

台灣中部地區致災降雨特性分析

李宗融 于宜強 張智昇 陳永明

國家災害防救科技中心

摘要

台灣地區屬於東亞季風區，夏季盛行西南季風與颱風，冬季則受東北季風之影響。在台灣氣候分析中，冬半年北部地區受東北季風伴隨鋒面南下的影響，降雨明顯；夏半年南部地區則常受西南季風激發對流系統影響，常有豪雨發生。921 地震之後，中部山區坡地土石脆弱，在豪雨事件之後經常發生較大規模的坡地災害。本研究針對台灣中部地區（包括台中縣市、南投縣、彰化縣、雲林縣及嘉義縣市七縣市），進行災害資料蒐集與分析，並進行該地降雨特性分析，瞭解致災性天氣的降雨特性，做為未來防災準備之用。

結果顯示，中部地區主要顯著降水的季節為梅雨季與颱風季，期間相對極大值分別落在 6 月初及 8 月初。在梅雨季的豪大雨個案中，台中、嘉義山區，以及雲、嘉沿海均是容易發生極端降水的區域；在颱風個案分析中，氣象局分類路徑中路徑 2 的颱風平均降水高於路徑 3，路徑 2 易發生極端降水的區域集中在中部山區(台中至嘉義)，路徑 3 則是以嘉義以及台中山區為主。

一、前言

台灣地處東亞季風區，冬季與夏季分別盛行東北與西南季風，加上中央山脈高聳的地形，造就了台灣在不同季節上特殊的降水分布(Chen and Chen 2003)。從台灣降水的季節分布顯示，五月中旬至六月中旬存在顯著的相對大值，且自北向南增加，西部多於東部(陳與吳，1978)；此季節的降雨往往較具連續性，瞬時降雨强度高，配合地形的舉升，易引發豪雨事件導致災害發生。七月至九月則是另一降雨相對顯著的季節，主要係因颱風或午後熱對流帶來的降水。其中颱風的強風與豪雨，甚至其伴隨的西南氣流造成的強降水，都是造成台灣發生淹水或坡地災害發生的主因。根據 1991~2007 年台灣地區因氣象災害(颱風、豪雨、乾旱及寒害)而產生之重大農林漁牧災損，颱風以近 640 億元損失排行第一，豪雨致災則以超過 113 億元次之。由此可知，在台灣多變的地形下，了解不同區域不同天氣型態的降水特性，將有助於防減災策略的研擬，進一步降低災害造成的損失。

本研究針對台灣中部地區（包括台中縣市、南投

縣、彰化縣、雲林縣及嘉義縣市），進行該地降雨特性分析，了解該區域的降雨型態，並配合災害資料的蒐集，期望瞭解台灣中部致災性天氣的降雨特性，做為未來防災準備之用。

二、中部地區降雨氣候特性分析

本研究選定中部地區內的綜觀氣象站，其中平地站（台中、梧棲、嘉義）山區站（日月潭、阿里山、玉山）共 6 站以及全台共 407 站自動雨量站 1989~2008 年的雨量資料進行分析。

由 1989~2008 年共 20 年每五日(pentad)的平均可以發現，中部地區的降水特性呈現兩個相對降水極大值區，其一約為 6 月 1 日~6 月 10 日，此階段主要是梅雨季以及西南季風造成的降水；另一個則是 7 月初~9 月底，此階段主要是颱風、西南季風或午後雷雨所造成的降水。以台中站(標高 84 公尺)為例，梅雨季的降水極值出現在約 6 月初(第 32 個 Pentad)，平均值約 22 毫米，標準差約 45 毫米。颱風季的降水極值則出現在 8 月初(第 43 個 Pentad)，平均值約 15 毫米，

另外颱風季的降水標準差變化相較於其他季節則較為劇烈(圖 1(a))，與去除颱風降水的結果相比(圖 1(b))可以明顯發現，7 月~9 月的較大的降水變異均為颱風個案所造成的。圖 1c 與則是每五日最大值與前 10%大日累積降雨平均的歷線，圖 1d 則是去除颱風降雨的結果，可發現過去 20 年台中梅雨季極端日降水極值達約 250 毫米，前 10%極端日降水平均也達約 130 毫米。颱風季的部分日極端降水極值可達近 500 毫米，前 10%極端日降水平均也達約 100 毫米。

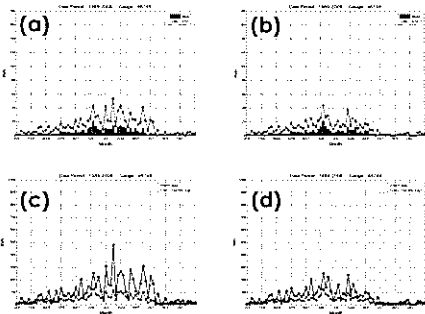


圖 1. (a)台中站 1989~2008 年每五日降雨平均歷線。藍條表平均值、紅線表標準差(b)去除颱風個案後的降雨歷線。(c)黑線表該五日最大日降雨，紅線表該五日，前 10%的日降雨平均。(d)同圖(c)，但為去除颱風降水的結果。

山區降雨的部分，以阿里山站(標高 2413 公尺)為例，同樣呈現兩個顯著的相對降水極大值，極大值出現的日期與平地站相似。但阿里山站於梅雨季的每五日平均降水極值較平地多了約 2 倍，達 45 毫米，標準差更達 90 毫米，另外颱風季的五日降水平均極值約 40 毫米，標準差更高達 155 毫米(圖 2(a))。與去除颱風降水之結果相比可以發現，梅雨季的每五日平均降水平均值以及標準差並沒有明顯的變化，顯見此階段的降水均是由西南季風或鋒面所造成的，但在 7~9 月的每五日平均降水及標準差都有顯著的降低，尤其是原先高達 155 毫米的標準差降至約 20 毫米，顯見這段期間，極端降水均為颱風事件。在極端值的部分，梅雨季日平均降雨極值可達 800 毫米，前 10%極端日降水平均也達約 250 毫米。颱風季的部分，日極端降水極值可達約 1100 毫米，前 10%極端日降水平均也達約

350 毫米。

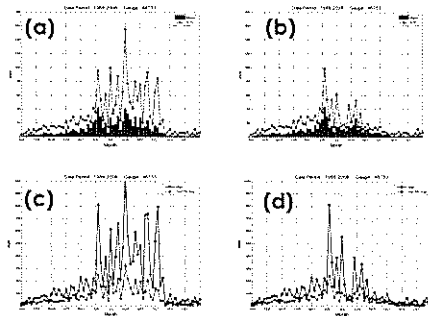


圖 2. 同圖 1. 阿里山站結果。

總體而言，中部地區的降水呈現兩個顯著的相對大值區域，分別是 5 月中旬~6 月中旬的梅雨季，以及 7 月~9 月的颱風季。其中平均降水的極端值又分別落在 6 月初以及 8 月初。另外，山區的降水不論是在梅雨季或颱風季，其平均降水或前 10%的極端降水平均大約都是平地站的 2~3 倍。

三、致災天氣之降雨特性分析

由前節的分析可以清楚的了解，中部地區的降水主要由梅雨鋒面以及颱風這兩種天氣型態所主導，本節使用全台 407 個自動雨量站，由 1989~2008 年共 20 年的雨量資料，將不同天氣型態的個案進行分類，藉以了解不同型態的天氣系統在中部地區的降水分布以及易發生極端降水變異的位置。

張等(2009)將 1999 年至 2008 年 5 月 1 至 6 月 30 日，逐日延時 24 小時累積降雨量達各類豪(大)雨標準的雨量站數進行標準化分析，並定義累積雨量介於 50~130 毫米類型之標準化值達 0.3 以及 130~200 毫米類型達 0.1 者定義為區域豪雨個案。本研究延用其定義，在 1999~2008 年共找到 14 個梅雨季豪雨個案(表 1)進行分析。

圖 3(a) 為 1999~2008 年共 14 個梅雨季豪雨個案的累積降水平均。圖中可明顯發現，中部地區於梅雨季主要的降水集中區分別是在台中以及嘉義山區，其中台中山區(約 350 毫米)又大於嘉義山區(約 300 毫米)，在南投山區部分，則是南投北部山區降雨較顯

著。平地降水則不若山區顯著，最大值約 160 毫米。圖 3(b)則是所有事件降水的標準差，同圖 3(a)可以發現，較大降水標準差發生的位置同樣位在台中以及嘉義山區，嘉義山區的標準差值約 300 毫米，則大於台中山區(約 250 毫米)，另外雲林以嘉義沿海則是另一個較大降水標準差發生的位置(約 250 毫米)。

表 1. 1999~2008 年 5 月 1 至 6 月 30 日豪大兩個案列表。

2008	6/6、6/14-6/15
2007	6/7-6/9
2006	6/2~6/3、6/9-6/11
2005	5/13~5/14、6/2~6/3、6/14-6/16
2003	6/7-6/8
2001	5/19~5/20、5/30、6/14-6/15
2000	6/13-6/14
1999	5/27~5/28

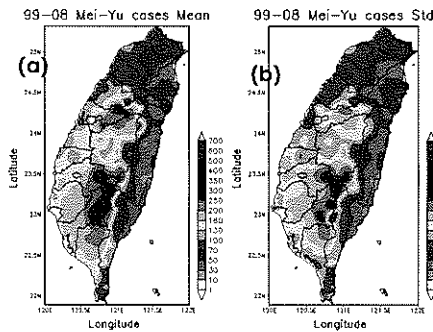


圖 3. 1999~2008 年 5 月 1 日~6 月 30 日豪大兩個案累積降水平均(a)及標準差(b)

陳等(2008)利用五種不同降水來指標來衡量颱風降水的強度。本研究沿用其定義，使用中部地區的雨量站(共 126 站)，衡量 1989~2008 年所有侵台颱風對中部地區降水的影響程度排序，發現易在中部地區造成顯著降水的颱風，多屬氣象局颱風路徑分類中第二及第三類路徑。故本研究將 1989~2008 年所有侵台颱風中第二(表 2)及第三路徑(表 3)颱風進行分類分析。

圖 4(a)表路徑 2 所有颱風降水平均結果，中部地

區於路徑 2 的颱風影響下，由台中至嘉義的山區都是強降水發生的區域，降水強度由北向南增加，嘉義山區的整場事件平均降水高達 700 毫米以上。另外路徑 2 的颱風事件於中部地區的降水分部呈現明顯由平地往山區遞增。圖 4(b) 則是所有路徑 2 颱風事件降水的標準差，可發現較大降水標準差值的位置同樣集中在台中、南投北部以及嘉義山區，其中標準差值又以台中及嘉義山區較大(約 400~500 毫米)，南投北部山區則約 250~350 毫米。換句話說，當路徑 2 的颱風侵襲台灣時，在一個標準差的變異下，中部地區山區的降水可能高達 1100~1200 毫米。

表 2. 1989~2008 年歷史颱風路徑分類 2 颱風列表。

2008	JANG、SINLAKU、KALMAEGI
2007	KROSA
2006	BILIS
1996	HERB
1994	GLADYS
1991	ELLIE
1990	YANCY

圖 5(a)、(b)分別表 1989~2008 年所有侵台颱風路徑 3 降水平均結果以及降水的標準差。由圖中可以清楚發現，路徑 3 的颱風於中部地區的主要降水較集中在嘉義山區(約 400~500 毫米)，台中山區以及南投山區的降水都不若路徑 2 颱風顯著，另外平地的降水也多集中在嘉義地區。另外由標準差的結果可以發現，容易發生極端降水的位置在台中山區以及嘉義山區，其中又以嘉義山區的標準差較大(約 350~400 毫米)。當路徑 3 的颱風侵襲台灣時，在一個標準差的變異下，嘉義山區強降水可達約 900 毫米。

表 3. 1989~2008 年歷史颱風路徑分類 3 颱風列表。

2008	FUNG-WONG
2007	SEPAT、WUTIP
2006	KAEMI
2005	LONGWANG、TALIM、HAITANG
2001	TORAJ I

2000	BILIS
1998	OTTO
1997	AMBER
1994	CAITLIN、TIM
1992	POLLY、OMAR
1990	DOT
1989	SARAH

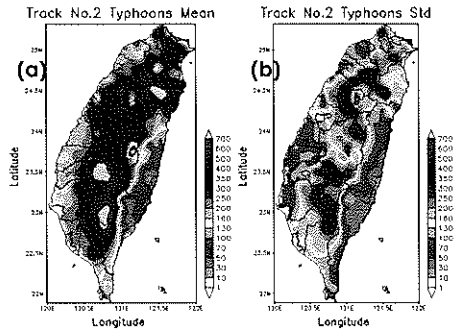


圖 4. 1989~2008 年歷史颱風路徑分類 2 個案降雨平均值(a)及標準差(b)。

總括上述分析，梅雨季中部地區易發生強降水的位置在台中及嘉義的山區，另外雲林以嘉義沿海則是另一個較容易發生顯著降水的區域。颱風個案的部分，路徑 2 颱風於中部地區的降水強度明顯高於路徑 3，其中路徑 2 主要強降水區由台中山區往嘉義山區增加，於嘉義山區達最大。路徑 3 由於颱風路徑較為偏南，降水以嘉義山區較為顯著。在降水變異上，不論路徑 2 或 3，台中及嘉義山區都是較易發極端降水的區域，也是要嚴防坡地災害發生的區域。

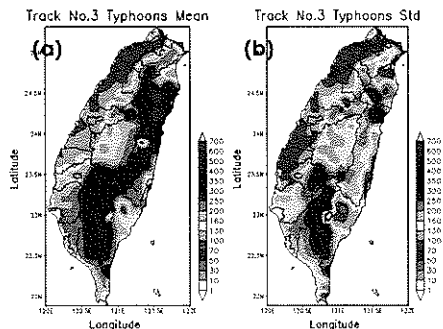


圖 5. 1989~2008 年歷史颱風路徑分類 3 降雨平均值(a)及標準差(b)。

四、中部致災颱風事件分析

2008 年 7 月卡玫基颱風，其外圍環流與西南氣流造成中南部地區嚴重水患與坡地災害。由卡玫基颱風區域回波經向平均哈默圖(圖 6)可以明顯發現，卡玫基強對流區的發生位置與颱風中心有明顯相關，外圍環流與西南氣流輻合效應相當顯著，且強回波停留時間相當短暫。分析卡玫基颱風的降雨，其 6 小時延時雨量最大值高達 577.5 毫米，其 6 小時延時雨量的前 20 名中的前 15 名雨量值可排入 1989~2008 所有歷史個案排序的前 20 名之中。分析卡玫基中部地區的降水，3 小時降雨超過 200 毫米的雨量站多達 32 站，多集中台中與南投山區，台中氣象站最大時雨量達 120 毫米，6 小時延時雨量高達 400 毫米，此一數值遠超過台中站歷史颱風降雨資料的平均值與標準差。也造成台中市區嚴重的淹水災情。

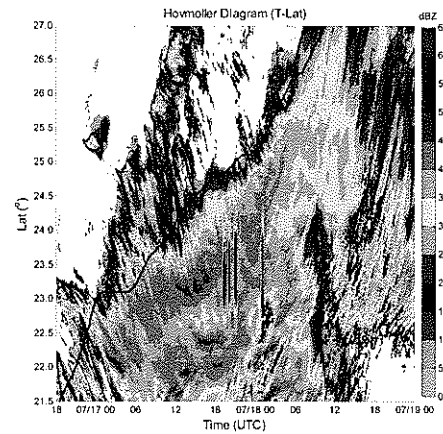


圖 6. 卡玫基颱風 7/16 18~7/19 00UTC 區域回波經向平均哈莫圖。黑線為同時間颱風中心相對應的緯度。

2008 年 9 月辛樂克颱風，其緩慢的移速，造成南投山區嚴重的坡地災害，由辛樂克颱風區域回波平均哈默圖(圖 7)可以明顯發現，中部山區的降水與颱風中心的位置有很大的相關，係颱風環流與的行交互作用造成的降水。分析廬山自動站的降水歷線可發現，辛樂克颱風於廬山地區最大時雨量約 50 毫米，但持續的降水超過 24 小時，屬於長時間且持續的降水型態，

並非類似卡玫基的短時間的暴雨型態。廬山站總累積雨量達 1100 毫米，正好符合路徑 2 所有颱風個案平均降水加上一個標準差的降雨量的極值，顯見中部山區在路徑 2 颱風一個標準差的降雨總量下，較易在中部山區發生災害事件。

五、結論

本研究針對中部七縣市(台中縣市、南投縣、彰化縣、雲林縣及嘉義縣市)進行區域性的雨量分析。結果顯示，中部地區主要顯著降水的季節為梅雨季與颱風季，期間相對極大值分別落在 6 月初以及 8 月初。另外，山區的平均降水或前 10% 的極端降水平均值大約是平地站的 2-3 倍。

梅雨季豪大雨的降水分析發現，較易發生極端降水的區域分別在台中及嘉義山區，以及雲、嘉沿海地區。颱風降水的分析結果顯示，路徑 2 的颱風，中部山區(台中、南投、嘉義)都屬於易發生極端降水的區域，路徑 3 的颱風，變異較大的降水區域同樣位在嘉義及台中山區。整體的降雨量則是路徑 2 高於路徑 3。

由卡玫基以及辛樂克的個案分析可以發現，兩者屬於不同型態的降水，城市或平地地區，由於防洪設施的進步，須嚴防短時間暴雨所產生的淹水災害；山區由於 921 地震後地質較為鬆軟，除了暴雨外，長時間持續的降水也容易引發坡地災害的發生。

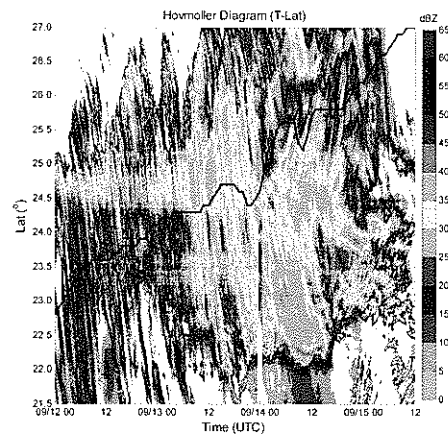


圖 7. 辛樂克颱風 9/12 00~7/15 12UTC 區域回波經向平均哈莫圖。黑線為同時間颱風中心相對應的緯度。

參考文獻

- Chen C. S. and Y. L. Chen (2003), "The Rainfall Characteristics of Taiwan" *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- 陳泰然、吳清吉(1978),「台灣五大城市之氣候特性分析」, *大氣科學*, 5, 1-16。
- 張智昇、于宜強、李宗融(2009),「梅雨季豪雨預警因子研究」, 第 18 屆水利工程研討會, 屏東。