

台灣地區致災性降雨特性分析

李宗融、于宜強、陳永明、陳淡容、林李耀

國家災害防救科技中心

摘要

台灣地區的災害經常是因為氣象災害事件所引發，每年的汛期包括梅雨季與颱風季，都是災害發生的高風險時期。劉紹臣主任亦提出在氣候變遷的衝擊下，台灣地區的降雨特性發生明顯改變，暴雨的頻率越來越大，小雨的頻率則越來越小，直接影響到未來水資源的利用。分析過去的災害，致災的降雨特性不盡相同。卡玫基颱風期間，台中地區是因為短延時強降雨，直接挑戰都市雨水下水道的排洪能力，導致台中都會區淹水嚴重。莫拉克颱風期間，則是長延時強降雨，導致山區山洪爆發同時引發土石流的發生，造成人員傷亡。不同的降雨特性，所造成的災害類型也不一樣，分析不同降雨延時的空間分布，發現短延時的降雨多發生於沿海平原地區，主要是因為綜觀天氣所引發的中尺度對流系統伴隨天氣事件移入台灣陸地所造成。台灣山區經常與天氣系統產生交互作用激發豪大雨發生，此類降雨的特性多以較長延時的強降雨為主。透過 2000 年前後 10 年的資料進行比對，發現主要超大豪雨事件多發生在颱風個案當中，梅雨事件則佔少數，2000 年以後的颱風事件出現超大豪雨的比率則呈現明顯增加的情形，本研究並針對事件的環流場與綜觀天氣系統進行分析比對。

一、前言

世界銀行於 2005 年刊行之 Natural Disaster Hotspots - A Global Risk Analysis (World Bank, 2005) 指出，台灣同時暴露在 3 項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口為 73%，暴露在兩項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口為 99%，屬於全世界災害高風險的區域。

台灣地區的災害經常是因為氣象災害事件所引發，每年的梅雨季與颱風季，都是災害發生的高風險時期。2008 年卡玫基颱風，6 小時在台中地區降下約 500 毫米的降雨量，如此短時間內的強降雨，直接導致台中都會區的淹水；隔年莫拉克颱風，挾帶旺盛的西南氣流侵襲台灣，全台就有 8 個測站 72 小時延時雨量

大於 2000 毫米，阿里山總累積雨量(8/5~8/10) 更高達 3059.5 毫米。導致山區山洪爆發同時引發土石流的發生，造成人員傷亡。由此可知不同降雨特性，所造成的災害類型也不一樣。

周等(2009)利用綜觀站雨量資料以及 6 個不同的降雨指標合成的綜合指標來衡量颱風的降雨特性，陳等(2010)分析由 1970-2009 前 20 名颱風發現，颱風強度並不是完全主宰降雨強度的主因；颱風移動速度與環境的配合都是原因，另外前 20 名颱風中以氣象局定義的第 2 類路徑颱風為最多，第 3 類路徑次之。李等(2009)分析侵襲中部地區颱風的降雨特性也發現，路徑 2 颱風的平均降雨強度高於路徑 3，強降雨範圍也高於路徑 3，紀錄的災害點數也相對較多。

本研究參考周等(2009)分析極端降雨颱風

的方法，利用全台自動雨量站以及綜觀站的資料，重新分析 1989-2009 期間極端颱風的降雨特性，除了探討極端事件的成因之外，並從流域的角度探討小區域的致災降雨特性。

二、極端降雨個案選取

本研究使用 1989~2009 年所有雨量站資料進行極端降雨的個案選取，因氣象局從 1989 年開始建置自動雨量站，可有效彌補綜觀站空間分布不均的缺點。以高屏溪流域為例，高屏溪流域是近年來發生洪水以及坡地災害的重點區域，但其流域範圍內並沒有綜觀站，若以綜觀站進行個案選取，則易忽略對該區域有極端降雨的颱風事件。

極端個案的選取，門檻值訂定為 1)當日 24 筆 24 小時累積雨量,其中任 1 筆大於 350mm。2)有多於 10 個測站滿足的第 1 點條件。結果如圖 1。圖中顯示，颱風的個案數明顯多於梅雨季的個案數。另外，可以發現 2000 年以後的個案數明顯多於 2000 年以前。因此本研究將先針對颱風的致災降雨特性進行分析。

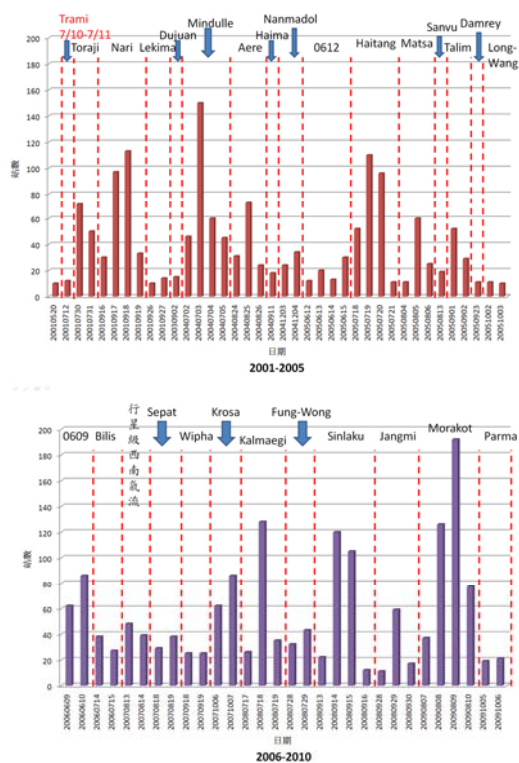
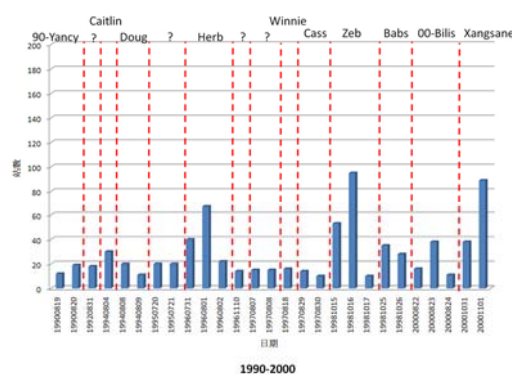


圖 1.1989~2009 年極端降雨個案選取結果。

本研究參考周等(2009) 分析極端降雨颱風的綜合指標方法，利用全台 429 個自動雨量站與綜觀站資料，重新排序 1989~2009 年所有侵台颱風個案的前 20 名(表 1)。與周等(2009)使用綜觀站的分析結果比較(表 2)可以發現，綜合指標的前兩名同樣分別為莫拉克(2009)與賀伯(1996)颱風，後續的排名兩者則有較大的歧異。由此可知，分布較廣的自動測站，較容易反應出在局部地區有極端降雨的個案。同時分析表 1 的颱風強度可以發現，中度颱風佔了最多數(11 個)，強烈颱風次之(6 個)，輕度颱風最少(3 個)。路徑分面則還是以第 2 類與第 3 類路徑為最多，分別佔 6 個與 5 個個案。

三、極端降雨颱風雨量分析

Marchok et.al(2007) 利用 Probability Distribution Functions (PDFs) 分析不同模式預報颱風降雨的特性，本研究將表 1 內前 10 名的颱風所有測站總降雨量進行 PDFs 分析。由於降雨的強度接近對數分布，因此將 0~1500

毫米的雨量區分為 20 個區間，並使每個區間在對數座標上為相等。圖 2 為表 1 內前 10 名的颱風所有測站總降雨量的 PDFs 分析結果，由圖中可以發現，所有颱風的 PDFs 分析結果接近於常態分布。值得注意的是，莫拉克颱風有接近 10% 的測站總雨量值高於 1500 毫米，其餘的颱風皆低於 1%，若以測站的總雨量分布來看，莫拉克颱風最多測站總雨量值界於 720~1000 毫米(約 21%)為最強，2008 年辛樂克颱風則是有 20% 的測站總雨量值落在 500~720 毫米之間次之。2004 年的敏督利颱風有 35% 測站總雨量分布在 350~500 毫米之間，是 10 個颱風單一門檻區間的最大值。總降雨分布也是 10 個颱風中最均勻的。圖 3 則為表 1 內前 10 名的颱風所有測站總降雨量的 CDFs(Cumulative distribution functions，將 PDFs 分析的百分比值由最小總雨量區間累積至最大總雨量區間)分析結果，若將累積至 80% 的測站總雨量值分布進行排序可以發現名次依序為 2009 莫拉克、2008 辛樂克、2005 海棠、2001 納莉、2004 敏督利、1996 賀伯、2008 卡玫基、2004 艾利、2009 芭瑪。這些個案在台灣都造成嚴重程度不一的災害，如何透過雨量特性的分析，與災害連結，做為災害預警的指引，則是本研究未來重要的課題。

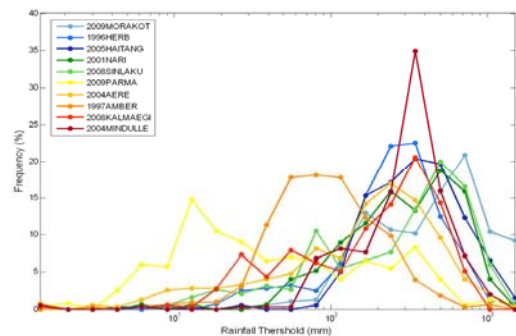


圖 2.表 1 內前 10 名颱風 PDFs 分析結果。

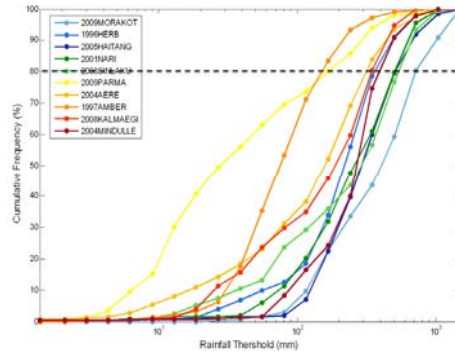


圖 3. 表 1 內前 10 名颱風 CDFs 分析結果。

四、結論

由以上分析，由 1989~2009 年台灣極端降雨個案主要是颱風事件佔多數，梅雨個案較少。透過全台雨量站的極端降雨颱風排序可以發現，前 20 名的颱風，中度颱風佔最多，強烈颱風次之。若以路徑分類，則以路徑 2 與路徑 3 的颱風佔的比例最多。透過極端降雨颱風的 PDFs 與 CDFs 分析可以瞭解不同颱風總降雨的分布及特性，以莫拉克為例，47% 的測站總雨量值大於 720 毫米，其中接近 10% 的測站總雨量值大於 1500 毫米，都是遠超過其他歷史個案的結果。未來希望透過區域性(流域或特定區域)降雨特性的分析，配合災害規模的定義，研判不同區域的降雨致災因子，作為防災工作的重要指引。

五、參考文獻

Marchok T., R. Rogers and R. Tuleya, 2007: Validation schemes for tropical cyclone quantitative precipitation forecasts : Evaluation of operational models for U.S. landfalling cases. *Wea. forecasting*, **22**, 726-746.

World bank, 2005: Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis.

周仲島、陳永明，2009：臺灣地區劇烈降雨與侵臺颱風變異趨勢與辨識研究，*氣候變遷對災害防治衝擊調適與因應策略整合研*

究—子計畫一。

陳淡容、于宜強、陳永明、黃柏誠、李宗融、
周仲島，2010：極端降雨颱風分析研究。
2010 中央氣象局天氣分析與預報研討會。

表 1.1989~2009 全台極端降雨颱風排名前 20 名列表。

排名	年份	名稱	降雨 綜合 指標	期間	強度	路徑
1	2009	莫拉克	0.91	0806~0810	中度	3
2	1996	賀伯	0.73	0729~0801	強烈	2
3	2005	海棠	0.70	0716~0720	強烈	3
4	2001	納莉	0.57	0908~0919	中度	特殊
5	2008	辛樂克	0.55	0911~0916	強烈	2
6	2009	芭瑪	0.50	1003~1006	中度	特殊
7	2004	艾利	0.50	0823~0826	中度	1
8	1997	安珀	0.49	0827~0830	中度	3
9	2008	卡玫基	0.49	0716~0718	中度	2
10	2004	敏督利	0.48	0628~0703	中度	6
11	1997	卡絲	0.47	0829~0830	輕度	8
12	2007	聖帕	0.46	0816~0819	強烈	3
13	2007	柯羅莎	0.45	1004~1007	強烈	2
14	2006	碧利斯	0.45	0712~0715	輕度	2
15	2003	杜鵑	0.43	0831~0902	中度	5
16	2001	桃芝	0.42	0728~0731	中度	3
17	2000	象神	0.42	1030~1101	中度	6
18	2008	薔蜜	0.41	0926~0929	強烈	2
19	2005	瑪莎	0.41	0803~0806	中度	1
20	2002	納克利	0.40	0709~0710	輕度	9

表 2. 1970~2009 臺灣地區極端降雨颱風排名前 20 名列表。(周等，2009)

排名	年份	名稱	降雨綜合指標	期間	強度	路徑
1	2009	莫拉克	0.91	0806~0809	中度	3
2	1996	賀伯	0.73	0729~0801	強烈	2
3	1987	琳恩	0.59	1022~1027	強烈	5
4	2001	納莉	0.59	0908~0919	中度	特殊
5	2008	辛樂克	0.52	0911~0916	強烈	2
6	2005	海棠	0.50	0716~0720	強烈	3
7	2002	娜克莉	0.49	0709~0710	輕度	9
8	2004	敏督利	0.48	0628~0703	中度	6
9	2007	柯羅莎	0.46	1004~1007	強烈	2
10	2000	象神	0.44	1030~1101	中度	6
11	1978	婀娜	0.42	1011~1014	中度	6
12	1989	莎拉	0.41	0908~0913	強烈	3
13	2008	卡玫基	0.40	0716~0718	中度	2
14	2001	桃芝	0.39	0728~0731	中度	3
15	1973	娜拉	0.39	1007~1010	強烈	7
16	1998	瑞伯	0.39	1013~1017	強烈	6
17	2008	薔蜜	0.38	0926~0929	強烈	2
18	1990	楊希	0.37	0817~0820	中度	2
19	1974	貝絲	0.36	1010~1012	中度	5
20	1992	寶莉	0.35	0827~0831	輕度	3