

## 台灣地區短延時強降雨事件氣候特性分析

吳宜昭、龔楚嫻、王安翔、于宜強

國家災害防救科技中心氣象組

---

---

### 摘要

近年來，台灣地區在氣候變化與環境變遷的背景下，破紀錄的暴雨事件頻傳，短延時強降雨的衝擊已是防減災工作的重點要務。為了解短延時強降雨的基本特性，國家災害防救科技中心（以下簡稱災防科技中心）分析 1993 年至 2015 年間台灣的短延時（1、2、3、6 小時）之累積雨量特性，以全台每日最大各延時累積雨量的平均值加上 2 個標準差之值做為強降雨事件的選定標準。本文嘗試找出易發生短延時強降雨的熱區、分析影響強降雨事件的天氣類型，並分析短延時強降雨事件發生日數的季節特性、年際變化與趨勢。分析結果發現近年 3 小時延時強降雨事件的發生日數存在上升趨勢，平均每年增加 0.2 日。

## 一、 前言

劇烈的降雨所引發的淹水、坡地崩塌與土石流等天然災害，常導致人命財產的損失。近年來，國內外皆常見局部型的暴雨導致的災害。例如：2014 年 8 月 20 日鋒面通過日本西部，導致廣島地區發生的短延時強降雨，引發大範圍的土石流災害，造成 74 人死亡（國家災害防救科技中心，2015）。2015 年 6 月 14 日，大台北地區午後熱對流發展旺盛，公館站時雨量高達 131.5 毫米，瞬時雨勢驚人，造成排水設計標準較高的台北市局部地區出現積水（于等人，2016）；同年 8 月 8 日蘇迪勒颱風侵襲台灣地區，台灣北部山區發生破紀錄的短延時強降雨，造成多處崩塌與土石流災害發生，且導致烏來地區形成孤島，逾千人受困（于等人，2016）。分析這些災害發生原因，多是因「短延時雨量過強」，超過當地防洪設計或土地承受能力所致。

過去許多氣象研究者在針對台灣的劇烈天氣，進行極端降雨或豪（大）雨事件的統計分析或個案研究時，常依據 24 小時累積降雨量來定義個案，但如此篩選出來的降雨事件其實不易反應短延時強降雨的降雨特性。為此，災防科技中心於 2012 年開始發展台灣各區域各種延時的極端降雨研究，除了針對颱風或梅雨鋒面常引發的長延時（12 小時、24 小時）強降雨進行分析，亦探討分析短延時（3、6 小時）的強降雨事件（李等人，2014；龔等人，2012；龔等人，2013；

龔等人，2015)。

IPCC 研究 (IPCC 2013) 顯示，過去多年來，全球的極端降雨事件普遍有增加的趨勢。台灣地區因為經濟的發展，都市化發展快速，氣候變化加上環境的變遷，短延時強降雨事件對防災工作的衝擊將更加明顯。本文延續災防科技中心多年來的極端降雨研究，分析全台各地過去 23 年來的短延時強降雨事件的氣候特性，將成果提供給防減災工作應用。

## 二、 資料、定義與分析方法

災防科技中心氣象組自 2012 年起根據中央氣象局歷年的局屬站與自動站之整點時雨量觀測資料，發展第一版的全台極端降雨事件簿。然而，第一版極端降雨事件簿存在部分雨量資料問題，主要是由於自動雨量站因無線電延遲傳輸所造成的偽極端時雨量，將造成事件的誤判；再者，適當的事件門檻值選定方法有待改進。本文針對前述兩項進行修正，細節詳述於下。

### (一) 降雨資料前處理與資料庫修正

原始自動雨量站時雨量觀測中，偶而會發現時、空間上都相對突兀的雨量峰值 (圖 1)。這些不尋常的峰值發生的原因，有一大部分可歸咎於自動雨量站的即時觀測，因故無法順利的完成無線電傳輸

(此時雨量紀錄代碼為-9996)，待訊號恢復正常後將傳輸中斷期間的雨量觀測一併累加於後，因而出現假的累積雨量峰值，若該值達到強降雨門檻，將成為假的強降雨事件。陳等人(2015)於氣象局「臺灣長期氣候資料整集分析」計畫中嘗試處理相關雨量資料問題，但目前氣象局尚未釋出品質檢核後的雨量資料。為此，本文於篩選強降雨事件前，重新檢驗 1993-2015 年間全台 592 站共計 1.26 億筆之逐時雨量觀測，排除 23 萬餘筆發生前述問題之資料(約占總資料量的 0.18%)，確保雨量資料品質。

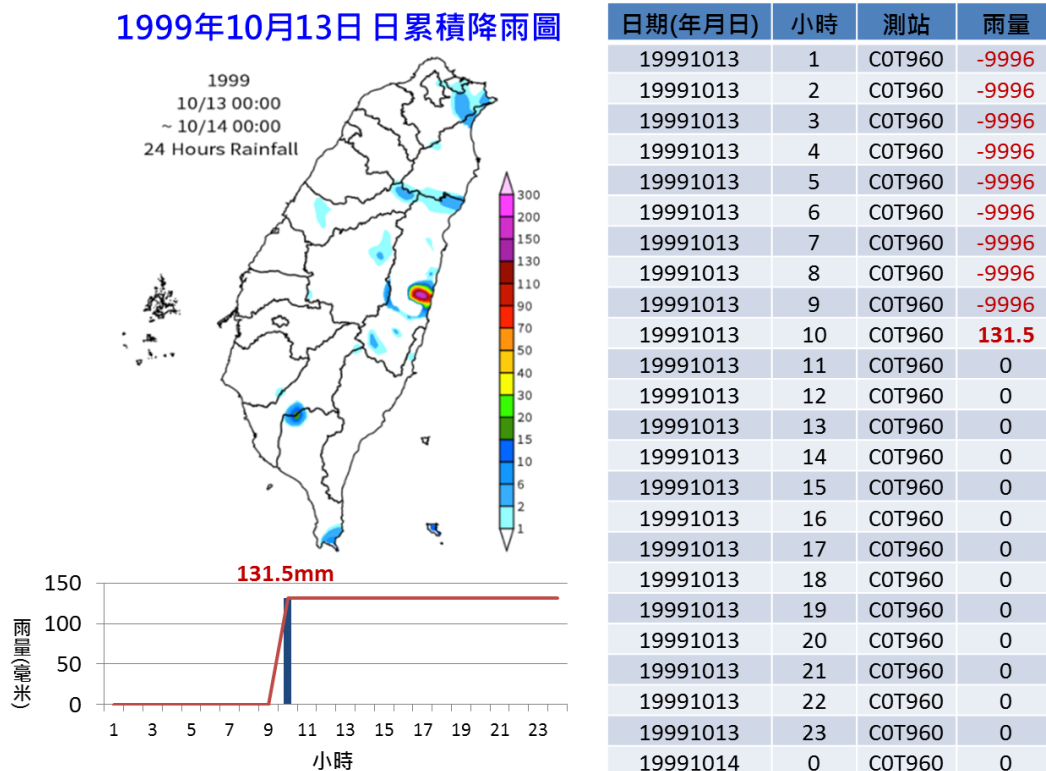


圖 1 問題雨量資料範例：以 1999 年 10 月 13 日花蓮縣光復測站(COT960)時雨量資料為例。左上圖為該日累積雨量圖，左下圖為光復站該日雨量歷線圖；右表為光復站該日雨量紀錄，代碼-9996 表示「雨量累計於後」

## (二) 強降雨門檻值設定與強降雨日的定義

過去為呈現極端降雨事件與災害的關係，參考中央氣象局的豪(大)雨標準值，以及水利署、營建署、水保局與國家災害防救科技中心之各地區淹水與坡地災害的警戒雨量值，針對各種不同延時，設定全台一致的極端降雨門檻值(如李等人，2014；龔等人，2015)，建置第一版的極端降雨事件簿。今年嘗試直接由降雨觀測的統計，發展出針對全台或者區域都適用、且具嚴謹物理意義的門檻值定義方法。

強降雨事件定義作法如下：以 1 小時延時降雨為例，每日選取 592 個測站中最大的 1 小時雨量紀錄，當做當日最大時雨量。再分析 1993-2015 年期間，共 8109 天(扣除未降雨的 491 日)日最大時雨量的分佈，如圖 2 所示，呈現小雨頻率高、大雨頻率低的 Gamma 分佈，而本文有興趣的強降雨事件就分佈在圖中的最右側。經過測試，以「平均值加上 2 個標準差之值」(84 毫米)做為強降雨事件的門檻，約可選出全台降雨量排名前 3.9%的個案。

將同樣方法應用於其他 2、3、6 小時延時的分析，以平均值加上 2 個標準差之值做為門檻值時，篩選出來的個案皆佔總日數的 5%以下，該比例符合統計上極端的意義。本文各延時強降雨事件的門檻值如表 1 所示。

雨日：8109  
 $\bar{x} = 29.1$   
 $\delta = 27.46$

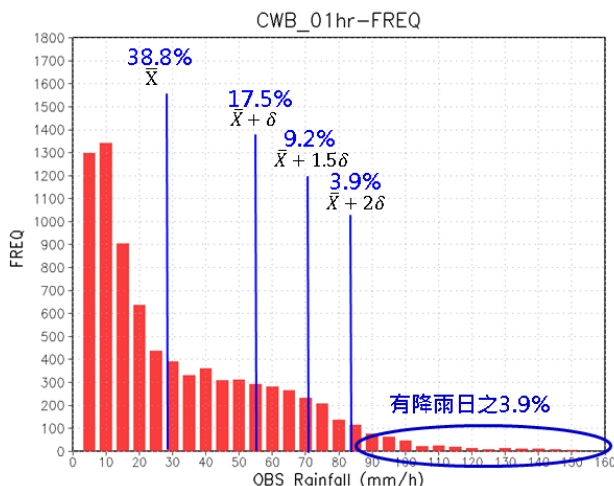


圖 2 全台 1993 年至 2015 年間，每日最大時雨量分布

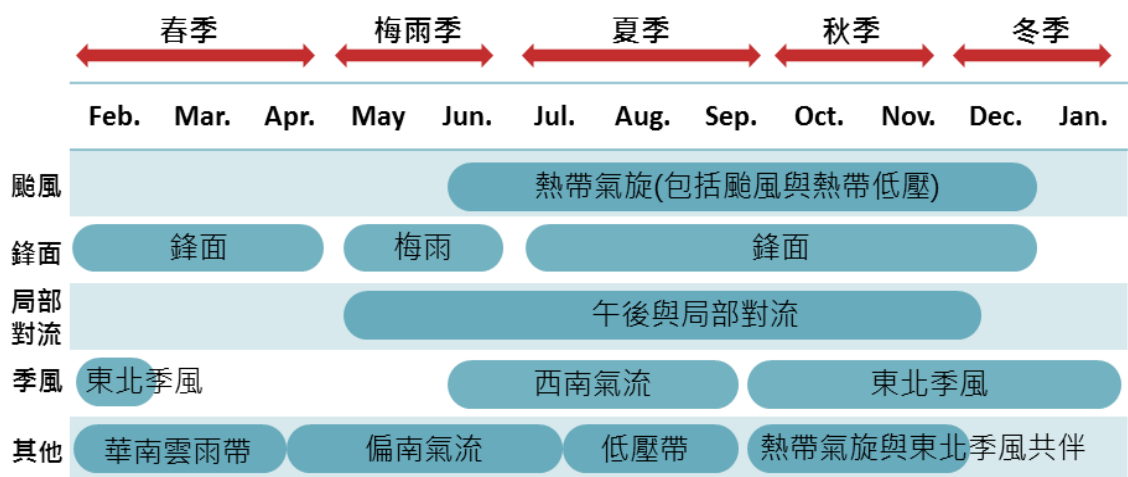
表 1. 1993 年-2015 年期間，全台各種延時的強降雨事件門檻值與發生日數統計

	1 小時	2 小時	3 小時	6 小時
門檻值(毫米)	84	118	140	187
總日數	316	358	355	309
平均每年日數	13.7	15.6	15.4	13.4
佔降雨日百分比 (%)	3.9	4.4	4.5	3.9

### (三) 自然季節與天氣類型分類

為了解影響短延時強降雨事件的天氣型態，以及不同季節的天氣型態分布，根據陳（2008）研究，將全年分為春季（2-4 月）、梅雨季（5-6 月）、夏季（7-9 月）、秋季（10-11 月）及冬季（12 月-隔年 1 月）五個自然季節。而天氣型態的分類，則利用中央氣象局的地面天氣圖、雷達圖、衛星雲圖以及中央氣象局發布的天氣概述資訊，主

觀判斷強降雨事件發生當日臺灣附近的主要天氣類型。本次研究大致仍根據龔等人(2015)的天氣分類，但簡化與整併為 10 種天氣類型，包含熱帶氣旋（颱風或熱帶低壓）、梅雨鋒面(5-6 月鋒面)、鋒面、東北季風、西南氣流、華南雲雨帶、偏南氣流、低壓帶(也包含未達熱帶氣旋強度的低壓系統)、熱帶氣旋與東北季風共伴，以及局部對流（無明顯天氣系統者）等（圖 3）。



共10種分類

圖 3 短延時強降雨事件十大天氣型態分類。參考龔等人(2015)內容並略作調整而製成此圖。

### 三、短延時強降雨的氣候統計

#### (一) 基礎氣候統計

統計 1993 年-2015 年期間，全台發生各類型延時的極端降雨日數從 309 日至 316 日不等（表 1），平均每年、各類型延時的極端降雨日數約 13 至 16 日，2、3 小時延時事件較 1、6 小時延時事件略多。

為了解全台有哪些區域較易發生強降雨，本文分析全台 592 站<sup>1</sup>於 23 年間各延時強降雨事件的發生日數。因 1、2、3 小時延時日數的空間分布相當相似，在此省略 2、3 小時延時日數的空間分布圖，僅以 1 小時與 6 小時延時代表。由圖 4（左）可知，1 小時延時強降雨事件發生的首要熱區為屏東山區，次為嘉義山區。6 小時延時強降雨事件（圖 3 右）發生的熱區同樣以屏東山區為主，次為嘉義、高雄、台中山區與宜蘭地區。

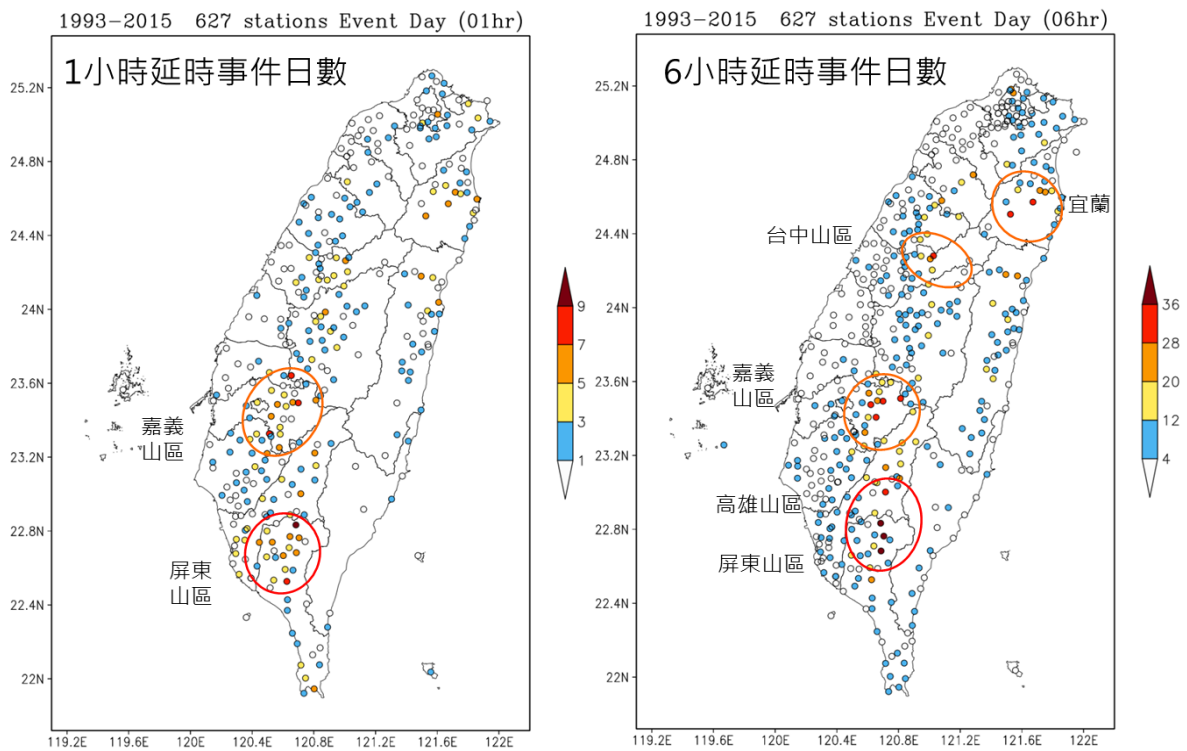


圖 4 全台各測站 1 小時(左)與 6 小時(右)延時強降雨事件發生日數的空間分布圖

<sup>1</sup> 全台 592 站的設站年份長短不同，因此圖 3 上呈現日數很少的站，不一定代表該測站不易發生極端降雨，有可能是因為設站年份短導致日數偏少。不過本研究重視的是容易發生極端降雨的「熱區」，因此將分析期間曾經出現過的 592 測站全數納入統計，在圖上呈現日數多的站，仍可以定義成「熱區」。



比較五個季節、不同延時強降雨事件發生日數<sup>2</sup>，統計結果顯示，各延時強降雨事件的發生大幅集中於梅雨季、夏季及秋季（圖 5），春季與冬季發生日數相較前三季則為極少。無論哪一種延時，夏季最易發生強降雨事件，梅雨季次之。

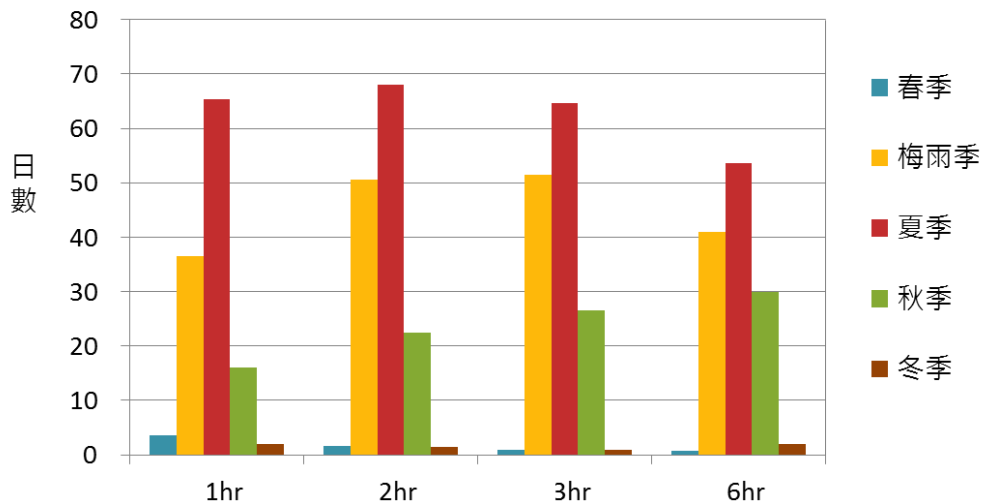


圖 5 各種延時強降雨事件在各季節發生日數

不同天氣類型，對各種延時強降雨事件發生的貢獻也不相同。整體而言，在引起強降雨事件的 10 種天氣類型中，由熱帶氣旋引起的佔最高比例，梅雨鋒面與局部對流天氣類型居次（圖 6）。在 4 種延時類別中，延時越長，熱帶氣旋所佔比例越高；局部對流天氣類型的變化正好相反，延時越短，所佔比例越高。在熱帶氣旋、梅雨鋒面與局部對流三大天氣類型之外，多為西南氣流、低壓帶、秋冬季共伴與

<sup>2</sup>由於五個季節的長短不一，春夏為三個月，其他三季各為兩個月，將各季節日數除以各季節月份數，才能公平比較各種延時強降雨事件在各季發生日數的相對多寡。

東北季風天氣類型引起。前兩者較偏夏季屬性，於延時較短的 1、2 小時事件中比例較高，後兩者同屬秋冬季的天氣型態，於延時較長的 3、6 小時事件中比例超過西南氣流與低壓帶天氣類型。

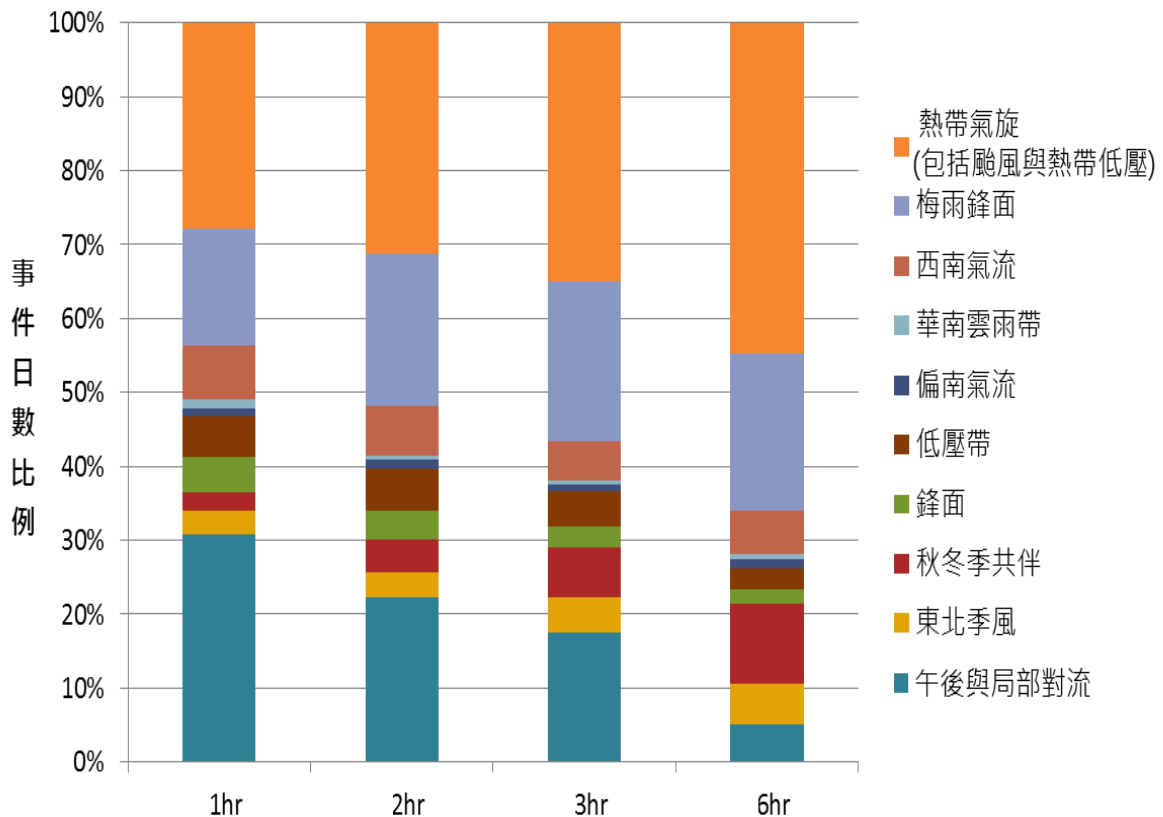


圖 6 全台各延時極端降雨日數的天氣類型比例

## (二) 季節變化、年際變化與趨勢

討論各延時事件發生日數隨月份的變化，和天氣類型隨季節更迭出現頻繁與否有密切相關。圖 7(a)為 23 年來各種延時日數的逐月變化，一年之中，1-4 月與 12 月的強降雨事件日數極少，和圖 4 觀察

到的各延時強降雨事件的發生大幅集中於梅雨季、夏季及秋季一致。仔細觀察圖 7(a)，發現 1 小時延時日數的逐月變化和其他延時日數的逐月變化差異比較大。1 小時延時日數自年初起，發生日數逐漸增加，於 8 月份達高峰，而其他 3 種延時日數均有兩個峰值，分別發生於 6 月與 8 月。

圖 7(b)同樣為 23 年長期累計的極端降雨日數的逐月變化，但區分出極端降雨發生當日的天氣類型以供比較。5、6 月梅雨季以梅雨鋒面類型為主，7 至 9 月的夏季以熱帶氣旋類型最多，其次為局部對流與西南氣流。10 至 11 月的秋季，秋冬季共伴與東北季風類型為大宗。

前面曾提過 2、3、6 小時延時日數均於 6 月與 8 月出現兩次峰值，比較圖 7(a)、(b)兩圖，可推測出大致 6 月的峰值和梅雨鋒面頻繁影響台灣地區有關，而 8 月一向是台灣最易受颱風侵襲的月份（參閱于等人(2016)的圖 2.9），推測 8 月的峰值與熱帶氣旋的貢獻有關。而局部對流類別的日數分布於 6 至 9 月，尤其集中於 7、8 月。由前面分析圖 5 時的討論可知，局部對流引起的極端降雨以延時較短的 1、2 小時比例較高，因此其在 7、8 月的高發生日數使得 1 小時延時的總日數也於 7、8 月增多，而於 8 月達峰值。

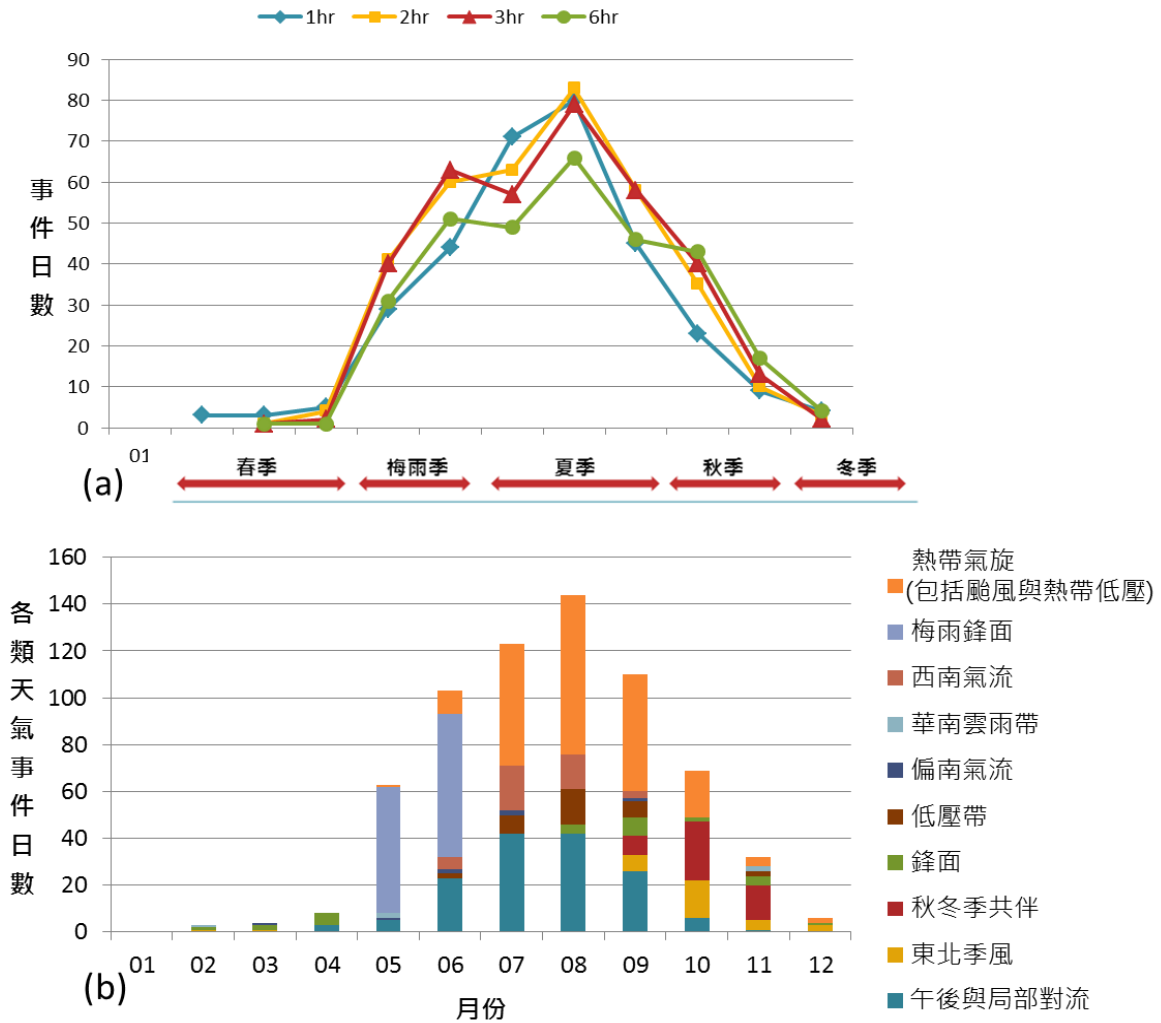


圖 7 全台 4 種延時(a)各種天氣類型與 (b) 強降雨日數的逐月變化

近年來，「短延時強降雨發生的頻率是否隨氣候的變化而改變？」是廣受關注的議題。為此，本文特別分析各種延時強降雨發生日數的年際變化（圖 8）。其中，為避免因測站數目隨年份的增減，影響強降雨事件發生日數多寡的比較，故在探討年際變化與趨勢時，僅使用全台 23 年持續皆有觀測之 144 測站資料進行統計。圖 8 顯示，各延時發生日數的年際變化幅度相當大，如綜合考量各種延時，如 1995

年、2000 年、2002 至 2003 年與 2009 年，發生日數僅有個位數，而部分年份發生日數可高出一個數量級，例如 2001 年與 2005 年。前者主要與颱風多（9 個侵台颱風）有關，後者則由颱風（7 個侵台颱風）與梅雨鋒面（當年發生 0512 與 0612 兩個致災性梅雨豪雨事件）的共同影響造成。

在長期變化方面，各延時強降雨發生日數均逐年增加。3 小時延時強降雨事件的發生日數增加趨勢尤其明顯，以線性迴歸法求得的上升趨勢並通過統計檢定。就過去 23 年而言，3 小時延時事件日數平均每年增加 0.2 日，亦即 23 年來增加了 4.6 日。

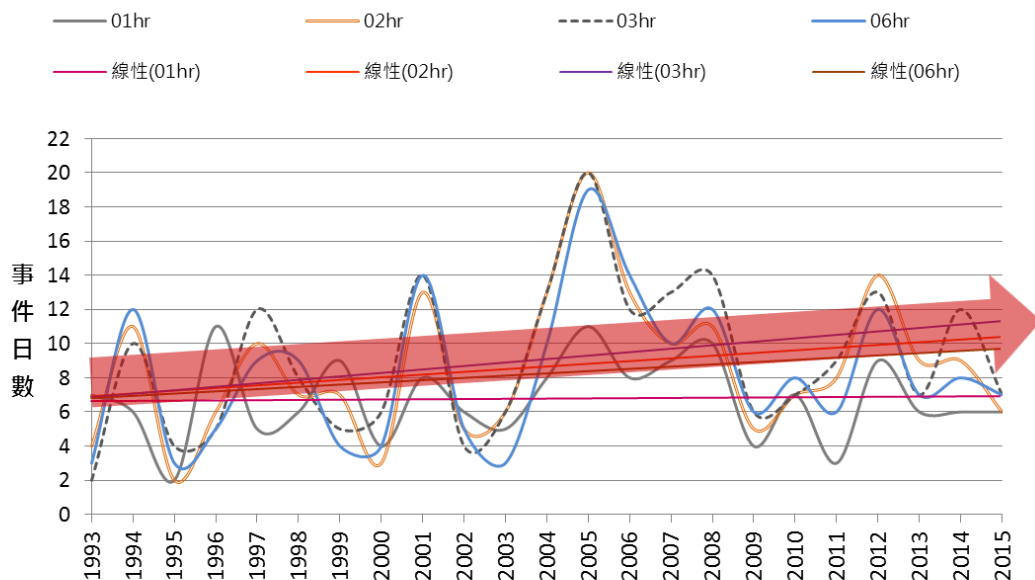


圖 8 1993 年至 2015 年各種延時強降雨日數的年際變化與趨勢  
(註：使用研究區域內 23 年持續皆有觀測之 144 個測站資料統計而得)

#### 四、 結語

本文探討 1993 年至 2015 年台灣地區短延時(1、2、3、6 小時)強降雨事件發生日數的時、空間變化。在進入詳細統計分析前，首先訂定以全台的日最大各延時雨量的平均值加上 2 個標準差，做為強降雨事件的門檻值。

總計 23 年期間，全台平均每年、各類型延時的極端降雨日數約 13-16 日。在空間分布上，1 小時延時強降雨事件發生的首要熱區為屏東山區，次為嘉義山區；6 小時延時強降雨事件發生的熱區同樣以屏東山區為主，其次為嘉義、高雄、台中山區與宜蘭地區。

對各延時事件類別而言，夏季均是最易發生強降雨事件的季節，其次為梅雨季。在引起強降雨事件的十大天氣類型中，由熱帶氣旋引起的佔最高比例，梅雨鋒面與局部對流天氣類型居次。在各延時類別發生日數中，越長延時類別，熱帶氣旋所佔比例越高；局部對流天氣類型的變化正好相反。

在季節變化方面，5、6 月的梅雨季以梅雨鋒面類型為主，7-9 月的夏季以熱帶氣旋類型最多。10-11 月的秋季，秋冬季共伴與東北季風類型為大宗。1 小時延時事件日數於 8 月份達高峰，這和局部對流類別的日數於 7、8 月大幅增加有關。2、3、6 小時延時日數分別於 6 月與 8 月出現兩次峰值，前、後者分別和梅雨鋒面與侵台颱風的高

頻率有關。

在探討過去 23 年來的年際變化與趨勢時，使用 23 年持續皆有觀測之 144 測站資料統計而得。各延時發生日數有緩慢上升趨勢，尤其 3 小時延時強降雨事件的發生日數增加趨勢較明顯，平均速率為每年 +0.2 日，亦即 23 年來增加了 4.6 日。

本文的結果，可提供讓氣象研究者與氣象防災人員，對台灣地區發生短延時強降雨的熱區、引發事件的天氣型態分類、發生日數的季節變化、年際變化與 23 年來的趨勢等有基本的了解，並應用這些短延時強降雨的特性於防減災工作的規劃與落實。

## 參考文獻

IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

于宜強、吳宜昭、龔楚嫻、黃柏誠、王安翔、李宗融、林冠伶，2016：2015 年台灣地區極端降雨事件彙整與分析。194 頁。國家災害防救科技中心，新北市。

李宗融、林哲宇、龔楚嫻、于宜強，2014：高雄極端降雨天氣類型與淹水災害衝擊分析。103 年天氣分析與預報研討會。台北，2014 年 9 月。

林品芳、張保亮、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(1)，77-108。

陳品妤、沈里音、陳雲蘭，2015：「臺灣長期氣候資料整集分析」計畫研究(2)—自動站雨量累計於後記錄值的問題分析及處理。104 年天氣分析與預報研討會。台北，2015 年 9 月。

陳昭銘，2008：台灣之自然季節，水利土木科技資訊季刊，42 期。

國家災害防救科技中心，2015：2014 年天然災害紀實。國家災害防救科技中心，新北市。

龔楚嫻、于宜強、李宗融、王安翔，2012：台灣地區短延時致災降雨研究。2012 年海峽兩岸災害性天氣分析與預報研討會。台北，2012 年 9 月。

龔楚嫻、于宜強、李宗融、林李耀，2013：冬半年台灣東北部致災降雨事件之天氣類型分析。102 年天氣分析與預報研討會，桃園，2013 20 國家災害防救科技中心災害防救電子報 第 120 期，2015/07 發行 年 5 月。

龔楚嫻、顏葆琳、李宗融、吳宜昭、于宜強，2015：台灣極端降雨事件：1992-2013 年重要事件彙整，國家災害防救科技中心，新北市。