平均遞減率及海平面溫度範圍

期	平均遞減率	海平面溫度上限	海平面溫度下限
第一期	0.0046	40.0	-3.0
第二期	0.0049	43.5	-2.0
第三期	0.0053	44.5	7.0
第四期	0.0056	46.0	9.0
第五期	0.0050	45.5	0.0

表2 不同時期D2F230武陵站與C0F861梨山站相關係數列表

期 小時	第一期 (12-2 月)	第二期 (3-4 月)	第三期 (5-6 月)	第四期 (7-9 月)	第五期 (10-11 月)
不分時	0.840	0.837	0.883	0.876	0.866
00	0.767	0.705	0.865	0.548	0.751
01	0.761	0.713	0.846	0.576	0.744
02	0.759	0.691	0.838	0.605	0.745
03	0.740	0.659	0.824	0.572	0.724
04	0.734	0.656	0.829	0.577	0.715
05	0.737	0.645	0.819	0.596	0.703
06	0.742	0.635	0.753	0.524	0.684
07	0.742	0.493	0.267	0.009	0.655
08	0.622	0.380	0.424	0.118	0.528
09	0.691	0.783	0.836	0.722	0.778
10	0.814	0.895	0.907	0.872	0.865
11	0.891	0.902	0.897	0.850	0.875

期 小時	第一期 (12-2月)	第二期 (3-4月)	第三期 (5-6月)	第四期 (7-9月)	第五期 (10-11月)
12	0.902	0.912	0.897	0.778	0.816
13	0.899	0.911	0.859	0.752	0.763
14	0.896	0.905	0.852	0.749	0.754
15	0.902	0.904	0.816	0.773	0.742
16	0.875	0.890	0.814	0.803	0.772
17	0.857	0.875	0.795	0.769	0.839
18	0.863	0.870	0.831	0.775	0.872
19	0.864	0.852	0.891	0.777	0.872
20	0.861	0.832	0.897	0.726	0.859
21	0.838	0.805	0.892	0.634	0.825
22	0.808	0.783	0.888	0.590	0.808
23	0.801	0.758	0.860	0.518	0.781

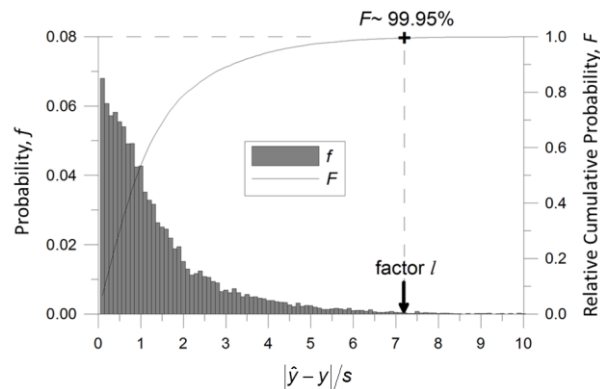


圖3 $|y - \hat{y}|/s$ 機率分布圖

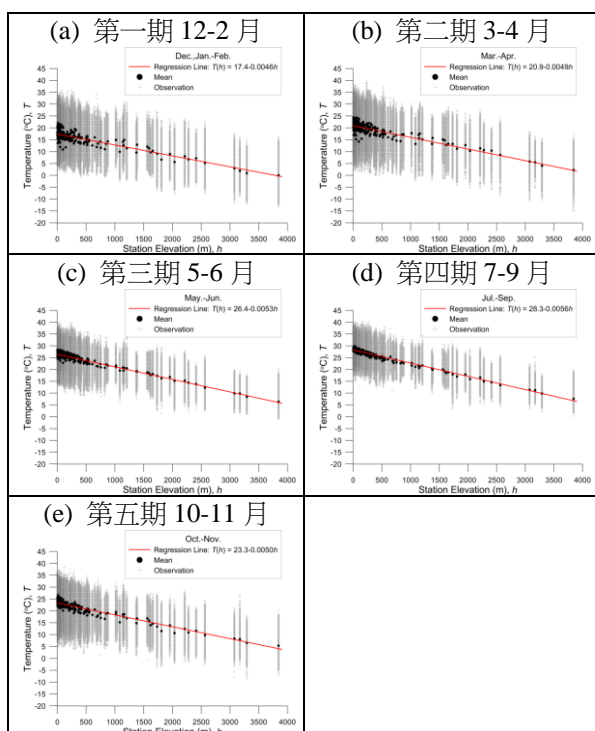


圖1 2003至2012年各期測站溫度與高程散布圖

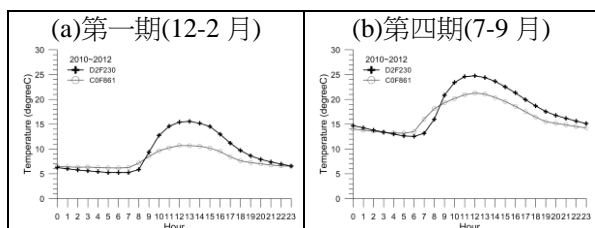


圖2 2010至2012年D2F230武陵站與C0F861梨山站(a)第一期及(b)第四期時均溫分布圖

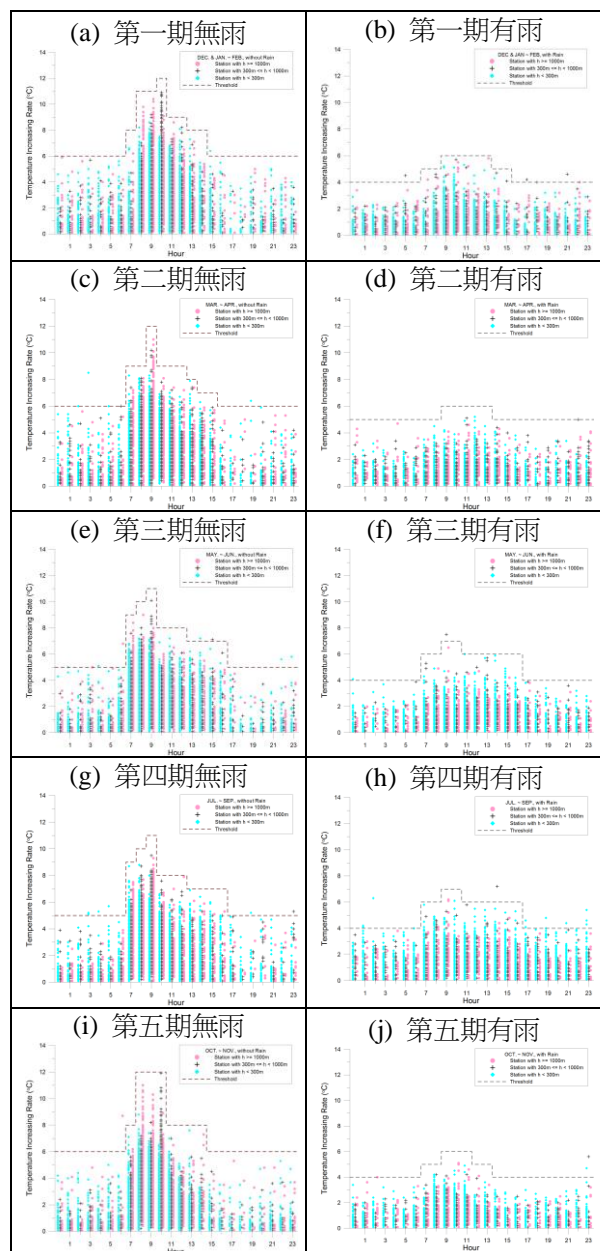


圖4 各期有雨及無雨時每小時溫升散布圖

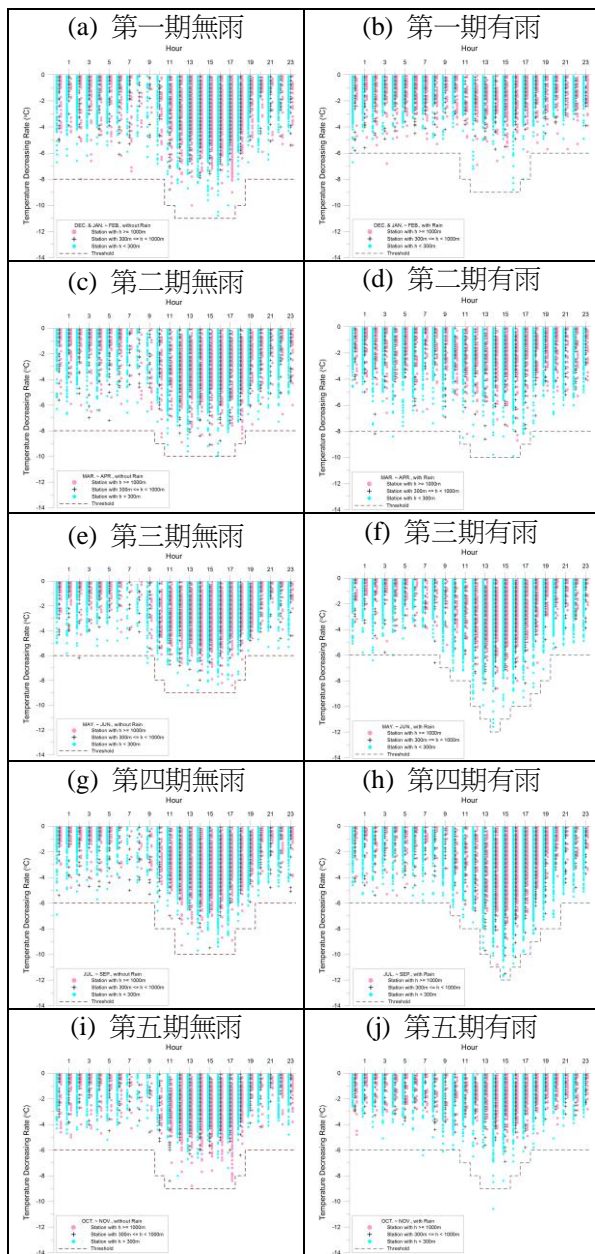


圖5 各期有雨及無雨時每小時溫降散布圖

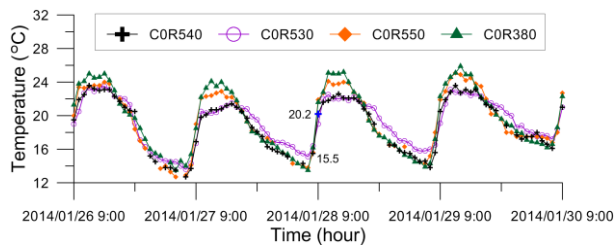


圖6 2014年1月26日9時至30日9時C0R540佳冬站及其鄰近站溫度時序圖

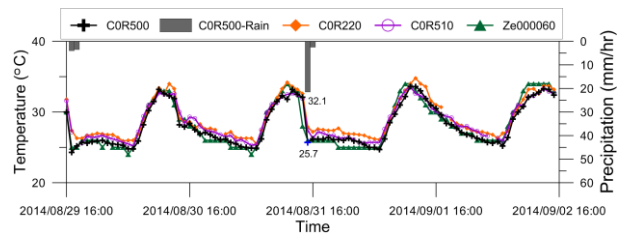


圖7 2014年8月29日16時至9月2日16時C0R500竹田站溫度、降雨及其鄰近站溫度時序圖

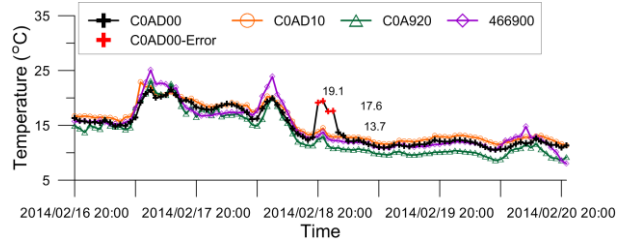


圖8 2014年2月16日20時至20日20時C0AD00三芝站及其參考站溫度時序圖

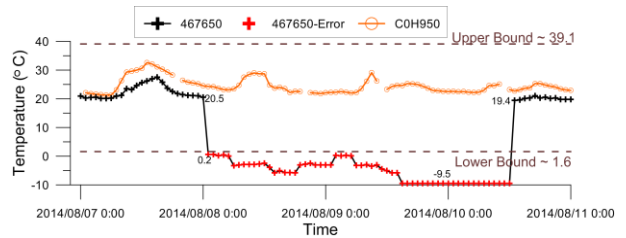


圖9 2014年8月7日0時至11日0時467650日月潭站及其鄰近站溫度時序圖