

Observed variability and trend in extreme rainfall events in Taiwan 台灣極端降雨變遷趨勢

陳永明¹ 黃柏誠¹ 王安翔¹ 黃麗蓉¹ 林李耀¹ 周仲島^{1,2}

¹ 國家災害防救科技中心

² 國立台灣大學 大氣科學系

Abstract

The rainfall induced by typhoons (Jul. ~ Oct.) and Mei-Yu fronts (May. ~ Jun.) during the Asian summer monsoon period is an important water resource in Taiwan. However, the extreme rainfall events also bring on serious and damaging flood and debris flow disasters. From the rainfall analysis of increasing auto rain-gauge stations (totally about 400 stations in Taiwan) during 1989~2005, the total rainfall amount and rainfall intensity had an increasing tendency in the recent typhoon events. At the same time, the severe rainfall event caused by the Mei-Yu front and south-westerly flow during mid-June 2005 also made a record of rainfall amount in the pre-summer season since the network of auto rain-gauge stations was established. This paper focuses on the statistical analyses of extreme rainfall events during 1989~2005 and the relationships between the trend of extreme events in Taiwan and East Asian summer monsoon's long term climate variability.

關鍵詞：極端降雨、颱風、梅雨、氣候變異

一、前言

近年來全球各地極端災害天氣，如颱風、豪雨、洪水、乾旱、熱浪、暴風雪...等出現的頻率越來越高、強度與規模亦有增無減後者，所帶來的災害也直接衝擊人類的日常生活，此極端天氣的增加趨勢與全球暖化的變遷趨勢幾乎被劃上等號，成為當今眾所關注的焦點。

從數據上看來，台灣近年來的極端災害天氣出現的頻率與強度似乎有增加的趨勢，颱風是台灣最常發生也最嚴重的災害性天氣，這些導致重大災害的颱風事件總雨量與降雨強度一次比一次增加(表一)，甚至破了賀伯颱風所創下的降雨紀錄，除了極端降雨，台灣地區 2002~2003 年也發生了大規模乾旱，為近年來最嚴重也為期最久的乾旱事件，因此近年來極端災害天氣所導致的洪災、土砂災害與乾旱問題日趨嚴重，除了是台灣防救災工作的一大挑戰外，也是政府擬定未來的防災與減災策略時需正式的課題。

從全球的角度來看，由於極端天氣與氣候人類造成的衝擊越來越劇烈，相關的研究也逐漸受到重視(如，Meehl et al.,2000a；Easterling et al.,2000；Meehl et al.,2000b；Changnon et al.,2000；Parmesan,2000)，根據 IPCC Climate Change 第三次評估報告 (IPCC, 2001) 指出全球暖化對極端災害天氣的衝擊有以下重點，同時預計 2007 公布的第四次評估報告，也將針對極端災害天氣的衝擊影響進行進一步的描述與辨識方法的確認 (IPCC, 2002)：

1. 極端天氣與氣候發生的頻率、強度、沿時與發生位置有可能與非常有可能已產生變化
2. 在大部分的陸地區域，溫度越來越高，發生熱浪的機率也升高

3. 極端降雨的強度與頻率在許多地區有增加的趨勢

4. 模式情境模擬顯示溫室氣體的增加將改變既有大氣環境的日循環、季節循環、年際變化與年代際變化，亦即全球暖化的有可能影響既有的大氣環流的自然變化，如 ENSO (聖嬰現象) 與 NAO (北大西洋震盪) 等自然變異現象。

台灣的區域氣候是否受到全球暖化與氣候變異的影響，有關降雨趨勢與劇烈降雨的變遷部分，近年來國內學者也有一些具體的研究產出(許與郭,2004；盧與陳 2005a,b,c；Hsu and Chen, 2002；Hsu,2003)，這些研究顯示，劇烈降雨或極端降雨長期氣候變遷的線性趨勢並不像氣溫的變化顯著，其氣候變異的部分存在著較為明顯的年際變化、年代際變化或是氣候上的突變，雖然囿於資料長度與品質的限制，主要是以氣象局傳統測站(部分代表性測站)的雨量資料為主，仍得到不錯的研究成果，同時也提供了台灣整體長期降雨變遷的重要成果依據。

然而從災害防治的角度而言，上述國內的研究成果尚未涵蓋洪水與坡地災害易致災區的變遷趨勢，同時表一所顯示近年來產生極端劇烈降雨的發生區域大部分為越來越密集的自動雨量站所觀測到，尤其是地形所導致的劇烈降雨，因此本研究整理將近 20 年的自動雨量站資料，藉由初步的分析以比對傳統氣象站所觀測到的氣候變異趨勢。

二、資料

本研究採用兩種資料：一、1989-2005 年中央氣象局自動氣象站、自動雨量站及傳統測站的時雨量。二、1951-2005 年中央氣象局傳統測站時雨量。

其中 2005 資料尚未完成校正程序，先行採用。所有統計皆是由以上兩種資料所累積計算之日雨量及年雨量。

由於自動雨量站建置過程為逐年於不同區域陸續增加，因此資料的筆數關係到統計分析的穩定性，圖一所顯示的分別是 1989、1990、1992、1993、1995 以及 1997 年底時所建置完成的自動雨量站（含傳統測站）位置空間分佈圖，圈起來的區域代表該年主要增加自動雨量站的區域，南部地區的雨量站在 1992 年後大致建置完成、東部地區則要至 1995 年後方才陸續建置，圖一附表為每年年底所建置完成之自動雨量站（含傳統測站）之數目，從 1992 年以後開始達 200 個測站，之後逐年陸續增加，至 2005 年達 403 個測站。

三、極端降雨分析結果

以下為根據自動雨量站的資料分別針對年總雨量、日雨量以及梅雨季的劇烈降雨進行初步的統計分析結果：

（一）年總雨量分析

一般而言，台灣的年總雨量約為 2500 毫米左右（氣象局傳統測站平均），然而台灣平地與山區的降雨受到地形與季節的影響，年總雨量空間分佈上分佈有明顯的區別（圖略），圖二所顯示的為 1989~2005 年，全台灣各測站年總雨量的分佈情形，我們用盒圖（box chart）來表示，分別代表該年年總雨量分佈的最小值、第一分位數（25%）、中位數（50%）、第三分位數（75%）與最大值，盒圖旁邊則為該年所有測站年雨量的分布以及常態分布曲線。

結果顯示年總雨量分佈情形為常態分佈，極端多雨或少雨都是屬於較為特殊的情形，全台平均年降雨量約為 2500 毫米左右，但山區的年總雨量可達 5000 毫米，台灣地區極端的年總降雨量可超過 7000 毫米，以現有資料顯示，台灣地區年雨量最高為台北縣大坪站（大屯山系）在 2000 年達 8850 毫米，此地區降雨來源分別為颱風地形降雨、春雨以及秋冬鋒面所致。

圖二也顯示，隨著觀測資料的增加，所能觀測到的年總雨量的極端值也有所增加，比較 1951~2005 年傳統測站所觀測到的年總雨量均小於 7000 毫米

（1998 年除外、圖略），自動雨量站顯然能提供更多極端降雨的資訊，此新增的極端降雨資訊不見得來自於氣候變遷，但可提供吾人在分析與應用極端降雨資訊時的參考。

（二）日降雨量統計

以氣象局所定義的大豪雨（日雨量大於 200 毫米）為劇烈降雨的標準進行分析，依據劇烈降雨統計所篩選出日雨量超過 200mm 的測站資料製作 box chart（未刪除重複天數），可以看到其間最高單日雨量為 1997 年卡斯颱風在布洛灣測站 1222mm，次高則為 1996 年賀伯颱風在阿里山測站 1094mm。下表分別為該年超過 200mm 的天數（刪除重複天數），

及該年度實際有降雨超過的筆數，最下方為該年至年底的測站總數。

（三）梅雨季劇烈降雨統計

除了颱風之外，梅雨期間滯留鋒面所導致的劇烈降雨，這一兩年的降雨強度與總雨量也創新高，圖一所顯示的是南部地區從 1989 年至今有較多自動雨量測站以來所觀測到的 5~6 月梅雨季的日雨量與總雨量，無論是 2005 年的 0612 豪雨事件或 2006 年的 0609 豪雨事件，帶來的劇烈降雨更勝以往，同時也造成中南部地區嚴重的淹水災害：

將日雨量大於等於 50~500mm 的測站資料篩選出來，再剔除同一天發生的重複筆數，得到日數統計；再將日數除以 17 年的各月份總日數，得到降雨機率。大雨、豪雨、大豪雨及超大豪雨的定義，則參照氣象局。

區域的降雨機率統計，北部包含基隆市、台北縣市、桃園縣、新竹縣市、苗栗縣；中部包含台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣；南部包含台南縣市、高雄縣市、屏東縣；東部包含宜蘭縣、花蓮縣、台東縣。

如圖五所示，1989 年至 2005 年自動雨量站與傳統氣象站所觀測到的大豪雨（日雨量>200mm）分佈情形，明顯地自動雨量站可以觀測到更劇烈的降雨情形，例如日雨量超過 600mm 的劇烈降雨，顯然傳統測站的觀測範圍較為侷限。

四、結語

五、參考文獻

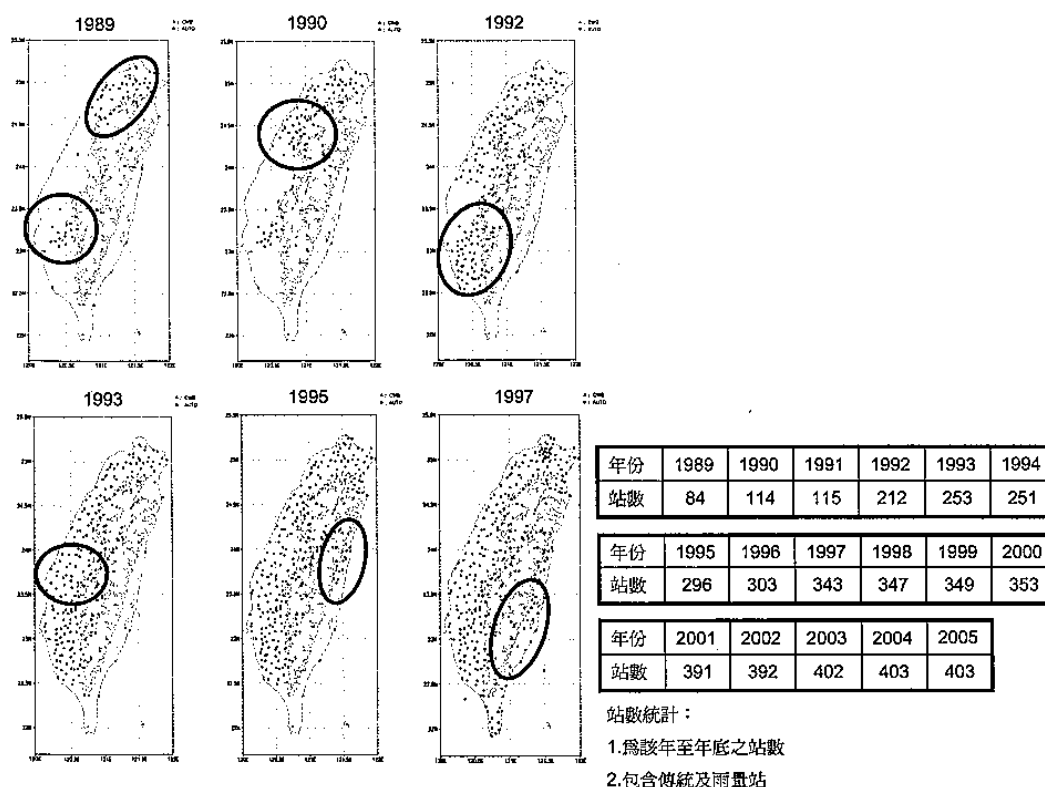
- 許晃雄、郭芯穎，2004：台灣豪大雨、特大豪雨與超大豪雨發生頻率與分佈之初步分析。第七屆區域氣候模擬研討會，中壢中央大學，10月5-6日，2004。
- 盧孟明、陳佳正，2005a：豪大雨之頻率分析方法。氣象學報，46,45-60。
- 盧孟明、陳佳正，2005b：台灣降雨頻率遽變之研究。天氣分析與預報研討會論文彙編，415-422。
- 盧孟明、陳佳正，2005c：Abrupt changes of the heavy rainfall frequency in Taiwan。海峽兩岸災變天氣分析與預報研討會論文彙編，133-138。
- Changnon, S. A., R. A. Pielke Jr., D. Changnon, R. T. Sylves, and R. Pulwarty, 2000: Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 81, 437-442.
- Easterling, D. R., J. L. Evans, P. Y. Groisman, T. R. Karl, K. E. Kunkel, and P. Ambenje, 2000: Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. Bull. Amer. Meteor. Soc., 81, 217-425.
- Hsu, H.-H., and C.-T. Chen, 2002: Observed and projected climate change in Taiwan. Meteorol. Atmos. Phys., 79, 87-104.

- Hsu, H.-H., 2003 : Taiwan' s extreme precipitation and the surrounding atmospheric and oceanic conditions. The 6th Regional Climate Simulation Workshop, Chung-Li, Taiwan, 18-19 September 2003.
- IPCC, 2001: IPCC Climate Change, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- IPCC, 2002: IPCC Workshop on Changes in Extreme Weather and Climate Events, Beijing, China, 11-13 June, 2002
- Meehl, G. A., T. Karl, D. R. Easterling, S. Changnon, R. Pielke Jr., D. Changnon, J. Evans, P. Y. Groisman, T. R. Knutson, K. E. Kunkel, L. O. Mearns, C. Parmesan, R. Pulwarty, T. Root, R. T. Sylves, P. Whetton, and F. Zwiers, 2000: An introduction to trends in extreme weather and climate events: Observations, socioeconomic, impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 413-416.
- Meehl, G. A., F. Zwiers, J. Evans, T. Knutson, L. Mearns, and P. Whetton, 2000: Trends in extreme weather and climate events: Issues related to modeling extremes in projections of future climate change. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 427-436.
- Parmesan, C., T. L. Root, and M. R. Willig, 2000: Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 443-450.

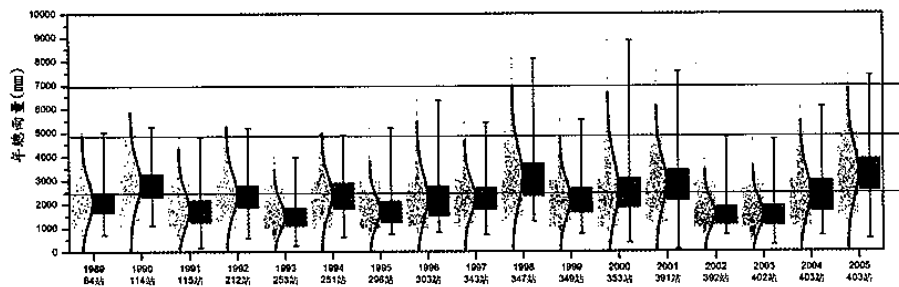
表一：近年來颱風最大豪雨強度與事件總雨量

颱洪豪雨事件	最大降雨強度 (毫米/時)	最大總累積雨量* (毫米)
85.7.31 賀伯颱風	115 苗栗縣三灣鄉大河站	1987 嘉義縣阿里山鄉阿里山站
90.7.28 桃芝颱風	147 花蓮縣光復鄉光復站	757 南投縣信義鄉神木站
90.9.17 納莉颱風	142 宜蘭縣大同鄉太平山站	1,462 宜蘭縣大同鄉古魯站
93.6.30 敏督利颱風與七二水災	167 南投縣國姓鄉九份二山站	2,005 高雄縣桃源鄉溪南站
94.7.18 海棠颱風	177 屏東縣三地門鄉三地門站	2,124 屏東縣三地門鄉尾寮山站

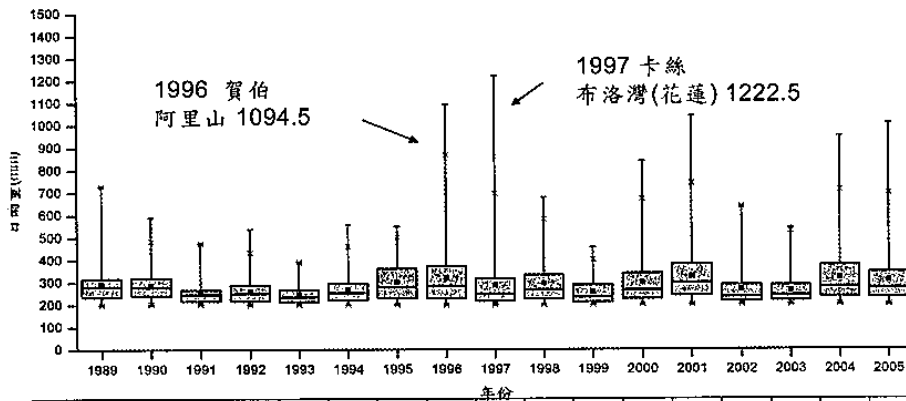
*總累積雨量係指颱風警報期間總累積雨量



圖一 中央氣象局自動雨量站設置空間分佈圖（左）與歷年總設置站數（右），左圖之所圈之範圍為該年主要增加測站之區域

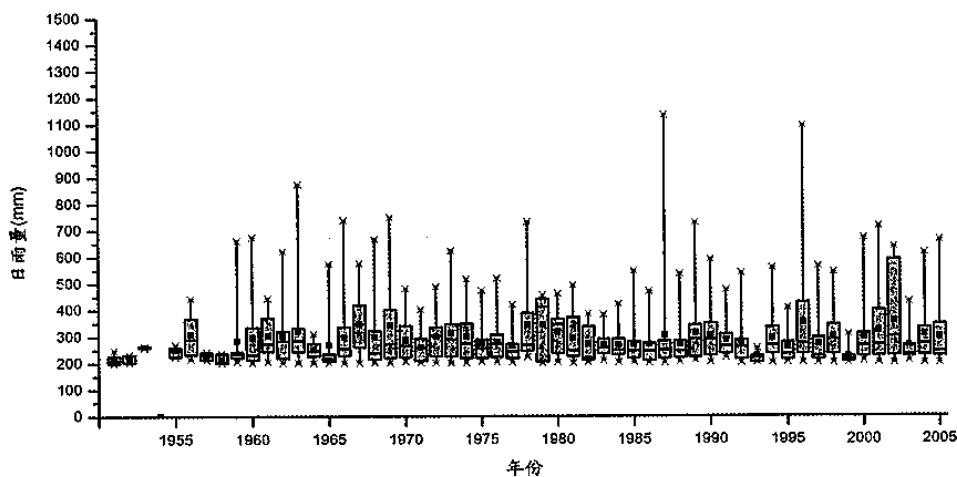


圖二 1989~2005 年各雨量測站之年總雨量分佈與盒圖 (Box Chart)，說明請見內文



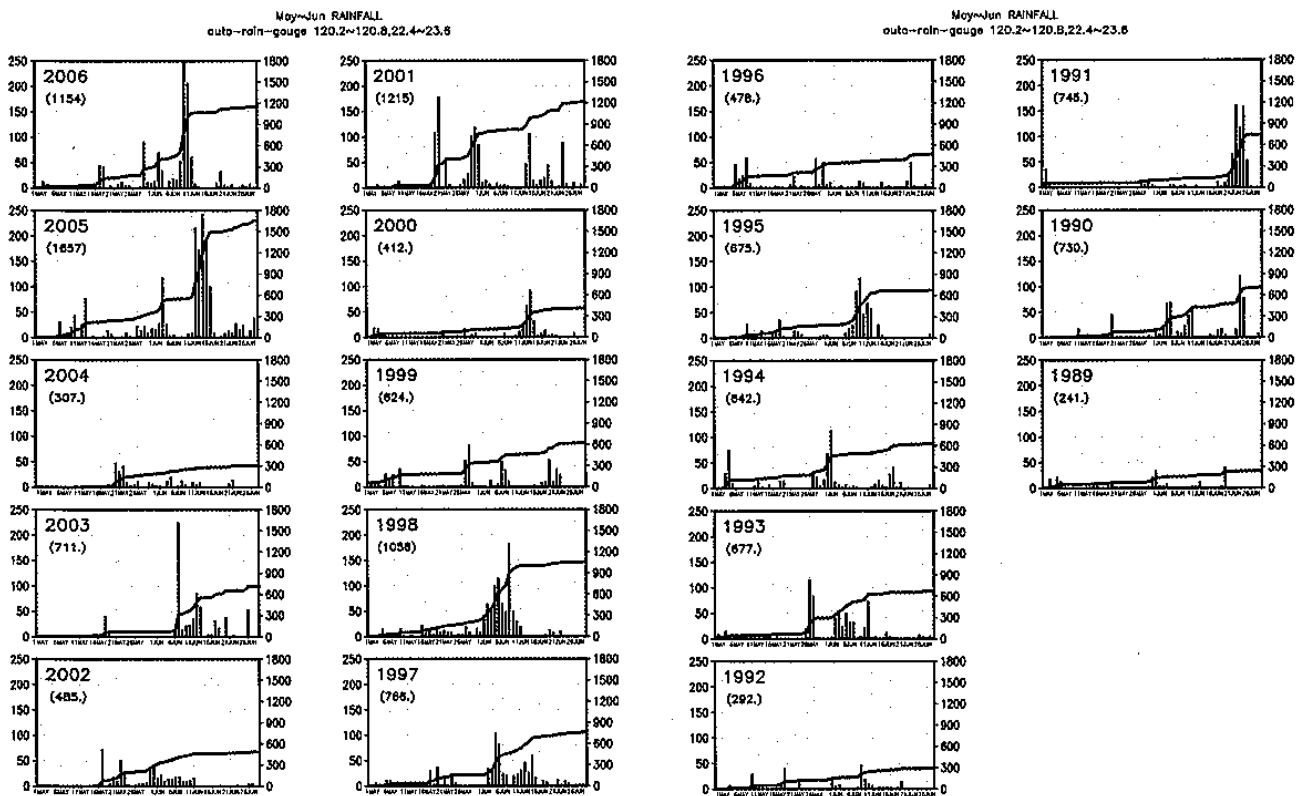
年份	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
天數	8	13	13	14	12	26	22	25	25	27	26	21	41	12	16	24	38
筆數	48	102	40	106	44	280	113	306	262	460	115	324	653	50	170	744	1106
站數	84	114	115	212	253	251	296	303	343	347	349	353	391	392	402	403	403

圖三：大豪雨 (日雨量>200 毫米) 之盒圖分析



圖四：傳統測站大豪雨的觀測比較之盒圖分析

	大雨 豪雨 大豪雨			超大豪雨					
	>50	>130	>250	>300	>400	>450	>500		
五月	271	83	32	15	10	4	.3	2	1
527天	51.4%	15.7%	6.1%	2.8%	1.9%	0.8%	0.6%	0.4%	0.2%
六月	333	113	53	29	23	13	7	4	2
510天	65.3%	22.2%	10.4%	5.7%	4.5%	2.5%	1.4%	0.8%	0.4%



圖一，1989~2006年台灣南部地區（120.2~120.8E, 22.4~23.6N）梅雨季期間（5~6月）所顯示之自動雨量站資料內差至網格點後之日雨量（柱體）與累積雨量（紅色線與紅字）