

2009 年極端降雨事件監測與分析

林昀靜 盧孟明

中央氣象局科技中心

摘 要

本文根據中央氣象局 25 個測站的時雨量資料以箱型計數法組成 1、2、3、6、12、24、48 及 72 小時延時的降雨事件，再根據盒鬚圖法 (box-plot) 挑選出 8 種不同延時之極端事件。利用廣義柏拉圖分布 (GPD) 來模擬極端降雨事件的母體機率分布，並推估重現期距為 1.5、2、5、10、50、100 及 200 年的雨量分級閾值，作為判斷極端降雨的標準，並建立完善的極端降雨監測系統。延續此標準探討 2009 年莫拉克颱風帶來的極端降雨事件，莫拉克的降雨型態是屬於長延時的持續性降雨，在颱風影響期間降雨集中在中南部及山區，也因此造成南部地區的重大災情。在許多西南部及山區測站的長延時降雨都已超過 100 年或 200 年的重現期距，在歷史上的排名都是第一或第二名。

一、前言

台灣是個位於亞熱帶地區的海島國家，約有三分之二以上的面積是屬於丘陵及高山地，地形變化起伏很大，再加上台灣地區天氣與氣候的主要現象是每年 5-6 月的梅雨季及 7-10 月的颱風季，這些現象在降雨的時間及空間分布上極不均勻，容易造成災害及生命財產損失，對台灣人民的生活造成極大的影響。

本文的主要重點是利用極端降雨氣候事件統計特性所建立的辨識方法，探討 2009 年莫拉克颱風在台灣地區造成的極端降雨。一般而言，極端值理論有極值序列 (extreme value series, EVS) 及部分延時序列 (partial duration series, PDS) 選用法兩種主要的模型。其中極值序列選用法，通常選用固定一段期間內的最大值 (如年最大值, annual maximum series, AMS) 後再利用廣義極端值分布 (Generalized Extreme Value Distribution, GEV) 來表示，此一分布相當適合用來描述這些區間極大值。而部分延時序列選用法為選擇超過某一門檻值的資料序列，通常用廣義柏拉圖分布 (Generalized Pareto Distribution, GPD) 來表

示，其分布的核心在於描述超過門檻值的餘額尾部分布 (Madsen et al., 1997)。過去我們已利用部分延時序列及廣義柏拉圖分布，建立各測站的極端降雨分級閾值，方法簡述在第三節。

二、資料

本研究利用中央氣象局的 25 個局屬測站。各站用來建立極端降雨分級閾值的時雨量資料是從 1951 年開始至 2005 年止，若測站紀錄不是從 1951 年開始，則採用的時雨量紀錄是從各站有紀錄開始至 2005 年止。本研究利用箱型計數法 (Olsson et al., 1992) 將各測站之時雨量時間序列組合成 8 種延時 (1hr、2hr、3hr、6hr、12hr、24hr、48hr、72hr) 之降雨事件並進行分析。為了避免小雨事件對極端事件分析的影響，因此亦濾除了時雨量小於 5mm/hr 的降雨事件。

三、方法

本研究採用的極端值理論為部分延時序列，首先利用箱型計數法將各測站之時雨量組合成 8 種延時事

件，以盒鬚圖法挑選出各延時極端部分的降雨事件，並採用 Hosking (1997) 所提出之線性動差比圖 (L-Moment ratio)，經由動差比圖判斷極端降雨事件機率分布型態為廣義柏拉圖分布，最後可用最大概似法推估計算出廣義柏拉圖分布的參數，並得到各測站在不同延時下各重現期距之極端降雨分級閾值，其判定流程如圖 1 所示。

接下來可根據中央氣象局所定義之四種豪大雨及各測站不同的降雨分級閾值定義出可能致災之降雨事件。中央氣象局所定義之四種豪大雨分別為：(1) 大雨事件為 24 小時累計降雨量達 50mm 以上，且其中至少有一小時雨量達 15mm 以上，(2) 豪雨事件為 24 小時累計降雨量達 130mm 以上，(3) 大豪雨事件為 24 小時累計降雨量達 200mm 以上，(4) 超大豪雨事件為 24 小時累計降雨量達 350mm 以上。以平地測站而言，以中央氣象局所定義的大豪雨事件 (200mm/24hr) 約是在 2 年重現期距左右，因此定義大於兩年重現期距之降雨為可能致災的降雨事件。

四、應用與結果

颱風是影響台灣極端降雨之重要的天氣系統，因此討論在可能致災降雨事件中，有多少個數是受到由颱風所造成之影響，判定是否受到颱風影響之判別方法為：若是在可能致災降雨事件發生的同時有颱風侵台，則將此一可能致災降雨事件視為受颱風影響。以下以 1、6、48、72 小時延時為例，在圖 2(a)~(d) 中灰色的直條圖為侵台颱風個數，黑色為在侵台颱風中有造成可能致災降雨事件的颱風個數，折線為由颱風造成的可能致災降雨事件佔颱風個數的百分比，由趨勢線可看出颱風造成的可能致災降雨事件佔所有颱風個數的比例，在長延時(48、72 小時)有較明顯增加的趨勢，在短延時則不明顯。

在颱風降雨的監測方面，首先分析各颱風對台灣各個測站的降雨程度，利用廣義柏拉圖分布 (GPD) 對台灣各個測站所定義之降雨分級閾值，將颱風所造成之降雨程度分成 5 個等級 (ER 表示為颱風事件所

造成的降雨，RP 為廣義柏拉圖分布所定義之不同重現期距的降雨分級閾值)：

等級 1： $ER > 10yrRP$

等級 2： $10yrRP \geq ER > 5yrRP$

等級 3： $5yrRP \geq ER > 2yrRP$

等級 4： $2yrRP \geq ER > 1.5yrRP$

等級 5： $ER \leq 1.5yrRP$

接下來根據極端降雨事件的分級閾值分析颱風事件所造成降雨的極端程度。以 2009 年的莫拉克颱風 (MORAKOT) 為例，莫拉克颱風的強度僅是中度颱風，但在侵台期間降下了超大豪雨造成大量洪水，導致南部地區淹水、坡地坍塌與土石流，全台受災慘重。由於其獨特性，以下將針對莫拉克颱風進行分析，我們擷取了在颱風發生期間 1、6、48、72 小時延時的極端降雨量進行分析，結果如圖 3 及圖 4 所示。

圖 3(a)~(d) 是依照各個測站不同的重現期距在 1、6、48、72 小時延時下，將降雨分成上述的 5 個等級，由圖中可以清楚的看出，莫拉克颱風對台灣的中南部山區在短延時的時候就有很大的影響，長延時的時候則是整個中南部及中部山區都有極端降雨的發生。

圖 4(a)~(f) 是以莫拉克颱風的降雨量對應各測站極端降雨分級閾值，以台北、高雄、恆春、大武、玉山、阿里山 6 個測站作為代表，背景圖是根據各個測站在不同延時下重現期距為 200、100、50、10、5、2 及 1.5 年的分級閾值所繪，折線的部份即為莫拉克颱風所帶來的雨量。在莫拉克帶來的降雨中以阿里山站的累積雨量 (8/5-8/10) 達 2884 毫米為最高 (游等，2010)；根據本研究的監測，阿里山測站的 72 小時最大降水為 2747mm，已超過 200 年的重現期距；48 小時最大降水 2361mm 也超過 100 年的重現期距。大武、玉山站的 12、24、48 及 72 小時的最大降水都已超過 200 年的重現期距。恆春站的 48 及 72 小時最大降水也已超過 200 年的重現期距。

莫拉克颱風造成的降雨在許多測站都已超過歷史紀錄，圖 5 為 1、6、48、72 小時延時莫拉克颱風降雨在各測站歷史上的排名，縱軸為排名，橫軸為測站，測站排序是由西部的北到南，再由東部的南到北，接下來為山區及外島測站。從圖中可看出，莫拉克降雨量在西南部的 1 小時延時在 10 名左右，6 小時延時就到達五名，大武站在 6 小時延時就已超越歷史紀錄是第一名，在長延時的時候幾乎西南部各測站就已是排名第一或第二名，在西南部山區測站（阿里山站及玉山站）無論是長、短延時的排名都是第一或第二名。

五、結論與建議

從過去近 50 年的資料分析結果顯示，由颱風造成的可能致災降雨事件佔所有颱風個數的比例，在長延時(48、72 小時)有明顯增加的趨勢，在短延時則不明顯。

莫拉克在歷史是屬於較特別的颱風，其降雨型態是屬於長延時的持續性降雨，在颱風影響期間降雨集中在中南部及山區，也因此造成南部地區的重大災情。在許多西南部及山區測站的長延時降雨都已超過 100 年或 200 年的重現期距，在歷史上的排名都是第一或第二名。

從颱風造成可能致災降雨事件比例的增加與莫拉克帶來超過 200 年重現期的超大豪雨，過去認為的極端降雨事件未來是否可能會常規化地發生，是否還會造成重大的災害，這值得我們繼續探討及省思。

參考文獻

Hosking, J.R.M. and J.R. Willis, 1997. Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments. University of Cambridge, 224.

Madsen, H., Rasmussen, P. F., and Rosbjerg, D., 1997. Comparison of annual maximum series and partial duration series methods for modeling extreme hydrologic events. 1. At-site modeling. Water Resources

Research, 33(4), 747-757.

Olsson, J., J. Niemczynowicz, R. Berndtsson, and M. Larson, 1992: An analysis of the rainfall time structure by box counting- some practical implication. J. Hydro. 137, 261-277.

游保杉、陳憲宗、謝龍生，2010，「八八水災的省思」，土木水利，第三十七卷，第一期，25-31 頁。

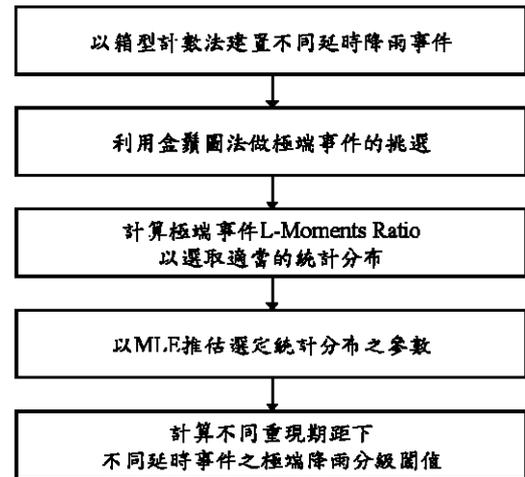
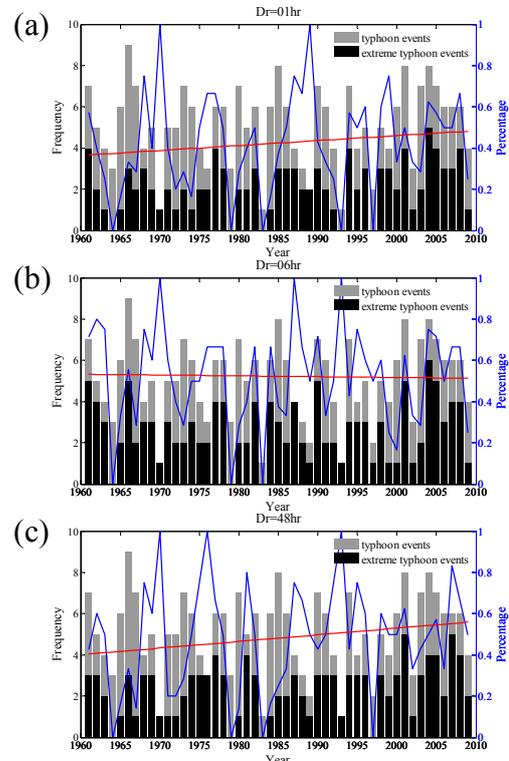


圖 1 極端降雨事件判定流程



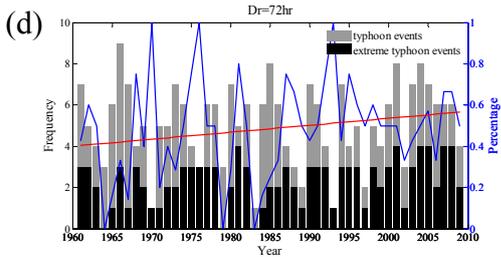


圖 2 由颱風造成的可能致災降雨事件與侵台颱風個數，灰色的直條圖為侵台颱風個數，黑色為在侵台颱風中有造成可能致災降雨事件的颱風個數，折線為由颱風造成的可能致災降雨事件佔颱風個數的百分比。(a)為 1 小時延時、(b)為 6 小時延時、(c)為 48 小時延時、(d)為 72 小時延時。

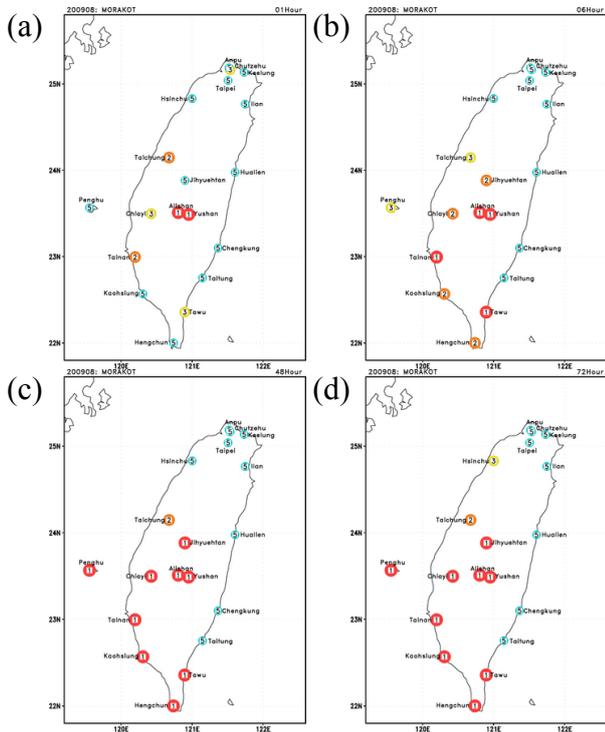
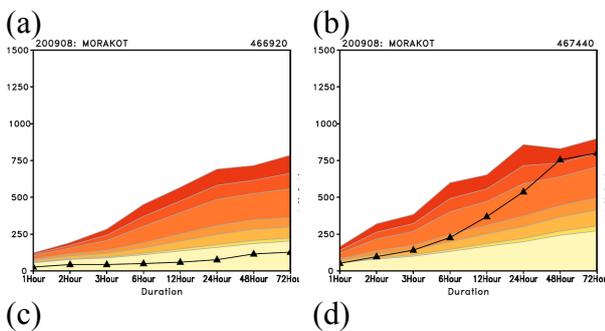


圖 3 各測站不同延時在 2009 年莫拉克颱風侵台期間之降雨分級。(a)為 1 小時延時、(b)為 6 小時延時、(c)為 48 小時延時、(d)為 72 小時延時。



(c) (d)

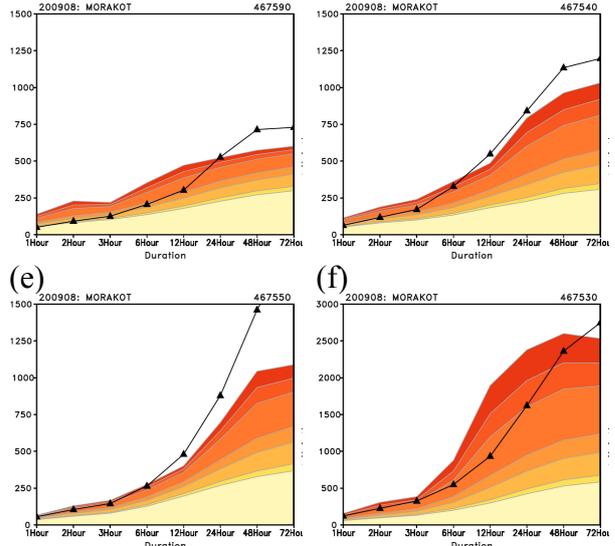
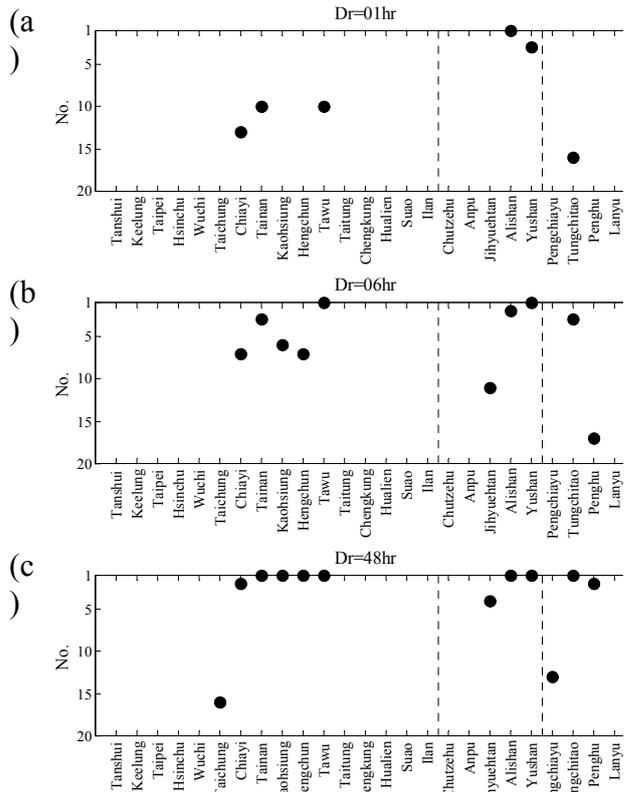


圖 4 以莫拉克颱風的降雨量對應各測站極端降雨分級閾值，背景圖是根據各個測站在不同延時下重現期距為 200、100、50、10、5、2 及 1.5 年的分級閾值所繪，折線的部分即為莫拉克颱風所帶來的雨量。(a)為台北站、(b)為高雄站、(c)為恆春站、(d)為大武站、(e)為玉山站、(f)為阿里山站。



(c)

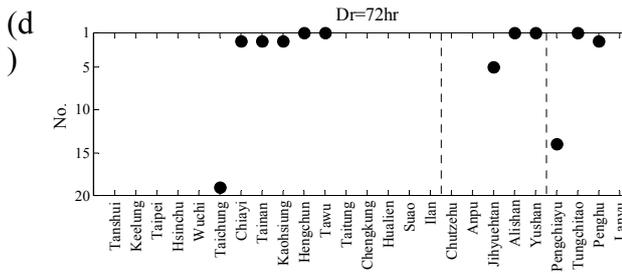


圖 5 莫拉克颱風降雨在歷史上的排序，(a)為 1 小時延時、(b)為 6 小時延時、(c)為 48 小時延時、(d)為 72 小時延時。