

西大武山顯著性降雨分析

中央氣象局 109 年天氣分析與預報研討會

林重光 林雍嵐 林秉煜 黃椿喜

氣象預報中心

中央氣象局

摘 要

近年來隨著自動氣象站的陸續增設，使觀測密度增加，區域氣候特性的分辨度因此得到提升，提高了預報員對於小區域預報的掌握能力，惟針對豪大雨特報的部分，目前由於預報度問題，仍以縣市並分山區平地進行預報，此時縣市內之地理條件特殊的測站，在特定天氣環境條件下，出現其觀測資料與其轄區內之降水特性有顯著性差異的現象，衍生出代表性不足的問題，對災害性天氣預報與區域防災作業上造成一定程度上的困擾。其中在顯著性降雨方面尤以屏東縣泰武鄉的西大武山雨量站最具代表性，對於屏東地區的豪大雨特報發布與區域防災評估有重大影響，因此我們將以此站為例子進行分析，探討其顯著性降雨的成因與氣候條件，以提高該區域應對強降雨災害的能力。

首先針對西大武山附近區域的地理環境進行調查與研究，並以 2014 至 2020 年 7 月的西大武山強降雨個案進行分析，統計出西大武山和鄰近測站的降雨量，以了解發生顯著性降雨時的區域降雨特性。之後挑選出颱風個案研究其環境風場、颱風與西大武山相對方位與距離等關係，總結出西大武山出現顯著性降雨時的氣候條件，並依結論提出對預報和防災單位作業方面的建議。

關鍵字：西大武山、降水特性、顯著性降水、地形降水、區域防災。

一、前言

台灣地形環境多變且地勢陡峭，使降雨的發生經常與地形影響有很大的關係，且降雨的分布與強度也受地形影響甚劇，為提高降雨觀測與預報的掌握能力，近年來氣象局陸續增設自動雨量站，其中包含許多高山站，以提高觀測資料的密度與減少觀測盲區。然而某些區域內地理條件特殊的測站，在特定天氣環境條件下，出現其觀測資料與其鄰近測站之降水特性有顯著性差異的現象，使其無法代表該地區實際降雨情形，對預報與區域防災作業上造成一定程度上的困擾。其中在顯著性降雨方面尤以屏東縣泰武鄉的西大武山雨量站最具代表性。

西大武山雨量站(氣象局測站代碼:C1R61)設立於 2013 年 10 月底，為屏東縣海拔高度最高的測站(1828 公尺)、也是少數靠近中央山脈屏東—臺東段主稜線的測站。設立後屢屢在豪大雨事件中高居屏東、甚至是全國之冠，有時鄰近測站的降雨量甚至連西大武山的一半都沒有，對於屏東地區的豪大雨特報發布與區域防災評估有重大影響。

以 2016 年 10 月 20 至 21 日的海馬颱風外圍環流降雨事件為例(總雨量見圖 1)，當時的降雨以東半部地區為主，然而全台雨量冠軍卻是位於中央山脈西側的西大武山，該站於 20 日 13 時達豪雨門檻(102.5 / 3hrs)，但此時屏東山區其他站僅一站(丹路國小 (81R650) ，44.5 / hr)達大雨門檻，且該事件中西大武山降雨最高

達超大豪雨門檻(571.5 / 24 hrs)，為屏東縣山區 24 小時最大雨量次高的大漢山(01R030)之 2.4 倍左右(236 / 24 hrs，豪雨等級)，這樣極端的顯著性降雨多次引起民眾的質疑，並造成豪大雨特報發布與區域防災評估上的困擾，有鑑於此，本研究將針對西大武山強降雨個案進行研究，並分析西大武山顯著性降雨的可能成因，並依此提出對預報和防災單位作業方面的建議以供參考。

圖 1 2016 年海馬颱風全台總雨量

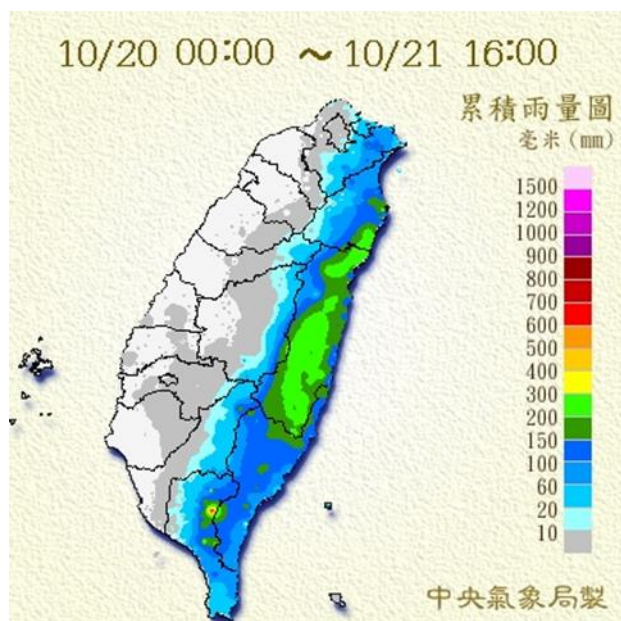
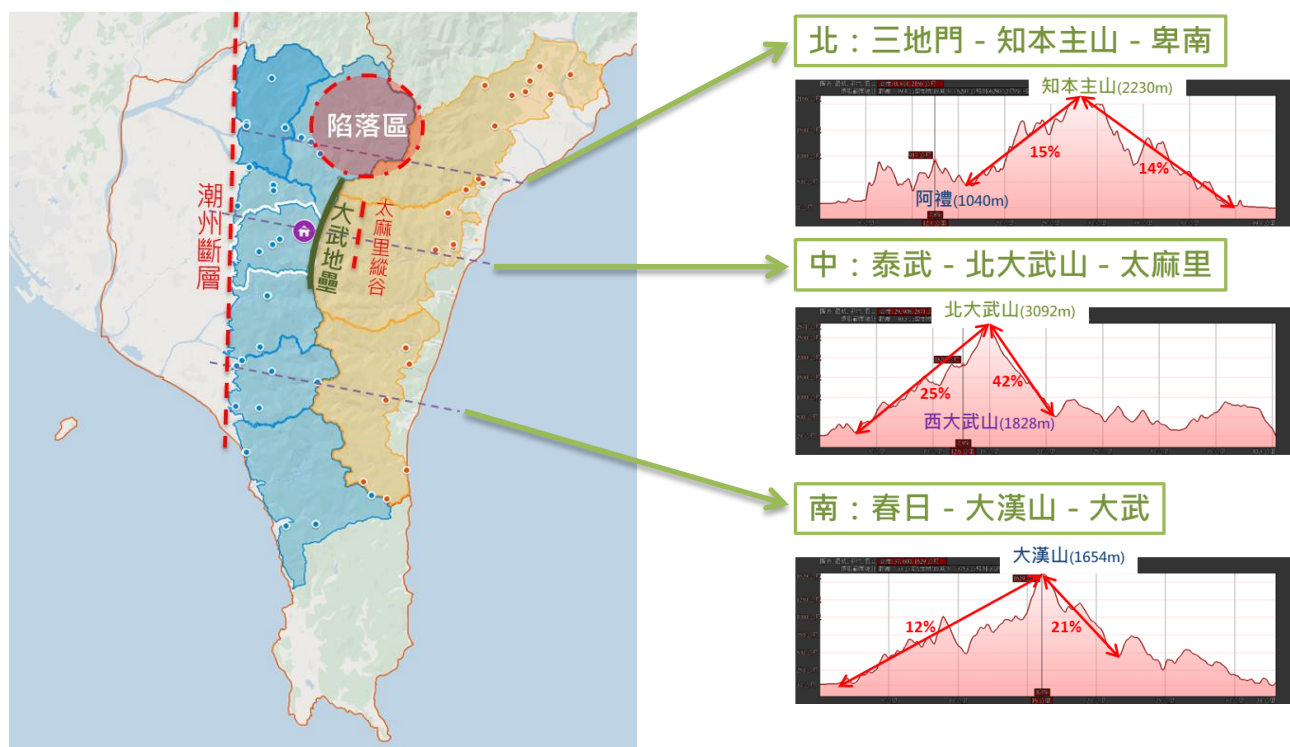


圖 2 參考測站與地勢分析圖



二、地理環境與測站挑選

(一) 地理環境分析：

西大武山位於大武地壘西側，而大武地壘則是台灣地勢最狹窄高聳的山脈段，其中最高點的北大武山(3092 公尺)為屏東－臺東交界上唯一一座海拔超過 3 千公尺以上的高山。大武地壘北面為中央山脈主脊陷落區(1700~2400 公尺)，向南則是地勢較平坦的中央山脈尾段(低於 2000 公尺)，西至潮州斷層與屏東平原分隔，東到太麻里溪上游南北縱谷與東南山塊相臨。

從上述地理環境調查可以了解西大武山雨量站坐落在狹窄而高聳，並靠近山峰主脊的高山測站。陡峭的地形容易出現地形舉升造成局部顯著的降雨，而靠近孤立突出的山體也可能會出現氣流繞山或越山等背風面降雨的情況發生，因此在進行雨量分析時，需同時考慮山脈兩側的屏東與臺東山區測站。

(二) 鄰近測站挑選：

考量到豪大雨特報發布作業，本研究將以特報作業分區中的屏東縣山區與臺東縣山區的測站作為參考站，屏東縣山區測站共有 29 站(不含西大武山)，臺東縣山區扣除距離過遠的北臺東之海端、延平兩鄉的測站後共有 23 站，所有參考站合計共 52 站。測站地圖與地勢分析如圖 2 所示。

三、個案挑選與分析

(一) 個案選取方法：

本研究以 2014 至 2020 年 7 月，共六年半的西大武山雨量資料進行個案篩選，篩選條件為西大武山小時雨量達大雨門檻(≥40mm/hr)且前六小時內無達標視為單一事件，時間範圍則以三小時雨量為零作為起訖時間，依上述條件找出 42 筆強降雨個案，並從中篩選出颱風或 24 時最大雨量大於 200mm 的事件，共計 29 筆，個案起訖時間與統計資料如表 1 所示。

(二) 個案分析

表 1 統計資料包含是降雨事件持續時間(小時)、事件名稱(以颱風警報與特報單文字描述進行命名)、颱風名稱、西大武山總雨量、屏東山區最大總雨量(不含西大武山)與發生測站、南臺東山區最大總雨量(海端、延平兩鄉的測站)與發生測站。這裡我們對顯著性降雨的定義為區域最大雨量除以西大武山雨量低於 60%，將總雨量分布進行四分法分類，分類描述如下：

- A : $\frac{\text{屏東縣山區}}{\text{西大武山}} < 60\%$ 且 $\frac{\text{南臺東山區}}{\text{西大武山}} < 60\%$ (西大武顯著)
- B : $\frac{\text{屏東縣山區}}{\text{西大武山}} < 60\%$ 且 $\frac{\text{南臺東山區}}{\text{西大武山}} \geq 60\%$ (東半部降雨)
- C : $\frac{\text{屏東縣山區}}{\text{西大武山}} \geq 60\%$ 且 $\frac{\text{南臺東山區}}{\text{西大武山}} < 60\%$ (西半部降雨)
- D : $\frac{\text{屏東縣山區}}{\text{西大武山}} \geq 60\%$ 且 $\frac{\text{南臺東山區}}{\text{西大武山}} \geq 60\%$ (全區域降雨)

在這 29 筆個案中，西大武山平均總雨量為 627.1mm，屏東山區最大總雨量平均(不含西大武山)則為 482.6mm (西大武山的 78%)，臺東縣山區最大總雨量平均僅為 292mm (西大武山的 47%)。有 14 筆西大武山的總雨量高居屏東與南臺東山區之冠，甚至有 6 筆資料西大武山降雨在全區域明顯顯著(分類 A)，在降雨分布方面，雖以西半部或全區域降雨為主，但仍有 8 筆資料顯示南臺東山區最大總雨量大於屏東縣山區(不含西大武山)，可見背風面降雨的情形確實有發生的可能。

區域最大雨量部分，可發現屏東縣山區(不含西大武山)最大總雨量的部分有大半落在泰武鄉境內，如果扣除離西大武山最近的泰武鄉測站，屏東縣山區其他測站最大總雨量與西大武山總雨量的差距將進一步擴大，可見西大武山出現強降雨時，約有三分之一的事件屏東縣山區降雨只集中在泰武鄉(分類 A+B)，甚至只有西大武山降雨顯著，不幸的是，由於南臺東山區靠近中央山脈主稜線並無測站，也無法確認是否就是迎風東面降雨(分類 A 也許是因為缺乏臺東山區測站所導致)，所以，進一步分析環境風場也許可以評估分類 A 的成因，而從個案挑選結果發現 29 個事件中有 19 件都有受颱風影響，因此本研究將針對颱風個案進行進一步地分析。

編號	開始時間	結束時間	持續時間(小時)	事件名稱	颱風名稱	西大武山 C1R610	屏東縣山區最大總雨量	南臺東縣山區最大總雨量	分類
3	2014/07/22 10:30	2014/07/24 16:30	54.0	麥德姆颱風	麥德姆	544.5	568 新瑪家	305 土阪	C
4	2014/09/20 00:30	2014/09/22 03:20	50.8	鳳凰颱風	鳳凰	994	631 泰武(1)	656.5 金峰	D
5	2015/05/22 11:00	2015/05/26 15:30	100.5	梅雨鋒面		1319.5	928 泰武(1)	249.5 土阪	C
7	2015/07/06 01:20	2015/07/09 02:20	73.0	蓮花颱風	蓮花	612	422 壽卡	498.5 土阪	D
8	2015/08/08 02:40	2015/08/09 14:30	35.8	蘇迪勒颱風	蘇迪勒	709.5	778 泰武(1)	239 南田	C
10	2015/09/28 15:10	2015/09/29 13:30	22.3	杜鵑颱風	杜鵑	306	347 尾寮山	40.5 土阪	C
12	2016/06/10 02:50	2016/06/11 17:30	38.7	西南氣流		332.5	438 舊泰武	148.5 壽卡	C
13	2016/07/07 22:50	2016/07/10 03:10	52.3	尼伯特颱風	尼伯特	391	636 大漢山	557 紹家	D
14	2016/07/31 18:30	2016/08/02 05:20	34.8	妮妲颱風外圍環流	妮妲	489	153.5 舊泰武	253 紅葉山	A
15	2016/09/13 22:10	2016/09/15 14:30	40.3	莫蘭蒂颱風	莫蘭蒂	833.5	638 大漢山	679 南鵝	D
16	2016/09/27 02:40	2016/09/29 01:50	47.2	梅姬颱風	梅姬	631	807.5 尾寮山	290 紹家	C
17	2016/10/06 00:20	2016/10/06 12:30	12.2	艾利颱風	艾利	188.5	64 舊泰武	131.5 金峰	B
18	2016/10/19 22:50	2016/10/21 15:50	41.0	海馬颱風外圍環流	海馬	643	173.5 瑪家	141 金峰	A
19	2017/06/01 06:20	2017/06/04 18:00	83.7	梅雨鋒面+西南氣流		1188.5	652.5 瑪家	305.5 土阪	A
20	2017/06/16 15:10	2017/06/17 17:40	26.5	梅雨鋒面+西南氣流		319.5	196 舊泰武	76.5 南田	C
22	2017/07/29 09:00	2017/07/31 23:20	62.3	尼莎颱風+海棠颱風	尼莎+海棠	906.5	925 大漢山	423 土阪	C
23	2017/08/21 22:30	2017/08/22 22:00	23.5	天鴿颱風	天鴿	438.5	178 泰武(1)	236.5 知本	A
24	2017/10/13 07:40	2017/10/16 09:10	73.5	卡努颱風外圍環流	卡努	1413	666 泰武(1)	867.5 利嘉	B
26	2018/06/14 08:10	2018/06/15 13:00	28.8	凱米颱風	凱米	280	436 新瑪家	261 土阪	D
27	2018/06/17 07:50	2018/06/20 19:10	83.3	TD-09		610.5	636 泰武(1)	273 紹家	C
28	2018/07/01 13:10	2018/07/02 19:40	30.5	對流雨		280	283 泰武(1)	60.5 壽卡	C
31	2018/08/23 00:50	2018/08/24 21:10	44.3	0823豪雨事件(TD-26)		621.5	731 尾寮山	128 紹家	C
32	2018/09/14 22:10	2018/09/17 07:30	57.3	山竹颱風	山竹	1512.5	546.5 舊泰武	276 金針山	A
34	2019/07/11 08:20	2019/07/11 21:10	12.8	對流雨		107.5	127 新來義	34 壽卡	C
37	2019/08/10 10:20	2019/08/11 17:50	31.5	利奇馬颱風	利奇馬	378.5	196 泰武(2)	125 紹家	A
38	2019/08/12 02:30	2019/08/12 08:10	5.7	西南氣流		71.5	88 尾寮山	2.5 金峰	C
40	2019/08/14 23:20	2019/08/15 22:20	23.0	西南氣流		459.5	337.5 尾寮山	35 南田	C
41	2019/08/24 03:20	2019/08/25 11:50	32.5	白鹿颱風	白鹿	590	456 土文	689 金針山	D
42	2020/05/21 01:30	2020/05/23 11:40	58.2	梅雨鋒面		857	957.5 大漢山	486.5 達仁林場	C

表1 西大武山降雨個案統計表

四、環境風場—颱風個案分析

為了評估颱風對西大武山的影響，本研究將針對颱風個案進行分析，挑選方法為篩選出每個颱風事件（含 0823 豪雨事件）的強降雨時段（時雨量 $\geq 40\text{mm}$ ），並統計強降雨時段小時雨量變化與颱風位置、方位的關係圖，成果見圖 3。圖 3 灰色路徑為造成西大武山出現強降雨的颱風路徑，有色路徑為強降雨時段（顏色用於區分颱風），從中可以發現，如果颱風外圍雲系過於龐大，或有東北風共伴的情況下，即便颱風距離西大武山超過 200 公里，仍會使西大武山出現強降雨。

因此我們接著研究颱風距離、相對方位與西大武山顯著性降雨關係(圖 4、圖 5)，其中百分比表示屏東山區(不含泰武鄉)最大小時雨量與西大武山小時雨量地比值，越小代表西大武山降雨越顯著。可以發現西大武山與暴風圈距離大於 100 公里者，西大武山相較於屏東縣山區其他測站(不含泰武鄉測站)有顯著性降雨，且顯著性降雨多在颱風位於西大武山南方(從西至東南方向為主)發生。

最後，我們繪製顯著性降雨與颱風位置圖(圖 6)。圖中紅色標記表示颱風位於該處時屏東山區(不含泰武鄉)最大小時雨量與西大武山小時雨量地比值小於 60%(西大武山顯著性降雨)；綠色表示介於 60~100% (第五類路徑颱風，西大武山降雨略多)；藍色表示大於 100%。可以發現西大武山以南為顯著降雨為主；西大武山以北則偏向均衡降雨、比鄰近較為多為主。

從上述成果可知西大武山無論是偏東風或偏西風降雨都有可能會出現強降雨的情況，所以在背風面降雨時西大武山就會出現顯著性降雨，且即便颱風距離西大武山甚遠，西大武山也會受颱風外圍環流及環境氣流場影響而出現強降雨。因此，我們將西大武山顯著性降雨成因歸類為以下幾點因素所導致：

1. 地形舉升加上靠近主稜線導致降雨強度較強。
2. 西大武山相較於鄰近站，降雨通常較早發生，較晚結束，因而導致總雨量較大。
3. 背風面降雨（東半部降雨）時由於缺乏臺東地區靠近中央山脈主稜線的雨量站，因此只記錄到西大武山有明顯雨勢。

圖 3 強降雨時段颱風路徑圖

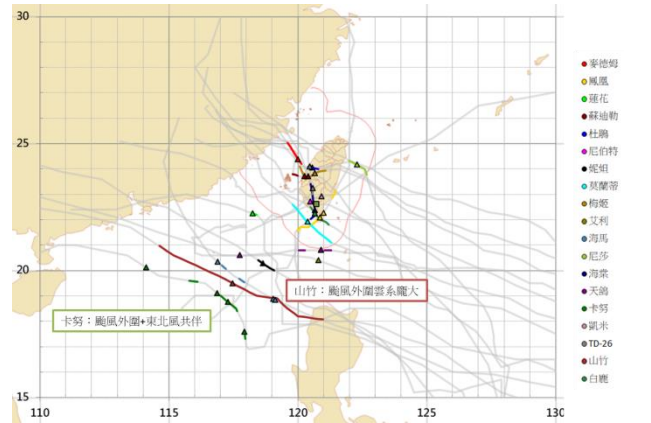


圖 4 颱風距離與西大武山顯著性降雨關係

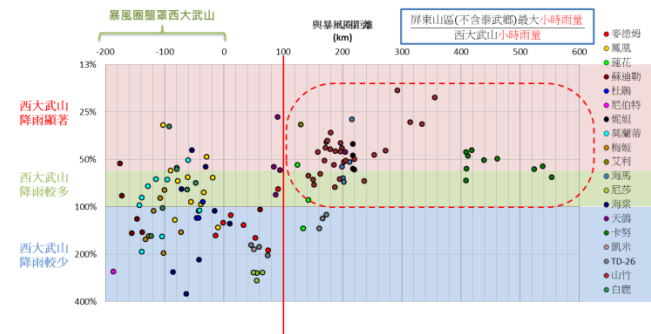


圖 5 颱風距離與西大武山顯著性降雨關係

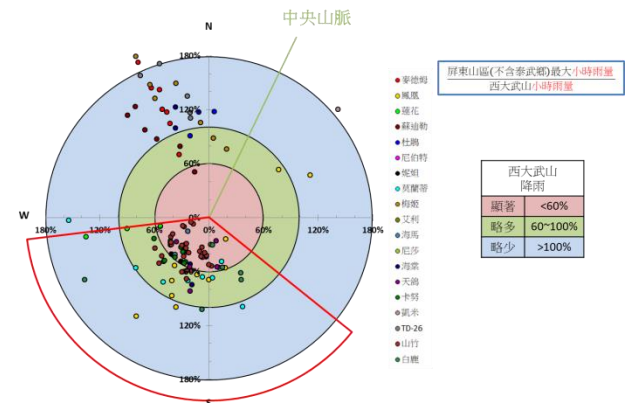
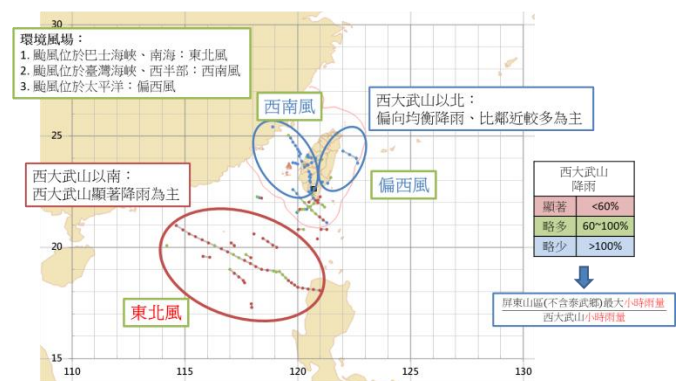


圖 6 顯著性降雨與颱風位置圖



五、結論與建議

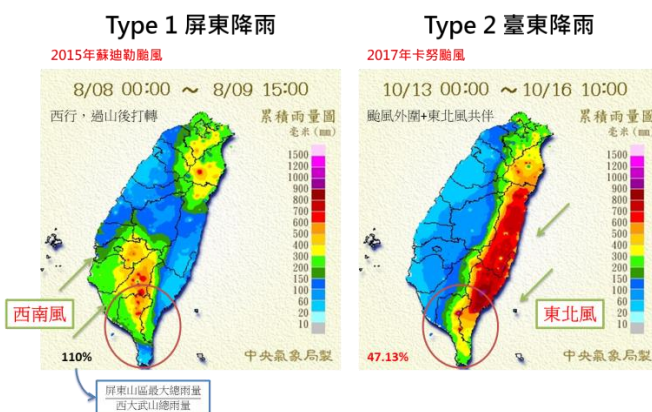
(一) 結論

大武山脈地區因地勢陡峭，易因地形舉升而產生(與鄰近測站相比)較強的降雨，又因靠近中央山脈主稜線，可能出現東風環境下背風面降雨的情況，因此我們將西大武山降雨類型分為以下兩類。

Type 1：當環境風場吹偏西風時(如位於臺灣西部的颱風、梅雨鋒面、西南氣流等)，主要雨區集中在中央山脈西側，此時西大武山與屏東縣瑪家、泰武等地的測站降雨差異並不太大，雖有少數個案西大武山雨量仍偏多，但是多數能代表屏東縣山區的降雨情況。

Type 2：當環境風場吹偏東風時(如第五類路徑颱風、東北風)，主要雨區集中在中央山脈東側(臺東地區)，此時西大武山測站可能會觀測到山脈東側過山的降雨，但此時中央山脈西側(屏東地區)其他測站大都無明顯降雨，因而導致西大武山有明顯高於屏東縣山區其他測站的降雨量，造成在天氣預報與防災作業上的困擾，但也因南臺東地區並無靠近中央山脈主稜線之測站，此時西大武山的降雨量反而對臺東地區較有代表性。

圖 7 總結降雨類型



(二) 建議

西大武山因行政區劃而分屬於屏東縣山區，然通過本研究顯示西大武山在降雨特性上較為模糊，因此建議預報與防災單位作業參考如下：

1. 預報中心：

特報發布與區域雨量預報時，如以東半部降雨為主，可視情況加註文字描述西大武山對臺東地區的代表性。

2. 屏東縣防災單位：

建議多考量西大武山鄰近測站(如泰武一、舊泰武、瑪家)的降雨量，並視是否以東半部降雨情境來決定排除掉西大武山與否。

3. 臺東縣防災單位：

由於南臺東地區靠近中央山脈主稜線的雨量站缺乏，東半部降雨時，可考慮將西大武山降雨量用於區域災防評估(西大武山強降雨也許可以用來做太麻里溪洪水評估)

參考文獻

鄭凌文、游政谷，2014：“北台灣大屯山區密集降雨觀測研究—東北季風環境下之地形降水分析”。大氣科學第四十二期第一號。

廖啟勳，2005：“地形降水對於環境條件與地形特性之敏感度測試：2維理想地形模擬研究”，國立中央大學碩士論文。

陳品好、沈里音，2018：“中央氣象局所屬雨量站群集分析”，107年天氣分析與預報研討會，中央氣象局。

Houze, R. A., Jr., 1993: Cloud Dynamics. Academic Press, 573pp.