

國立臺灣大學理學院大氣科學研究所



碩士論文

Department of Atmospheric Sciences

College of Science

National Taiwan University

Master Thesis

雙北盆地夏季午後短延時劇烈降水預報探討

On the Forecast of Summer Afternoon Short-Duration
Thunderstorm over Taipei Basin

廖乃臻

Nai-Chen Liao

指導教授：郭鴻基 博士

Advisor: Hung-Chi Kuo, Ph.D.

中華民國 108 年 7 月

July, 2019

謝辭



原本以為碩論完成時我會痛哭流涕，沒想到如釋重負的感覺迅速且猛烈地掩蓋掉那些就要噴出眼眶的淚水。那些白天在氣象局上班，下班後接著到研究室奮鬥，晚上回去房間繼續熬夜的日子，還有那些羅斯福路走 9 遍的生活，著實刻刻點滴在心頭。

這兩年半以來，謝謝郭鴻基老師的耐心指導和鼓勵，除點出我研究上的盲點，更幫助我釐清許多觀念和建立信心；謝謝口試委員周仲島老師、李清勝老師及陳怡良副主任給予我學術上及實務作業上的各項建議，使我的碩士論文更加完善；感謝佩媛學姐和徐驊學姐在我研究初期時給予的協助與陪伴；感謝虹叡學長在研究後期對我的督促與鼓勵，也一起找到很多新發現或討論出新觀點；謝謝郁涵學姐及映如每天在氣象局的午餐聚會，幫助我解答研究上的困惑，及排解工作與研究上的煩悶；謝謝氣象局長官及同事的包容，不但讓我在職念書，還曾讓我任性地留職停薪 1 年好好過生活；謝謝政友學長及宣諭的共患難；謝謝美雲協助處理研究室各種行政事宜；謝謝動力與模擬研究室夥伴的陪伴，謝謝雙北都會區夏季暴雨預報觀測實驗，讓夏天豐富且忙碌不少，謝謝系女籃學妹的熱情與溫暖，打球真的很舒壓。最後，謝謝家人的體諒及支持，終於可以不用帶筆電，好好回家休息了。

在職念書的日子雖然常常累到好幾度想就此放棄，但現在我很開心，在這麼多人鼎力相助之下，我終於做到了！

廖乃臻 Nai-Chen Liao

2019.08.15 動力模擬與研究室

摘要



針對無擾動環境下，雙北盆地區域內之夏季午後短延時降水，本研究以對流熱力機制為出發點，分析包含地面測站所觀測之各氣象參數(Lin et al., 2012；周等, 2016)，以及包含探空資料等其他有助於改善預報之因子，探討午後雷雨預報的可能性。

本研究著重在 2012 至 2017 年夏季（7、8 月份）共 372 天中，排除鋒面、颱風、熱帶低壓、以及外部移入系統、或持續性雲系影響之個案，以當天當地降水時間 12 至 18 時為篩選條件，共得 223 個無擾動個案。其中極端降水（Ex-PR；雙北區域河谷及盆地內測站時雨量大於等於 40 毫米）個案有 33 個；一般降水（PR；雙北區域河谷及盆地內測站時雨量超過 0 毫米且不超過 40 毫米）有 81 個；無降水（No-PR；符合篩選條件但雙北區域河谷或盆地內任一測站皆未下雨）個案有 109 個。針對以上無擾動個案，計算地面水氣輻合通量(Moisture Flux Convergence)及當地時間 8 時無線電探空資料之熱力參數，結合雷雨檢查表進行分析及校驗。

上述 223 個無擾動個案分析結果比對實際降水情況顯示，除考量雷雨檢查表之外，探空資料等熱力參數亦提供良好的預報因子，包含：K-Index、總可降水量(Total Precipitable Water, TPW)、700 hPa 溫度露點差。考量探空預報因子後，午後降水預兆得分(Threat Score, TSc.)明顯提升。水氣通量輻合(Moisture Flux Convergence, MFC)合成分析則未顯示極端降水、一般降水與無降水之明顯差異，故難以水氣通量輻合作為午後對流降水之預報因子。

關鍵字：雙北盆地、極端降水、雷雨檢查表、預報因子、K-Index、總可降水量、預兆得分

Abstract



This study aims for a better objective forecast for the Summer afternoon short-duration thunderstorm over Taipei basin. Based on the thermodynamics of convection, this study utilizes factors from surface observations (Lin et al., 2012; 周等, 2016) and information from upper-air radiosondes.

This study focuses on the afternoon thunderstorm cases occurring in July and August from 2012 to 2017. Among the total 372 days, 223 days are considered as undisturbed cases including 33 days of extreme precipitating cases (Ex-PR, the station at Taipei basin and valley which has hourly rainfall over 40 mm); 81 days of precipitating cases (PR, the station at Taipei basin and valley which has hourly rainfall over 0 mm but less than 40 mm), and 109 of non-precipitating cases (No-PR, the stations at Taipei basin and valley are all without rainfall). Those days affected by fronts, tropical cyclones (TCs), tropical depressions (TDs), and external and/or large-scale weather systems are not considered. Surface moisture flux convergence (MFC) and other observational factors for weather forecasting are calculated and analyzed in these 223 days.

Comparing the forecasting factors and the occurrences of afternoon thunderstorms, K-Index, Total Precipitable Water and moisture in mid-level (700 hPa) show better Threat Scores (TSc.) than surface observations. However, insignificant differences were found

among MFC in Ex-PR, PR, and No-PR cases.



Keywords: Taipei Basin, Extreme Precipitation, Thunderstorm checklist,
forecasting factors, K-Index, Total Precipitable Water, Threat Score

目 錄



口試委員會審定書	i
謝辭	ii
摘要	iii
Abstract	iv
第 1 章 前言	1
第 2 章 資料來源與研究方法	3
2.1 資料來源	3
1. 地面測站觀測資料	3
2. 無線電探空資料	3
2.2 研究方法	4
1. 個案篩選及分類	4
2. 預報校驗方法	5
3. 雷雨檢查表(List)	6
4. K-Index	7
5. 總可降水量(Total Precipitable Water, TPW)	7
6. 水氣通量輻合(Moisture Flux Convergence, MFC)	8
第 3 章 分析結果與討論	9
3.1 分析結果	9

1. 常態分布圖形判定—偏態係數、峰度係數及常態分位圖..	9
2. 常態分布之機率密度函數	10
3. 門檻值篩選	10
4. 預兆得分相態圖	11
5. 極端降水之預報	12
6. 水氣輻合通量結果	13
3.2 個案分析	13
1. 極端降水(Ex-PR).....	13
2. 一般降水(PR)—2017 年 7 月 4 日	17
3. 無降水(No-PR)—2017 年 7 月 18 日	17
3.3 2018 年個案驗證	18
1. 個案篩選及分類	18
2. 預兆得分相態圖	18
第 4 章 結論與展望	20
 參考文獻	 54
附錄	57
附錄 1—常用預報校驗指數	57

附錄 2—以地面測站資料計算水氣輻合通量(MFC)	59
附錄 3—偏態係數(Skewness)、峰態係數(Kurtosis)及標準常態分位 圖(Normal Quantile-Quantile Plot)	60
附錄 4—邏輯斯迴歸(Logistic Regression)	62
附錄 5—2012 至 2017 年每日個案類型及要素列表	65
附錄 6—本研究列聯表整理	84



圖目錄



圖 2-1 中央氣象局雙北盆地測站分布及地形圖，共計 29 個地面觀測站，其中板橋站亦設有高空觀測作業，施放無線電探空儀。 22	
圖 2-2 鋒面個案－中央氣象局 2015 年 8 月 31 日當地時間 8 時地面天氣圖。.....	23
圖 2-3 外部移入系統個案－中央氣象局 2016 年 8 月 13 日當地時間 8 時地面天氣圖，臺灣上空有低壓存在。.....	24
圖 2-4 自 2012 至 2017 年間夏季（7、8 月）個案篩選流程及分類圖。.....	25
圖 2-5 預兆得分(Threat Score, TSc.)、前估(Prefigurance, PreF.)、後符(Postagreement, PostA.)定義及示意圖。.....	26
圖 3-1 次數分配直方圖。.....	27
圖 3-2 常態分位圖(Normal Q-Q Plot)。.....	28
圖 3-3 常態分布機率密度函數(Probability Density Function, PDF)。.....	29
圖 3-4 常態分布機率密度函數(Probability Density Function, PDF)。.....	30
圖 3-5 常態分布機率密度函數及門檻值預兆得分相態圖。.....	31

圖 3-6 常態分布機率密度函數及門檻值預兆得分相態圖。.....	32
圖 3-7 預兆得分相態圖。.....	33
圖 3-8 Lin et al. (2012)研究及中央氣象局 2005 至 2008 年及 2009 至 2010 年午後雷陣雨預兆得分相態圖。.....	34
圖 3-9 2012 至 2017 年 223 個無擾動個案校驗—預兆得分相態 圖。.....	35
圖 3-10 K-Index 隨降水門檻調整之機率密度函數圖。.....	36
圖 3-11 TPW 隨降水門檻調整之機率密度函數圖。.....	37
圖 3-12 極端降水預兆得分相態圖。.....	38
圖 3-13 水氣通量輻合(MFC)與雨量值的合成分析。.....	39
圖 3-14 極端降水個案—2015 年 7 月 23 日地面觀測資訊。.....	40
圖 3-15 極端降水個案—2015 年 7 月 23 日當地時間 8 時板橋探空 斜溫圖。.....	41
圖 3-16 極端降水個案—2016 年 7 月 20 日地面觀測資訊。.....	42
圖 3-17 極端降水個案—2016 年 7 月 20 日當地時間 8 時板橋探空 斜溫圖。.....	43
圖 3-18 極端降水個案—2017 年 7 月 1 日地面觀測資訊。.....	44
圖 3-19 極端降水個案—2017 年 7 月 1 日板橋探空斜溫圖。.....	45
圖 3-20 一般降水個案—2017 年 7 月 4 日地面觀測資訊。.....	46



圖 3-21 一般降水個案—2017 年 7 月 4 日板橋探空斜溫圖。.....	47
圖 3-22 無降水個案—2017 年 7 月 18 日中央氣象局當地時間 8 時 地面天氣圖疊加紅外線雲圖。.....	48
圖 3-23 無降水個案—2017 年 7 月 18 日當地時間 8 時板橋探空斜 溫圖。.....	49
圖 3-24 2018 年驗證—夏季（7、8 月）個案篩選流程及分類 圖。.....	50
圖 3-25 2018 年 35 個無擾動個案驗證—預兆得分相態圖。.....	51

表 目 錄



表 2-1 盆地測站類型及時間解析度。	52
表 2-2 雷雨檢查表(周等, 2016)3 測站逐時觀測門檻值(摘自 Lin et al.(2012) Table 3)。	53

第 1 章 前言



臺灣四面環海又地形複雜，不僅垂直落差大，水平變異也大，尤其有北北東至南南西走向、東陡西緩的中央山脈綜觀全島，山脈不僅能產生局地環流(Akaeda et al., 1995)，亦會與大尺度低層風場交互作用形成局地降水(Li et al. 1997)。Lin et al. (2011) 根據午後對流降水雷達資料平均氣候值發現，時雨量最大值約發生在當地時間 15 時至 16 時，且雨區最大發生頻率為平行山脈方向的狹長緩坡帶上。

在臺灣中部以北地區，還有東北至西南走向的雪山山脈，為臺灣最北方的山脈。臺北市、新北市及基隆市等北部都會地區因南側有雪山山脈，北側有大屯火山群，西側有林口台地及觀音山，因而在該地區形成接近三角形之盆地地形(本研究稱之為雙北盆地)，在夏季，雙北盆地內經常發生午後對流降水事件，甚至在都會區造成致災性降水。有利午後對流發展的條件已經由 Johns and Doswell (1992)提出並綜整，包含條件性不穩定、較濕的中低對流層，及舉升條件的存在。

Lin et al. (2011)以雷達資料氣候值及觀測資料分析指出，臺灣北部地區對流前環境(preconvective environment)在平均探空剖面資訊上，有發生午後對流降水的環境較平均值溫暖且潮濕，沒有發生午後對流降水的環境較平均值寒涼且乾燥；不僅如此，沒有發生午後對流降水的環境溫度露點差較有發生午後對流降水的溫度露點差大，尤其在 850 至 600 hPa 有最大差異，顯示環境水氣(尤其中低對流層)可能是會否發生午後對流降水的關鍵差異。在日間觀測資料差異部分，雖不論在會否發生午後對流降水的個案中，淡水測站(位於雙北盆地西北方)在當地時間 12 時均有明顯的西北風(海風方向)，基隆測站(位於雙北盆地東北方)在當地時間亦有顯著的東北風，兩道海風分別延著淡水河谷及基隆河谷吹至盆地內，在沒有發生午後對流降水的個案中，臺北測站(位於雙北盆地內)有較顯著的東北風分量存在，Lin et al. (2012)綜整其結果說明盆地內的水氣主要由海風傳送，且主要由淡水河谷吹進的海風所致。Lin et al. (2012)續以模糊邏輯(Fuzzy Logic)概念，發展北臺灣



地區午後對流降水的客觀潛勢預報，除利用地面觀測資料外，亦將無線電探空資料所得之參數納入預報因子，逐一給予權重，並轉換為午後對流發生的機率值 (likelihood value)，後周等 (2016) 依據 Lin et al. (2012) 中，以條件機率函數分析各預報因子在對流前所具有利雷雨發生（可能性 probability > 0.5）之觀測條件 (Lin et al., 2012, Table 3)，將其稱之雷雨檢查表。

2015 年 6 月 14 日雙北盆地內發生強烈的午後對流降水，有多個測站降水達到豪雨等級（符合中央氣象局豪雨分級定義—3 小時累積雨量達 100 毫米），並在都會區造成淹水，周等(2016)以雷達資料分析發現，對流胞合併是此類豪雨型雷陣雨發生的主要特徵，且有利對流胞合併之環境條件主要為潮濕的海風環流和對流降雨蒸發所致之冷池外流邊界所形成的低層輻合場，繆和楊(2018)亦針對該日個案以 WRF 模式模擬，結果顯示多重胞合併的物理過程對於雙北盆地的短時劇烈降水和都會尺度淹水扮演重要的角色。

本研究主要目的為研究臺灣北部雙北盆地夏季（2012 至 2017 年間 7、8 月）無擾動環境下的午後短延時降水特徵及預報探討，在 Lin et al. (2012) 提出之氣象預報因子基礎上，以周等 (2016) 謂之雷雨檢查表進行分析，輔以其他熱力機制，分析及探討其他助於改善預報的氣象因子。第 2 章首先針對本研究所使用之資料來源、無擾動環境定義及個案挑選方法等進行說明，隨後介紹本研究使用到的預報校驗方法及其他熱力參數；第 3 章則闡述利用前述熱力參數分析及預報校驗結果，並以 2012 至 2017 年間雙北盆地午後短延時劇烈降水個案為輔進行說明，續以 2018 年個案進行驗證；最後於第 4 章總結全文。

第 2 章 資料來源與研究方法



2.1 資料來源

1. 地面測站觀測資料

本研究利用中央氣象局(Central Weather Bureau, CWB)設置於臺北市、新北市及基隆市地區(不含離島)之綜觀地面氣象觀測站、自動氣象站(含氣象及雨量資料)及自動雨量站(僅含雨量資料)等觀測資料。因本研究係探討雙北盆地內之午後對流情形,故僅選取測站高度小於或等於 100 公尺且位於淡水河、基隆河及大漢溪河谷附近之測站,謂之「盆地測站」;其中綜觀地面氣象站有 4 站、自動氣象站 23 站及自動雨量站 2 站,共計 29 站。測站資料的時間解析度方面,綜觀地面氣象觀測站氣象資料為 60 分鐘(1 小時),自動氣象站氣象資料為 10 分鐘(或 15 分鐘),雨量資料時間解析度則為 1 分鐘,自動雨量站之雨量資料同樣為 1 分鐘,測站分布圖如圖 2-1,測站類型、數量及時間解析度整理如表 2-1。

本研究利用以上觀測資料,分析地面各氣象要素在發生午後雷陣雨前的變化。

2. 無線電探空資料

高空氣象觀測資料(探空資料)可用於了解大氣在垂直方向上的結構與變化,除可提供氣象預報上研判天氣系統移動與發展的參考,亦可了解綜觀環境變化。在雙北盆地內,CWB 於新北市板橋區設有一高空觀測站(該站亦屬本研究選定之盆地測站),每日當地時間 8 時及 20 時定時施放無線電探空。除標準層及特性層探空資料來自中國文化大學「大氣水文研究資料庫」中,本研究亦利用該站當地 8 時探空原始資料,以 Ciesielski et al. (2012)研究中使用之方法,將原始探空資料經品質控制(quality control)及誤差校正

(biases correction)後，內插為垂直解析度 5 hPa 之可供研究資料(research quality)進行後續分析。



2.2 研究方法

1. 個案篩選及分類

(1) 無擾動(Undisturbed)環境

選取自 2012 至 2017 年 6 年間，夏季（7 至 8 月）共 372 天當中，剔除以下可能影響臺北盆地內午後對流降水之天氣系統因素包含：鋒面、颱風或熱帶低壓、以及外部移入系統與持續性雲系，得到 223 個無擾動環境下之個案(Undisturbed Cases)，藉由這些個案來做後續的分析。

a. 鋒面(Front)：

利用中央氣象局提供之當地時間 8 時地面天氣圖，檢視並判斷臺灣本島上空是否有鋒面存在（即鋒面是否接觸臺灣本島陸地），若有，則排除該日個案。係屬鋒面影響之個案如 2015 年 8 月 31 日當地時間 8 時之地面天氣圖所示（圖 2-2）。

b. 颱風(Typhoon)或熱帶低壓(Tropical Depression)：

自中央氣象局發布海上颱風警報（預測颱風之 7 級風暴風範圍可能侵襲臺灣本島或澎湖、金門、馬祖 100 公里以內海域時之前 24 小時）起，至海上颱風警報解除止，期間降水事件定義為受颱風影響的個案。熱帶低壓影響方面，因自中央氣象局發布熱帶性低氣壓特報起至解除特報期間，期間降水事件定義為受熱帶低壓影響個案，並輔以當地時間 8 時地面天氣圖、紅外線衛星雲圖及可見光雲圖作為判斷工具。

c. 外部移入系統或非短延時降水的持續性雲系：

利用中央氣象局提供之臺灣地區附近當地時間 8 時之紅外線衛

星雲圖、可見光雲圖及雷達回波圖，檢視並判斷於當天是否有外部雲系移入並造成非短延時降水（如：低壓或西南氣流雲系），屬外部雲系移入個案範例如 2016 年 8 月 13 日當地時間 8 時之地面天氣圖所示（圖 2-3）。

(2) 個案類型分類

個案篩選及分類流程圖如圖 2-4。根據前述方法挑選出之盆地測站，於選定無擾動環境下，判斷在當天當地時間 12 時至 18 時內是否有下雨。若無任一盆地測站降水，則該日定義為「無降水」(No Precipitation, No-PR)；若於當地時間 12 時至 18 時內有降水，且任一盆地測站時雨量超過 40 毫米（符合中央氣象局大雨分級定義），則該日定義為「極端降水」(Extreme Precipitation, Ex-PR)；若於當地時間 12 時至 18 時有降水（即測站時雨量大於 0 毫米），但全部盆地測站時雨量均未達 40 毫米，則該日定義為「一般降水」(Precipitation, PR)。在本研究中，極端降水(Ex-PR)個案有 33 個，降水(PR)個案有 81 個，無降水(No-PR)個案有 109 個。

2. 預報校驗方法

為評估預報能力，本研究利用陳等(1991)量化豪（大）雨預報結果的校驗方法，以前估(Prefigurance, PreF.)、後符(Postagreement, PostA.)及預兆得分(Threat Score, TSc.)等 3 項指標呈現，分別以下列式子來計算：

$$\begin{aligned} \text{PreF.} &= \frac{h}{\phi}; \\ \text{PostA.} &= \frac{h}{f}; \\ \text{TSc.} &= \frac{h}{f + \phi - h} = \frac{f \cap \phi}{f \cup \phi} \end{aligned}$$

其中， h 、 ϕ 和 f 分別為正確預報事件範圍(Hit)、實際觀測降水事件範圍

(Observation)及預報降水事件範圍(Forecast)。當預報範圍與實際觀測範圍完全重疊時($f = \phi$)，則預兆得分(TSc.)為 1，為完美預報；若兩者無任何交集，則表示無預報能力，預兆得分(TSc.)為 0。前估(PreF.)是指在實際觀測到有降水的事件裡事先被準確預報到的比率，為滿足必要條件的程度；而後符(PostA.)則是指在預報有降水事件範圍裡實際觀測到的比率，為滿足充分條件的程度。預兆得分(TSc.)、前估(PreF.)及後符(PostA.)示意圖如圖 2-5。

其他常用且同樣用來作為預報校驗的參數有命中率(Hit Rate; Swets 1986a)、偵測機率(Probability of Detection, POD; Donaldson et al. 1975)、誤報比率(False Alarm Ratio, FAR; Donaldson et al. 1975)及臨界成功指數(Critical Success Index, CSI; Gilbert 1884; Donaldson et al. 1975)。根據其定義，命中率(Hit Rate)即為偵測機率(POD)，亦與本研究之前估(PreF.)相同，為必要條件之程度；而誤報率(FAR)與後符(PostA.)相加為 1 (亦即誤報率為 1 減去後符值)；至於臨界成功指數(CSI)則即為本研究之預兆得分(TSc.)，相關參數代號定義如下式，其中 a、b、c 及 d 分別表示命中(Hits，同前定義之 h)、誤報(False alarms)、錯失(Misses)及正確拒絕(Correct Rejection)：

$$\begin{aligned}\text{Hit Rate} &= \frac{a}{a + c} = \text{POD} = \text{PreF.}; \\ \text{FAR} &= \frac{b}{a + b} = 1 - \frac{a}{a + b} = 1 - \text{PostA.}; \\ \text{CSI} &= \frac{a}{a + b + c} = \text{TSc.}\end{aligned}$$

以上關於各校驗指數綜整如附錄 1。

3. 雷雨檢查表(List)

Lin et al. (2012)以模糊邏輯客觀潛勢預報方法，結合有利雷雨發生與對流發展的環境因子，進行北臺灣地區午後雷雨的客觀預報。而周等(2016)依據 Lin et al. (2012)中，以條件機率函數分析各預報因子在對流前所具有利雷

雨發生（可能性 probability > 0.5）之觀測條件(Lin et al., 2012, Table 3)，選取其中 3 個測站（淡水、基隆及臺北）各 4 種氣象觀測資料（水氣壓、相對濕度、風向及風速）共 12 項組成當地時間 8 時至 13 時逐時條件門檻，謂之雷雨檢查表。且周等(2016)認為，若該小時中，12 項預報因子中有 8 項以上高過門檻，表示午後降水極可能發生。本研究以雷雨檢查表做為地面觀測站檢核基礎，輔以其他熱力因子進行後續分析。雷雨檢查表中 3 測站逐時門檻詳列如表 2-2。

4. K-Index

K-Index（亦稱為 George's Index; George,1960）

$$K \text{ index} = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$$

= 垂直溫度遞減率 + 底層(850 hPa)水氣 - 中層(700 hPa)相對濕度的反值
為測量雷雨發生可能性的穩定度參數，它考慮了垂直溫度遞減率、低對流層水氣含量，及中低對流層相對濕度 3 個影響午後降水發生可能性的項目，因此可做為午後降水潛勢的指標。通常 K-Index 值愈大，代表垂直溫度遞減率愈大，大氣不穩定性愈高，或底層水氣愈多，又或是中層水氣飽和程度（亦稱相對濕度）愈高，此時對流發展過程中水滴愈不易蒸發，愈有利於午後對流發展，經驗上 K-Index 大於 35 時，有大量對流降水發生的可能性；K-Index 介於 26 至 35 間，對流降水散布發生。

5. 總可降水量(Total Precipitable Water, TPW)

探空資訊中水氣量的多寡可透過可降水量（Precipitable Water, Precipitable Water Vapor, PW）來估計。大氣的可降水量(PW)為單位面積空氣柱內指定兩氣層間內的水氣含量，傳統方法上可利用無線電探空資料，積分自地面底層至對流層頂中空氣柱內總水氣含量，算得總可降水量(Total Precipitable Water, TPW)：

$$TPW = \frac{1}{\rho g} \int_{p_1}^{p_2} x \, dp \quad (\text{American Meteorological Society, 2019})$$

式中 ρ 為水氣密度， g 為重力加速度， p_1 及 p_2 為指定層之氣壓（在本研究中 p_1 為地面底層氣壓， p_2 為 100 hPa）， x 為水氣混合比(mixing ratio)。

6. 水氣通量輻合(Moisture Flux Convergence, MFC)

$$MFC = -\nabla \cdot (q\mathbf{V}_h) = -\mathbf{V}_h \cdot \nabla q - q\nabla \cdot \mathbf{V}_h$$

$$MFC = \underbrace{-u \frac{\partial q}{\partial x} - v \frac{\partial q}{\partial y}}_{\text{平流項}} - \underbrace{q \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)}_{\text{輻合項}} \quad (\text{Banacos and Schultz, 2005})$$

式中 q 為比濕， u, v 分別為 x 方向及 y 方向風速。從過去觀測經驗及前人研究可知，淡水河谷與基隆河谷的海風建立對雙北盆地內午後對流發展的影響甚鉅。Banacos and Schultz (2005)亦提到地面的水氣通量輻合(MFC)可應用於 0 至 3 小時短期(short-term)預報中，用以預報對流肇始及決定對流發展空間，且尺度分析結果顯示地面的水氣通量輻合(MFC)正比於水平質量輻合場。因此本研究有別於網格資料計算方式，以 3 點不共線之雙北盆地內地面測站資料(非均勻網格)，計算 3 測站所圍面積內水氣通量輻合值(MFC)並分析其變化，計算方法詳如**附錄 2**。

第 3 章 分析結果與討論



在前章節方法篩選出來的 223 個無擾動個案中，首先以有無下雨作為分群，亦即將極端降水(Ex-PR)及降水(PR)均歸類為有降水(Ex-PR + PR)個案，個案總數為 114 天；無降水(No-PR)個案維持同樣 109 個。

3.1 分析結果

1. 常態分布圖形判定—偏態係數、峰度係數及常態分位圖

首先將當地時間 10 時通過雷雨檢查表(List)的項數、K-Index、總可降水量(TPW)及對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)等 4 因子，建立次數分配直方圖，藉由觀察直方圖是否單峰、對稱，或近似常態曲線，結果如圖 3-1 所示。由圖 3-1 可發現，在 223 個無擾動個案中，前述 4 因子次數分配皆呈現單峰狀(即只有一個級距為最大值)，但對稱性及是否近似常態曲線則可藉由計算資料分布的偏態係數(Skewness)及峰態係數(Kurtosis)等圖形參數來衡量(measures of shape)。偏態係數(Skewness)、峰態係數(Kurtosis)及分位圖(quantile-quantile plot)詳細介紹如附錄 3。

因此，利用 Microsoft Excel 計算當地時間 10 時通過雷雨檢查表的項數(List)、K-Index、總可降水量(TPW)及 700 hPa 溫度露點差等 4 因子各自之偏態係數(Skewness)及峰態係數(Kurtosis)，並利用 Matlab 內建函數 qqplot 繪製常態分位圖(Normal Q-Q Plot)，結果如圖 3-2。

由圖 3-2 可得知，雷雨檢查表(List)的偏態係數為-0.43，為負偏態，曲線略微左偏，左側尾巴較長，峰態係數為-0.62，與常態分布相比，略屬低闊峰；K-Index 的偏態係數-0.62，同樣為負偏態，曲線略微左偏，左側尾巴較長，峰態係數為 0.3，與常態分布相比，略屬高狹峰；總可降水量(TPW)的

偏態係數為-0.04，近似常態曲線，而峰態係數為-0.3，與常態分布相比，略數低闊峰，且常態分位圖(Normal Q-Q Plot)資料點分布近乎直線；至於對流層中低層水氣飽和程度（700 hPa 溫度露點差）其偏態係數為 0.93，為正偏態，右側尾巴較長，峰態係數為 1.85，與常態分比相比，屬高狹峰。整體而言，仍可將 4 因子於 223 個樣本數中表現視為常態分布。

2. 常態分布之機率密度函數

根據中央極限定理(Central Limit Theorem)，當樣本數夠大（經驗上大於 30）時，樣本平均數分佈可表示為常態分佈；因此本研究（共 223 個案）針對前述 2 種個案分群（無降水及有降水）內的各項因子，分別以常態分布的機率密度函數(Probability Density Function, PDF)來顯示兩分群之差異，結果如圖 3-3。

圖 3-3 及圖 3-4 為考慮當地時間 10 時通過雷雨檢查表的項數 List)、K-Index、總可降水量(TPW)、對流層中低層水氣量(Td_{850} 、 Td_{700} 及 Td_{500})、對流層中低層飽和程度（以溫度露點差表示($T-Td$) $_{850}$ 、($T-Td$) $_{700}$ 、($T-Td$) $_{500}$ 、($T-Td$) $_{850} + (T-Td)_{700}$ 及 ($T-Td$) $_{700} + (T-Td)_{500}$) 以及垂直溫度遞減($T_{850}-T_{500}$)，共計 12 項利用探空資料所得之熱力因子，於兩分群中的機率分布函數(PDF)，紅線及紅色方塊表示為無降水(No-PR)個案，而藍色線及圓點則表示有降水(Ex-PR + PR)個案。由圖中可知，兩種分群在這 12 項熱力因子中似乎僅有些許差異，僅在總可降水量(TPW)中兩分群較明顯分別。

3. 門檻值篩選

利用前述之機率密度函數(PDF)圖來篩選區別兩分群的各因子門檻值，先以兩分群之機率密度曲線交界處作為初步估計門檻值，接著增加或減少該因子數值的方式做敏感度測試，以預兆得分(TSc.)結果較佳（TSc.數值較大）者為門檻值，因此當地時間 10 時通過雷雨檢查表(List)的項數、K-Index、

總可降水量(TPW)及對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)等 4 因子之機率密度分布圖(含 1 倍標準差範圍)及預兆得分分布圖如圖 3-5 及圖 3-6,經篩選後本研究以雷雨檢查表(List) ≥ 8 (同周等 2016)、K-Index ≥ 28 、總可降水量(TPW) ≥ 44 及對流層中低層水氣飽和程度(T-Td)₇₀₀ ≤ 9 (相對濕度約 55%, Lin et al., 2012 中取 9.5) 做為區別兩分群之門檻值,並進行後續分析。

4. 預兆得分相態圖

預兆得分相態圖係以前估值(PreF.)為橫軸,後符值(PostA.)為縱軸,圖中曲線為預兆得分(TSc.)值等 3 部分組成,若結果分布愈趨近於圖面右上角,則顯示預兆得分愈高,且若分布於右下三角形中,則顯示該校驗結果前估值(PreF.)大於後符值(PostA.);若分布於左上三角形中,則顯示該校驗結果後符值(PostA.)大於前估值(PreF.),如圖 3-7。

以 Lin et al. (2012)研究為例,其 2005 至 2008 年之校驗資料(Calibration Data)預兆得分約 0.72,2009 至 2010 年驗證資料(Validation Data)預兆得分約為 0.56,而根據 Lin et al. (2012)研究資料,中央氣象局 2005 至 2008 年之預兆得分約為 0.47,而 2009 至 2010 年預兆得分約為 0.60,均分布於右下三角形,為前估值(PreF.)大於後符值(PostA.),顯示有過度預報現象(如圖 3-8)。

因此將前述門檻值做為區別兩分群(有無降水)之篩選標準,以本研究 223 個無擾動個案作驗證,計算前估(PreF.)、後符(PostA.)及預兆得分(TSc.)值作為校驗指標,結果同樣以預兆得分相態圖顯示(圖 3-9)。經校驗,當地時間 10 時通過雷雨檢查表的項數(List)預兆得分約為 0.49,對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)預兆得分約為 0.48,而 K-Index 預兆得分約 0.53,總可降水量(TPW)預兆得分則約為 0.55,就僅考量單一參數而言,



K-Index 及總可降水量(TPW)等探空資料而得之熱力因子，與單就地面觀測站資料構成的雷雨檢查表(List)相比，預兆得分在前者結果較高，而對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)之預兆得分則與雷雨檢查表(List)差異不大，顯示除了地面測站資料(List)外，熱力參數亦為可用的預報因子。

接著將雷雨檢查表(List)與其他 3 項熱力因子做結合，並取其同時符合該因子門檻之個案，以相同方法做校驗並計算預兆得分。結果顯示雷雨檢查表(List)與其他熱力參數結合後，預兆得分均有顯著提升，2 項組合值（即 List + (T-Td)₇₀₀、List + K-Index 及 List + TPW）之預兆得分均約為 0.66，3 項組合值（即 List + K-Index + TPW）之預兆得分更可達到約 0.72，與 Lin et al. (2012)校驗資料(Calibration Data)之預兆得分值相同，驗證了 Lin et al. (2012)結果，除地面測站資料外，亦須考量探空資料所計算之熱力參數，方能形成較佳的預兆得分。

5. 極端降水之預報

除預報會否發生午後雷陣雨之外，本研究更進一步探究極端降水(Ex-PR)個案的發生是否可以前述之預報因子看出端倪。將降水門檻自時雨量 0 毫米（即時雨量大於 0 毫米為有降水個案），每次增加 5 毫米，直至時雨量 40 毫米（即時雨量大於等於 40 毫米方為有降水個案），以相同方法取各因子門檻並以本研究無擾動個案進行校驗（圖 3-10、圖 3-11）及計算預兆得分，結果如圖 3-12。無論是單以雷雨檢查表(List)、K-Index 及總可降水量(TPW)，或是 2 項組合（List + K-Index 和 List + TPW），預兆得分(TSc.)均隨著降水門檻提高而急遽減少，且後符值(PostA.)亦急遽降低，前估值(PreF.)則愈來愈接近 1。

造成此結果有 2 種可能原因：(1)顯示對於雨強（時雨量）大的個案，以本研究之方法及考量之預報因子，仍無法全盤掌握並預報是否可能發生極

端降水之可能，也就是尚有其他因子去影響會造成極端降水的發生，例如對流胞合併（周等，2016；繆和楊，2018）。前估值(PreF.)高，顯示本研究提出之預報因子係為極端降水事件發生的必要條件，亦即沒有達到這些預報因子的門檻（必要因素），則不會有極端降水，但是達到預報因子的門檻，不一定會有極端降水發生（後符值低）。(2)前估值(PreF.)為實際觀測到有極端降水事件裡有事先被預報到的比率($\frac{h}{\phi}$)，因此當降水門檻由 0 毫米逐漸提升至 40 毫米時，降水事件個案(ϕ)也由數量 114 降至 33，而使前估值(PreF.)增加，因此本研究使用之前估(PreF.)、後符(PostA.)及預兆得分(TSc.)其實仍一定程度受個案數影響其數值表現。

6. 水氣輻合通量結果

利用第 2 章所提出之方法，選取與 Lin et al. (2012)一樣之 3 地面觀測站（淡水、基隆及臺北），以本研究 223 個無擾動個案，計算 3 點所圍三角形面積內逐時的水氣輻合通量(MFC)變化，並取水氣輻合通量變化率(Gradient)最大處的時間定為 0 值，並將逐時的盆地測站雨量總和，一併進行合成分析(composite analysis)，結果如圖 3-13。無論降水類型屬極端降水(Ex-PR)、降水(PR)，或是無降水(No-PR)，都有顯著水氣通量輻合現象發生（正值為輻合），且 3 種降水類型之水氣通量輻合值幾乎相同，僅極端降水(Ex-PR)在到達峰值之後，輻合值急遽下將，推測是因降水產生之外流(outflow)作用而致；降水部分，在水氣通量輻合值變化急遽增加後約 2 至 4 小時，雙北盆地內開始有降水產生。因此單一個案中無法以水氣通量輻合(MFC)程度來判定是否可能發生午後短延時降水，甚至是極端降水的發生。

3.2 個案分析

1. 極端降水(Ex-PR)

(1) 2015 年 7 月 23 日



根據中央氣象局地面天氣圖、雷達回波圖及時雨量累積圖（圖 3-14），2015 年 7 月 23 日臺灣附近無天氣系統影響，屬無擾動個案。約當地時間 11 時起在烏來及坪林山區（雙北盆地東南方至南方，為雪山山脈區域）開始有對流生成並發展，於 12 時起於桃園地區（雙北盆地西南方）亦有對流發展並與烏來坪林山區之對流一起逐漸往東北方向發展，在約 13 時起於雙北盆地測站開始有降水紀錄，主要降水區由東南向西北方向移動，其中大直自動氣象站(C0A9A)於 13 時 57 分時雨量達 65.5 毫米，天母自動氣象站(C0A9C)於 14 時 3 分時雨量達 54.5 毫米，三重自動氣象站(C0A9I)於 13 時 50 分時雨量更是達到 82.0 毫米，而位於盆地中心的臺北氣象站(46692)於 14 時亦有時雨量 50.5 毫米之紀錄，並造成多處地方淹水事件，該日總計共有 7 盆地測站達到時雨量 40 毫米以上之紀錄，因此 2015 年 7 月 23 日在本研究無擾動個案分類中係屬極端降水(Ex-PR)類型。

當地時間 8 時之板橋無線電探空斜溫圖（圖 3-15）顯示，地面底層風向偏東，相對濕度約 60%（溫度露點差 8°C ），約自 850hPa（1.5 公里）至 500hPa（5.9 公里）高度間，風向均為穩定的西南風，對流可用位能 (Convective Available Potential Energy, CAPE) 約為 $1835.0(\text{m}^2\text{s}^{-2})$ （大於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 $500\text{m}^2\text{s}^{-2}$ ），K-Index 為 33.5（大於 28），總可降水量為 56.7（大於 44），對流層中低層水氣飽和程度（700 hPa 溫度露點差）為 4.60（小於 9），顯示有良好的對流條件，且依據當天地面觀測資料結果顯示，雷雨檢查表(List)於當地時間 10 時通過項數為 9（大於 8）。以上預報因子均符合本研究前述所使用之門檻值，故假如於當地時間 10 時，即可有相當程度的把握當日下午有午後雷陣雨發生的可能，惟仍無法判斷是否有極端降水(Ex-



PR)發生的可能性。

(2) 2016 年 7 月 20 日

根據中央氣象局地面天氣圖、雷達回波圖及時雨量累積圖(圖 3-16)，2016 年 7 月 20 日臺灣附近無天氣系統影響，屬無擾動個案。約當地時間 14 時起在烏來山區(雙北盆地東南方至南方，為雪山山脈區域)及桃園地區(雙北盆地西南方)開始有對流生成並發展，於 14 時起往東北方向發展，在約 14 時起於雙北盆地測站開始有降水紀錄，主要降水區由西南向東北方向移動，其中信義自動氣象站(C0AC7)於 15 時 38 分時雨量達 70.5 毫米，汐止自動氣象站(C0AH0)於 16 時 2 分時雨量達高達 88.0 毫米，經濟部水利署針對新北市汐止區發布淹水一級警戒，該日總計共有 4 盆地測站達到時雨量 40 毫米以上之紀錄，因此 2016 年 7 月 20 日在本研究無擾動個案分類中係屬極端降水(Ex-PR)類型。

當地時間 8 時之板橋無線電探空斜溫圖(圖 3-17)顯示，地面底層風向偏南，相對濕度約 76%(溫度露點差 4.8°C)，約自 700 hPa (3.2 公里)至 500hPa (5.9 公里)高度間，風向均為穩定的西南風，對流可用位能(Convective Available Potential Energy, CAPE)約僅為 $7.9(\text{m}^2\text{s}^{-2})$ (小於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 $500\text{m}^2\text{s}^{-2}$)，K-Index 為 28.9 (大於 28)，總可降水量為 50.6 (大於 44)，對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)為 9.1，然而依據當天地面觀測資料結果顯示，雷雨檢查表(List)於當地時間 10 時通過項數僅為 6 (小於 8，未達門檻值)。顯示若只使用雷雨檢查表(List)作為預報因子，將會錯失此個案；但若是考慮探空資料的參數，則可準確掌握此降水個案的發生。

(3) 2017 年 7 月 1 日



根據中央氣象局地面天氣圖、雷達回波圖及時雨量累積圖（圖 3-18），2017 年 7 月 1 日臺灣附近無天氣系統影響，屬無擾動個案。約當地時間 14 時起在烏來山區（雙北盆地東南方至南方，為雪山山脈區域）開始有對流生成並發展，於 15 時起往東北方向發展，在約 15 時起於雙北盆地測站開始有降水紀錄，主要降水區由西南向東南方向移動，其中土城自動氣象站(C0AD4)於 15 時 44 分時雨量達 51.5 毫米，中和自動氣象站(C0AG9)於 16 時 10 分時雨量達 46.5 毫米，該日總計共有 4 盆地測站達到時雨量 40 毫米以上之紀錄，因此 2017 年 7 月 1 日在本研究無擾動個案分類中係屬極端降水(Ex-PR)類型。

當地時間 8 時之板橋無線電探空斜溫圖（圖 3-19 a）顯示，地面底層相對濕度約 86.5%（溫度露點差 2.7°C），約自 700hPa（3.2 公里）至 400hPa（7.6 公里）高度間，風向均為穩定的西南風，對流可用位能(Convective Available Potential Energy, CAPE)約僅為 26.5(m²s²)（小於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 500m²s²），K-Index 為 33.7（大於 28），總可降水量為 58.2（大於 44），對流層中低層水氣飽和程度（700 hPa 溫度露點差）為 6.3（小於 9），且依據當天地面觀測資料結果顯示，雷雨檢查表(List)於當地時間 10 時通過項數僅為 8（恰達門檻值）。雖其他預報因子及雷雨檢查表(List)均達門檻值，但在當地時間 8 時對流可用位能(CAPE)顯示似乎無對流發展可能性，但配合科技部補助「雙北都會區夏季對流暴雨之研究與防災應用」計畫，板橋站於當地時間 11 時加放探空作業，得探空斜溫圖（圖 3-19 b）中對流可用位能(CAPE)值為 3300.5 m²s²（大於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 500m²s²），顯示早上至中午的大氣環境變化仍是午後對流發生的一項參考指標，當地時間 11 時之探空作業確實能提供更即時的資訊，以利午後降水預報。



2. 一般降水(PR)—2017 年 7 月 4 日

根據中央氣象局地面天氣圖、雷達回波圖及時雨量累積圖(圖 3-20)，2017 年 7 月 4 日臺灣附近無天氣系統影響，屬無擾動個案。約當地時間 13 時起在桃園及新竹地區(雙北盆地西南方)開始有對流生成並發展，於 14 時起往東北方向發展，在約 16 時起於雙北盆地測站開始有降水紀錄，主要降水區由西南及南方方向開始往盆地發展，其中大直自動氣象站(C0A9A)於 16 時 46 分時雨量達 21.0 毫米，該日總計共有 6 盆地測站有雨量紀錄(時雨量 0 毫米以上)，因此 2017 年 7 月 4 日在本研究無擾動個案分類中係屬一般降水(PR)類型。

當地時間 8 時之板橋無線電探空斜溫圖(圖 3-21 a)顯示，地面底層相對濕度約 83% (溫度露點差 3.4°C)，約於 700hPa (3.2 公里)風向為穩定的西南風，對流可用位能(Convective Available Potential Energy, CAPE)約為 $1852.4(\text{m}^2\text{s}^2)$ (大於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 $500\text{m}^2\text{s}^2$)，K-Index 為 33.3 (大於 28)，總可降水量為 55.3 (大於 44)，對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa 溫度露點差)為 6.3 (小於 9)，且依據當天地面觀測資料結果顯示，雷雨檢查表(List)於當地時間 10 時通過項數僅為 7 (略低於門檻值 8)。以上預報因子除雷雨檢查表外，均符合本研究前述所使用之門檻值，故假如於當地時間 10 時，即可有相當程度的把握當日下午有午後雷陣雨發生的可能。

3. 無降水(No-PR)—2017 年 7 月 18 日

根據中央氣象局地面天氣圖(圖 3-22)，2017 年 7 月 18 日臺灣附近無天氣系統影響，屬無擾動個案。該日在盆地測站無任一測站有雨量紀錄，因此在本研究無擾動個案分類中係屬無降水(No-PR)類型。

當地時間 8 時之板橋無線電探空斜溫圖(圖 3-23)顯示，地面底層相



對濕度約 79% (溫度露點差 4.2°C)，約自 850hPa (1.5 公里) 至 500hPa (5.9 公里) 高度間，風向為東南風至南風，對流可用位能(Convective Available Potential Energy, CAPE)約為 5.2 (m^2s^{-2}) (小於 Lin et al. (2012)所提之降水門檻 500 m^2s^{-2})，K-Index 為 32.1 (大於 28)，總可降水量為 54.3 (大於 44)，對流層中低層水氣飽和程度 (700 hPa 溫度露點差) 為 10.3 (大於 9)，並依據當天地面觀測資料結果顯示，雷雨檢查表(List)於當地時間 10 時通過項數為 10 (大於 8)，因此如僅使用雷雨檢查表來預報當日是否會發生午後降水，則會發生誤判；若參考更多熱力參數之預報因子 (如 700 hPa 溫度露點差)，則可準確掌握此降水個案的發生。

3.3 2018 年個案驗證

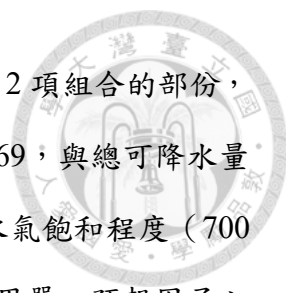
為評估本研究以 2012 至 2017 年夏季無擾動個案提出之預報因子及其門檻是否可行性，本節以 2018 年夏季個案進行驗證。

1. 個案篩選及分類

首先以第 2 節相同之方法，篩選 2018 年夏季 (7 月至 8 月) 共 62 天中，剔除鋒面、颱風、熱帶低壓、外部移入系統或非短延時降水的持續性影響個案後，共得 35 個無擾動個案，其中極端降水(Ex-PR)個案有 4 個，降水(PR)個案有 13 個，無降水(No-PR)個案有 18 個。個案篩選及分類流程圖如圖 3-19。

2. 預兆得分相態圖

續以前述各預報因子門檻值，對 2018 年 35 個無擾動個案中，有降水(Ex-PR + PR)及無降水(No-PR)個案進行分析及驗證，結果以圖 3-20 呈現，就單一預報因子而言，雷雨檢查表(List)之預兆得分約為 0.43，K-Index 之預兆得分約為 0.58，總可降水量(TPW)預兆得分約為 0.48，而對流層中低層水



氣飽和程度（700 hPa 溫度露點差）預兆得分則約為 0.50；2 項組合的部份，雷雨檢查表與 K-Index 組合(List + K-Index)之預兆得分 0.69，與總可降水量組合(List + TPW)之預兆得分為 0.53，與對流層中低層水氣飽和程度（700 hPa 溫度露點差）組合之預兆得分為 0.58，同樣優於僅使用單一預報因子之結果；若再將雷雨檢查表與 K-Index 及總可降水量(TPW)共同成立 3 項組合值（即 List + K-Index + TPW），則預兆得分可提升至約 0.67，此結果優於 Lin et al. (2012)以 2009 至 2010 做為驗證資料(Validation Data)之預兆得分 (0.56)。

第 4 章 結論與展望



本研究以 2012 至 2017 年共 6 年間 223 個無擾動個案，依據盆地內測站的當地時間 12 至 18 時之時雨量進行分類，分別為極端降水(Ex-PR)個案 33 個、降水(PR)個案 81 個，及無降水(No-PR)個案 109 個。在 Lin et al. (2012)所提出之午後雷陣雨預報因子的基礎上，以周等(2016)雷雨檢查表分析，並輔以其他由無線電探空資料所得之熱力因子進行校驗。

在預報是否會發生午後雷陣雨的部份，依據常態分布機率密度函數，篩選出各預報因子門檻值（雷雨檢查表(List) ≥ 8 、K-Index ≥ 28 、總可降水量(TPW) ≥ 44 及 700 hPa 溫度露點差(T-Td)₇₀₀ ≤ 9 ），作為判斷是否發生降水之依據。根據校驗資料(Calibration Data)結果顯示，雷雨檢查表(List)結合其他熱力參數後，其預兆得分(TSc.)結果均優於僅使用雷雨檢查表所得之預兆得分。顯示針對雙北盆地內的午後雷陣雨預報，除以地面觀測站資料組成的雷雨檢查表外，無線電探空資料所得之熱力參數可作為良好的預報因子，此結果亦呼應 Lin et al. (2012)研究結果中綜觀尺度環境(探空資訊)提供有利午後對流降水發生的環境條件，而局部環流(測站資訊)則對於午後對流降水的激發扮演著關鍵的角色。本研究以 2018 年個案作為驗證資料(Validation Data)結果亦然。惟盆地內水氣通量輻合(MFC)逐時變化在 3 類型個案中無明顯差異、均有顯著的輻合現象發生，因此在此研究結果當中無法以單一事件的水氣通量輻合(MFC)表現作為預報因子。

進一步將方法應用在預報是否發生極端降水(Ex-PR)事件，並將降水門檻自 0 毫米提升至 40 毫米，預兆得分相態圖結果顯示隨著降水門檻提升，除預兆得分降低外，後符值(PostA.)亦急遽下降，前估值(PreF.)則愈接近 1。顯示利用此方法在極端降水(Ex-PR)狀況下，除了必要因素外，還有許多其他因素影響其發生的可能性；且若無必要因素，則不會有極端降水(Ex-PR)發生的可能性。另造就此結果可能原因為受極端降水(Ex-PR)事件個案數較少原因所致，後續可能需要使用更為公正或

標準化之預報校驗指數來輔佐。



因此，若可增加其他的預報因子，除了熱力參數如對流可用位能(CAPE)、對流抑制能(CIN)，或是自由對流高度(Level of Free Convection, LFC)等；地面觀測站資料如：海風厚度、海風建立及到達盆地時間等，未來如可於雙北盆地內進行高時空解析觀測實驗，將可針對沿著淡水河和基隆河谷吹進來的海風，及沿著雪山山脈的上坡風等進行完整分析，並參考 Kunz (2007)雷雨預報校驗研究中對流相關參數及指數表現較佳之項目：利用探空所得資料計算舉升指數(Lifted Index, Galway, 1956)、蕭氏指數(Showalter Index, Showalter, 1953)及修正後的 K-Index(modified K-Index, Charba, 1977)等進行分析，將有助於了解這些可能的因子對於夏季雙北盆地午後短延時劇烈降水發展的影響及可能扮演的角色，進而增進預報的準確性。

此外，在研究方法上，未來可使用邏輯斯迴歸 (Logistic Regression，又稱對數機率模型)，將有無發生降水事件做二元分類，並建立預報因子與降水發生機率之間的關係 (含權重分配)，用以預測降水事件發生的機率 (介於 0 至 1)，方法詳如**附錄 4**。

圖

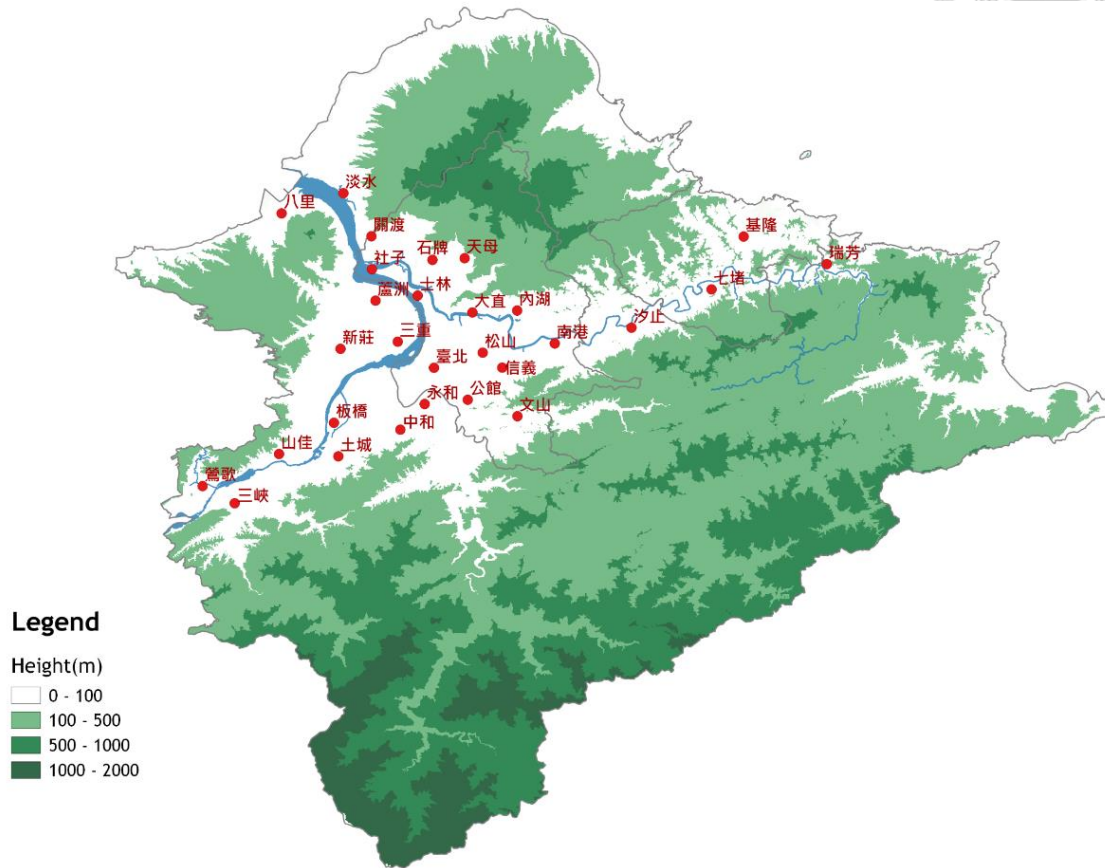


圖 2-1 中央氣象局雙北盆地測站分布及地形圖，共計 29 個地面觀測站，其中板橋站亦設有高空觀測作業，施放無線電探空儀。

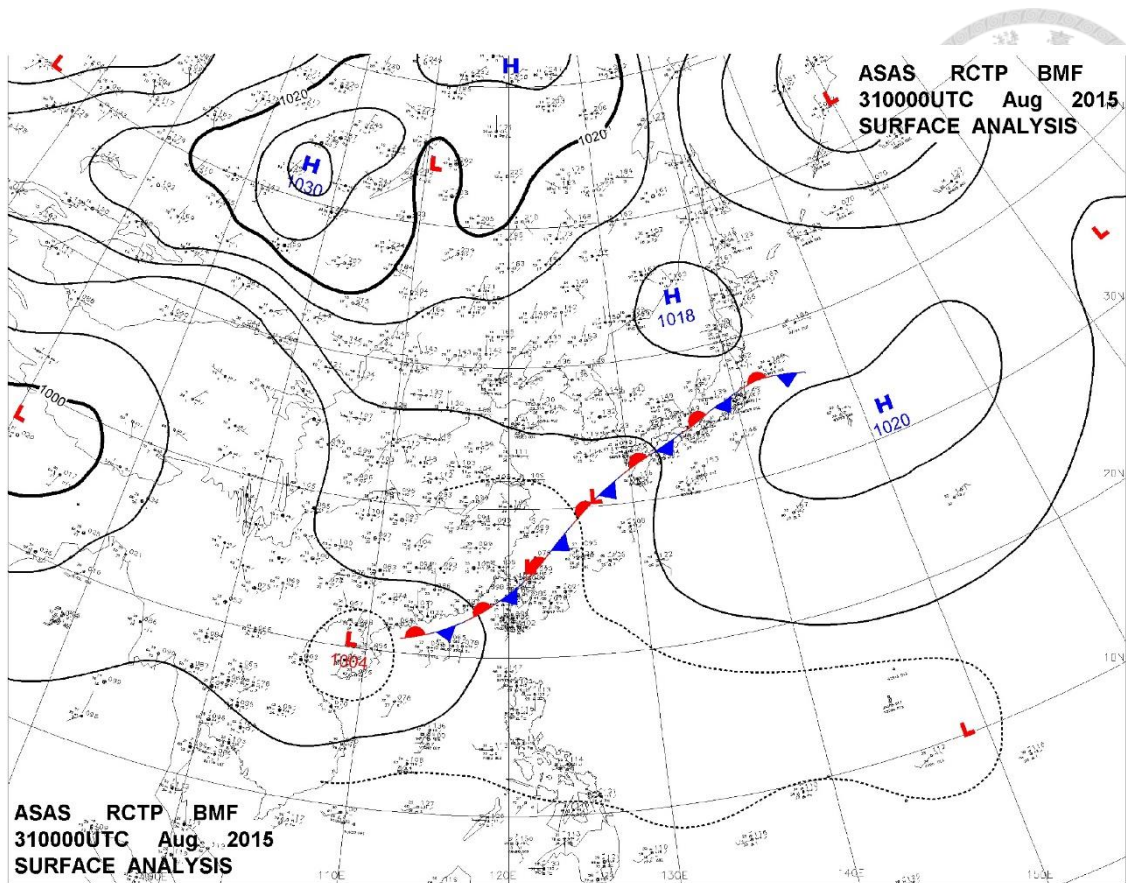


圖 2-2 鋒面個案－中央氣象局 2015 年 8 月 31 日當地時間 8 時地面天氣圖。

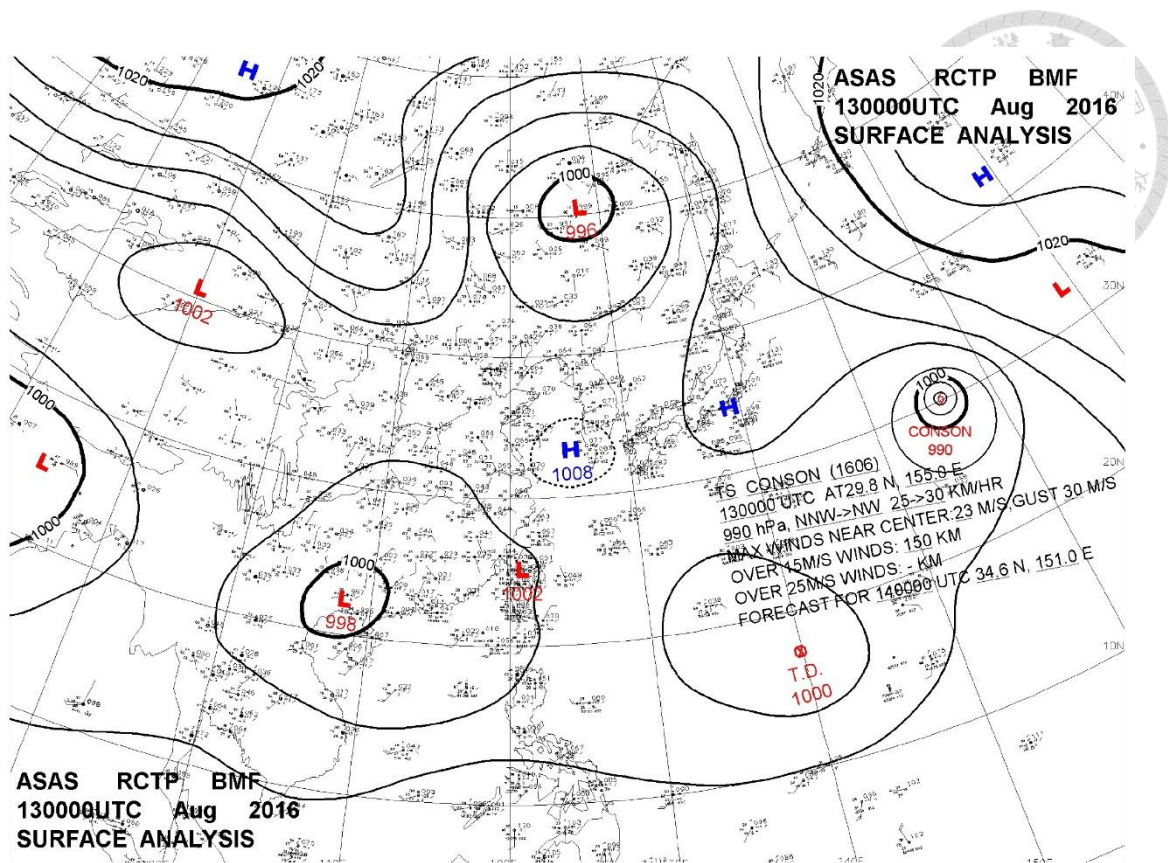


圖 2-3 外部移入系統個案－中央氣象局 2016 年 8 月 13 日當地時間 8 時地面天氣圖，臺灣上空有低壓存在。

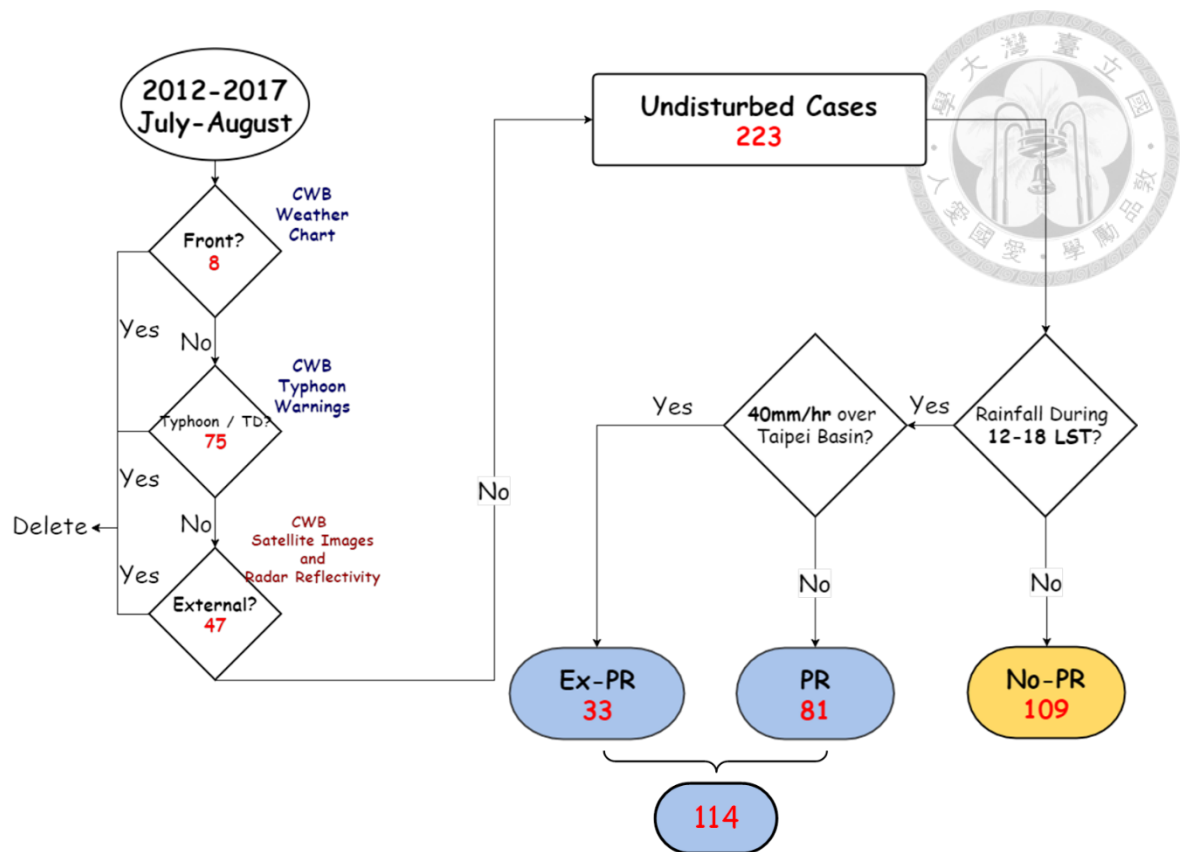


圖 2-4 自 2012 至 2017 年間夏季（7、8 月）個案篩選流程及分類圖。

2012 至 2017 年間夏季個案中，剔除鋒面(front)、颱風或熱帶低壓(Typhoon/TD)及外部移入系統或非短延時降水的持續性雲系(External)個案，篩選結果極端降水(Ex-PR)有 33 個，降水(PR)有 81 個，無降水(No-PR)有 109 個，下方紅色數字為個案數。

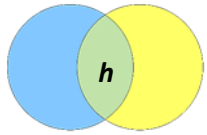
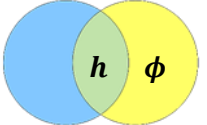
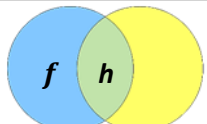
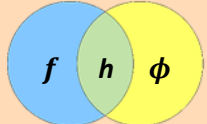
預報 Forecast	f	
觀測 Observation	ϕ	
Hit	$h = f \cap \phi$	
前估 Prefigurance (PreF.)	$\text{PreF.} = \frac{h}{\phi}$	
後符 Postagreement (PostA.)	$\text{PostA.} = \frac{h}{f}$	
預兆得分 Threat Score (TSc.)	$\text{TSc.} = \frac{h}{f + \phi - c} = \frac{f \cap \phi}{f \cup \phi}$	

圖 2-5 預兆得分(Threat Score, TSc.)、前估(Prefigurance, PreF.)、後符(Postagreement, PostA.)定義及示意圖。

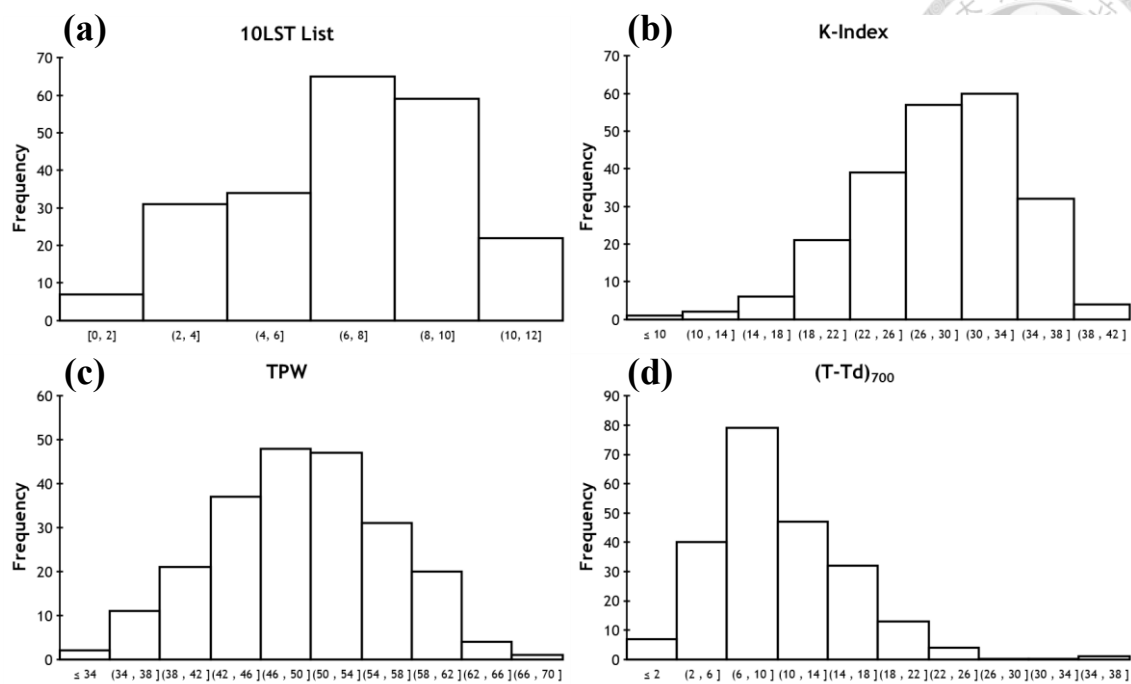


圖 3-1 次數分配直方圖。

橫軸為各參數值，縱軸為發生次數（頻率, frequency）；(a)為當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數(10LST List)；(b)為 K-Index；(c)為總可降水量(TPW)；(d)為對流層中低層水氣飽和程度(700 hPa)溫度露點差。

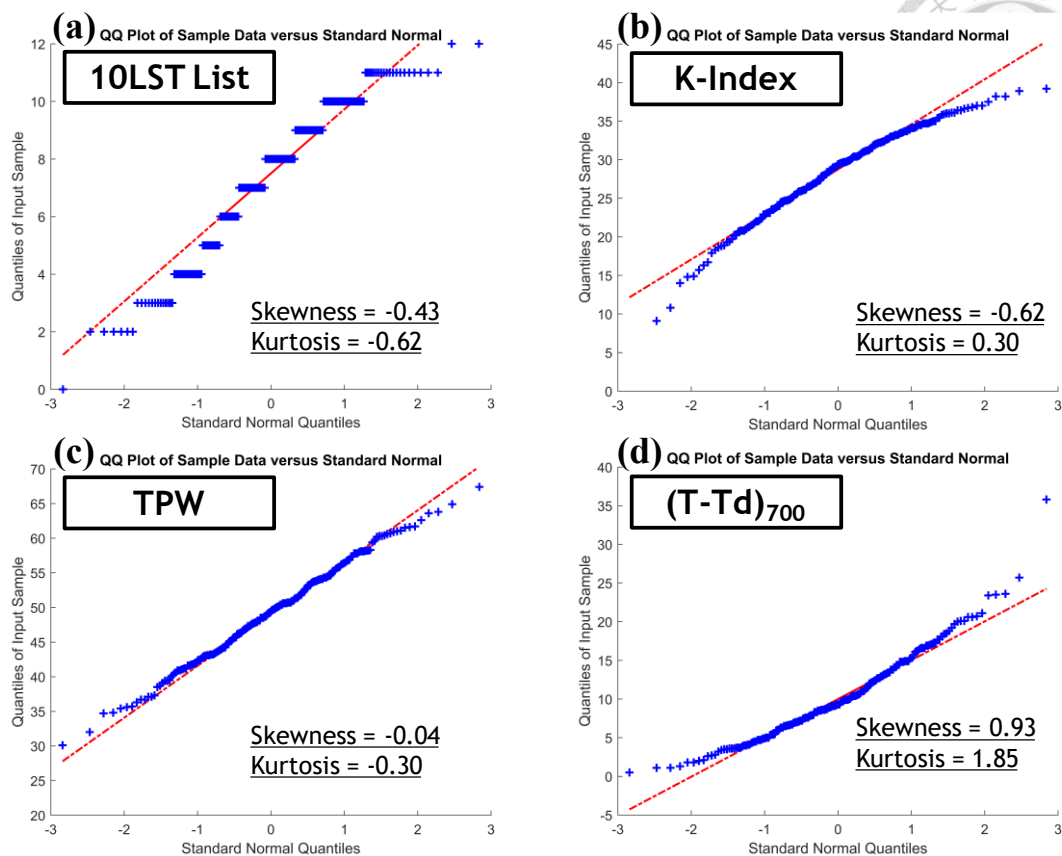


圖 3-2 常態分位圖(Normal Q-Q Plot)。

橫軸為標準常態分位，縱軸為各參數值，藍色「+」為個案分布，紅色實線為第 1 四分位數與第 3 四分位數的連線，紅色虛線為實線之趨勢延伸線；(a)為當地時間 10 時之雷雨檢查表通過項數(10LST List)；(b)為 K-Index；(c)為總可降水量(TPW)；(d)為 700 hPa 溫度露點差。

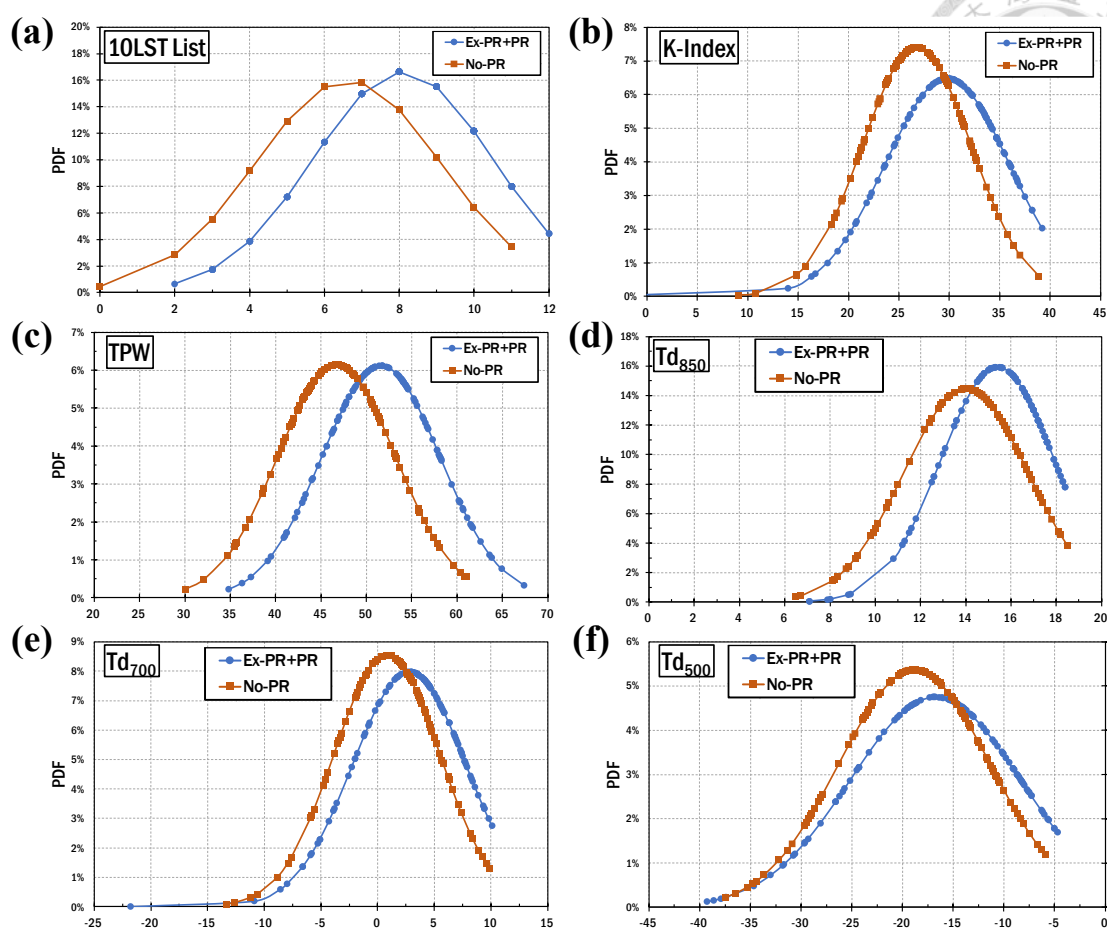


圖 3-3 常態分布機率密度函數(Probability Density Function, PDF)。

橫軸為各參數值，縱軸為機率密度函數值(PDF)，藍色圓點實線為有降水個案(Ex-PR+PR)，紅色方塊實線無降水個案(No-PR)。(a)為當地時間 10 點通過雷雨檢查表項數(10LST List)；(b)為 K-Index；(c)為總可降水量(TPW)；(d)850 hPa 露點溫度；(e)700 hPa 露點溫度；(f)500 hPa 露點溫度。

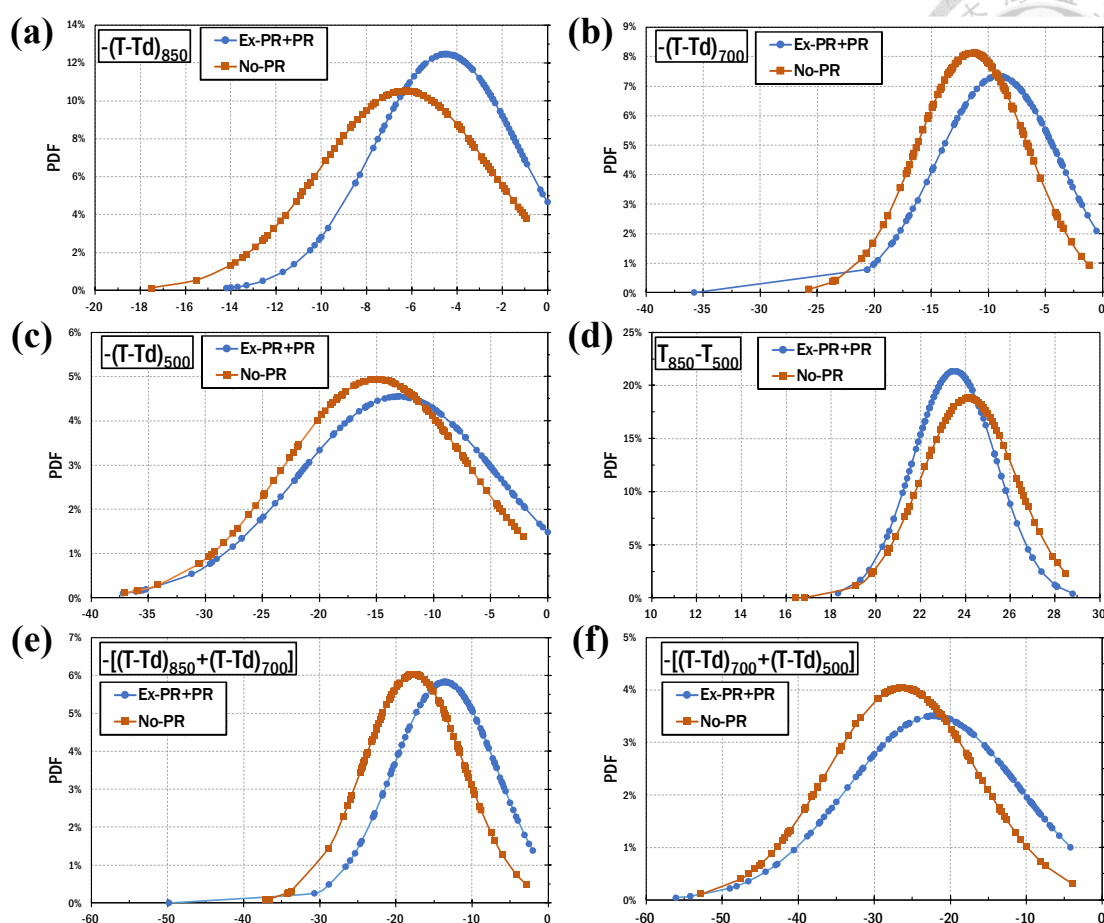


圖 3-4 常態分布機率密度函數(Probability Density Function, PDF)。

圖例同圖 3-3。(a)850 hPa 溫度露點差；(b)700 hPa 溫度露點差；(c)500 hPa 溫度露點差；(d)為垂直溫度遞減率($T_{850}-T_{500}$)；(e)850 hPa 及 700 hPa 溫度露點差和；(f)700 hPa 及 500 hPa 溫度露點差和。

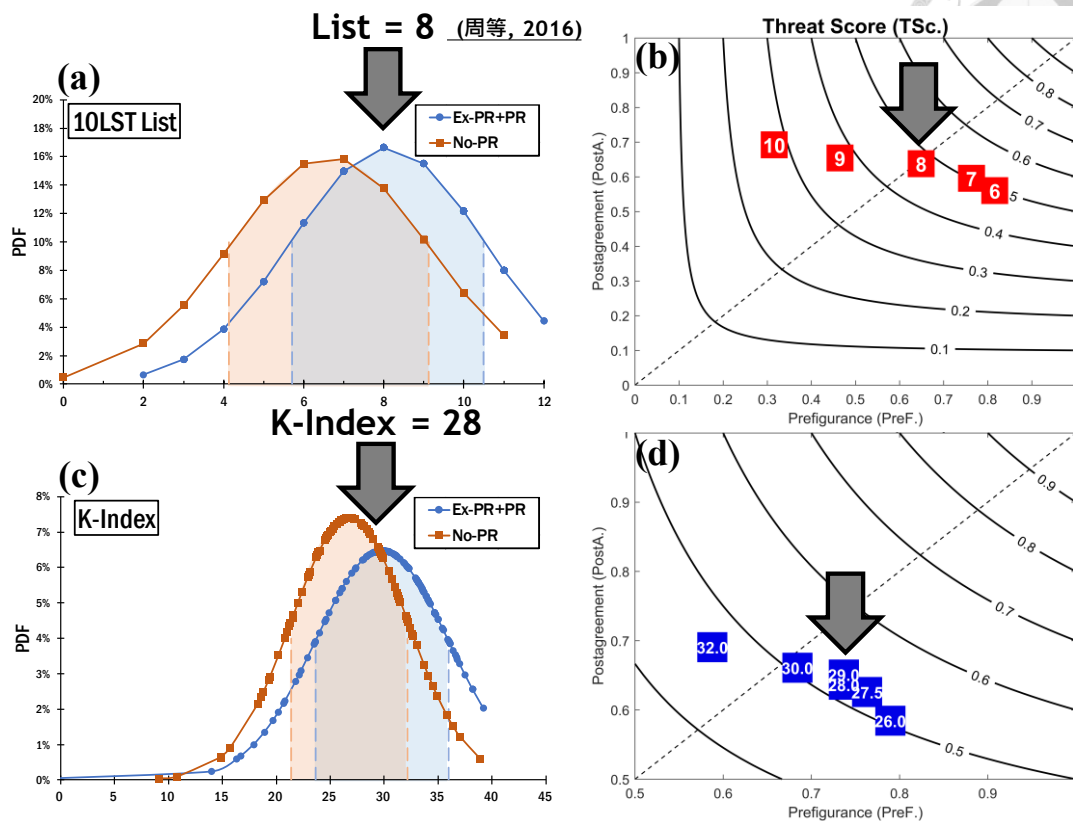


圖 3-5 常態分布機率密度函數及門檻值預兆得分相態圖。

(a)、(c)為常態分布機率密度函數圖，與圖 3-3 相同，藍色圓點實線為降水個案(Ex-PR+PR)，紅色方塊實線為無降水個案(No-PR)，淺色著色區塊為 1 倍標準差範圍；(b)、(d)為門檻值預兆得分敏感度測試，結果呈現至預兆得分相態圖，分布愈接近右上角，預兆得分愈高。(a)、(b)為當地時間 10 時通過雷雨檢查表的項數(10LST List)表現，門檻值取 8；(c)、(d)為 K-Index 表現，門檻值取 28。

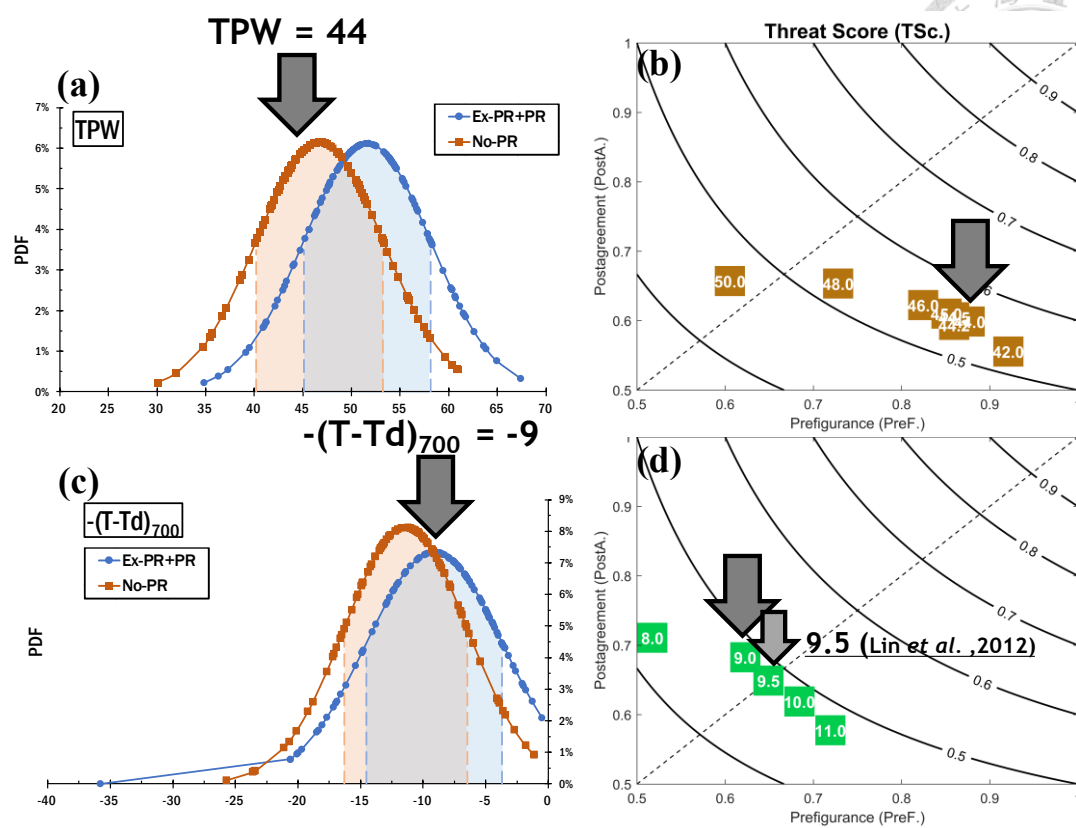


圖 3-6 常態分布機率密度函數及門檻值預兆得分相態圖。

與圖 3-5 相同。(a)、(b)為總可降水量(TPW)表現，門檻值取 44；(c)、(d)700 hPa 溫度露點差，門檻值取 9。

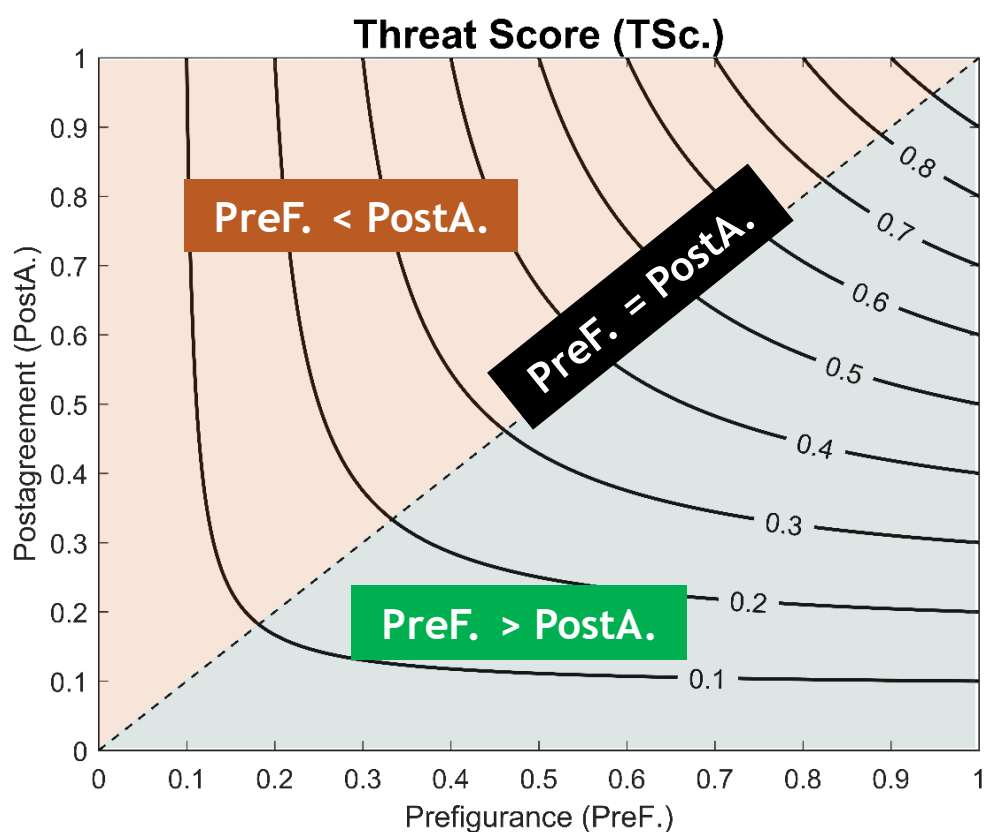


圖 3-7 預兆得分相態圖。

橫軸為前估值(Prefigurance, PreF.)，範圍為 0 至 1，縱軸為後符值(Postagreement, PostA.)，範圍同樣為 0 至 1，實線曲線為預兆得分值(Threat Score, TSc.)，左下預兆得分值為 0，右上為 1，預兆得分值愈高，分布愈趨右上角，虛線顯示為前估值等於後符值，右下三角形為前估值大於後符值區域，左上三角形為後符值大於前估值區域。

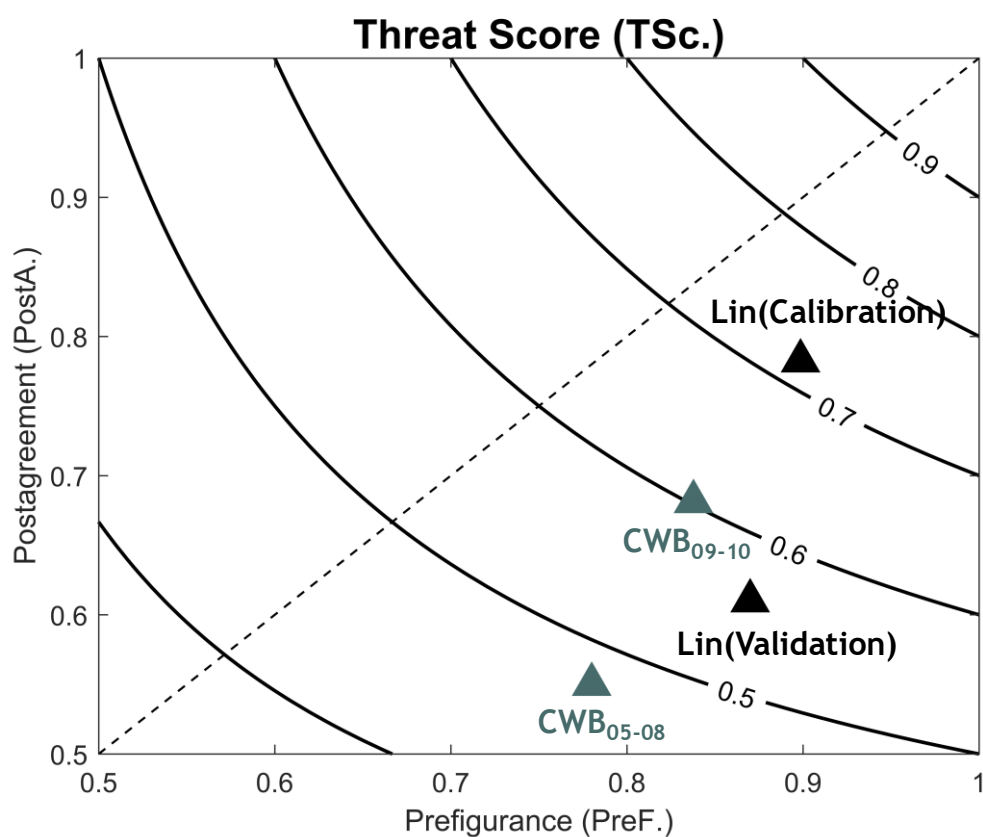


圖 3-8 Lin et al. (2012)研究及中央氣象局 2005 至 2008 年及 2009 至 2010 年午後雷陣雨預兆得分相態圖。

黑色三角形分別為 Lin et al. (2012) 2005 至 2008 年校驗資料(Calibration Data)預兆得分表現 (約 0.72)，及 2009 至 2010 驗證資料(Validation Data)預兆得分表現 (約 0.56)；灰色三角形則為中央氣象局 2005 至 2008 年預兆得分表現 (約 0.47)，及 2009 至 2010 年預兆得分表現 (約 0.60)。

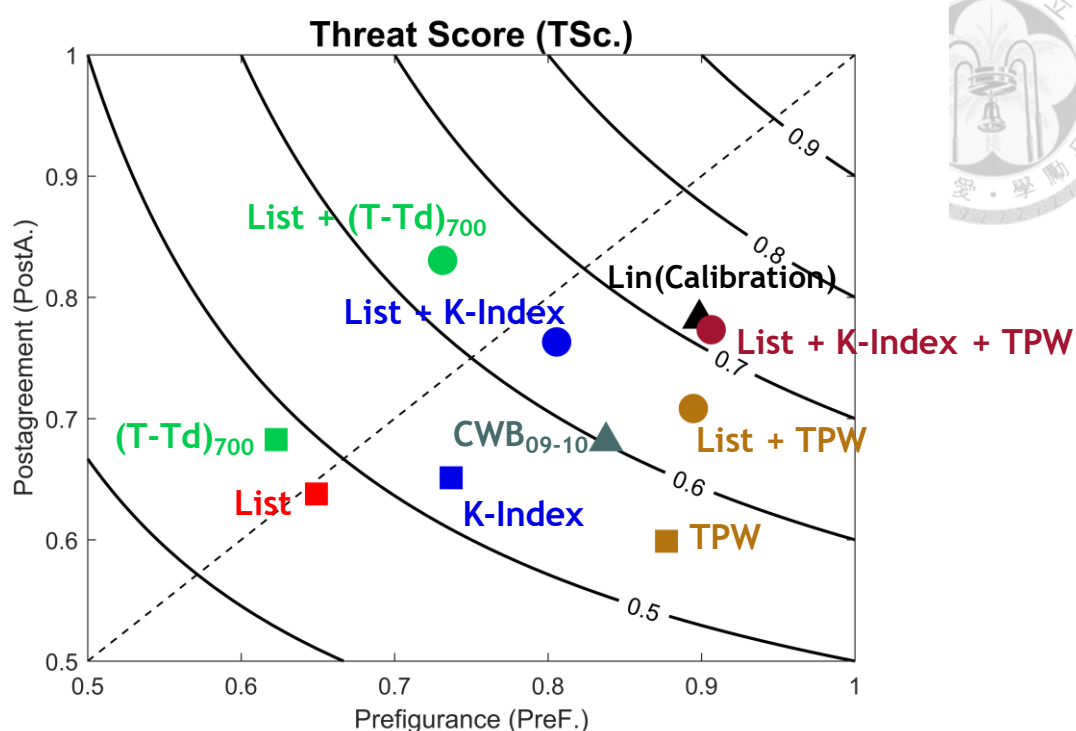


圖 3-9 2012 至 2017 年 223 個無擾動個案校驗－預兆得分相態圖。

三角形圖徵為前人研究資料（分別為黑色 Lin et al. (2012)校驗資料及灰色中央氣象局 2009 至 2010 年預報表現），方形圖徵為僅一種預報因子之預兆得分結果，圓形圖徵為組合 2 種以上預報因子之預兆得分結果，藍色為 K-Index 相關，土黃色為 TPW 相關，紅色為 List 相關，綠色為 700 hPa 溫度露點差相關，酒紅色為 3 種參數組合。

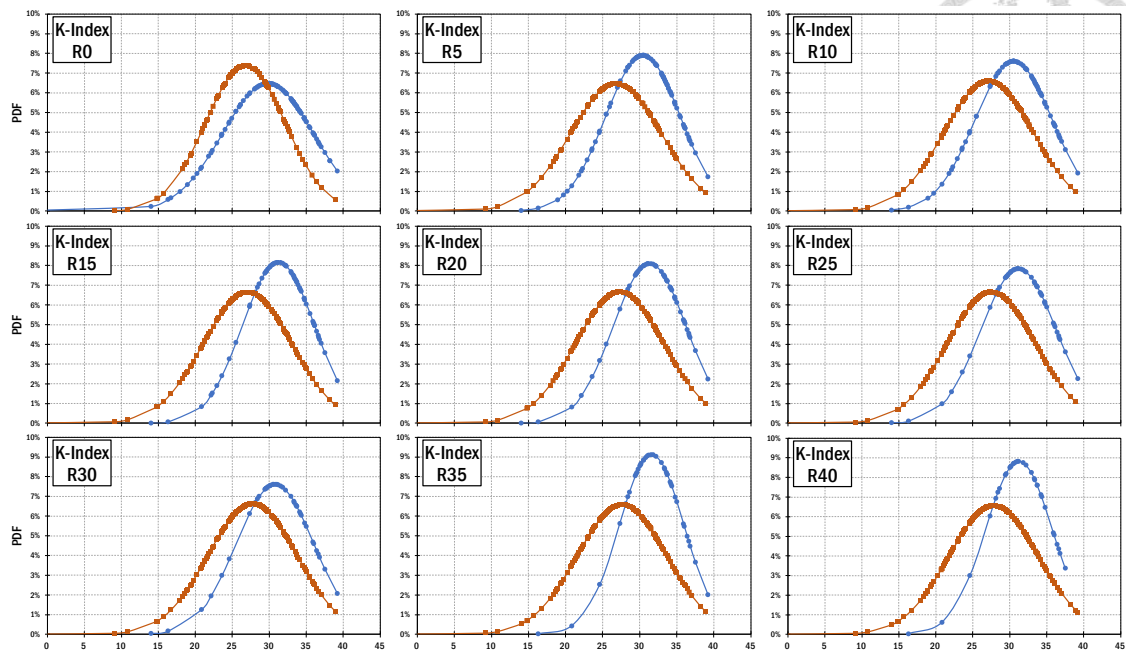


圖 3-10 K-Index 隨降水門檻調整之機率密度函數圖。

藍色圓點實線同樣為有降水事件，紅色方形實線為無降水事件，橫軸為 K-Index 值，縱軸為機率密度函數值(PDF)，R 後的數字表示降水門檻值，例如：R0 表示降水門檻為 0 毫米，雨量大於 0 毫米屬降水事件，等於 0 毫米為無降水事件；R10 表示為降水門檻 10 毫米，雨量大於等於 10 毫米列為降水事件，小於 10 毫米則為無降水事件，餘依此類推。

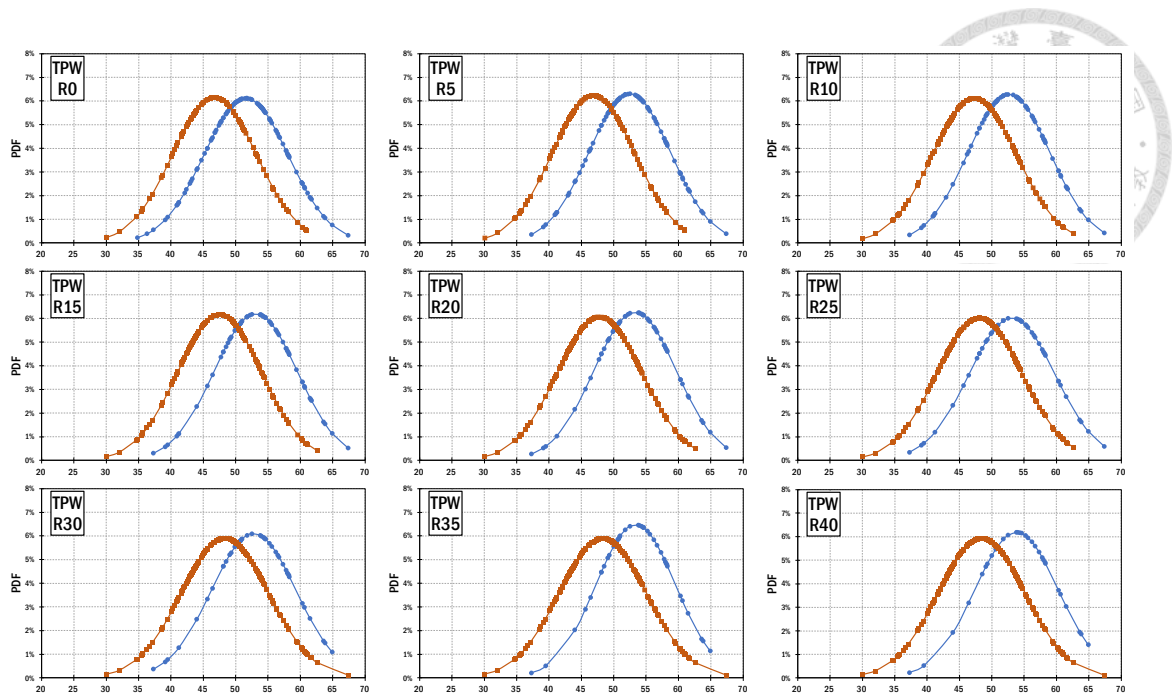


圖 3-11 TPW 隨降水門檻調整之機率密度函數圖。

橫軸為 TPW 值，縱軸為機率密度函數值(PDF)，餘圖例同圖 3-10。

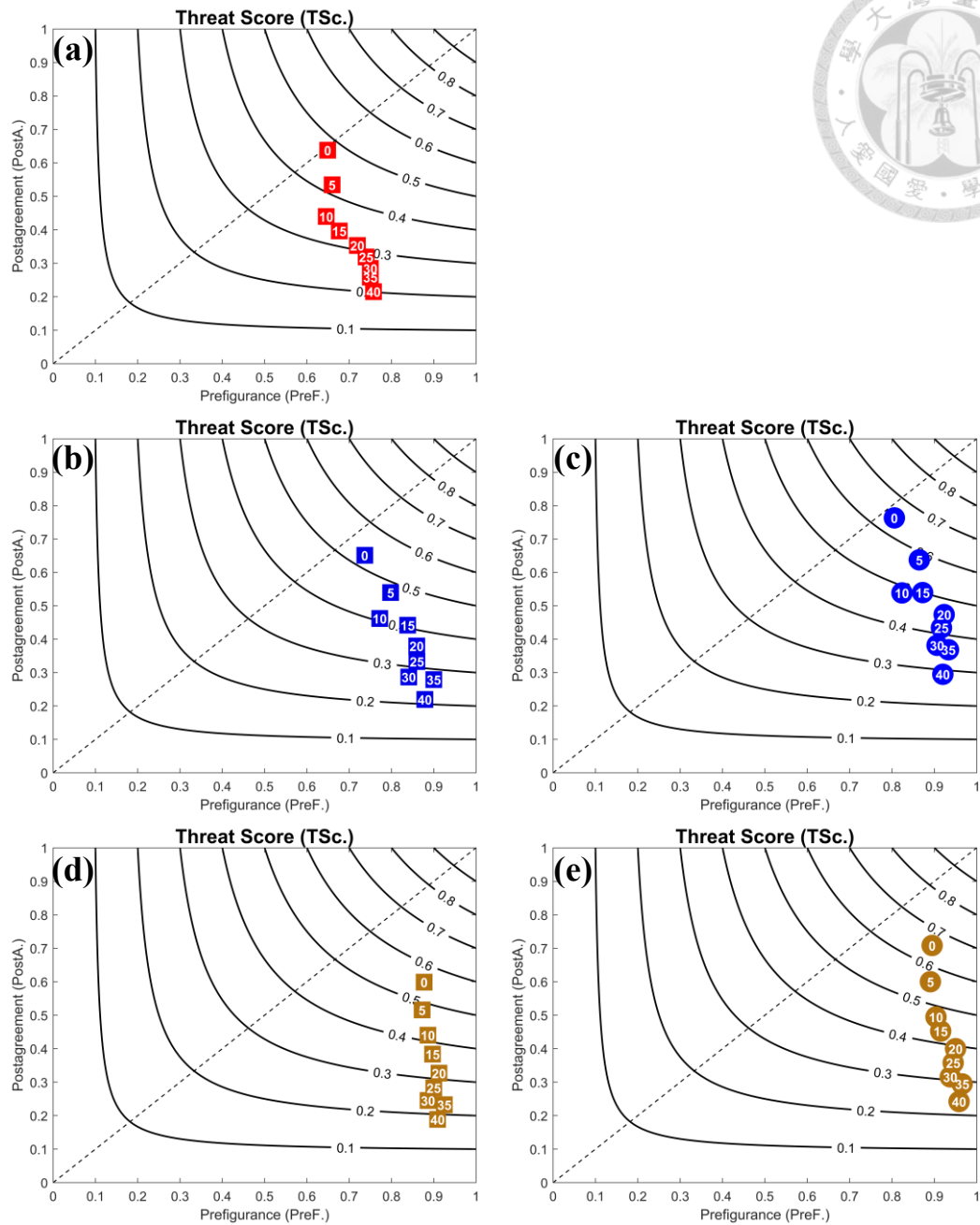


圖 3-12 極端降水預兆得分相態圖。

預兆得分相態圖，橫軸同樣為前估值(PreF.)，縱軸為後符值(PostA.)，曲線為預兆得分值(TSc.)，圖徵中的數字降水門檻值，自 0 至 40 毫米，圖為隨降水門檻改變的預兆得分表現。(a)雷雨檢查表(List)；(b)K-Index；(c)雷雨檢查表與 K-Index 結合(List + K-Index)；(d)為總可降水量(TPW)隨降水門檻改變的預兆得分表現；(e)為雷雨檢查表與總可降水量結合(List + TPW)。

(a)

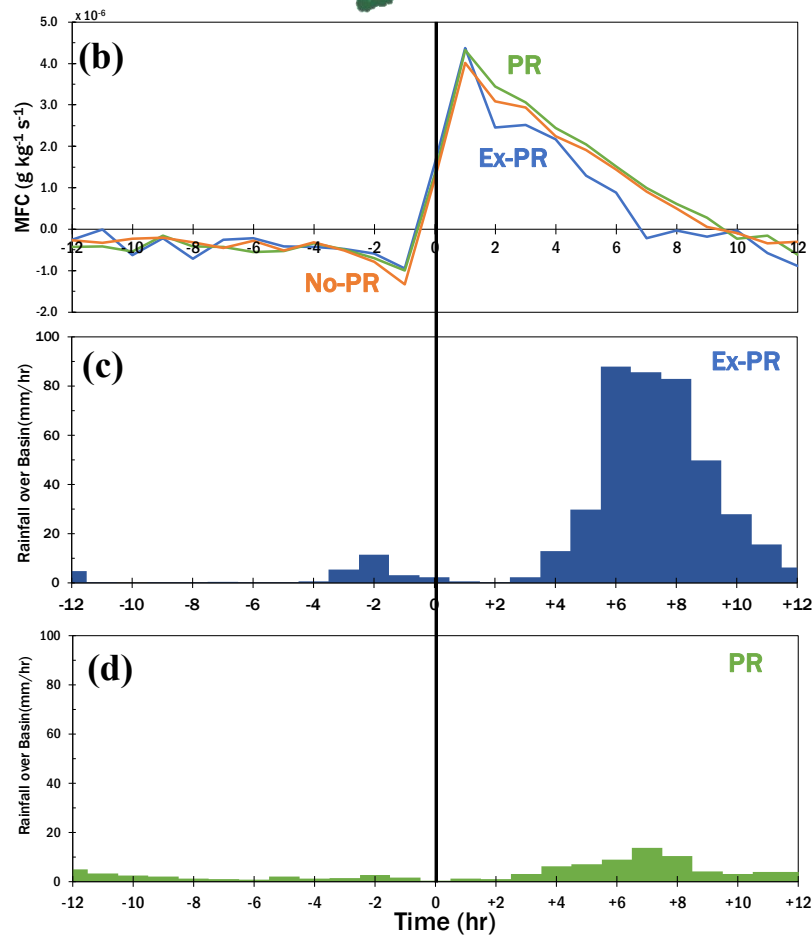
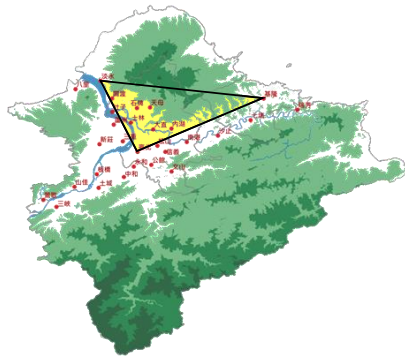
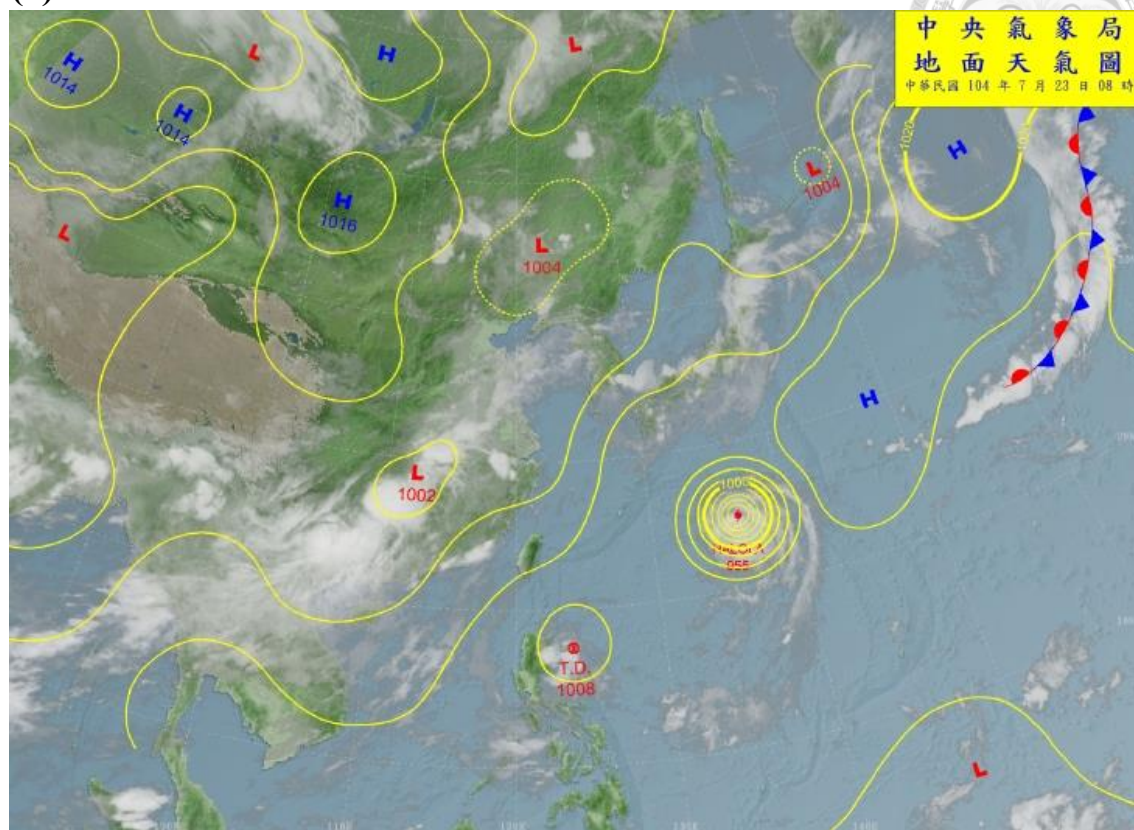


圖 3-13 水氣通量輻合(MFC)與雨量值的合成分析。

(a)選取雙北盆地內 3 地面觀測站位置 (淡水、基隆及臺北)；(b)3 站所圍面積之水氣通量輻合(MFC)逐時變化，並以變化率最大處時間訂為 0 值做合成分析，所以橫軸為時間 (小時)，縱軸為水氣通量輻合值 (正值為輻合)；(c)隨水氣通量輻合值(MFC)做合成分析後，極端降水(Ex-PR)個案中，盆地所有測站逐時雨量和；(d)隨水氣通量輻合值(MFC)做合成分析後，降水(PR)個案中，盆地所有測站逐時雨量和。

(a)



(b)

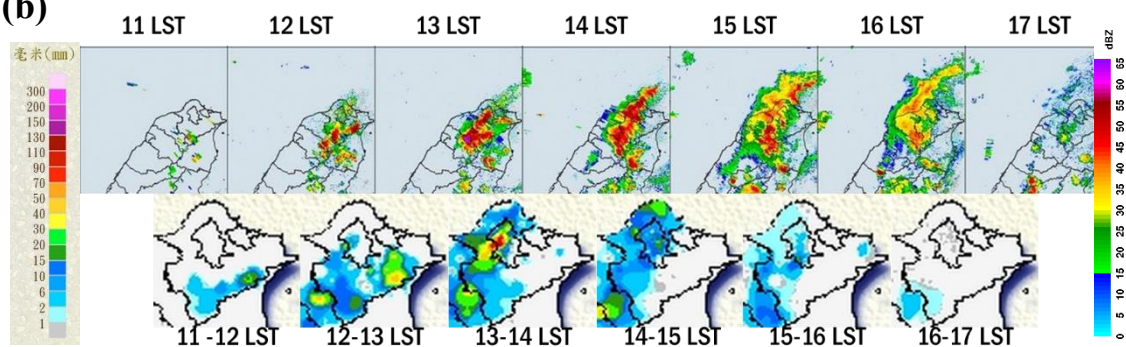
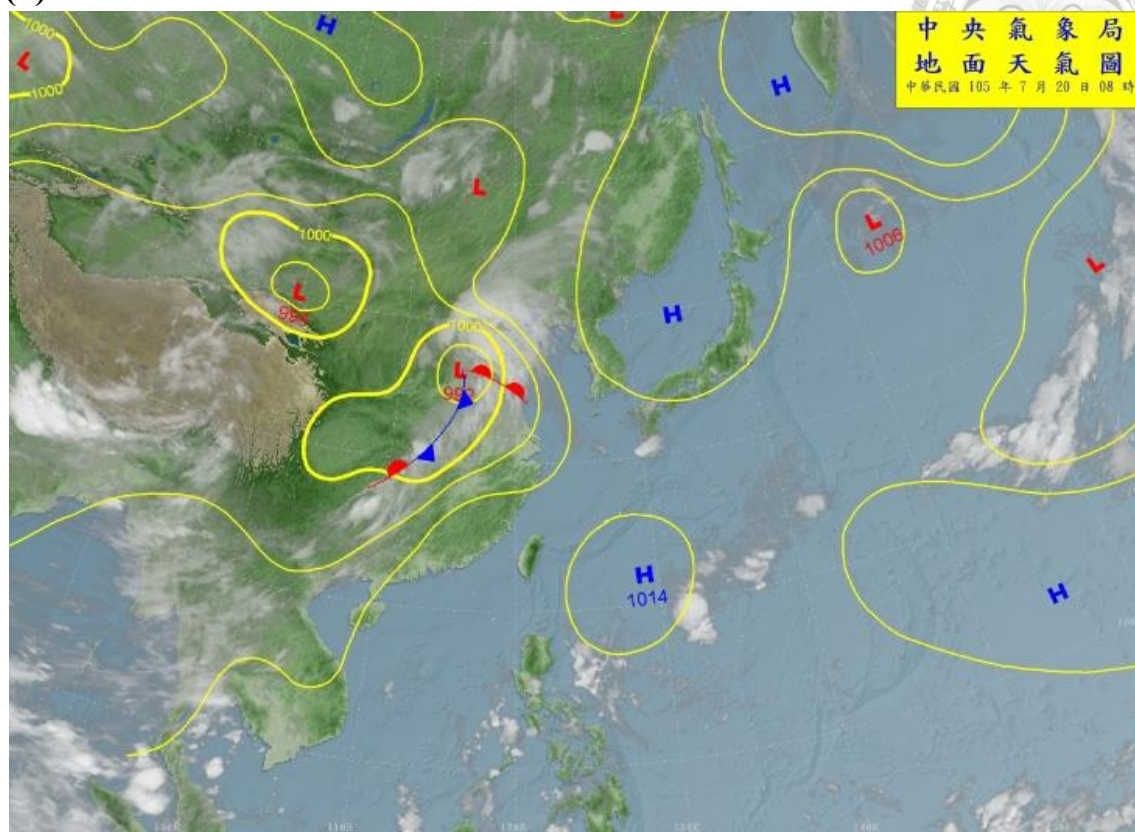


圖 3-14 極端降水個案－2015 年 7 月 23 日地面觀測資訊。

中央氣象局(a)當地時間 8 時地面天氣圖疊加紅外線雲圖；(b)逐時雷達回波圖（上排，回波強度圖例如右）及小時雨量累積圖（下排，累積雨量圖例如左）。

(a)



(b)

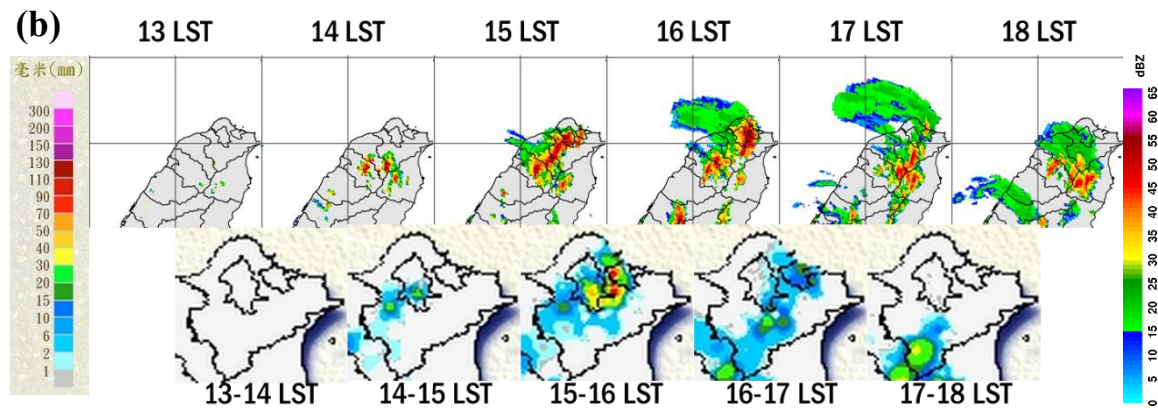


圖 3-16 極端降水個案—2016 年 7 月 20 日地面觀測資訊。

圖示說明同圖 3-14。

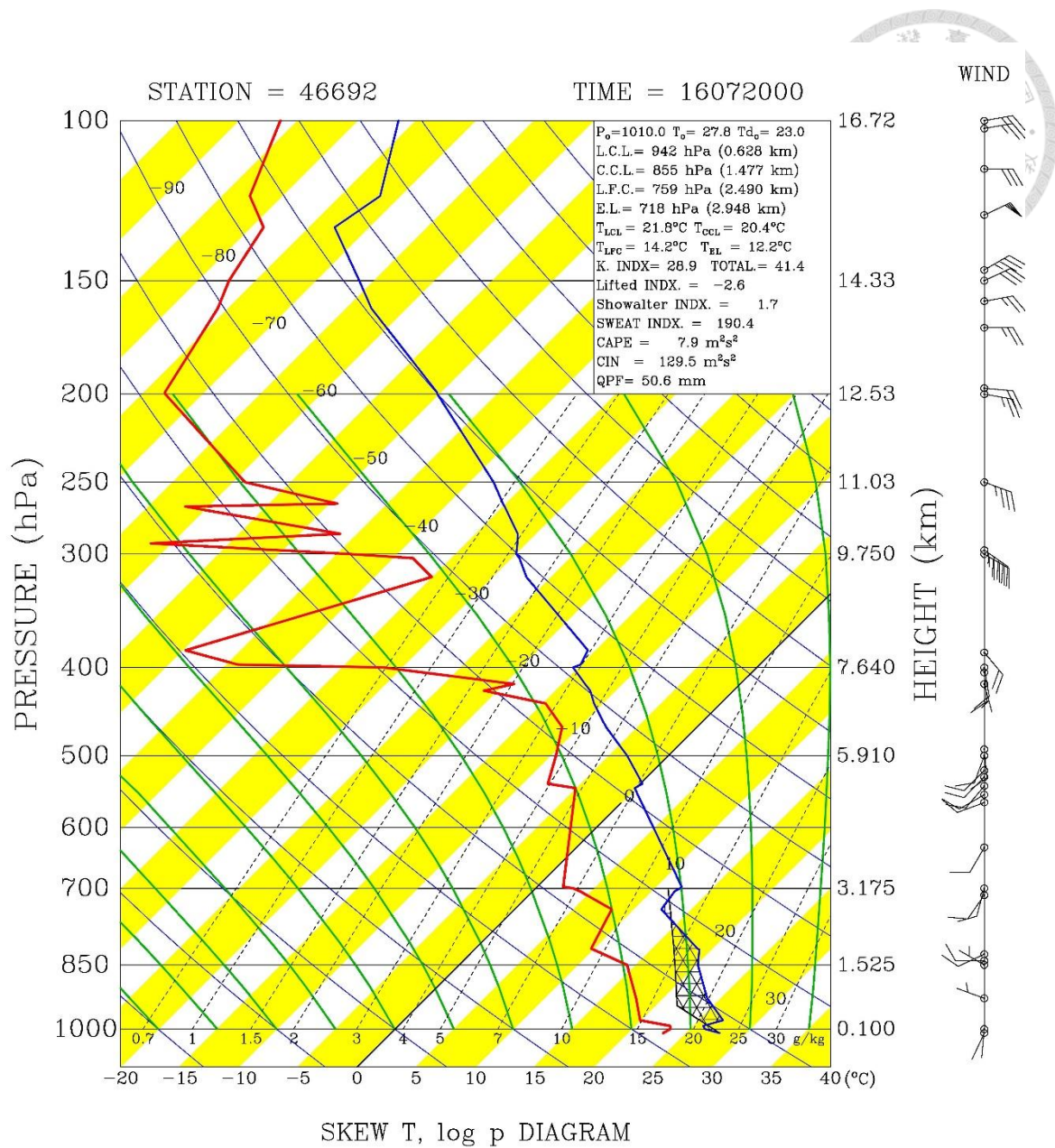
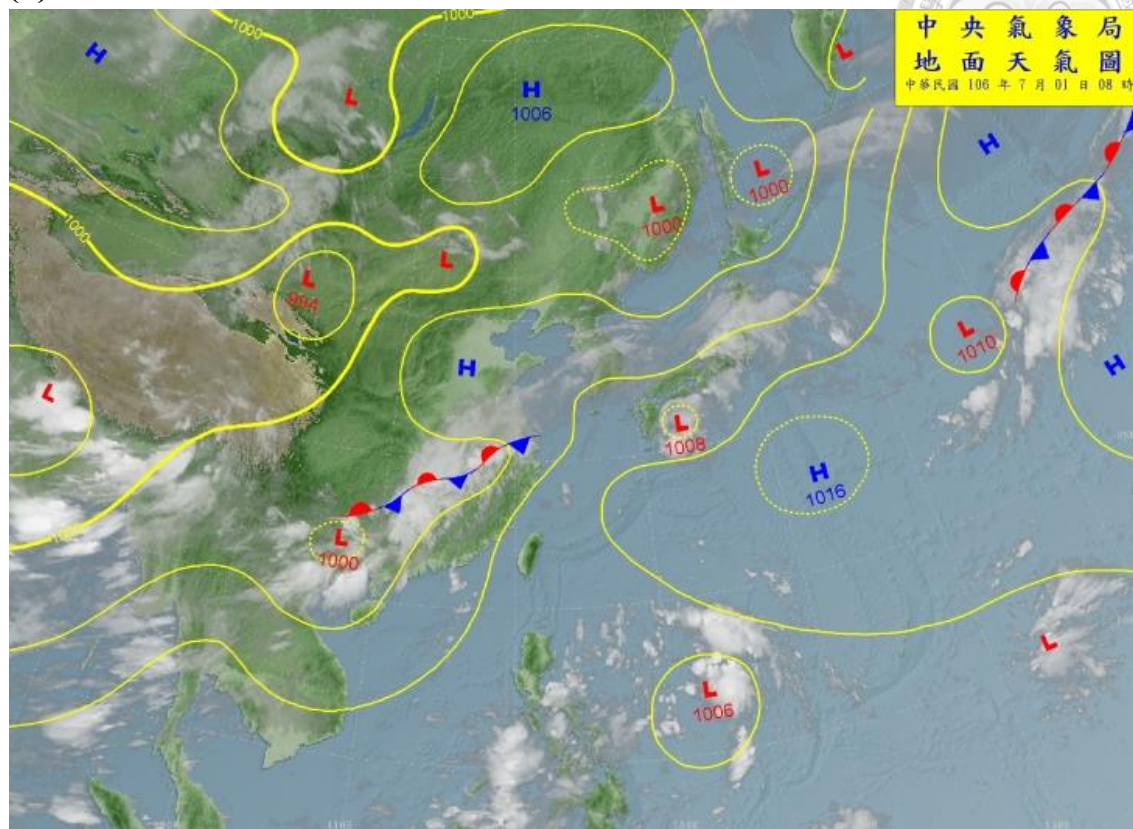


圖 3-17 極端降水個案—2016 年 7 月 20 日當地時間 8 時板橋探空斜溫圖。

圖示說明同圖 3-15。

(a)



(b)

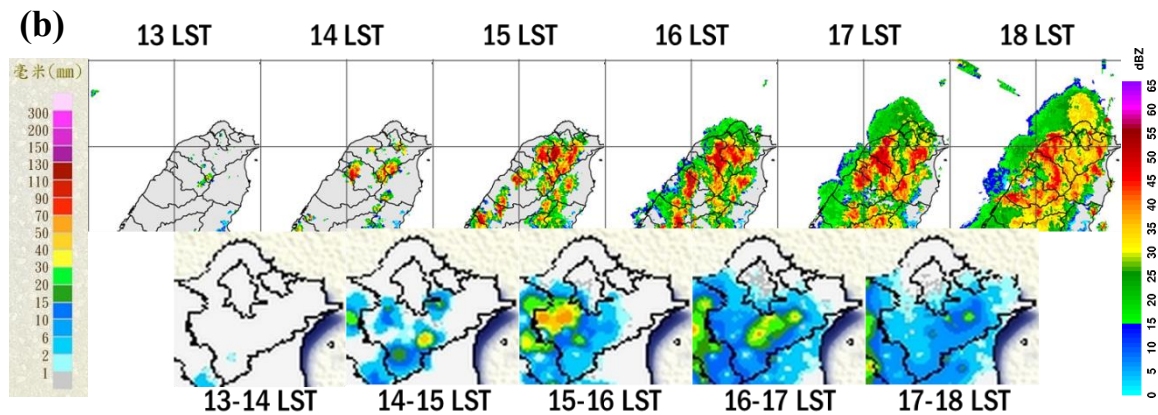


圖 3-18 極端降水個案—2017 年 7 月 1 日地面觀測資訊。

圖示說明同圖 3-14。

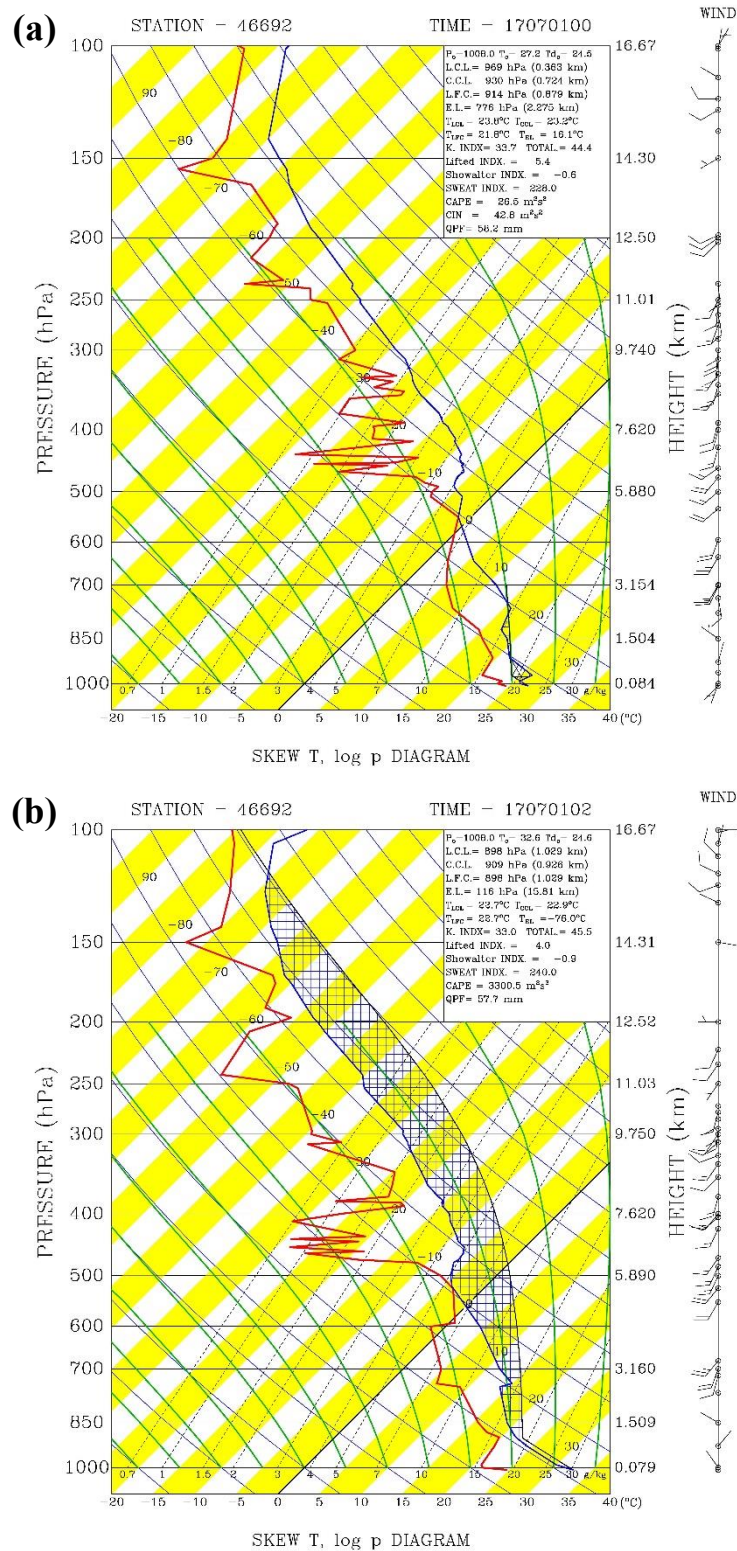
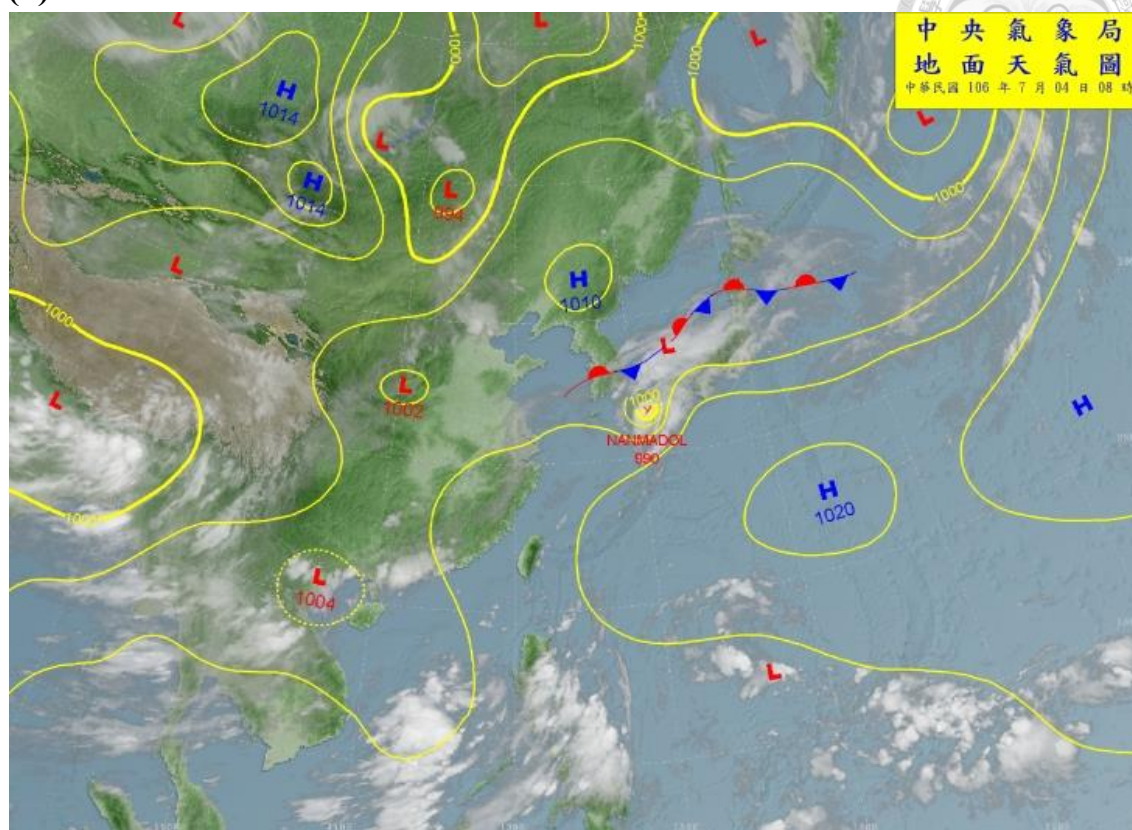


圖 3-19 極端降水個案－2017 年 7 月 1 日板橋探空斜溫圖。

(a)當地時間 8 時；(b)當地時間 11 時板橋探空斜溫圖，圖示說明同圖 3-15。

(a)



(b)

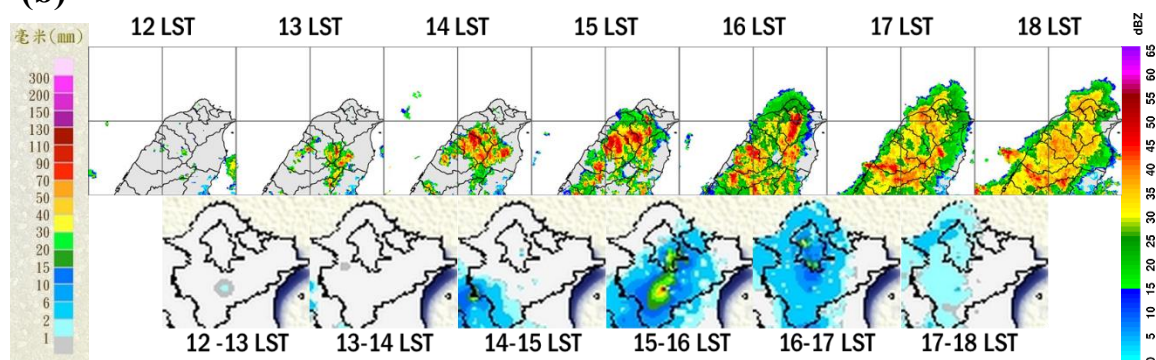


圖 3-20 一般降水個案—2017 年 7 月 4 日地面觀測資訊。

圖示說明同圖 3-14。

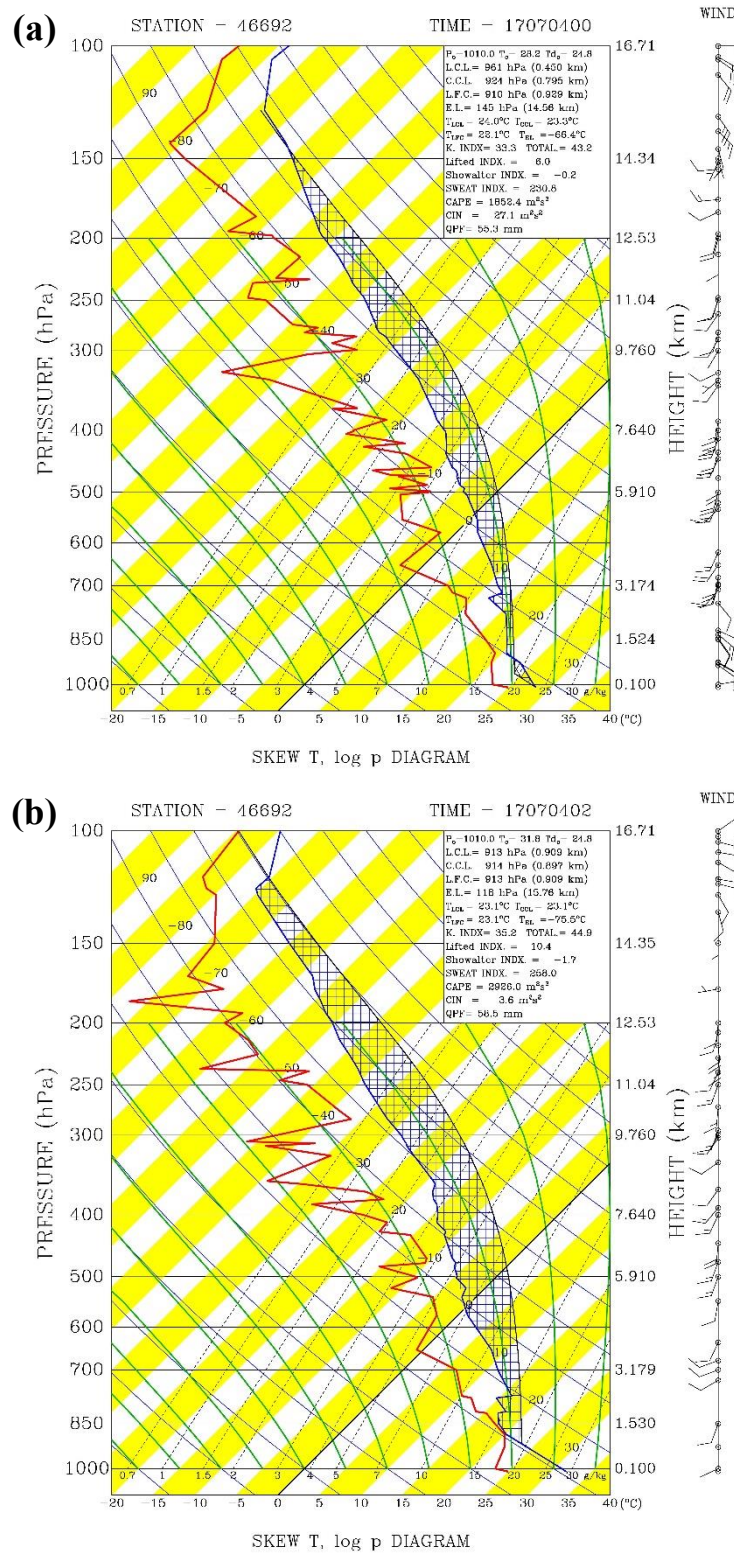


圖 3-21 一般降水個案—2017 年 7 月 4 日板橋探空斜溫圖。

(a)當地時間 8 時；(b)當地時間 11 時板橋探空斜溫圖，圖示說明同圖 3-15。

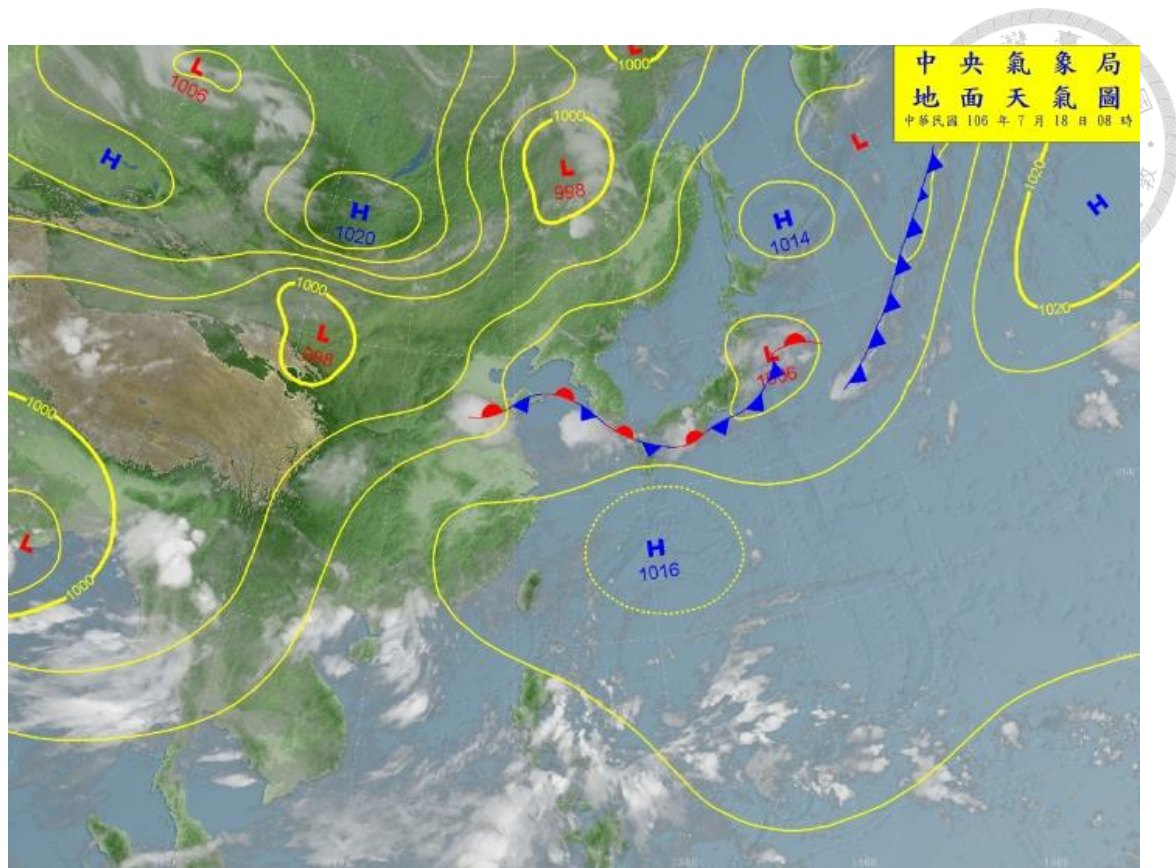


圖 3-22 無降水個案－2017 年 7 月 18 日中央氣象局當地時間 8 時地面天氣圖疊加紅外線雲圖。

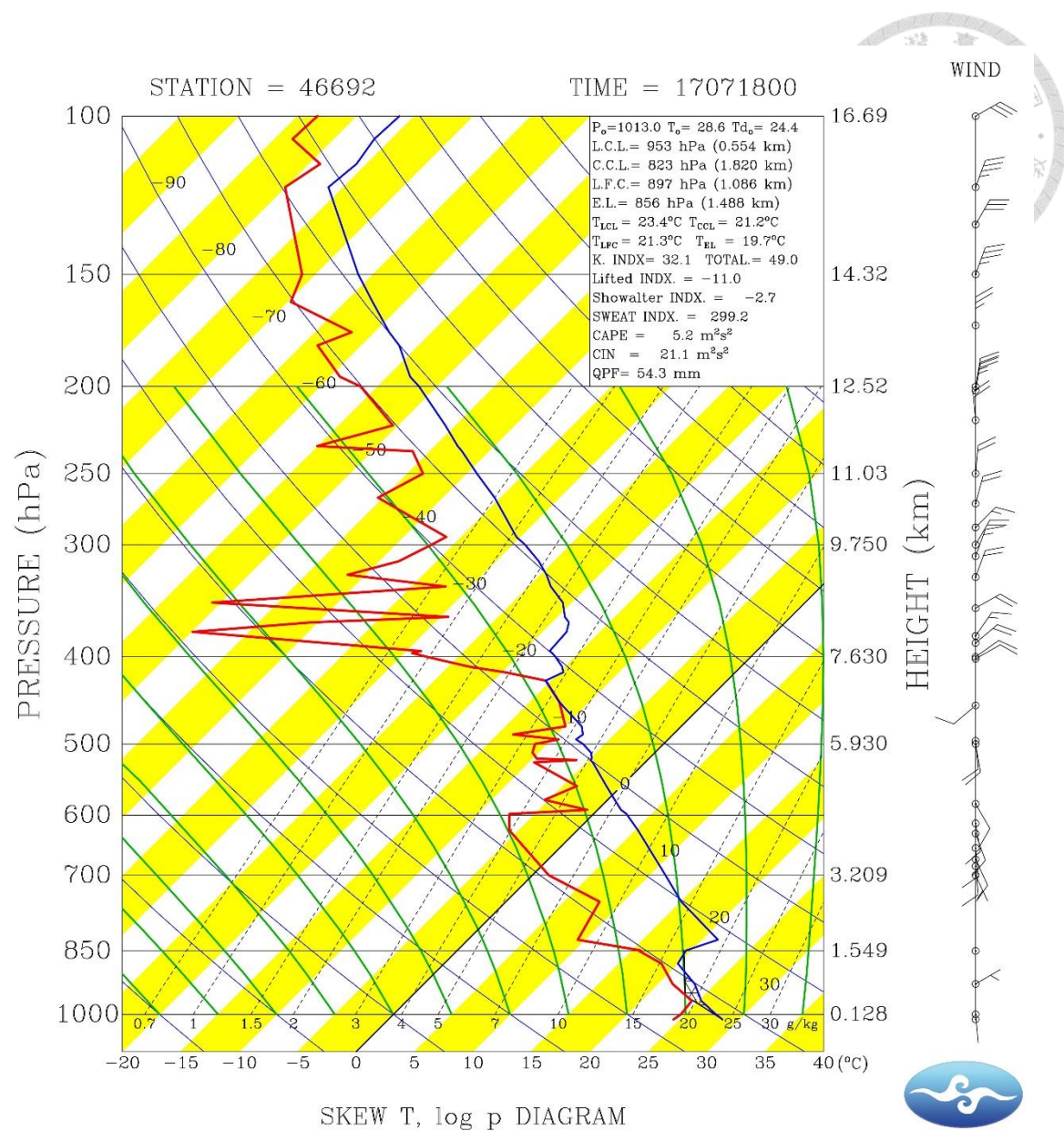


圖 3-23 無降水個案—2017 年 7 月 18 日當地時間 8 時板橋探空斜溫圖。

圖示說明同圖 3-15。

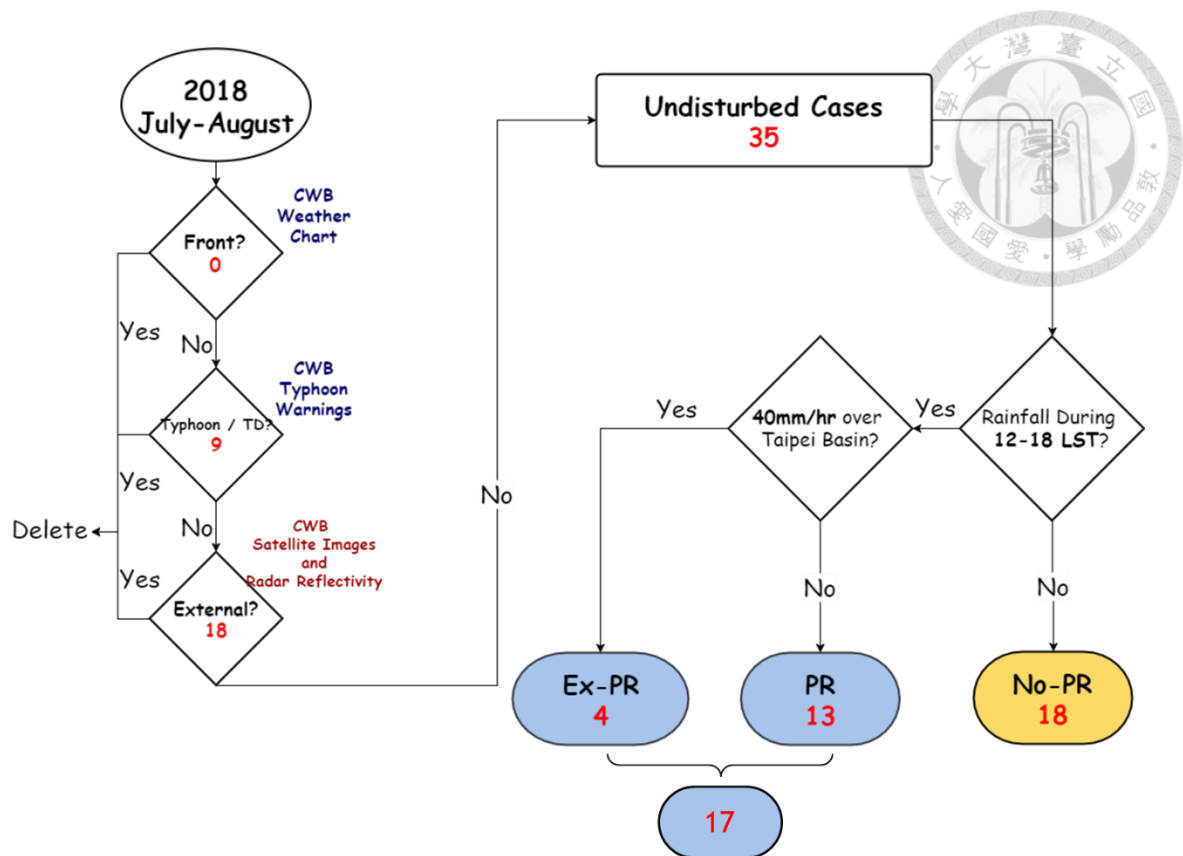


圖 3-24 2018 年驗證—夏季（7、8 月）個案篩選流程及分類圖。

圖示說明同圖 2-4。

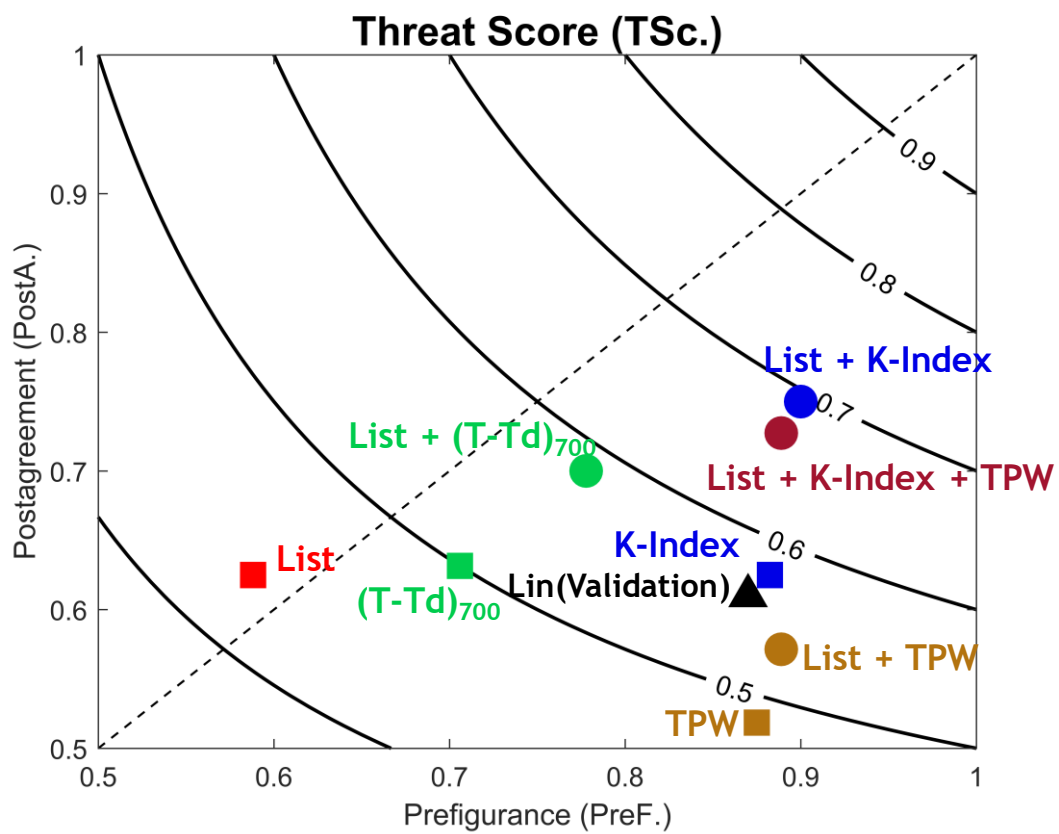


圖 3-25 2018 年 35 個無擾動個案驗證－預兆得分相態圖。

圖示說明同圖 3-9。

表



表 2-1 盆地測站類型及時間解析度。

綜觀地面氣象觀測站(Manned Surface Weather Stations)4 站，自動氣象站(Automatic Surface Weather Stations)23 站，自動雨量站(Automatic Surface Rainfall Stations)2 站，共計 29 站。自 2015 至 2017 年自動氣象站之氣象資料時間解析度為 10 分鐘，2012 至 2014 解析度為 10 分鐘。

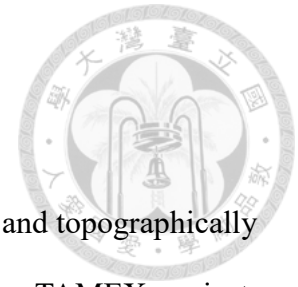
Resolution(number)	Weather Data (min)	Rainfall Data (min)
Manned Surface Weather Stations (4)	60	60
Automatic Surface Weather Stations (23)	10/15	1
Automatic Surface Rainfall Stations (2)	-	1

表 2-2 雷雨檢查表(周等, 2016)3 測站逐時觀測門檻值(摘自 Lin et al.(2012) Table 3)。

3 地面觀測站分別為淡水(Danshui)、基隆(Keelung)及臺北(Taipei); 參數包含水氣壓(vapor pressure, VPRE)、相對濕度(relative humidity, HUMD)、風向(wind direction, WDIR)及風速(wind speed, WDSD)。

Station	Hour (LST)	0800	0900	1000	1100	1200
Danshui	VPRE (hPa)	29	30.5	31	31.5	31
	HUMD (%)	74	70.5	69	67.5	67
	WDIR (°)	160-190	250-310	240-310	270-310	280-320
	WDSD (m s ⁻¹)	<1.5	<2.0	<2.0	<3.5	<4.5
Keelung	VPRE (hPa)	28.5	28	28.5	28.5	28.5
	HUMD (%)	68	61	61.5	59	62
	WDIR (°)	170-240	30-50	10-50	20-50	0-50
	WDSD (m s ⁻¹)	<3.0	<2.5	<3.5	<4.0	<4.5
Taipei	VPRE (hPa)	28	29	29.5	28.5	28.5
	HUMD (%)	70.5	65.5	59	56	54
	WDIR (°)	140-200	180-210	230-280	230-330	260-350
	WDSD (m s ⁻¹)	<1.5	<1.5	<2.0	<2.0	<2.5

參考文獻



Akaeda, K., J. Reisner, and D. Parsons, 1995: The role of mesoscale and topographically induced circulations in initiating a flash flood observed during the TAMEX project. *Monthly weather review*, **123**, 1720-1739.

Banacos, P. C., and D. M. Schultz, 2005: The use of moisture flux convergence in forecasting convective initiation: Historical and operational perspectives. *Weather and Forecasting*, **20**, 351-366.

Charba, J. P., 1977: Operational system for predicting thunderstorms two to six hours in advance.

Chen, T.-C., S.-Y. Wang, and M.-C. Yen, 2007: Enhancement of afternoon thunderstorm activity by urbanization in a valley: Taipei. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **46**, 1324-1340.

Chen, T.-C., M.-C. Yen, J.-D. Tsay, C.-C. Liao, and E. S. Takle, 2014: Impact of Afternoon Thunderstorms on the Land–Sea Breeze in the Taipei Basin during Summer: An Experiment*. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **53**, 1714-1738.

Ciesielski, P. E., P. T. Haertel, R. H. Johnson, J. Wang, and S. M. Loehrer, 2012: Developing High-Quality Field Program Sounding Datasets. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **93**, 325-336.

Davies-Jones, R., 1993: Useful, formulas for computing divergence, vorticity, and their errors from three or more stations. *Monthly weather review*, **121**, 713-725.

Galway, J. G., 1956: The lifted index as a predictor of latent instability. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **37**, 528-529.

Gilbert, G. K., 1884: Finley's tornado predictions. *American Meteorological Journal. A Monthly Review of Meteorology and Allied Branches of Study (1884-1896)*, **1**, 166.

Johns, R. H., and C. A. Doswell III, 1992: Severe local storms forecasting. *Weather and Forecasting*, **7**, 588-612.

Jou, B. J.-D., 1994: Mountain-originated mesoscale precipitation system in northern Taiwan: A case study 21 June 1991. *Terr. Atmos. Oceanic Sci*, **5**, 169-197.

Kunz, M., 2007: The skill of convective parameters and indices to predict isolated and severe thunderstorms. *Natural Hazards and Earth System Science*, **7**, 327-342.

Lawrence, M. G., 2005: The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **86**, 225-234.

Lin, P.-F., P.-L. Chang, B. J.-D. Jou, J. W. Wilson, and R. D. Roberts, 2011: Warm season afternoon thunderstorm characteristics under weak synoptic-scale forcing over Taiwan Island. *Weather and Forecasting*, **26**, 44-60.

Lin, P.-F., P.-L. Chang, B. Jong-Dao Jou, J. W. Wilson, and R. D. Roberts, 2012: Objective Prediction of Warm Season Afternoon Thunderstorms in Northern Taiwan Using a Fuzzy Logic Approach. *Weather and Forecasting*, **27**, 1178-1197.

Showalter, A. K., 1953: A stability index for thunderstorm forecasting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **34**, 250-252.

周仲島, 高聿正, 修榮光, 鍾吉俊, 李宗融, and 郭鴻基, 2016: 臺北都會區豪雨型午後雷暴的觀測特徵與預報挑戰: 2015 年 6 月 14 日個案研究. *大氣科學*, **44**, 57-82.

林品芳, 張保亮, and 周仲島, 2012: 弱綜觀環境下台灣午後對流特徵及其客觀預報. *大氣科學*, **40**, 77-107.

林熹閔, and 郭鴻基, 1996: 1994 年南台灣夏季午後對流之研究. *大氣科學*, **24**, 249-280.

陳泰然, 謝信良, 陳來發, and 吳德榮, 1991: 中央氣象局現行豪 (大) 雨預報方法之評估: 春末夏初伴隨鋒面之豪 (大) 雨/中尺度對流系統. *氣象學報*, **37**, 357-366.

繆炯恩, and 楊明仁, 2018: 2015 年 6 月 14 日台北盆地劇烈午後雷暴個案研究: 對流胞合併機制與強降雨過程探討. *大氣科學*, **46**, 427-454.

附錄



附錄 1—常用預報校驗指數

表 A-1 確定性預報之示意列聯表。其中觀測(Observation)/預報(Forecast)各分類數量如 a, b, c, d 所示。

		Observation		Total
		Yes	No	
Forecast	Yes	a (Hits)	b (False alarms)	$a + b$
	No	c (Misses)	d (Correct rejections)	$c + d$
Total		$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d = n$

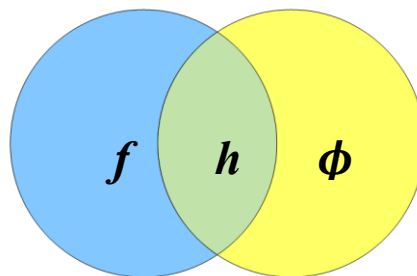


圖 A-1 本研究中所使用之預兆得分概念示意圖。 h 、 ϕ 和 f 分別為正確預報事件範圍(Hit)、實際觀測降水事件範圍(Observation)及預報降水事件範圍(Forecast)。

依據表 A-1 及圖 A-1 所示，列聯表中 a 等於示意圖中 h ，列聯表中 $a + b$ 等於示意圖中 f ，列聯表中 $a + c$ 等於示意圖中 ϕ 。

1. 前估(Prefigurance, PreF.) $= \frac{h}{\phi}$;
2. 後符(Postagreement, PostA.) $= \frac{h}{f}$;
3. 預兆得分(Threat Score, TSc.) $= \frac{h}{f + \phi - h} = \frac{f \cap \phi}{f \cup \phi}$;

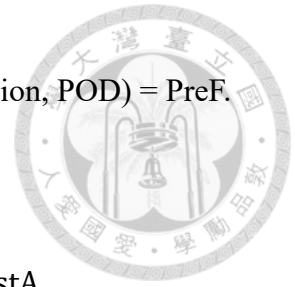
4. 命中率(Hit Rate, H) = $\frac{a}{a+c}$ = 偵測機率(Probability of Detection, POD) = PreF.

5. 誤報率(False Alarm Rate, F) = $\frac{b}{b+d}$

6. 誤報比率(False Alarm Ratio, FAR) = $\frac{b}{a+b} = 1 - \frac{a}{a+b} = 1 - \text{PostA}.$

7. 偏差比率(Bias Ratio, BIAS) = $\frac{a+b}{a+c}$

8. 臨界成功指數(Critical Success Index, CSI) = $\frac{a}{a+b+c} = \text{TSc}.$



附錄 2—以地面測站資料計算水氣輻合通量(MFC)



利用 Davies-Jones (1993)提出之方法，假設不共線 3 點測站所圍三角形內風場 (u, v) 近似為線性變化，則輻散場及渦度場則可透過以下方法計算得知。

測站座標 (x_i, y_i) ，風場 (u_i, v_i) ， $i = 1, 2, 3$ ，

$$\begin{cases} u = u_0 + ax + by \\ v = v_0 + cx + dy \end{cases}$$
$$a = \frac{\partial u}{\partial x}, b = \frac{\partial u}{\partial y}, c = \frac{\partial v}{\partial x}, d = \frac{\partial v}{\partial y}$$

輻散值(Divergence) = $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = a + d$ ；渦度值(Vorticity) = $\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = c - b$ 。

再利用 Banacos and Schultz (2005)中所提方法計算水氣通量輻合(MFC)，並將輻合值變號為正值。下式 q 為比濕。

$$\text{MFC} = -\nabla \cdot (q\mathbf{V}_h)$$

附錄 3—偏態係數(Skewness)、峰態係數(Kurtosis)及標準常態分位圖(Normal Quantile-Quantile Plot)



偏態係數(Skewness)，又稱偏度，為量測一組資料對稱與否的指標(即對稱性)，意義上資料若是以單峰分布而言，如偏態係數為負值(小於 0)，即稱為負偏態或左偏態，曲線左側的尾部較長，資料分布主要集中在右側，此時平均數小於中位數，中位數小於眾數；反之偏態係數若為正值(大於 0)，即稱為正偏態或右偏態，曲線右側的尾部較長，資料分布主要集中在左側，此時平均數大於中位數，中位數大於眾數；若分布為對稱，則偏態係數為 0，平均值等於中位數，亦與眾數相同，實務上一般而言，若偏態係數絕對值小於 0.5，則該筆資料可視為近似對稱；偏態係數絕對值介於 0.5 至 1 之間，該筆資料為中度偏斜；而偏態係數絕對值大於 1，則該筆資料為高度偏斜，偏態係數絕對值愈大，偏斜程度愈大。

偏態係數(Skewness)定義式如下，Microsoft Excel 軟體中將個案數(sample size)納入考量後計算公式 SKEW 亦如下所示，兩種算法當樣本數增加時，差異愈趨減小。 n 為樣本數(個案數)、 x 為樣本資料值、 $\bar{x}$ 為樣本平均值，而 s 為樣本標準差：

$$\text{Skewness} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{ns^3}$$
$$\text{SKEW} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3, n \geq 3$$

另一參數—峰態係數(Kurtosis)，又稱峰度，為量測資料分布曲線高峰高聳(peakedness)的程度，若峰態係數值為 3，稱為常態峰(Mesokurtic)，資料分布近似常態分布；若峰態係數值大於 3，資料分布曲線較常態峰陡峭，尾部曲線較常態峰厚，即資料有較多或較大的離群值(outliers)，此種資料類型稱為高狹峰(Leptokurtic)；若峰態係數值小於 3，資料分布曲線較常態峰平坦，尾部曲線較常態峰扁平，即有

較少的離群值(outliers)，峰值雖然較常態峰小，但比較寬闊，此種資料類型稱為低闊峰(Platykurtic)。因常態峰峰態係數值為 3，實務上經常將峰態係數標準化（減去 3）來顯示該筆資料分布與常態分布之差異，並以標準峰態係數或是超峰態係數(Excess Kurtosis)稱呼之，因此標準峰態係數大於 0，為高狹峰(Leptokurtic)；標準峰態係數小於 0，為低闊峰(Platykurtic)；標準峰態係數等於 0，為常態峰(Mesokurtic)。

峰態係數定義式如下，Microsoft Excel 軟體中將個案數(sample size)納入考量並減去 3 使其成為標準峰態係數，計算公式 KURT 亦如下所示。同樣地，兩種算法當樣本數增加時，差異愈趨減小。 n 為樣本數（個案數）、 x 為樣本資料值、 $\bar{x}$ 為樣本平均值，而 s 為樣本標準差：

$$\text{Kurtosis} = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^4}{ns^4}$$

$$\text{KURT} = \left\{ \frac{n(+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}, n \geq 4$$

常態分位圖（又稱為常態機率圖，Normal Quantile-Quantile Plot, Normal Q-Q Plot）同樣為以圖形判定資料分布是否接近常態分布之方法。圖 3-2 中橫軸為標準常態分布的分位數（即為理論值），縱軸為樣本值，紅色實線為第 1 四分位數及第 3 四分位數之連線，紅色虛線為實線的趨勢線，當樣本散布點的分布愈接近直線，則該樣本愈趨近於常態分布。



附錄 4—邏輯斯迴歸(Logistic Regression)

一般連續變項的線性迴歸是假設應變數(y)的各個數值是由自變數(x)的某種線性函數所構成。例如 $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + e$ ， e 為誤差。然而有些應變數並非連續變項，而是二次分項，或稱間斷分項（離散分項），此時應變數只有 2 種情況，即「有」或「無」、「成功」或「失敗」，此時則須以邏輯斯迴歸(Logistic Regression)來處理。

如果以 $p(x)$ 代表邏輯斯函數，其數學式如下，當 $x = \infty$ ，則 $p(x) = 1$ ； $x = -\infty$ ，則 $p(x) = 0$ 。

$$\ln\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = a + bx$$
$$\Rightarrow p(x) = \frac{\exp(a + bx)}{1 + \exp(a + bx)}$$

以本研究而言，若假設會發生午後對流降水事件為 $p(x) = 1$ ，不會發生午後對流降水事件為 $p(x) = 0$ ，可利用 R 語言中內一般線性模型(glm)中 binomial 之 logit 函數計算得 a, b 值。

如圖 A-2，發生午後對流降水事件(Rain)與當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數(L10)關係模型為

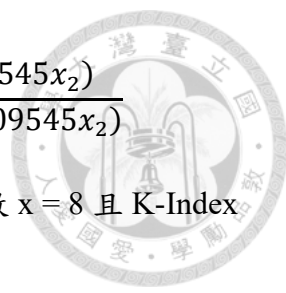
$$\text{Rain}(x) = p(x) = \frac{\exp(-1.67799 + 0.23190x)}{1 + \exp(-1.67799 + 0.23190x)}$$

0.23190 為正數，表示當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數與發生午後對流降水有正相關，且為顯著關係。當通過項數 $x = 6$ 時， $\text{Rain}(x) = 0.4288436$ ；通過項數 $x = 8$ 時， $\text{Rain}(x) = 0.5441934$ 。

復加上一參數 K-Index，結果如圖 A-3。發生午後對流降水事件(Rain)與當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數(L10)，以及 K-Index 之關係模型為

$$\text{Rain}(x) = p(x) = \frac{\exp(-4.28029 + 0.21518x_1 + 0.09545x_2)}{1 + \exp(-4.28029 + 0.21518x_1 + 0.09545x_2)}$$

x_1 及 x_2 均為正值，表示有正相關，且均為顯著關係。當通過項數 $x = 8$ 且 K-Index =28 時， $\text{Rain}(x) = 0.5283976$ 。



```
> model1<-glm(formula=Rain~L10, data=na.omit(case), family=binomial(link="logit"),na.action=na.exclude)
> summary(model1)

Call:
glm(formula = Rain ~ L10, family = binomial(link = "logit"),
    data = na.omit(case), na.action = na.exclude)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.5633  -1.1543   0.8355   1.1031   1.7171

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.67799    0.46620  -3.599 0.000319 ***
L10           0.23190    0.05941   3.903 9.49e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 297.94  on 214  degrees of freedom
Residual deviance: 281.21  on 213  degrees of freedom
AIC: 285.21

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

圖 A-2 以 R 語言計算發生午後對流降水事件(Rain)與當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數(L10)之間邏輯斯迴歸關係。

```
> model1<-glm(formula=Rain~L10+KIndex, data=na.omit(case), family=binomial(link="logit"),na.action=na.exclude)
> summary(model1)

Call:
glm(formula = Rain ~ L10 + KIndex, family = binomial(link = "logit"),
    data = na.omit(case), na.action = na.exclude)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.6885  -1.0678   0.6296   0.9800   2.8636

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -4.28029    0.93152  -4.595 4.33e-06 ***
L10           0.21518    0.06050   3.557 0.000376 ***
KIndex        0.09545    0.02801   3.408 0.000654 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 297.94  on 214  degrees of freedom
Residual deviance: 268.19  on 212  degrees of freedom
AIC: 274.19

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

圖 A-3 以 R 語言計算發生午後對流降水事件(Rain)與當地時間 10 時通過雷雨檢查表項數(L10)及 K-Index 之間的邏輯斯迴歸關係。

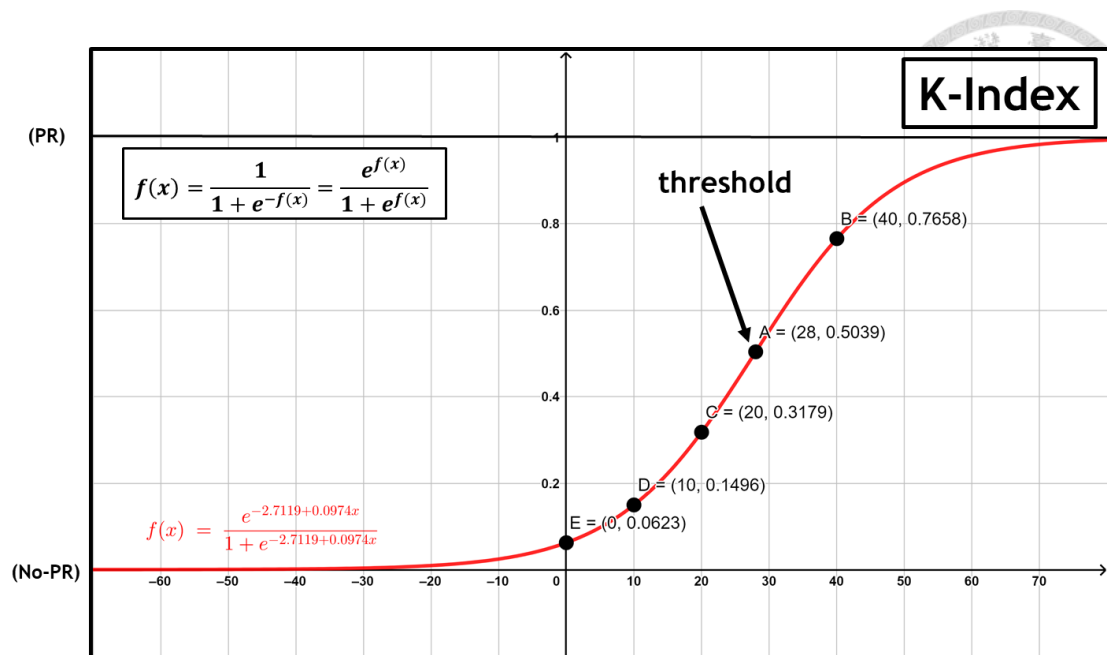
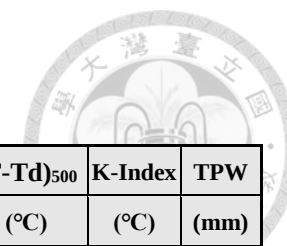


圖 A-4 發生午後對流降水事件(PR 和 No-PR)與 K-Index 之間的邏輯斯迴歸曲線。



附錄 5—2012 至 2017 年每日個案類型及要素列表

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2012	7	1	No-PR	8	8	10	10	11	19.3	16.0	13.5	-7.6	-4.1	-28.1	23.4	3.3	21.1	24.0	18.3	42.0
2012	7	2	No-PR	6	5	6	10	11	20.7	13.0	13.0	-0.2	-4.3	-29.1	25.0	7.7	13.2	24.8	24.8	38.7
2012	7	3	No-PR	9	6	7	9	11	21.5	10.6	13.1	-12.6	-4.4	-26.3	25.9	10.9	25.7	21.9	10.8	32.0
2012	7	4	No-PR	8	9	8	8	3	20.7	9.9	12.5	-0.8	-3.5	-18.0	24.2	10.8	13.3	14.5	20.8	41.8
2012	7	5	No-PR	9	9	5	9	9	20.6	15.1	13.0	4.7	-4.1	-18.1	24.7	5.5	8.3	14.0	31.5	47.3
2012	7	6	Ex-PR	10	10	11	10	12	18.3	18.1	14.1	1.7	-4.1	-14.8	22.4	0.2	12.4	10.7	28.1	63.6
2012	7	7	No-PR	9	9	10	9	10	20.0	17.3	13.7	3.0	-4.8	-16.7	24.8	2.7	10.7	11.9	31.4	50.7
2012	7	8	No-PR	8	6	11	10	11	21.2	14.9	12.3	3.0	-5.3	-15.1	26.5	6.3	9.3	9.8	32.1	53.3
2012	7	9	No-PR	7	7	6	9	11	23.1	9.8	12.3	1.9	-4.8	-16.3	27.9	13.3	10.4	11.5	27.3	44.2
2012	7	10	No-PR	7	6	4	8	7	22.5	8.7	11.8	-1.3	-4.8	-13.5	27.3	13.8	13.1	8.7	22.9	39.4
2012	7	11	No-PR	4	4	4	8	10	24.2	6.7	13.3	-3.3	-4.3	-13.4	28.5	17.5	16.6	9.1	18.6	36.7
2012	7	12	No-PR	6	3	2	8	7	22.6	10.0	11.7	4.7	-2.8	-15.1	25.4	12.6	7.0	12.3	28.4	30.1
2012	7	13	No-PR	1	0	3	4	5	21.6	8.1	12.4	-11.2	-3.0	-32.2	24.6	13.5	23.6	29.2	9.1	34.7
2012	7	14	PR	6	4	3	6	4	22.1	7.9	13.2	4.6	-2.6	-24.5	24.7	14.2	8.6	21.9	24.0	46.8
2012	7	15	PR	6	3	3	6	9	20.7	15.0	12.0	7.5	-3.5	-19.0	24.2	5.7	4.5	15.5	34.7	47.7
2012	7	16	Ex-PR	10	8	7	9	11	19.7	16.3	12.6	5.0	-4.9	-10.1	24.6	3.4	7.6	5.2	33.3	49.3
2012	7	17	No-PR	10	8	8	10	10	18.4	16.6	12.0	4.8	-4.8	-13.8	23.2	1.8	7.2	9.0	32.6	55.7
2012	7	18	External	9	7	4	9	10	20.7	13.8	10.9	3.8	-5.0	-11.4	25.7	6.9	7.1	6.4	32.4	49.2

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2012	7	19	PR	10	11	10	10	10	19.8	15.6	10.7	4.2	-3.4	-13.8	23.2	4.2	6.5	10.4	32.3	54.0
2012	7	20	TD	4	4	4	7	5	20.9	15.8	13.2	3.8	-3.5	-15.8	24.4	5.1	9.4	12.3	30.8	56.3
2012	7	21	TD	5	4	5	5	5	19.1	16.9	15.4	3.2	-2.5	-21.0	21.6	2.2	12.2	18.5	26.3	49.3
2012	7	22	TY_nowarning	1	2	2	3	1	21.7	15.3	14.0	5.4	-4.3	-8.4	26.0	6.4	8.6	4.1	32.7	54.2
2012	7	23	TY_nowarning	7	3	4	4	2	19.7	15.8	12.9	5.8	-4.8	-9.9	24.5	3.9	7.1	5.1	33.2	55.7
2012	7	24	TY_nowarning	2	2	2	4	5	19.7	14.5	12.3	5.6	-4.1	-37.1	23.8	5.2	6.7	33.0	31.6	48.5
2012	7	25	Low Pressure	0	3	1	3	3	19.8	14.1	10.8	3.3	-6.5	-13.5	26.3	5.7	7.5	7.0	32.9	47.2
2012	7	26	External	7	6	9	9	9	18.3	15.7	10.8	8.2	-3.0	-7.8	21.3	2.6	2.6	4.8	34.4	
2012	7	27	No-PR	9	9	8	8	7	19.7	14.7	12.6	3.4	-4.3	-8.7	24.0	5.0	9.2	4.4	29.5	52.1
2012	7	28	TY_nowarning	4	2	3	2	4	19.9	15.9	13.7	3.3	-6.1	-10.7	26.0	4.0	10.4	4.6	31.5	50.2
2012	7	29	No-PR	4	3	2	6	6	20.6	13.5	12.5	-1.6	-5.1	-15.5	25.7	7.1	14.1	10.4	25.1	43.8
2012	7	30	TY	3	6	6	7	7	18.0	17.3	13.5	-4.8	-4.8	-16.4	22.8	0.7	18.3	11.6	21.8	45.6
2012	7	31	TY	5	6	5	7	7	18.8	18.2	12.0	9.8	-2.0	-5.7	20.8	0.6	2.2	3.7	36.8	66.5
2012	8	1	TY	6	7	6	7	7	19.6	19.4	12.3	8.0	-0.9	-30.1	20.5	0.2	4.3	29.2	35.6	68.9
2012	8	2	TY	6	8	7	7	10	20.5	20.5	13.0	13.0	-1.0	-2.0	21.5	0.0	0.0	1.0	42.0	80.0
2012	8	3	TY	9	8	7	8	9	22.0	16.1	11.3	10.4	-1.9	-4.1	23.9	5.9	0.9	2.2	39.1	65.1
2012	8	4	TD	10	9	10	11	12	19.5	16.7	11.6	-0.4	-0.6	-25.5	20.1	2.8	12.0	24.9	24.8	46.4
2012	8	5	TY_nowarning	12	9	10	11	8	18.5	16.6	10.7	5.2	-2.5	-11.9	21.0	1.9	5.5	9.4	32.1	55.8
2012	8	6	TY	7	7	7	7	7	18.5	16.5	10.9	5.3	-1.4	-20.2	19.9	2.0	5.6	18.8	30.8	51.7
2012	8	7	TY	3	7	8	8	6	19.7	16.8	10.9	8.9	-1.9	-14.1	21.6	2.9	2.0	12.2	36.4	59.0

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2012	8	8	TY_nowarning	9	7	8	9	9	22.6	13.9	11.0	6.7	-3.4	-9.5	26.0	8.7	4.3	6.1	35.6	51.3
2012	8	9	TY_nowarning	9	10	10	11	12	20.5	16.7	10.9	8.3	-3.7	-6.9	24.2	3.8	2.6	3.2	38.3	57.5
2012	8	10	TD	11	9	11	11	11	19.9	15.0	11.0	2.9	-3.3	-6.7	23.2	4.9	8.1	3.4	30.1	51.8
2012	8	11	TD	10	11	12	8	7	18.9	16.6	10.6	6.7	-3.6	-9.8	22.5	2.3	3.9	6.2	35.2	57.5
2012	8	12	External	9	9	9	11	11	19.5	15.9	11.4	6.4	-3.1	-6.5	22.6	3.6	5.0	3.4	33.5	59.9
2012	8	13	PR	10	10	11	11	12	19.8	15.1	11.8	6.3	-2.8	-18.8	22.6	4.7	5.5	16.0	32.2	50.7
2012	8	14	TY	11	9	8	9	9	20.8	14.0	12.9	1.1	-3.2	-19.4	24.0	6.8	11.8	16.2	26.2	44.7
2012	8	15	TY	6	7	6	7	7	20.5	16.3	15.3	3.1	-3.4	-16.2	23.9	4.2	12.2	12.8	28.0	50.9
2012	8	16	TY_nowarning	4	6	6	7	6	20.4	15.4	15.3	4.0	-2.9	-9.5	23.3	5.0	11.3	6.6	27.4	43.0
2012	8	17	Low Pressure	8	10	10	10	9	18.5	17.5	12.2	6.9	-4.7	-7.6	23.2	1.0	5.3	2.9	35.4	56.0
2012	8	18	External	9	10	9	7	7	19.6	16.1	12.0	5.4	-4.6	-9.6	24.2	3.5	6.6	5.0	33.7	53.6
2012	8	19	No-PR	8	7	7	4	5	19.8	16.3	11.9	3.6	-4.2	-17.8	24.0	3.5	8.3	13.6	32.0	47.0
2012	8	20	No-PR	7	7	10	6	5	19.5	12.5	11.2	0.8	-4.2	-22.3	23.7	7.0	10.4	18.1	25.8	49.7
2012	8	21	TY	5	4	3	4	6	18.2	15.6	11.1	2.0	-4.0	-15.5	22.2	2.6	9.1	11.5	28.7	45.5
2012	8	22	TY	11	7	6	7	6	18.1	14.3	11.3	2.4	-3.7	-16.4	21.8	3.8	8.9	12.7	27.2	51.1
2012	8	23	TY	6	7	6	7	9	18.9	17.3	11.8	2.6	-2.8	-15.8	21.7	1.6	9.2	13.0	29.8	54.6
2012	8	24	TY	4	5	4	7	6	19.4	17.6	14.6	6.2	-2.6	-13.2	22.0	1.8	8.4	10.6	31.2	55.1
2012	8	25	TY	3	4	5	6	7	21.0	14.1	12.2	5.2	-2.2	-21.7	23.2	6.9	7.0	19.5	30.3	50.1
2012	8	26	TY	9	7	9	7	9	17.8	15.2	10.8	-1.7	-3.5	-33.7	21.3	2.6	12.5	30.2	24.0	45.1
2012	8	27	TY	9	8	10	9	10	17.8	16.3	11.4	4.0	-3.3	-12.0	21.1	1.5	7.4	8.7	30.0	48.0

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2012	8	28	TY	3	5	6	8	8	22.2	16.4	11.8	9.3	-2.9	-4.4	25.1	5.8	2.5	1.5	39.0	65.5
2012	8	29	TY_nowarning	8	8	10	10	12	19.8	14.4	10.6	6.3	-1.5	-9.5	21.3	5.4	4.3	8.0	31.4	56.0
2012	8	30	PR	10	9	11	12	10	18.8	15.2	9.1	5.6	-3.6	-7.7	22.4	3.6	3.5	4.1	34.1	54.5
2012	8	31	PR	12	9	11	11	12	19.3	13.8	10.9	3.3	-4.1	-9.5	23.4	5.5	7.6	5.4	29.6	51.0
2013	7	1	No-PR	9	8	9	9	6	20.7	14.5	12.2	1.6	-6.1	-9.0	26.8	6.2	10.6	2.9	30.7	46.7
2013	7	2	PR	9	8	11	10	10	21.1	13.6	13.4	-2.0	-5.2	-15.3	26.3	7.5	15.4	10.1	24.5	49.7
2013	7	3	PR	10	6	5	8	7	20.9	12.6	13.4	-4.3	-7.1	-15.1	28.0	8.3	17.7	8.0	22.9	40.9
2013	7	4	PR	2	1	3	7	10	20.1	15.6	13.4	-6.6	-4.0	-33.0	24.1	4.5	20.0	29.0	19.7	46.2
2013	7	5	PR	8	8	8	9	11	20.7	16.0	11.8	2.8	-3.8	-16.9	24.5	4.7	9.0	13.1	31.5	48.1
2013	7	6	Ex-PR	10	7	8	9	11	21.3	11.6	12.0	3.5	-6.1	-8.1	27.4	9.7	8.5	2.0	30.5	51.8
2013	7	7	Ex-PR	9	8	8	11	11	18.4	15.1	10.4	2.4	-4.6	-14.7	23.0	3.3	8.0	10.1	30.1	50.0
2013	7	8	No-PR	10	3	4	5	5	18.3	15.1	10.5	-3.3	-6.4	-17.7	24.7	3.2	13.8	11.3	26.0	43.7
2013	7	9	No-PR	7	5	5	7	4	18.0	15.8	10.7	2.1	-6.1	-15.1	24.1	2.2	8.6	9.0	31.3	47.9
2013	7	10	No-PR	6	7	5	5	6	16.6	15.7	10.2	-13.3	-6.1	-9.3	22.7	0.9	23.5	3.2	14.9	41.8
2013	7	11	TY	6	7	10	10	9	18.0	15.1	12.3	-10.6	-2.3	-51.9	20.3	2.9	22.9	49.6	12.5	36.3
2013	7	12	TY	8	8	8	8	8	18.8	16.2	10.6	5.5	-2.8	-30.3	21.6	2.6	5.1	27.5	32.7	51.1
2013	7	13	TY	4	4	3	6	5	20.0	19.4	13.9	12.4	-0.2	-0.8	20.2	0.6	1.5	0.6	38.1	72.4
2013	7	14	External	4	3	5	6	6	20.9	11.0	11.5	-1.9	-3.5	-12.8	24.4	9.9	13.4	9.3	22.0	
2013	7	15	PR	9	7	7	8	8	19.0	14.6	11.0	4.4	-3.6	-9.1	22.6	4.4	6.6	5.5	30.6	53.9
2013	7	16	No-PR	11	5	6	3	4	17.8	16.0	11.0	-5.9	-4.6	-29.5	22.4	1.8	16.9	24.9	21.5	43.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2013	7	17	TY	4	1	1	1	3	18.8	11.6	10.9	4.3	-4.0	-34.4	22.8	7.2	6.6	30.4	27.8	47.7
2013	7	18	TY	2	1	1	2	2	21.1	12.1	9.9	5.7	-5.7	-6.4	26.8	9.0	4.2	0.7	34.7	51.2
2013	7	19	Low Pressure	7	6	6	6	5	20.3	12.8	10.0	6.3	-5.4	-6.3	25.7	7.5	3.7	0.9	34.8	55.9
2013	7	20	External	10	7	9	8	8	19.4	14.6	9.8	3.8	-6.1	-9.8	25.5	4.8	6.0	3.7	34.1	55.4
2013	7	21	External	8	6	7	6	7	18.3	14.4	11.8	-0.5	-6.0	-12.9	24.3	3.9	12.3	6.9	26.4	49.9
2013	7	22	No-PR	8	9	10	10	12	19.3	15.8	12.8	-7.9	-5.0	-23.5	24.3	3.5	20.7	18.5	19.4	40.3
2013	7	23	No-PR	10	9	9	8	9	19.8	15.8	13.3	-3.2	-3.9	-29.5	23.7	4.0	16.5	25.6	23.0	37.1
2013	7	24	PR	6	6	8	10	10	20.4	15.3	13.0	-3.6	-4.4	-26.6	24.8	5.1	16.6	22.2	23.5	41.0
2013	7	25	Ex-PR	7	6	11	11	10	18.4	17.3	12.3	-5.8	-3.2	-39.3	21.6	1.1	18.1	36.1	20.8	37.3
2013	7	26	Ex-PR	9	5	8	8	10	18.2	17.2	11.9	4.3	-3.4	-38.6	21.6	1.0	7.6	35.2	31.2	58.0
2013	7	27	PR	9	7	5	8	7	19.9	14.3	10.3	5.6	-4.0	-30.8	23.9	5.6	4.7	26.8	33.5	53.3
2013	7	28	No-PR	8	8	7	9	10	20.1	10.5	12.0	4.1	-4.2	-33.7	24.3	9.6	7.9	29.5	26.9	47.8
2013	7	29	No-PR	7	4	4	5	4	20.6	14.4	12.7	0.0	-3.6	-20.4	24.2	6.2	12.7	16.8	25.9	43.2
2013	7	30	No-PR	7	3	7	8	8	21.2	9.1	11.9	0.8	-5.5	-23.9	26.7	12.1	11.1	18.4	24.7	35.7
2013	7	31	External	6	8	7	8	7	20.7	12.5	9.8	5.8	-5.5	-23.4	26.2	8.2	4.0	17.9	34.7	48.9
2013	8	1	Low Pressure	5	3	1	0	1	20.6	12.6	11.1	3.3	-5.4	-9.5	26.0	8.0	7.8	4.1	30.8	47.2
2013	8	2	External	4	5	8	8	11	18.7	15.5	13.0	6.6	-4.2	-4.8	22.9	3.2	6.4	0.6	32.0	61.3
2013	8	3	No-PR	6	8	8	7	11	18.8	16.2	12.1	3.8	-5.7	-14.7	24.5	2.6	8.3	9.0	32.4	51.3
2013	8	4	No-PR	6	4	4	7	10	21.3	10.8	12.2	-0.4	-5.2	-22.2	26.5	10.5	12.6	17.0	24.7	42.5
2013	8	5	No-PR	8	3	5	5	4	20.9	14.9	13.2	-3.4	-4.5	-24.7	25.4	6.0	16.6	20.2	23.7	37.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2013	8	6	PR	9	8	8	10	12	20.0	14.6	12.6	-1.2	-2.8	-26.2	22.8	5.4	13.8	23.4	23.6	45.6
2013	8	7	PR	8	7	11	11	12	19.6	17.6	13.0	-1.8	-3.1	-24.3	22.7	2.0	14.8	21.2	25.5	49.2
2013	8	8	No-PR	6	1	3	5	9	21.1	14.5	12.8	-4.4	-5.4	-16.1	26.5	6.6	17.2	10.7	23.8	43.6
2013	8	9	No-PR	7	7	7	7	10	21.3	11.0	12.8	-10.6	-6.8	-20.2	28.1	10.3	23.4	13.4	15.7	38.5
2013	8	10	PR	6	8	6	10	10	21.4	8.8	12.3	-3.9	-6.7	-19.8	28.1	12.6	16.2	13.1	20.7	36.3
2013	8	11	No-PR	7	4	6	8	7	18.8	15.5	11.1	2.0	-4.4	-23.9	23.2	3.3	9.1	19.5	29.6	44.7
2013	8	12	TY_nowarning	2	1	0	1	1	21.9	11.1	11.7	4.1	-4.9	-20.4	26.8	10.8	7.6	15.5	30.3	43.7
2013	8	13	TY_nowarning	0	0	0	0	3	22.7	13.1	13.9	4.7	-5.9	-11.8	28.6	9.6	9.2	5.9	32.5	48.9
2013	8	14	Low Pressure	6	3	6	8	10	19.3	16.2	12.3	5.6	-4.0	-7.4	23.3	3.1	6.7	3.4	32.8	58.5
2013	8	15	Low Pressure	9	5	6	9	6	18.0	16.5	10.4	7.0	-4.6	-4.9	22.6	1.5	3.4	0.3	35.7	63.1
2013	8	16	TD	7	4	5	8	10	18.9	14.4	10.6	6.1	-3.8	-7.3	22.7	4.5	4.5	3.5	32.6	54.6
2013	8	17	TD	9	5	6	7	10	19.1	14.2	12.0	-0.7	-4.0	-8.1	23.1	4.9	12.7	4.1	24.6	53.0
2013	8	18	TD	9	9	11	12	11	18.7	16.2	12.0	2.9	-2.5	-9.6	21.2	2.5	9.1	7.1	28.3	52.4
2013	8	19	TD	6	6	5	10	11	20.8	12.2	12.7	2.2	-2.2	-14.1	23.0	8.6	10.5	11.9	24.7	45.5
2013	8	20	TY	7	6	11	7	9	19.3	19.2	11.8	11.5	-3.1	-5.6	22.4	0.1	0.3	2.5	41.3	69.9
2013	8	21	TY	7	7	7	7	7	20.2	20.0	12.9	9.2	-0.3	-6.8	20.5	0.2	3.7	6.5	36.8	69.1
2013	8	22	TY	9	10	9	9	10	22.0	17.8	14.3	9.6	-1.8	-2.8	23.8	4.2	4.7	1.0	36.9	72.3
2013	8	23	TD	11	9	11	11	12	20.0	17.9	11.9	7.9	-3.0	-5.8	23.0	2.1	4.0	2.8	36.9	61.6
2013	8	24	Ex-PR	10	9	10	11	12	19.2	15.3	12.5	5.5	-3.0	-8.3	22.2	3.9	7.0	5.3	30.5	56.2
2013	8	25	PR	9	7	4	8	7	19.4	14.7	12.2	4.6	-3.3	-13.0	22.7	4.7	7.6	9.7	29.8	48.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2013	8	26	No-PR	10	4	8	7	10	21.0	14.0	11.1	4.6	-3.5	-19.7	24.5	7.0	6.5	16.2	32.0	47.5
2013	8	27	TY	8	8	4	4	3	19.0	17.7	13.3	-1.3	-3.5	-22.9	22.5	1.3	14.6	19.4	25.6	46.5
2013	8	28	TY	3	3	7	6	5	20.8	14.1	14.1	2.9	-2.3	-34.8	23.1	6.7	11.2	32.5	26.0	43.7
2013	8	29	TY	7	8	9	10	7	18.8	18.2	12.7	12.2	-1.8	-5.6	20.6	0.6	0.5	3.8	38.3	78.5
2013	8	30	TY_nowarning	8	9	5	7	6	19.8	14.0	10.6	8.2	-2.7	-6.3	22.5	5.8	2.4	3.6	34.1	59.0
2013	8	31	Front	9	8	7	11	11	19.0	15.5	9.9	8.8	-3.4	-4.3	22.4	3.5	1.1	0.9	36.8	64.9
2014	7	1	Ex-PR	11	10	8	11	12	20.4	15.9	11.9	5.3	-3.7	-14.5	24.1	4.5	6.6	10.8	33.4	54.3
2014	7	2	No-PR	10	8	7	11	11	20.7	15.6	12.7	1.9	-3.5	-14.1	24.2	5.1	10.8	10.6	29.0	51.6
2014	7	3	No-PR	9	6	9	8	11	21.6	13.2	12.0	2.0	-3.2	-12.6	24.8	8.4	10.0	9.4	28.0	49.6
2014	7	4	PR	9	10	10	12	12	19.6	17.0	13.8	3.3	-3.8	-6.2	23.4	2.6	10.5	2.4	29.9	54.4
2014	7	5	No-PR	9	9	9	11	11	19.7	18.5	14.2	1.0	-1.6	-13.3	21.3	1.2	13.2	11.7	26.6	53.1
2014	7	6	No-PR	10	8	9	12	11	21.8	12.4	13.9	4.8	-2.8	-11.6	24.6	9.4	9.1	8.8	27.9	51.4
2014	7	7	No-PR	6	6	7	7	6	21.7	14.7	15.1	-0.2	-3.4	-13.5	25.1	7.0	15.3	10.1	24.5	44.9
2014	7	8	TY_nowarning	6	6	6	7	8	20.1	17.2	12.6	6.2	-3.9	-8.8	24.0	2.9	6.4	4.9	34.8	56.2
2014	7	9	PR	9	7	6	6	7	21.4	17.0	11.8	7.7	-3.9	-25.7	25.3	4.4	4.1	21.8	38.2	47.6
2014	7	10	PR	9	9	8	10	8	20.7	17.1	12.1	8.4	-2.0	-19.8	22.7	3.6	3.7	17.8	36.1	59.4
2014	7	11	PR	8	7	8	10	12	22.5	16.1	13.6	5.7	-4.3	-9.0	26.8	6.4	7.9	4.7	35.0	56.8
2014	7	12	PR	10	9	10	10	12	21.5	17.7	14.0	4.2	-3.8	-11.7	25.3	3.8	9.8	7.9	33.2	53.5
2014	7	13	No-PR	10	4	6	6	8	20.6	14.6	13.6	2.6	-3.7	-13.5	24.3	6.0	11.0	9.8	27.9	51.1
2014	7	14	Ex-PR	9	8	9	11	10	20.8	16.9	12.3	-2.6	-4.5	-15.1	25.3	3.9	14.9	10.6	27.3	39.5

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2014	7	15	PR	10	9	10	12	12	20.2	15.6	13.3	-5.1	-4.4	-26.6	24.6	4.6	18.4	22.2	21.8	51.4
2014	7	16	No-PR	7	6	3	3	6	19.1	16.7	13.0	-1.8	-4.2	-16.3	23.3	2.4	14.8	12.1	25.2	40.6
2014	7	17	No-PR	5	5	2	6	4	24.1	10.6	13.3	2.1	-3.0	-19.1	27.1	13.5	11.2	16.1	26.5	43.1
2014	7	18	PR	4	3	4	6	4	19.8	18.1	13.3	1.8	-4.0	-13.3	23.8	1.7	11.5	9.3	30.4	50.2
2014	7	19	No-PR	8	8	8	7	6	19.4	15.9	11.5	5.2	-3.7	-12.5	23.1	3.5	6.3	8.8	32.7	54.8
2014	7	20	No-PR	3	2	3	3	3	21.1	10.5	13.1	3.5	-4.1	-18.3	25.2	10.6	9.6	14.2	26.1	40.1
2014	7	21	TY	3	2	0	2	2	19.2	13.0	11.4	1.0	-2.3	-27.3	21.5	6.2	10.4	25.0	24.1	43.0
2014	7	22	TY	7	7	6	7	6	20.0	15.5	13.4	7.6	-3.1	-9.8	23.1	4.5	5.8	6.7	32.8	53.1
2014	7	23	TY	5	4	4	3	5	19.5	17.9	15.2	8.6	-1.6	-2.8	21.1	1.6	6.6	1.2	32.4	64.7
2014	7	24	External	8	8	11	11	9	21.8	14.5	13.5	5.5	-3.8	-8.3	25.6	7.3	8.0	4.5	32.1	56.1
2014	7	25	Ex-PR	10	10	9	9	9	20.2	16.5	13.4	3.5	-3.4	-19.2	23.6	3.7	9.9	15.8	30.2	50.7
2014	7	26	PR	11	9	10	9	8	17.9	16.7	12.5	-0.2	-4.2	-19.1	22.1	1.2	12.7	14.9	26.1	46.3
2014	7	27	No-PR	10	7	10	10	7	17.8	15.0	11.1	2.2	-2.7	-17.8	20.5	2.8	8.9	15.1	26.6	42.4
2014	7	28	No-PR	6	6	7	8	7	19.7	14.7	11.3	4.4	-3.5	-23.7	23.2	5.0	6.9	20.2	31.0	46.6
2014	7	29	No-PR	7	7	9	6	7	18.1	17.1	12.4	2.8	-4.1	-12.2	22.2	1.0	9.6	8.1	29.7	48.6
2014	7	30	PR	5	6	7	6	6	19.3	17.2	13.1	1.7	-4.0	-17.0	23.3	2.1	11.4	13.0	29.1	49.3
2014	7	31	TY_nowarning	7	5	7	7	6	19.8	17.8	11.8	10.2	-3.4	-22.2	23.2	2.0	1.6	18.8	39.4	60.3
2014	8	1	No-PR	2	3	5	7	8	20.9	17.4	12.1	5.5	-2.8	-18.3	23.7	3.5	6.6	15.5	34.5	47.3
2014	8	2	PR	8	5	5	7	8	23.3	13.0	11.0	4.5	-2.5	-15.1	25.8	10.3	6.5	12.6	32.3	41.2
2014	8	3	Ex-PR	10	9	9	9	12	21.4	14.7	12.0	5.9	-2.2	-18.2	23.6	6.7	6.1	16.0	32.2	50.9

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2014	8	4	PR	8	11	9	11	9	19.1	17.6	12.4	4.5	-2.3	-31.7	21.4	1.5	7.9	29.4	31.1	51.8
2014	8	5	PR	11	11	11	12	10	18.4	17.5	11.8	6.9	-3.1	-20.5	21.5	0.9	4.9	17.4	34.1	57.8
2014	8	6	PR	10	8	10	9	11	19.7	17.2	11.4	9.3	-3.4	-14.7	23.1	2.5	2.1	11.3	38.2	58.2
2014	8	7	No-PR	10	10	10	11	12	18.9	16.3	12.7	-0.2	-2.5	-28.7	21.4	2.6	12.9	26.2	24.8	50.7
2014	8	8	No-PR	7	7	8	9	9	20.1	14.8	11.9	-2.5	-0.5	-29.7	20.6	5.3	14.4	29.2	21.0	43.9
2014	8	9	Ex-PR	8	7	10	10	11	19.7	17.3	11.6	9.8	-0.8	-8.0	20.5	2.4	1.8	7.2	36.0	63.8
2014	8	10	PR	10	7	9	10	11	20.9	16.7	13.6	7.7	-1.3	-6.3	22.2	4.2	5.9	5.0	33.0	61.7
2014	8	11	External	10	11	11	9	9	21.3	15.4	12.4	8.4	-3.4	-5.5	24.7	5.9	4.0	2.1	36.1	63.0
2014	8	12	External	9	10	11	11	9	20.5	17.3	11.9	9.3	-1.7	-6.3	22.2	3.2	2.6	4.6	36.9	63.2
2014	8	13	External	8	8	9	7	8	21.4	16.2	12.3	8.1	-2.7	-6.7	24.1	5.2	4.2	4.0	36.1	61.1
2014	8	14	No-PR	10	7	9	9	10	21.3	14.5	11.0	7.4	-3.6	-8.1	24.9	6.8	3.6	4.5	35.8	53.7
2014	8	15	Front	9	5	7	7	9	20.4	14.1	12.1	6.9	-4.3	-9.3	24.7	6.3	5.2	5.0	33.6	52.9
2014	8	16	Front	11	7	9	12	11	18.5	17.2	11.9	4.1	-3.3	-15.7	21.8	1.3	7.8	12.4	31.2	49.9
2014	8	17	Front	12	9	9	8	10	19.9	15.7	11.2	1.7	-4.0	-15.9	23.9	4.2	9.5	11.9	30.1	52.7
2014	8	18	PR	8	7	9	10	12	19.2	18.0	13.1	1.0	-4.5	-25.9	23.7	1.2	12.1	21.4	29.6	56.5
2014	8	19	Ex-PR	10	7	9	10	10	18.8	16.0	11.1	5.8	-5.3	-5.7	24.1	2.8	5.3	0.4	34.8	57.3
2014	8	20	PR	7	5	10	9	7	18.9	15.1	10.3	7.1	-4.2	-9.1	23.1	3.8	3.2	4.9	35.0	54.6
2014	8	21	PR	9	10	4	5	12	19.0	11.8	9.5	4.5	-3.9	-14.1	22.9	7.2	5.0	10.2	29.7	44.7
2014	8	22	No-PR	12	10	7	11	10	19.8	10.8	10.8	2.1	-5.1	-24.9	24.9	9.0	8.7	19.8	27.0	36.7
2014	8	23	No-PR	10	7	8	8	11	20.1	8.3	12.0	1.9	-4.8	-17.3	24.9	11.8	10.1	12.5	23.1	43.4

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2014	8	24	No-PR	6	2	4	7	9	19.9	10.1	11.6	2.7	-3.6	-19.6	23.5	9.8	8.9	16.0	24.7	50.4
2014	8	25	No-PR	9	10	11	10	12	20.1	16.3	12.5	-1.3	-3.3	-30.9	23.4	3.8	13.8	27.6	25.9	43.0
2014	8	26	No-PR	8	7	10	7	4	19.9	13.5	12.6	-3.5	-3.9	-34.4	23.8	6.4	16.1	30.5	21.2	44.3
2014	8	27	PR	8	5	7	9	10	22.4	11.2	11.5	4.3	-5.7	-14.0	28.1	11.2	7.2	8.3	32.1	50.4
2014	8	28	PR	8	5	8	9	11	21.1	12.6	11.1	4.4	-4.9	-20.8	26.0	8.5	6.7	15.9	31.9	47.8
2014	8	29	No-PR	8	6	4	4	2	20.3	13.8	11.4	-3.8	-5.1	-17.0	25.4	6.5	15.2	11.9	24.0	45.7
2014	8	30	PR	10	10	11	12	10	19.0	15.1	11.2	-1.1	-5.2	-14.7	24.2	3.9	12.3	9.5	27.0	43.1
2014	8	31	PR	12	9	6	11	10	18.6	16.1	11.9	-5.3	-4.8	-13.1	23.4	2.5	17.2	8.3	22.3	50.2
2015	7	1	No-PR	3	2	4	4	7	22.5	13.9	12.6	2.9	-0.5	-36.5	23.0	8.6	9.7	36.0	27.2	42.7
2015	7	2	PR	7	6	7	8	9	23.1	13.1	12.8	2.5	-2.5	-29.3	25.6	10.0	10.3	26.8	28.4	42.9
2015	7	3	Front	9	8	10	9	12	19.7	17.2	11.6	7.7	-1.4	-13.8	21.1	2.5	3.9	12.4	34.4	59.7
2015	7	4	PR	9	8	9	11	10	20.2	16.7	13.2	-3.8	-2.2	-31.8	22.4	3.5	17.0	29.6	22.1	49.9
2015	7	5	Front	4	4	5	4	6	22.9	15.7	13.7	3.0	-2.3	-17.0	25.2	7.2	10.7	14.7	30.2	43.1
2015	7	6	TY	3	4	4	5	5	23.0	16.3	13.5	9.2	-0.9	-8.2	23.9	6.7	4.3	7.3	35.9	58.9
2015	7	7	TY	8	7	7	8	6	20.5	16.9	13.3	6.5	-0.9	-11.2	21.4	3.6	6.8	10.3	31.5	56.0
2015	7	8	TY	2	2	0	5	4	23.1	15.7	14.3	6.4	-2.5	-11.9	25.6	7.4	7.9	9.4	33.4	52.2
2015	7	9	TY	7	9	8	8	7	20.7	14.7	12.6	10.5	-2.5	-7.9	23.2	6.0	2.1	5.4	35.8	62.0
2015	7	10	TY	6	5	5	6	6	19.2	19.1	11.2	10.8	-1.6	-3.7	20.8	0.1	0.4	2.1	39.5	72.7
2015	7	11	TY	1	4	5	5	6	21.0	16.1	10.4	10.0	0.4	-2.4	20.6	4.9	0.4	2.8	36.3	66.4
2015	7	12	PR	3	2	5	6	10	21.3	15.1	11.4	7.4	-1.5	-23.3	22.8	6.2	4.0	21.8	33.9	48.8

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2015	7	13	No-PR	7	8	8	11	11	19.4	16.0	11.8	1.9	-3.1	-21.1	22.5	3.4	9.9	18.0	28.6	52.7
2015	7	14	PR	10	10	11	11	10	20.1	12.8	10.2	3.1	-0.7	-37.9	20.8	7.3	7.1	37.2	26.5	42.1
2015	7	15	PR	8	7	8	10	10	18.4	17.0	10.8	3.6	-0.9	-19.1	19.3	1.4	7.2	18.2	29.1	48.5
2015	7	16	No-PR	9	11	11	10	9	20.5	13.2	11.7	3.9	-0.4	-37.5	20.9	7.3	7.8	37.1	26.3	41.6
2015	7	17	No-PR	12	12	11	12	7	19.1	16.3	11.5	2.3	-0.7	-23.3	19.8	2.8	9.2	22.6	26.9	48.5
2015	7	18	No-PR	7	9	9	8	6	19.4	16.6	13.0	-1.9	-0.5	-23.1	19.9	2.8	14.9	22.6	21.6	45.4
2015	7	19	External	9	10	10	12	12	18.8	17.5	12.3	6.1	-3.7	-18.6	22.5	1.3	6.2	14.9	33.8	54.2
2015	7	20	External	9	8	8	7	8	20.0	15.2	10.9	7.8	-4.0	-5.4	24.0	4.8	3.1	1.4	36.1	62.2
2015	7	21	External	10	9	8	9	8	19.8	14.2	10.2	4.9	-4.2	-6.2	24.0	5.6	5.3	2.0	32.9	53.0
2015	7	22	External	10	10	8	9	9	19.2	15.4	9.5	9.3	-2.5	-9.1	21.7	3.8	0.2	6.6	36.9	57.8
2015	7	23	Ex-PR	9	9	9	7	12	19.7	14.8	11.3	6.8	-3.7	-7.5	23.4	4.9	4.5	3.8	33.7	56.7
2015	7	24	PR	9	7	8	8	10	20.8	7.1	11.6	4.1	-3.2	-28.1	24.0	13.7	7.5	24.9	23.6	41.2
2015	7	25	PR	8	7	3	4	10	21.3	8.0	10.4	3.0	-3.0	-30.6	24.3	13.3	7.4	27.6	24.9	47.0
2015	7	26	No-PR	5	5	4	6	11	20.6	13.0	11.6	3.0	-4.8	-15.2	25.4	7.6	8.6	10.4	29.8	48.1
2015	7	27	External	7	5	5	6	9	20.0	13.5	11.4	0.7	-5.9	-24.7	25.9	6.5	10.7	18.8	28.7	43.4
2015	7	28	PR	8	4	3	3	6	19.5	12.5	9.3	4.6	-6.3	-11.1	25.8	7.0	4.7	4.8	33.6	45.6
2015	7	29	PR	7	8	4	7	7	20.6	8.9	8.6	3.9	-8.2	-15.4	28.8	11.7	4.7	7.2	33.0	44.1
2015	7	30	Ex-PR	10	6	7	10	11	18.7	15.0	10.4	-2.0	-7.1	-11.7	25.8	3.7	12.4	4.6	28.4	49.1
2015	7	31	No-PR	11	6	10	7	10	19.1	12.9	9.6	4.2	-6.4	-14.3	25.5	6.2	5.4	7.9	33.0	39.4
2015	8	1	No-PR	8	6	8	9	12	19.1	14.4	10.7	-1.5	-5.2	-17.8	24.3	4.7	12.2	12.6	26.5	41.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2015	8	2	No-PR	10	8	9	9	9	17.5	16.2	9.5	-1.1	-4.7	-35.3	22.2	1.3	10.6	30.6	27.8	35.6
2015	8	3	No-PR	8	5	7	4	8	18.4	16.4	11.7	-4.6	-3.5	-28.3	21.9	2.0	16.3	24.8	22.0	41.7
2015	8	4	PR	8	5	7	8	7	19.3	10.8	11.0	-5.9	-3.5	-34.7	22.8	8.5	16.9	31.2	16.7	42.4
2015	8	5	PR	6	7	7	8	11	18.4	14.3	9.7	-10.9	-1.9	-37.4	20.3	4.1	20.6	35.5	14.0	39.1
2015	8	6	TY	9	6	6	6	6	19.2	13.0	11.5	4.7	-3.2	-36.1	22.4	6.2	6.8	32.9	28.6	44.6
2015	8	7	TY	5	6	7	7	7	18.6	16.5	13.3	-6.2	-0.9	-20.1	19.5	2.1	19.5	19.2	16.5	53.8
2015	8	8	TY	3	3	3	3	3	20.9	19.4	15.6	12.5	0.2	-1.3	20.7	1.5	3.1	1.5	37.0	78.8
2015	8	9	TY	4	4	5	4	5	23.2	14.9	11.7	7.6	-3.5	-4.1	26.7	8.3	4.1	0.6	37.5	62.4
2015	8	10	PR	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	19.5	16.7	11.4	1.5	-2.9	-14.3	22.4	2.8	9.9	11.4	29.2	49.8
2015	8	11	Ex-PR	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	20.0	13.5	11.5	-8.6	-2.9	-10.9	22.9	6.5	20.1	8.0	16.3	44.0
2015	8	12	PR	NaN	NaN	NaN	NaN	9	20.3	14.0	11.7	0.7	-2.2	-12.3	22.5	6.3	11.0	10.1	25.5	50.6
2015	8	13	Ex-PR	7	7	8	11	12	19.0	16.6	10.9	8.3	-3.6	-8.6	22.6	2.4	2.6	5.0	36.6	58.3
2015	8	14	PR	11	8	8	7	8	19.7	15.6	10.7	7.0	-4.4	-7.3	24.1	4.1	3.7	2.9	36.0	61.6
2015	8	15	No-PR	6	6	4	4	4	20.1	14.4	10.5	6.6	-3.1	-6.7	23.2	5.7	3.9	3.6	33.7	58.1
2015	8	16	External	3	2	2	4	4	20.8	15.4	9.6	8.8	-4.1	-7.9	24.9	5.4	0.8	3.8	39.5	57.9
2015	8	17	External	5	6	7	10	10	21.4	15.1	10.4	8.0	-4.0	-6.9	25.4	6.3	2.4	2.9	38.1	59.6
2015	8	18	Ex-PR	10	7	8	8	10	19.4	16.7	9.9	8.6	-2.7	-24.3	22.1	2.7	1.3	21.6	37.5	52.5
2015	8	19	PR	9	7	5	7	8	19.8	16.1	12.8	7.8	-2.3	-8.5	22.1	3.7	5.0	6.2	33.2	56.3
2015	8	20	TY	3	3	3	3	4	20.2	15.9	15.8	-7.7	-2.5	-33.7	22.7	4.3	23.5	31.2	15.1	42.0
2015	8	21	TY	4	4	5	5	5	19.4	15.8	14.1	0.7	-1.7	-32.9	21.1	3.6	13.4	31.2	23.5	41.6

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2015	8	22	TY	4	4	4	5	5	19.6	17.0	13.8	3.6	-2.1	-12.2	21.7	2.6	10.2	10.1	28.5	58.1
2015	8	23	TY	6	7	7	6	9	19.5	19.2	13.6	7.2	-1.5	-3.9	21.0	0.3	6.4	2.4	33.8	67.9
2015	8	24	TY_nowarning	7	8	9	8	9	18.5	16.8	11.9	8.3	-1.8	-8.2	20.3	1.7	3.6	6.4	33.5	65.0
2015	8	25	External	6	6	6	7	7	18.2	17.9	9.8	8.6	-0.9	-9.3	19.1	0.3	1.2	8.4	35.8	60.3
2015	8	26	External	6	6	5	5	7	17.6	14.8	10.4	8.3	-3.4	-7.0	21.0	2.8	2.1	3.6	33.7	60.8
2015	8	27	External	6	7	8	9	9	17.6	16.7	10.7	7.8	-4.4	-5.4	22.0	0.9	2.9	1.0	35.8	62.3
2015	8	28	External	10	10	9	10	10	17.7	16.6	9.7	7.0	-4.3	-9.2	22.0	1.1	2.7	4.9	35.9	61.3
2015	8	29	External	8	9	8	8	10	17.1	15.6	10.3	7.5	-4.4	-6.1	21.5	1.5	2.8	1.7	34.3	61.2
2015	8	30	Front	10	9	9	6	9	18.6	15.1	10.6	7.2	-2.9	-8.1	21.5	3.5	3.4	5.2	33.2	59.8
2015	8	31	Front	10	8	9	8	5	17.8	15.1	9.2	8.9	-4.3	-4.7	22.1	2.7	0.3	0.4	36.9	63.2
2016	7	1	PR	12	7	7	7	6	18.6	16.5	12.1	0.1	-4.3	-24.3	22.9	2.1	12.0	20.0	27.4	51.7
2016	7	2	Ex-PR	11	8	10	12	12	19.6	18.1	12.7	4.1	-5.1	-8.2	24.7	1.5	8.6	3.1	34.2	61.5
2016	7	3	Ex-PR	8	8	10	7	9	20.4	16.2	11.6	4.1	-5.2	-18.6	25.6	4.2	7.5	13.4	34.3	50.7
2016	7	4	PR	9	8	10	6	5	18.5	17.5	11.6	2.5	-4.3	-25.2	22.8	1.0	9.1	20.9	31.2	47.7
2016	7	5	No-PR	8	7	2	4	2	18.4	17.3	13.0	3.1	-4.1	-10.0	22.5	1.1	9.9	5.9	29.9	59.6
2016	7	6	TY	4	3	4	4	5	22.0	13.2	12.6	-6.5	-2.0	-23.2	24.0	8.8	19.1	21.2	18.1	36.9
2016	7	7	TY	5	6	6	6	7	18.0	18.0	13.3	6.9	-2.0	-20.7	20.0	0.0	6.4	18.7	31.6	63.2
2016	7	8	TY	4	4	5	4	4	19.0	19.0	15.7	9.1	-1.9	-6.0	20.9	0.0	6.6	4.1	33.3	69.1
2016	7	9	TY	5	5	6	7	10	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	65.2
2016	7	10	TD	11	9	10	9	9	20.5	18.6	13.3	9.3	-1.0	-10.1	21.5	1.9	4.0	9.1	36.1	67.7

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2016	7	11	External	9	8	9	11	11	20.3	16.8	11.1	10.6	-1.4	-5.8	21.7	3.5	0.5	4.4	38.0	68.6
2016	7	12	PR	8	9	9	7	11	20.1	17.6	12.5	8.9	-2.0	-5.0	22.1	2.5	3.6	3.0	36.1	67.4
2016	7	13	PR	9	8	8	8	11	19.6	17.3	11.5	6.7	-2.6	-4.7	22.2	2.3	4.8	2.1	34.7	62.6
2016	7	14	PR	12	9	9	11	12	21.1	16.2	12.2	6.8	-2.8	-16.0	23.9	4.9	5.4	13.2	34.7	52.4
2016	7	15	No-PR	6	3	5	5	5	22.7	14.7	13.6	3.7	-3.7	-13.3	26.4	8.0	9.9	9.6	31.2	49.0
2016	7	16	No-PR	6	4	3	4	6	24.0	11.5	13.0	5.2	-1.7	-31.4	25.7	12.5	7.8	29.7	29.4	47.9
2016	7	17	Ex-PR	9	8	8	8	10	19.2	17.3	11.2	6.3	-4.8	-8.3	24.0	1.9	4.9	3.5	36.4	57.8
2016	7	18	Ex-PR	11	8	9	11	9	19.4	17.0	10.7	6.3	-4.8	-9.8	24.2	2.4	4.4	5.0	36.8	60.3
2016	7	19	Ex-PR	8	6	4	7	12	19.0	14.7	10.7	3.6	-2.9	-10.6	21.9	4.3	7.1	7.7	29.5	54.6
2016	7	20	Ex-PR	9	7	6	7	12	20.4	14.5	12.2	3.1	-3.6	-9.1	24.0	5.9	9.1	5.5	29.4	50.6
2016	7	21	No-PR	11	7	8	9	10	20.5	15.4	12.8	-2.0	-3.9	-16.8	24.4	5.1	14.8	12.9	25.0	50.0
2016	7	22	No-PR	9	5	7	7	9	22.1	10.5	12.6	-1.6	-4.7	-14.1	26.8	11.6	14.2	9.4	23.1	46.3
2016	7	23	No-PR	9	3	9	9	11	22.1	9.2	12.4	-1.0	-4.5	-19.4	26.6	12.9	13.4	14.9	22.4	43.0
2016	7	24	PR	9	11	11	11	12	20.2	15.5	12.6	-2.3	-5.1	-13.1	25.3	4.7	14.9	8.0	25.9	50.1
2016	7	25	PR	8	7	10	12	12	18.7	17.2	12.3	-0.7	-3.2	-16.8	21.9	1.5	13.0	13.6	26.1	46.8
2016	7	26	No-PR	9	9	8	11	12	19.6	16.7	13.3	-5.9	-4.9	-20.0	24.5	2.9	19.2	15.1	22.0	50.4
2016	7	27	No-PR	6	2	6	7	10	21.0	15.0	11.7	-1.8	-4.7	-16.5	25.7	6.0	13.5	11.8	27.2	46.1
2016	7	28	No-PR	7	5	7	8	8	21.4	12.2	11.9	-5.8	-3.4	-10.4	24.8	9.2	17.7	7.0	19.3	40.9
2016	7	29	No-PR	9	9	7	8	4	20.5	14.6	11.3	-8.8	-3.8	-11.0	24.3	5.9	20.1	7.2	18.8	50.6
2016	7	30	PR	9	7	7	5	8	19.2	15.5	11.3	2.6	-2.8	-14.9	22.0	3.7	8.7	12.1	28.8	54.3

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2016	7	31	TY_nowarning	6	6	6	6	6	20.2	16.3	11.9	6.6	-3.4	-12.6	23.6	3.9	5.3	9.2	34.6	62.4
2016	8	1	TY_nowarning	3	2	2	2	3	22.9	13.3	16.1	2.8	-3.6	-7.1	26.5	9.6	13.3	3.5	26.5	58.3
2016	8	2	TY_nowarning	5	7	6	7	7	19.0	17.7	12.9	6.9	-3.6	-6.8	22.6	1.3	6.0	3.2	34.3	62.2
2016	8	3	PR	9	7	10	11	7	20.1	16.1	12.6	5.9	-4.4	-10.2	24.5	4.0	6.7	5.8	33.9	58.1
2016	8	4	No-PR	7	6	7	10	10	21.3	16.9	11.7	6.3	-4.2	-11.7	25.5	4.4	5.4	7.5	37.0	56.9
2016	8	5	No-PR	9	4	7	9	8	21.5	12.9	11.0	9.2	-3.8	-5.9	25.3	8.6	1.8	2.1	36.4	61.0
2016	8	6	External	10	9	10	7	9	19.2	18.2	11.2	7.5	-3.2	-8.7	22.4	1.0	3.7	5.5	36.9	64.8
2016	8	7	PR	8	11	10	9	10	19.4	16.7	11.0	7.4	-2.2	-16.1	21.6	2.7	3.6	13.9	34.7	55.4
2016	8	8	No-PR	10	9	6	8	10	19.1	16.2	11.2	7.1	-1.5	-23.8	20.6	2.9	4.1	22.3	32.7	60.9
2016	8	9	TD	9	6	10	11	11	19.3	17.7	11.0	10.5	-4.8	-5.8	24.1	1.6	0.5	1.0	41.3	72.7
2016	8	10	Low Pressure	6	4	5	6	6	20.8	17.0	12.9	4.3	-1.9	-5.0	22.7	3.8	8.6	3.1	31.1	62.5
2016	8	11	TD	9	9	9	9	9	20.2	20.2	12.4	11.4	-1.2	-3.7	21.4	0.0	1.0	2.5	40.6	75.9
2016	8	12	Low Pressure	6	5	6	6	7	20.8	17.4	13.1	8.6	-1.6	-5.6	22.4	3.4	4.5	4.0	35.3	71.9
2016	8	13	Low Pressure	7	7	7	8	6	18.8	16.5	12.4	6.7	-3.9	-4.9	22.7	2.3	5.7	1.0	33.5	66.5
2016	8	14	Low Pressure	6	4	1	4	3	22.8	14.3	13.1	4.8	-4.2	-7.9	27.0	8.5	8.3	3.7	33.0	71.0
2016	8	15	TD	6	3	3	3	1	20.8	14.4	15.0	-2.7	-1.1	-22.4	21.9	6.4	17.7	21.3	18.6	55.5
2016	8	16	TD	10	9	10	10	9	19.3	18.1	13.8	5.4	-0.7	-26.0	20.0	1.2	8.4	25.3	29.7	65.0
2016	8	17	PR	7	9	10	8	10	18.6	17.6	12.9	7.9	0.3	-12.0	18.3	1.0	5.0	12.3	30.9	61.1
2016	8	18	PR	10	11	11	10	8	18.4	18.4	11.4	9.4	-2.2	-10.1	20.6	0.0	2.0	7.9	37.0	60.7
2016	8	19	PR	12	9	10	11	11	19.5	17.5	10.6	10.1	-2.7	-26.6	22.2	2.0	0.5	23.9	39.2	58.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2016	8	20	PR	9	8	9	10	12	19.1	17.5	12.2	3.9	-5.2	-19.5	24.3	1.6	8.3	14.3	33.5	53.8
2016	8	21	PR	10	11	11	9	9	19.7	16.8	12.0	3.5	0.0	-18.8	19.7	2.9	8.5	18.8	28.0	48.7
2016	8	22	No-PR	8	7	6	8	7	20.3	14.5	12.3	3.0	-1.2	-13.3	21.5	5.8	9.3	12.1	26.7	47.3
2016	8	23	PR	4	6	8	7	8	19.9	16.6	13.4	-5.1	-0.9	-13.9	20.8	3.3	18.5	13.0	18.9	54.1
2016	8	24	No-PR	8	7	7	8	9	19.6	18.1	12.6	9.9	0.5	-18.3	19.1	1.5	2.7	18.8	34.5	56.4
2016	8	25	No-PR	8	8	10	9	8	19.7	15.2	12.4	-3.3	-1.6	-19.3	21.3	4.5	15.7	17.7	20.8	45.1
2016	8	26	PR	8	3	3	6	4	21.1	7.1	14.0	-21.8	-2.9	-10.1	24.0	14.0	35.8	7.2	-4.7	43.3
2016	8	27	PR	11	8	9	11	9	18.5	18.2	12.2	9.4	-2.8	-13.7	21.3	0.3	2.8	10.9	36.7	60.3
2016	8	28	External	4	6	5	6	7	18.9	15.3	11.5	8.6	-1.9	-14.4	20.8	3.6	2.9	12.5	33.2	59.4
2016	8	29	No-PR	5	3	5	2	3	14.6	12.8	10.0	8.9	-1.8	-29.0	16.4	1.8	1.1	27.2	28.1	35.4
2016	8	30	No-PR	3	5	3	1	3	15.9	8.2	9.3	8.2	-0.9	-29.3	16.8	7.7	1.1	28.4	23.9	41.6
2016	8	31	TD	5	3	6	4	6	17.8	8.6	9.5	-1.4	-2.1	-24.5	19.9	9.2	10.9	22.4	17.6	40.8
2017	7	1	Ex-PR	10	6	8	8	8	19.2	16.2	11.3	5.0	-4.6	-7.6	23.8	3.0	6.3	3.0	33.7	58.2
2017	7	2	No-PR	10	10	6	5	9	18.6	17.1	11.7	5.7	-4.4	-8.4	23.0	1.5	6.0	4.0	34.1	55.8
2017	7	3	TY_nowarning	5	6	7	9	12	19.3	15.1	10.7	7.5	-4.2	-5.8	23.5	4.2	3.2	1.6	35.4	57.4
2017	7	4	PR	9	8	7	6	8	19.1	16.5	11.5	5.2	-3.8	-8.2	22.9	2.6	6.3	4.4	33.1	55.3
2017	7	5	No-PR	7	8	8	6	5	19.9	13.3	12.0	5.0	-4.2	-10.8	24.1	6.6	7.0	6.6	30.4	57.8
2017	7	6	Ex-PR	5	6	6	7	8	19.5	16.7	11.9	3.0	-3.5	-13.3	23.0	2.8	8.9	9.8	30.8	55.2
2017	7	7	Ex-PR	9	5	8	6	9	19.8	15.3	10.8	7.3	-4.3	-5.0	24.1	4.5	3.5	0.7	35.9	64.9
2017	7	8	PR	9	8	7	9	9	20.6	14.5	11.4	4.7	-4.8	-7.3	25.4	6.1	6.7	2.5	33.2	54.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2017	7	9	Ex-PR	10	8	7	10	9	18.7	16.9	12.1	3.4	-6.0	-6.0	24.7	1.8	8.7	0.0	32.9	55.6
2017	7	10	PR	10	8	11	11	12	19.7	17.9	13.1	0.2	-4.3	-20.3	24.0	1.8	12.9	16.0	29.0	54.1
2017	7	11	Ex-PR	10	10	12	11	11	19.4	18.4	12.3	1.9	-4.4	-29.6	23.8	1.0	10.4	25.2	31.8	53.8
2017	7	12	Ex-PR	9	10	10	12	12	21.8	11.3	11.8	2.1	-5.2	-17.3	27.0	10.5	9.7	12.1	28.6	48.5
2017	7	13	No-PR	9	7	9	9	10	19.5	17.6	12.0	-2.8	-4.5	-27.9	24.0	1.9	14.8	23.4	26.8	43.2
2017	7	14	No-PR	10	7	6	6	7	18.9	16.0	12.4	-2.0	-5.1	-10.5	24.0	2.9	14.4	5.4	25.6	50.6
2017	7	15	No-PR	6	6	4	3	4	18.9	17.4	12.7	3.4	-5.4	-19.1	24.3	1.5	9.3	13.7	32.4	
2017	7	16	External	6	4	4	4	6	19.0	16.5	13.1	-3.3	-4.5	-31.5	23.5	2.5	16.4	27.0	23.6	44.7
2017	7	17	External	3	0	1	2	4	20.2	12.9	11.3	4.5	-6.0	-6.0	26.2	7.3	6.8	0.0	32.3	53.5
2017	7	18	No-PR	8	7	10	10	9	19.8	15.8	11.5	1.2	-6.9	-11.1	26.7	4.0	10.3	4.2	32.2	54.3
2017	7	19	No-PR	7	6	6	5	5	19.3	14.2	12.2	1.8	-5.9	-11.3	25.2	5.1	10.4	5.4	29.0	45.7
2017	7	20	No-PR	7	3	4	3	2	19.6	16.4	12.6	0.4	-5.9	-14.9	25.5	3.2	12.2	9.0	29.7	48.5
2017	7	21	No-PR	5	5	10	9	5	19.3	16.8	12.5	0.8	-6.0	-21.3	25.3	2.5	11.7	15.3	30.4	45.1
2017	7	22	TD	2	4	1	1	1	21.6	15.1	12.6	1.5	-4.5	-9.1	26.1	6.5	11.1	4.6	30.1	48.3
2017	7	23	Ex-PR	5	4	3	6	8	20.4	14.8	13.3	-0.8	-3.5	-8.7	23.9	5.6	14.1	5.2	24.6	46.4
2017	7	24	PR	7	8	11	12	12	18.9	17.9	13.1	-6.6	-3.1	-21.8	22.0	1.0	19.7	18.7	20.2	45.2
2017	7	25	No-PR	7	7	6	7	9	20.6	14.4	12.3	2.3	-3.7	-6.3	24.3	6.2	10.0	2.6	28.7	50.9
2017	7	26	PR	7	11	8	9	11	19.2	17.6	12.1	3.1	-2.6	-5.6	21.8	1.6	9.0	3.0	30.4	53.6
2017	7	27	PR	9	8	9	11	11	18.7	17.4	12.0	7.7	-3.6	-8.7	22.3	1.3	4.3	5.1	35.4	60.2
2017	7	28	TY	4	4	3	4	7	20.6	16.2	14.6	5.2	-3.0	-7.4	23.6	4.4	9.4	4.4	30.4	57.1

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2017	7	29	TY	5	8	7	8	6	19.7	17.6	15.5	4.5	-1.5	-15.7	21.2	2.1	11.0	14.2	27.8	58.3
2017	7	30	TY	5	1	1	1	1	21.7	18.1	14.4	8.9	-2.8	-5.1	24.5	3.6	5.5	2.3	37.1	71.8
2017	7	31	TY	9	7	6	9	8	20.5	16.5	14.3	8.6	-2.6	-2.6	23.1	4.0	5.7	0.0	33.9	67.0
2017	8	1	Low Pressure	7	7	5	10	10	20.4	16.7	12.8	8.6	-3.0	-10.5	23.4	3.7	4.2	7.5	35.9	60.4
2017	8	2	External	8	10	9	9	12	19.3	17.7	13.2	7.1	-3.4	-8.2	22.7	1.6	6.1	4.8	34.3	66.5
2017	8	3	Ex-PR	10	9	11	12	12	19.8	18.3	13.1	4.6	-1.4	-18.7	21.2	1.5	8.5	17.3	31.0	60.6
2017	8	4	Ex-PR	11	8	12	12	12	21.0	16.9	13.4	4.1	-1.4	-22.3	22.4	4.1	9.3	20.9	30.0	54.0
2017	8	5	No-PR	7	7	8	7	4	21.1	17.2	13.5	5.0	-0.6	-34.8	21.7	3.9	8.5	34.2	30.4	52.7
2017	8	6	No-PR	3	3	4	4	4	22.6	13.9	13.8	1.8	-0.9	-23.5	23.5	8.7	12.0	22.6	25.4	51.3
2017	8	7	No-PR	5	4	4	6	9	23.3	15.1	12.7	5.8	-3.0	-7.5	26.3	8.2	6.9	4.5	34.5	55.9
2017	8	8	No-PR	3	3	5	3	8	20.8	18.2	13.0	9.6	-3.3	-10.7	24.1	2.6	3.4	7.4	38.9	60.4
2017	8	9	No-PR	1	1	2	2	1	22.3	14.7	12.4	8.4	-1.9	-18.4	24.2	7.6	4.0	16.5	34.9	50.6
2017	8	10	External	4	1	4	1	1	23.8	13.1	11.6	8.0	-1.9	-20.5	25.7	10.7	3.6	18.6	35.2	48.0
2017	8	11	PR	5	3	2	7	6	22.0	14.3	11.9	8.2	-2.9	-19.4	24.9	7.7	3.7	16.5	35.5	52.2
2017	8	12	No-PR	7	4	9	10	9	19.6	17.8	13.2	2.2	-3.3	-18.7	22.9	1.8	11.0	15.4	29.7	53.2
2017	8	13	No-PR	9	6	6	10	10	22.6	11.5	13.7	0.3	-3.9	-22.9	26.5	11.1	13.4	19.0	24.6	48.7
2017	8	14	No-PR	9	10	7	10	9	22.8	8.8	13.3	-1.6	-3.5	-25.3	26.3	14.0	14.9	21.8	20.2	43.5
2017	8	15	No-PR	10	4	6	8	10	22.2	9.8	13.1	2.6	-4.5	-17.8	26.7	12.4	10.5	13.3	26.0	44.2
2017	8	16	PR	6	7	5	10	8	21.6	11.5	12.6	-8.0	-5.4	-16.4	27.0	10.1	20.6	11.0	17.9	34.8
2017	8	17	PR	10	9	9	11	10	19.7	18.3	12.5	1.1	-4.5	-29.7	24.2	1.4	11.4	25.2	31.1	49.5

Year	Month	Day	Category	雷雨檢查表 (LST)					T ₈₅₀	Td ₈₅₀	T ₇₀₀	Td ₇₀₀	T ₅₀₀	Td ₅₀₀	T ₈₅₀ -T ₅₀₀	(T-Td) ₈₅₀	(T-Td) ₇₀₀	(T-Td) ₅₀₀	K-Index	TPW
				8	9	10	11	12	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)
2017	8	18	No-PR	10	7	10	7	7	22.0	6.5	13.2	-5.6	-5.1	-11.7	27.1	15.5	18.8	6.6	14.8	46.2
2017	8	19	PR	10	8	9	10	12	20.4	13.6	12.2	3.6	-4.9	-15.5	25.3	6.8	8.6	10.6	30.3	47.4
2017	8	20	TY	7	5	6	8	10	19.1	17.2	11.6	3.8	-4.5	-15.4	23.6	1.9	7.8	10.9	33.0	53.6
2017	8	21	TY	6	7	7	6	6	20.1	17.3	13.9	-6.1	-3.1	-14.2	23.2	2.8	20.0	11.1	20.5	49.0
2017	8	22	TY	2	2	2	4	6	21.0	17.9	15.1	8.5	-3.4	-3.4	24.4	3.1	6.6	0.0	35.7	64.0
2017	8	23	External	2	3	5	6	5	18.8	18.8	13.2	8.6	-1.9	-5.4	20.7	0.0	4.6	3.5	34.9	67.8
2017	8	24	External	8	6	8	10	11	19.6	17.4	11.7	8.2	-2.6	-12.2	22.2	2.2	3.5	9.6	36.1	61.4
2017	8	25	No-PR	6	1	0	2	3	21.1	13.3	12.2	6.2	-4.2	-19.0	25.3	7.8	6.0	14.8	32.6	53.7
2017	8	26	External	2	0	1	2	3	21.7	12.0	12.9	-3.1	-4.6	-11.0	26.3	9.7	16.0	6.4	22.3	38.9
2017	8	27	External	4	2	5	7	5	19.2	18.4	13.1	2.5	-4.4	-14.7	23.6	0.8	10.6	10.3	31.4	53.2
2017	8	28	No-PR	8	7	4	2	4	19.1	14.3	12.3	-4.8	-5.0	-14.2	24.1	4.8	17.1	9.2	21.3	57.4
2017	8	29	No-PR	5	5	5	6	6	20.4	12.8	11.9	-0.8	-2.6	-13.9	23.0	7.6	12.7	11.3	23.1	43.2
2017	8	30	TD	5	7	4	6	6	19.8	14.1	12.9	1.2	-2.8	-11.5	22.6	5.7	11.7	8.7	25.0	49.8
2017	8	31	TD	4	4	5	6	7	18.6	17.7	12.9	-4.7	-3.1	-8.3	21.7	0.9	17.6	5.2	21.8	53.5

[註]

1. 類型(Category)欄位說明：

「Ex-PR」為極端降水；「PR」為降水；「No-PR」為無降水；「Front」為受鋒面影響；「TY」為受颱風影響；「TD」為受熱帶低壓影響；「TY_nowarning」為受颱風影響但無發布警報；「External」為受外部移入系統影響；「Low pressure」為受低壓影響。

2. 「NaN」表示資料闕漏。

3. 雷雨檢查表欄位底色斜線表示該筆資料有效值不足8項（即雷雨檢查表共12項中有超過4項缺值），本研究不列入分析。



附錄 6—本研究列聯表整理

表 A-2 當地時間 8 時雷雨檢查表通過項數 8 以上列聯表。

List	8 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	89	57	146
	No	22	52	74
	Total	111	109	220

表 A-3 當地時間 9 時雷雨檢查表通過項數 8 以上列聯表。

List	9 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	61	30	91
	No	50	79	129
	Total	111	109	220

表 A-4 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 8 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	74	42	116
	No	36	66	102
	Total	110	108	218

表 A-5 當地時間 11 時雷雨檢查表通過項數 8 以上列聯表。

List	11 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	82	55	137
	No	28	53	81
	Total	110	108	218

表 A-6 當地時間 12 時雷雨檢查表通過項數 8 以上列聯表。

List	12 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	96	59	155
	No	16	49	65
	Total	112	108	220

表 A-7 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 6 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 6	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	92	73	165
	No	18	35	53
	Total	110	108	218

表 A-8 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 7 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 8	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	87	59	146
	No	23	49	72
	Total	110	108	218

表 A-9 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 9 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 9	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	53	28	81
	No	57	80	137
	Total	110	108	218

表 A-10 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 10 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 10	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	36	16	52
	No	74	92	166
	Total	110	108	218

表 A-11 K-Index 達 32 以上列聯表。

	K-Index $\geq$ 32	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	48	21	69
	No	66	88	154
	Total	114	109	223

表 A-12 K-Index 達 30 以上列聯表。

	K-Index $\geq$ 30	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	67	30	97
	No	47	79	126
	Total	114	109	223

表 A-13 K-Index 達 29 以上列聯表。

	K-Index $\geq$ 29	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	78	40	118
	No	36	69	105
	Total	114	109	223

表 A-14 K-Index 達 28 以上列聯表。

K-Index ≥ 28	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	84	45	129
No	30	64	94
Total	114	109	223

表 A-15 K-Index 達 27.5 以上列聯表。

K-Index ≥ 27.5	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	84	48	132
No	30	61	91
Total	114	109	223

表 A-16 K-Index 達 27 以上列聯表。

K-Index ≥ 27	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	87	52	139
No	27	57	84
Total	114	109	223

表 A-17 K-Index 達 26 以上列聯表。

K-Index ≥ 26	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	90	64	154
No	24	45	69
Total	114	109	223

表 A-18 TPW 達 50 以上列聯表。

TPW $\geq$ 50	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	69	36	105
No	45	72	117
Total	114	108	222

表 A-19 TPW 達 48 以上列聯表。

TPW $\geq$ 48	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	83	44	127
No	31	64	95
Total	114	108	222

表 A-20 TPW 達 46 以上列聯表。

TPW $\geq$ 46	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	94	57	151
No	20	51	71
Total	114	108	222

表 A-21 TPW 達 45 以上列聯表。

TPW $\geq$ 45	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	94	57	151
No	20	51	71
Total	114	108	222

表 A-22 TPW 達 44.5 以上列聯表。

TPW $\geq$ 44.5	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	98	64	162
No	16	44	60
Total	114	108	222

表 A-23 TPW 達 44.2 以上列聯表。

TPW $\geq$ 44.2	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	98	67	165
No	16	41	57
Total	114	108	222

表 A-24 TPW 達 44 以上列聯表。

TPW $\geq$ 44	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	100	67	167
No	14	41	55
Total	114	108	222

表 A-25 TPW 達 42 以上列聯表。

TPW $\geq$ 42	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	105	84	189
No	9	24	33
Total	114	108	222

表 A-26 700 hPa 溫度露點差小於等於 8 列聯表。

$(T-Td)_{700} \leq 8$	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	59	24	83
No	55	85	140
Total	114	109	223

表 A-27 700 hPa 溫度露點差小於等於 9 列聯表。

$(T-Td)_{700} \leq 9$	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	71	33	104
No	43	76	119
Total	114	109	223

表 A-28 700 hPa 溫度露點差小於等於 9.5 列聯表。

$(T-Td)_{700} \leq 9.5$	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	74	40	114
No	40	69	109
Total	114	109	223

表 A-29 700 hPa 溫度露點差小於等於 10 列聯表。

$(T-Td)_{700} \leq 10$	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	78	48	126
No	36	61	97
Total	114	109	223

表 A-30 700hPa 溫度露點差小於等於 11 列聯表。

(T-Td)₇₀₀ ≤ 11	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	82	60	142
No	32	49	81
Total	114	109	223

表 A-31 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 8 以上與 K-Index 達 28 以上列聯表。

List 10 LST ≥ 8 & K-Index ≥ 28	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	58	18	76
No	12	39	51
Total	70	57	127

表 A-32 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 8 以上與 TPW 達 44 以上列聯表。

List 10 LST ≥ 8 & TPW ≥ 44	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	68	28	96
No	8	26	34
Total	76	54	130

表 A-33 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 8 以上與 700 hPa 溫度露點差小於等於 9 列聯表。

List 10 LST ≥ 8 & (T-Td)₇₀₀ ≤ 9	Ex-PR + PR	No-PR	Total
Yes	49	10	59
No	15	43	58
Total	64	53	117

表 A-34 當地時間 10 時雷雨檢查表通過項數 8 以上、K-Index 達 28 以上及 TPW 達 44 以上列聯表。

List	10 LST $\geq$ 8 & K-Index $\geq$ 28 & TPW $\geq$ 44	Ex-PR + PR	No-PR	Total
	Yes	58	17	75
	No	6	24	30
	Total	64	41	105