

台灣地形與雨量分布關係之研究

劉 廣 英

空 軍 氣 象 聯 隊

摘 要

地形對降水有很大影響。根據作者等的研究獲知，此種影響不但及於降水發生的先後、雨量的大小與分布，且導致台灣地區一些半永久性的大雨中心。本研究即利用民國65至70（1976~1981）年本省西部地區有顯著雨量的個案進行分析，以瞭解區內地形對大雨分布的貢獻。研究中不但考量到大雨時的綜觀天氣圖型態及低層（850 m b）的風向風速，並選取與地形配合之分析線做降水量的分析，以瞭解氣流方向、地形高低與降水起止時間、大小，以及降雨量分布的關係。而後並將各線上的歷次個案合併作合成分析，以找出地形與降水關係的重要特徵。由於本省西北與西南部降水時機及分布有差異，故在本文中個案及合成個案分析均分別辦理，而後並做對比，以期確保兩地降水特徵並能瞭解兩地降水特徵差異的成因。結果顯示，地形對降水的影響，主要來自地形對氣流的迫舉及滙流作用，即與地形與氣流兩者的對應關係密切相關。

最後本文並以數值模擬探討各項因子對降水影響的程度，結果顯示風場的作用最大。

一、前 言

曲與劉（1983）針對台灣地區豪雨及暴雨特殊分布之成因進行研究的結果顯示，欲掌握區內區域性大雨是否有可能發生以及將發生於何處？至少需檢查三項資料或狀況，即（一）綜觀尺度的條件是否合適？（二）中間至中小尺度系統有無可能發展或移入？

（三）地形及低層局部環流的配合恰當與否？這也就是說，研究區內一地雨量的多少，除受大氣條件影響外，地形亦為重要因素。

地形對雨量分布的影響來自（Brownig & Hill, 1981；Hill & Browning, 1981）：（一）地形對氣流的迫舉及合流作用，（二）地表的熱效用（thermal effect），以及（三）不同地面的摩擦力變化。就台灣地區的降水分布而言，以上三種作

用都具有很明顯的貢獻(曲與劉, 1983; 劉與陳, 1981; Chen & Liu, 1981)。不過, 台灣為一海島, 而其中央山脈的分布大致是中高南北略低, 加以氣流與山脈的關係也時有變化, 影響也就不盡相同。在另一方面來說, 上述三要素對降水貢獻的大小尚需考量(一)氣流方向與山脈走向間的關係; (二)下對流層的風向風速; (三)低層大氣的水汽含量; 以及(四)大氣的穩定度。當氣流與地形交角大、風速又較強而大氣低層含水汽量充沛且穩定度低時, 三者的貢獻就大, 反之則小。這也就是說, 地形對降水量與降水分布的影響, 看似簡單實係一相當複雜的問題。

二、資料來源與處理方法

本研究原計畫係依據曲與劉(1982; 1983)分析民國65年至70年台灣地區15次大雨個案之時雨量資料, 配合相對時間之綜觀尺度低層(850 mb)平均盛行風向風速, 分析不同高度測站之降雨量進而瞭解雨量隨時間與空間的變化情形。惟經檢查各測站降水記錄, 發現部份個案有下述缺陷, 即(一)資料欠缺太多致無法比較平地與山區之雨量; (二)雨量記錄偏差甚大; (三)日雨量雖達100 mm以上, 但時雨量不夠大, 同時有部份個案甚為類似, 故實際在

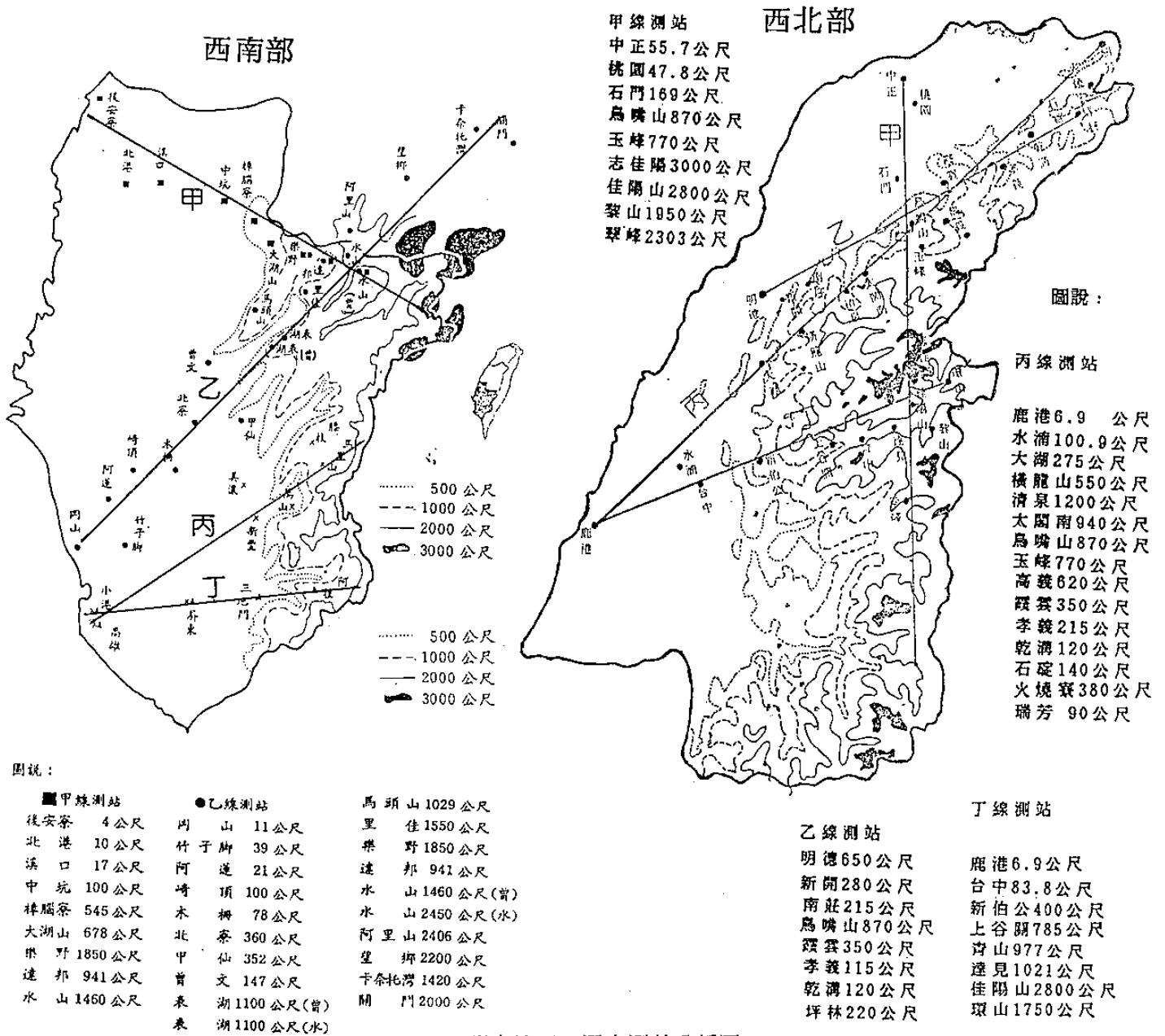


圖 1 研究地形及選定測站分析圖

西南部僅選出個案 8 次，西北部則為 13 次，此等個案將用於合成分析，並選其要者於個案分析中討論之。

研究中分析之範圍西南部為濁水河流域至高屏河流域，包括彰化地區及嘉南地區，西北部則自兩區相交線向東北至瑞芳，如圖 1 所示。圖中標繪特性等高線 500 公尺、1000 公尺、2000 公尺及 3000 公尺，以便顯示山區測站高度及附近地形之相關位置，並以此區發生大雨時之盛行低層風向（以馬公及東港探空 850 m b 風向為標準）與地形爬升方向，配合測站之分布在西南部選定甲、乙兩條線，分別分析此二線上雨量隨高度之增減狀況。其中，甲線為自沿海之後安寮、北港、溪口等站，大致自西（沿海）向東（山區）延伸至曾文水庫上游之樂野、達邦、水山等測站之剖面；乙線則自岡山沿海測站向東北東經曾文水庫下游之曾文站及曾文水庫中上游之馬頭山、表湖、樂野、水山，並越過分水嶺後之阿里山，望鄉至卡奈托灣及關門。此兩條線的選定，除配合測站分布狀況外，主要的目標有二：即比較(一)不同地形，及(二)地形走向與降水量分布之關係，以瞭解地形對雨量增減之作用，在西北部則根據(一)可涵蓋區內主要風向；(二)沿線測站較多；(三)雨量紀錄較齊全；(四)與分析西南部大雨時狀況儘量配合。至於西北部則按相同標準選定分析線三條（參閱圖 1），在本文中並僅介紹合成分析的結果；兩區降水分布的比較亦以合成分析結果為準。

三、個案分析

地形對降水的影響因大氣本身的條件不同而有所改變，因而每次降水時的狀況均不盡相同。就以本文所分析之諸次個案而言，亦顯示降水的空間分布以及大雨中心的發生地都不一樣。不過，有些個案分析結果還是甚為相似，故在個案中謹選擇差異大者加以介紹，而在兩區對比分析中則以合成個案為準，以瞭解其通性。以下謹先就兩區狀況分別介紹之。

(一)西南部大雨之空間分布

1 甲（西→東）線部份：

(1) 65 年 8 月 9 日 - 10 日單峯個案

圖 2 為本個案時雨量分布（圖左邊之縱座標上

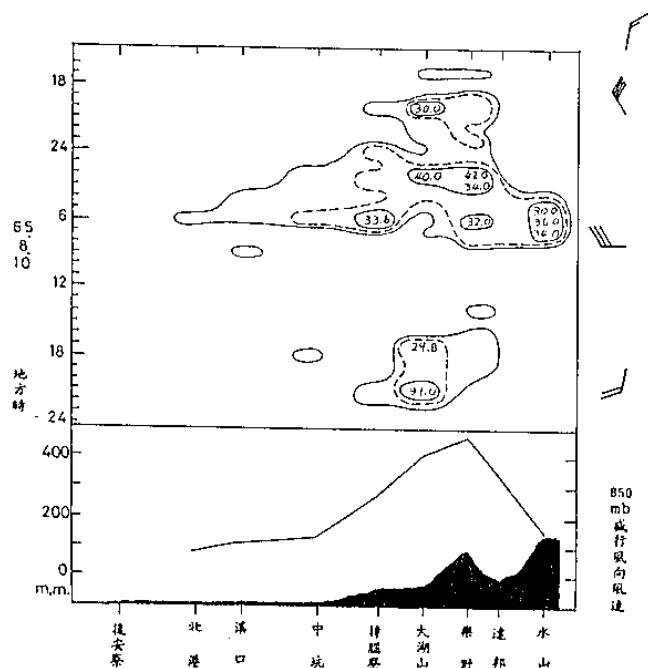


圖 2 民國 65 年 8 月 9 日至 10 日西南部甲線雨量分布圖

半部自上而下之數字為地方時間，下半部則為雨量）。圖中粗實線為時雨量 ≥ 30 mm，虛線為時雨量 ≥ 20 mm，細實線為時雨量 ≥ 10 mm，時雨量未達 10 mm 者未予繪製。圖下方之實曲線為該次個案期間各測站之總雨量連線，由其分布可見雨量與地形（圖中黑色區所示）關係密切。其次，在圖之右方繪有該個案期間低層（850 m b）之盛行風向與風速。由此個案顯示，當風向由北北東轉為西北（約 340° ）時，迎風面之大湖山、樂野雨量驟增（參閱圖 1 之地形等高線）。其中風向由 340° 轉至 270° 之 12 小時期間，又為主要降雨時段。當風向由西風轉為南向風且風速減小時，降雨即顯著減少。此期間風速上之顯示係由 30 KTS 減弱為 20 KTS，惟在南南西風 20 KTS 期間，樟腦寮、大湖山及樂野等地仍有數小時之大雨。按地形（圖 1）分析，大雨發生時低層氣流與地形幾近垂直，且風速在 30 K T S 以上時有明顯的迫舉

作用。因而圖 2 中總雨量隨高度而增加之現象相當顯著。經查對表一之降雨量可見海拔 678 公尺之大湖山雨量為近平地測站北港與溪口雨量之 4.4 倍，海拔 1850 公尺之樂野則高達 5 倍。不過，自樂野以

後（達邦與水山）雨量不但不再增加反倒減少，此現象應係氣流通過第一座山頭後下沉穩定度增大以及空氣中水份減少所致。

表一 甲線各個案雨量統計表

日期	後安寮 4	北港 10	溪口 17	中坑 100	樟腦寮 545	大湖山 678	樂野 1850	達邦 941	水山 1460
65.8.9. — 65.8.10.	—	80.6	110.5	138.8	277.0	414.3	474.0	—	153.0
66.7.25. — 66.7.26.	—	372.6	101.3	99.5	416.1	562.8	440.0	482.0	474.8
66.7.31. — 66.8.1.	—	—	—	—	184.1	199.0	308.0	317.5	193.0
67.7.31. — 67.8.2.	19.1	17.2	—	130.0	342.0	505.5	702.0	596.3	741.0
67.9.11. — 67.9.12.	—	—	—	157.0	145.5	116.0	94.0	74.1	89.5
68.8.14. — 68.8.17.	—	205.0	173.1	87.4	248.0	347.0	273.0	544.5	166.5
68.8.23. — 68.8.25.	—	207.8	290.0	268.3	319.5	407.8	622.0	1045.9	505.0
69.8.27. — 69.8.28.	124.6	254.0	214.6	241.3	532.5	—	623.0	516.0	444.0
總雨量	143.7	1137.2	889.5	1122.3	2464.7	2552.4	3536.0	3576.3	2766.8
平均雨量	71.85	189.53	177.90	160.32	308.09	364.63	442.00	510.90	345.85

圖 3 為本個案之地面天氣圖。由圖可見，豪雨發生時畢莉 (Billie) 颱風正經過本省北部。區內風向變化係由颱風環流所引起，而豪雨亦正為颱風向本區引進暖濕氣流之時。

(2)66年 7 月 25—26 日沿海副中心型個案

圖 4 為該個案時雨量分布。除大湖山一站在東北風時曾有一小時雨量達 54.5 mm 外，其他地區均在風向轉至 340° 時才有顯著大雨發生。由於賽洛瑪 (Thelma) 颱風自台灣南端登陸後，沿嘉南平原北上 (圖 5)，故低層盛行風向迅速由北轉為西南向，風速在 25 K T S 時，有相當可觀之雨量，至風速減弱至約 10 K T S 雨勢即減弱。此個案較特殊之處為海拔僅 10 公尺之北港，在 7 月 26 日凌晨 (地方時) 至中午時段，雨量特別大。在其東方海拔亦僅 17 公尺之溪口及海拔 100 公尺之中坑，卻無顯著大雨發生。初步分析此為颱風登陸我國大陸後，西南氣流自海山進入陸地，由於海陸摩擦效用的不同 (劉、陳，1981)，形成局部對流，而對流雲系又適經北港上空所致。此外，該局部性豪雨與中尺度對

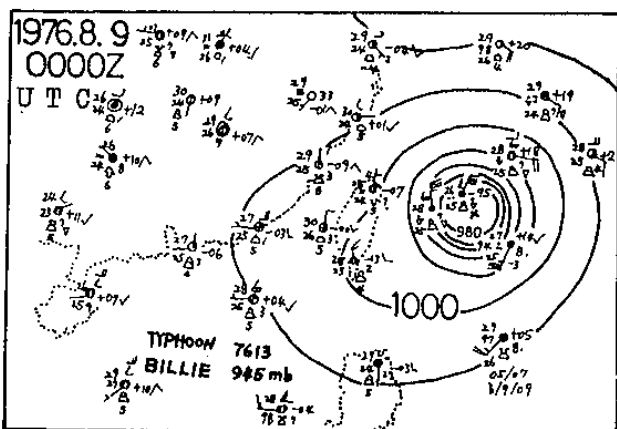


圖 3 民國 65 年 8 月 9 日 0000 UTC 地面圖

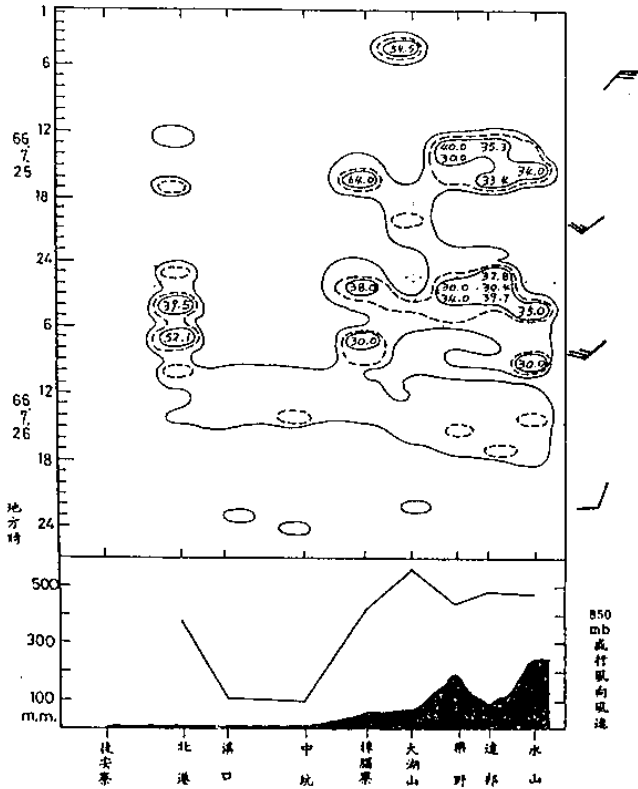


圖 4 民國 66 年 7 月 25 日至 7 月 26 日 A 線雨量分布圖

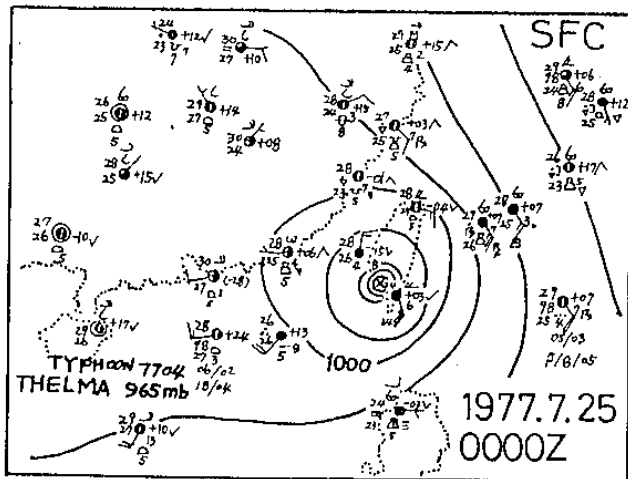


圖 5 民國 66 年 7 月 25 日 0000Z 地面天氣圖

流系統(陳、紀與謝, 1982; 曲與劉, 1983)亦有密切關係。除此之外, 由圖 4 下方總雨量與地形剖面顯示, 除北港雨量特大外, 雨量分布與地形仍相當配合。但與個案 1 比較有兩大異點, 即(一)最大雨量發生在半山腰, 亦即海拔 678 公尺的大湖山, 總雨量為海拔 17 公尺之溪口與海拔 100 公尺之中坑的 5.6 倍; 而海拔 1850 公尺的樂野則僅為該二站的 4.4 倍。(二)過了樂野後總雨量不減反增, 即有一第二高峯在達邦與山水間的山坡處。由此二點差異可

知低層風向不同時降水分布會改變, 而且此個案發生時大氣穩定度應較小, 空氣中的水氣含量則較大, 致略有抬升即形成旺盛的對流而生大雨。同時, 在低層盛行西南風時, 達邦與山水間山坡處, 氣流滙合且處於迎風面, 故雨量較多。

(3) 67 年 7 月 31 日至 8 月 2 日雙峯型個案

本個案之總雨量曲線與所選剖面圖高度變化相位完全一致(圖 6), 降水時間前後達三天。由於綜觀天氣型態是因范迪(WENDY)颱風北移至東海, 南方雲帶受颱風牽引北移形成之大雨現象(圖 7), 故低層之盛行氣流風向變化較少, 始終保持在 $250^{\circ} \sim 270^{\circ}$ 之間, 但風速則有較大幅度之變化。雨量的變化與風速關係密切; 雨量較大時期, 風速均在 25 K T S 以上, 而當風速下降時雨勢隨之減弱。綜合三天之總雨量分布, 海拔 1850 公尺之樂野站為沿海之後安寮及北港之 38 倍之多, 而為平原地區之氣象局嘉義測站(海拔 26.8 公尺, 雨量 44.1 mm)與空軍嘉義測站(海拔 32 公尺, 總雨量 37

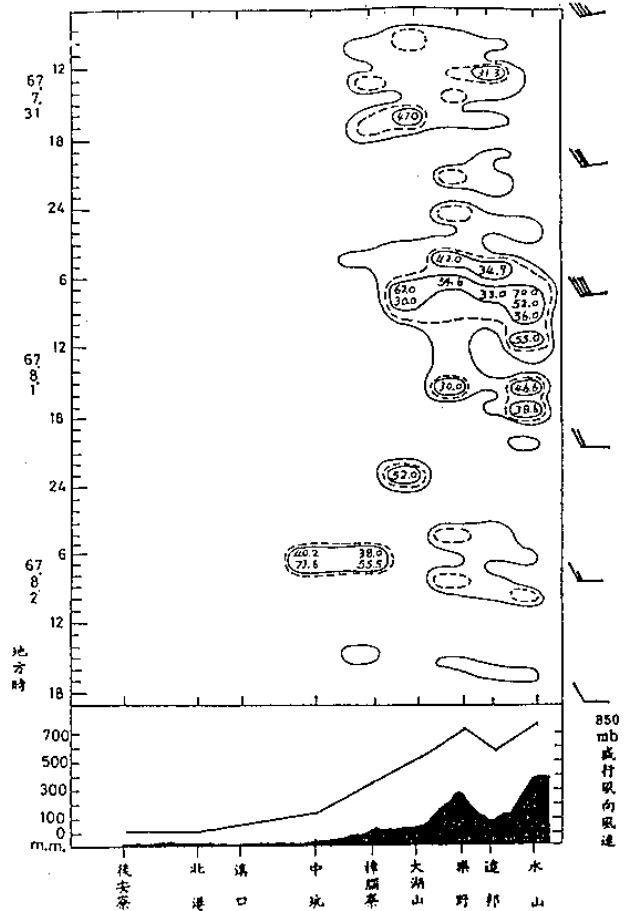


圖 6 民國 67 年 7 月 31 日至 8 月 2 日甲線雨量分布圖

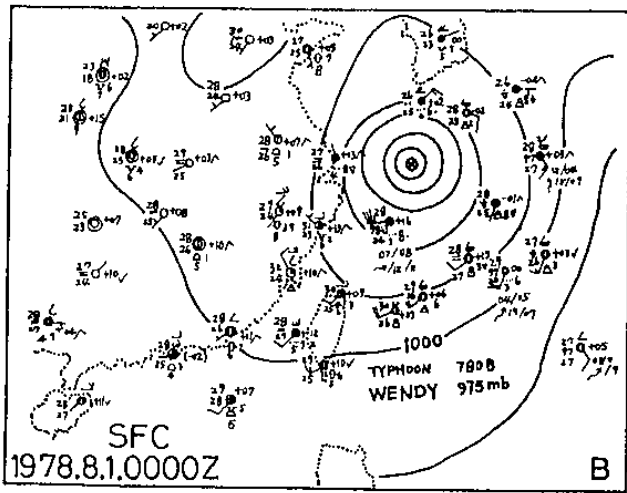


圖 7 民國 67 年 8 月 1 日 0000Z 地面天氣圖

mm) 之 17 倍；為海拔 100 公尺中坑站之 5.4 倍。由此可見，當颱風位於台灣北部外海時，本省西南部山區因處在迎風面上，雨量高出沿海或平原地區甚多，應予特別注意。

此個案與 65 年 8 月 9 - 10 日 (圖 2) 個案之主要差異在於水山站的雨量較其他各站多，並與樂野形成雙高峯分布曲線。

2 乙 (西南-東北) 線部份：

本線的測站自岡山經曾文水庫及其集水區而至阿里山，大致成西南至東北東走向。在地形上平均來說則正是西南氣流自海上進入內陸成逐漸爬升之勢，惟自曾文水庫以上山坡峻峭 (見附圖 1)，對暖濕氣流的迫壓作用以及所引起之上升運動較大。凡此均與降水量及其分布有密不可分之關係。以下謹再將前述 8 次大雨個案沿本線上的分布情形重加分析，以進一步探討降水與地形之關係，並與甲 (西→東) 線的分析結果相比較找出其異同點。有關沿本線各測站歷次個案的總雨量請參閱表二。

(1) 65 年 8 月 9 - 10 阿里山大雨個案

本個案的綜觀型勢、降水分布以及沿線的地勢高低分別如圖 3 及圖 8 所示。由圖 8 可見，在本次個案中沿岡山至關門這條分析線上，有三個大雨中心分別在竹子腳、樂野以及阿里山，而三者的累積雨量則係隨著地形的升高而向東北增加；阿里山的總雨量是樂野的 1.5 倍，是竹子腳的 3 倍 (見表二)。其次根據同圖可知本次大雨的時空分布還有以

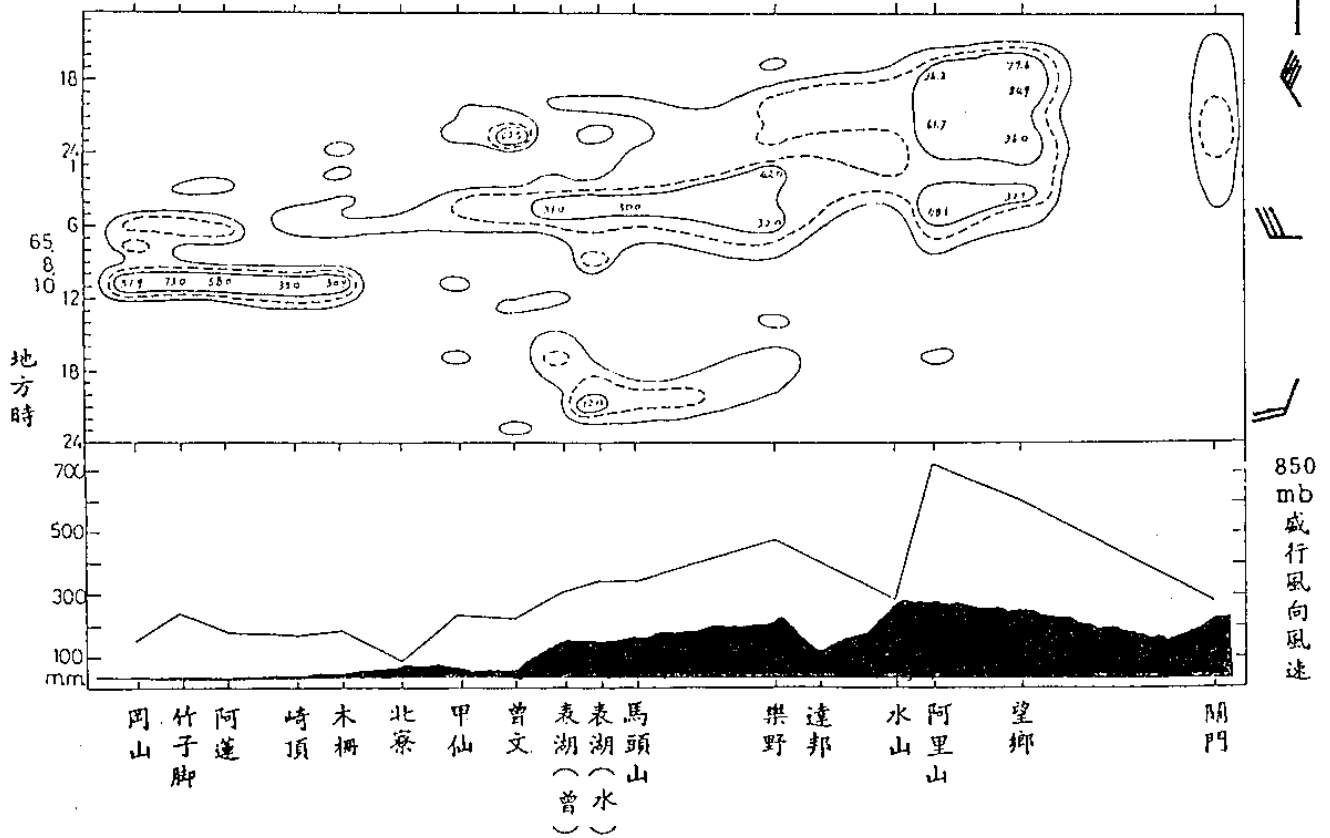


圖 8 民國 65 年 8 月 9 日至 8 月 10 日乙線雨量分布圖

下的特點：

a 大雨開始之風向在北風轉至北北西風再轉為西風的時段內，風速在 30—40 K T S 間；待風向轉至西南風時風速已降至 20 K T S，大雨乃停。

b 分水嶺以外之地區雖仍有相當豐沛的雨量，但隨着地形降雨量即迅速減少。

c 進一步比較圖 8 與圖 2，即可清晰看出雖在同一系統影響下，由於測站地形之不同，降水量的

表二 乙線各個案雨量統計表

測站(海拔高度, 公尺) 日期	岡 山 11	竹 子 腳 39	阿 蓮 21	崎 頂 100	木 柵 78	北 寮 360	甲 仙 352	曾 文 147	表 湖 (曾) 1100	表 湖 (水) 1100
65.8.9. — 65.8.10.	169.8	244.7	186.0	171.9	187.9	80.6	236.4	229.5	311.0	341.7
66.7.25. — 66.7.26.	295.6	—	364.0	—	561.7	—	669.5	561.8	485.0	664.3
66.7.31. — 66.8.1.	5.5	—	—	—	—	—	—	71.1	200.0	212.7
67.7.31. — 67.8.2.	10.1	—	—	68.1	—	—	409.6	376.2	806.0	—
67.9.11. — 67.9.12.	13.2	—	—	—	54.9	—	154.0	124.6	96.0	—
68.8.14. — 68.8.17.	130.5	158.5	238.0	198.6	260.3	205.0	322.5	332.5	238.0	—
68.8.23. — 68.8.25.	82.8	—	152.5	228.2	288.5	—	507.0	243.5	458.0	—
69.8.27. — 69.8.28.	51.2	—	—	—	—	254.0	323.0	266.0	359.0	—
總雨量	758.7	403.2	940.5	666.8	1353.3	539.6	2622.0	2205.2	2953.0	1218.7
平均雨量	94.8	201.6	235.1	166.7	270.7	179.9	374.6	275.6	369.1	406.2

續表二

測站(海拔高度, 公尺) 日期	馬 頭 山 1029	里 佳 1550	樂 野 1850	達 邦 941	水 山 (曾) 1460	水 山 (水) 2450	阿 里 山 2406	望 鄉 2200	卡 奈 托 灣 1420	關 門 2000
65.8.9. — 65.8.10.	348.0	—	474.0	—	153.0	285.0	726.9	606.0	—	287.0
66.7.25. — 66.7.26.	520.0	659.0	553.0	591.2	475.0	164.0	509.4	190.4	—	—
66.7.31. — 66.8.1.	198.0	—	308.0	329.9	193.0	235.0	401.4	339.4	—	—
67.7.31. — 67.8.2.	584.0	609.4	701.3	597.3	741.0	722.1	988.8	326.2	34.0	44.0
67.9.11. — 67.9.12.	207.0	—	94.0	74.1	89.5	70.0	92.1	—	42.5	—
68.8.14. — 68.8.17.	476.0	—	273.0	544.5	166.5	197.0	398.4	304.7	288.0	—
68.8.23. — 68.8.25.	545.0	686.0	622.0	1046.9	506.0	410.0	676.8	307.4	—	—
69.8.27. — 69.8.28.	406.0	—	623.0	516.0	444.0	257.0	595.7	448.0	221.0	172.0
總雨量	3284.0	1954.4	3648.3	3699.9	2768.0	2340.1	4389.5	2522.1	585.5	503.0
平均雨量	410.5	651.5	456.0	528.5	346.0	292.5	548.6	360.3	146.4	167.7

空間分布會有明顯的變化——甲線是自西向東約垂直於中央山脈，地形陡雨量隨地形變化急；而乙線則自西南向東北，地形是漸升的，雨量變化也大致是漸增的。

(2) 68年8月23-25日山谷多雨型個案

本個案之綜觀天氣型態請參閱圖9。圖10是本

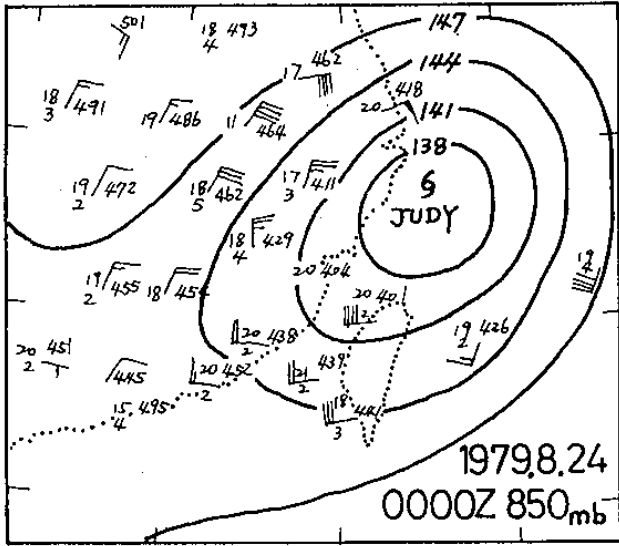


圖9 民國68年8月24日0000Z 850MB圖

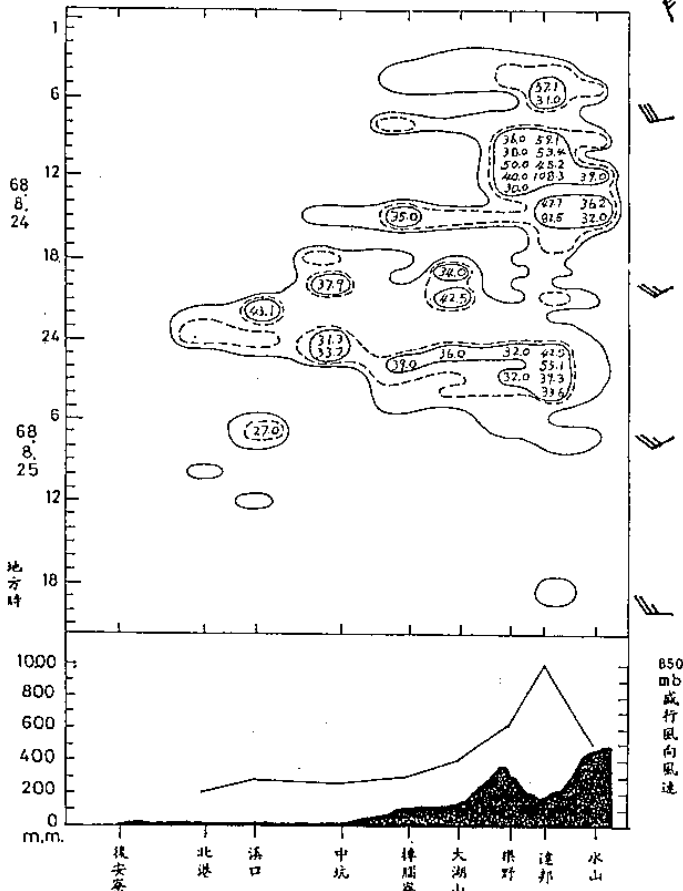


圖10 民國68年8月23日至8月25日甲線雨量分布圖

次降雨量的時空分布，由圖可見最大的大雨中心在袋形谷地「底」部的達邦。除此之外，下述三項亦為本個案的重要特徵：

(a) 風向自北風轉至北北西風時開始大量降水，而整個大雨期間 850 m b 均保持 25~30 K T S 之西南風（見圖10）

(b) 因西南氣流合流及被迫抬升之雙重作用，使得最大的大雨中心發生在達邦。

(c) 山區之雨量（海拔1850公尺樂野 622 mm；海拔1460公尺水山站 506 mm）為近海地區（岡山 82.8 mm；阿蓮 152.5 mm）之 4.8 倍（表二）。

3. 合成分析

為了進一步瞭解個案分析結果是否為研究區內雨量分布的通性，特將以上甲乙二線及另外自小港經新豐至馬里山（丙線）及由小港經三地門至阿禮（丁線）兩條線（見圖1）上所有個案中各個測站的降雨量取算數平均，做成平均圖即合成分析圖，所得結果應可視為研究區內降雨量受地形影響的一般性特徵。唯由於受到雨量記錄不足的影響，在甲乙丙丁四條線上分別只做了 8, 8, 5 及 7 次個案分析，合成分析也就以各相關個案數為準以確保二者間的關係。表一條沿四條分析線各測站歷次個案的平均雨量，圖11則是雨量隨高度與地形變化的平

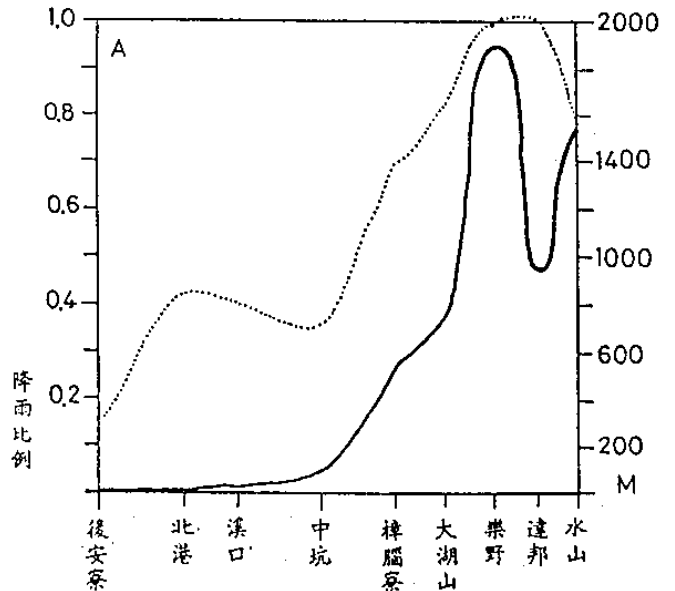


圖11—A 甲線測站剖面降雨比率圖，橫座標測站分布，縱座標為測站高度（粗實線，右方數值）及降雨比例（各測站與最大降雨站之比）（左方數值）（八個個案平均）

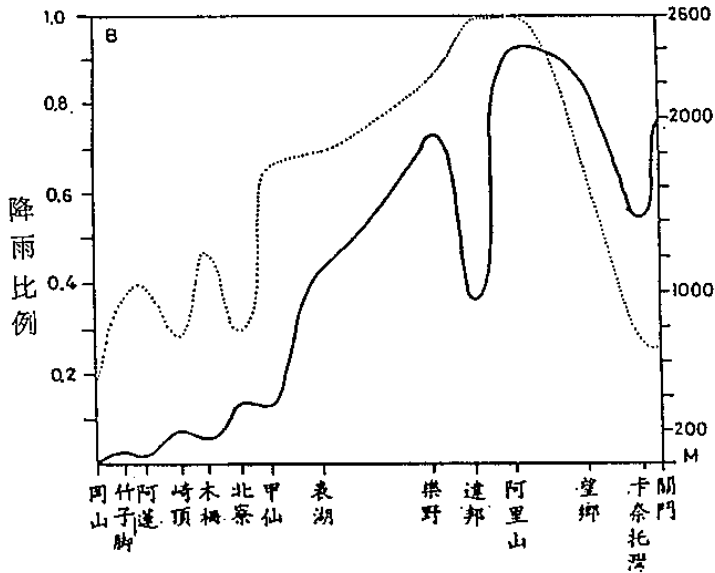


圖 11—B. 乙線剖面。(八個案平均)

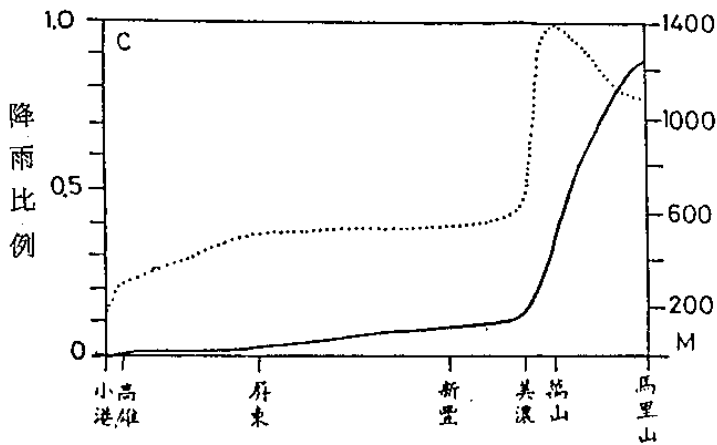


圖 11—C. 丙線剖面。(六個案平均)

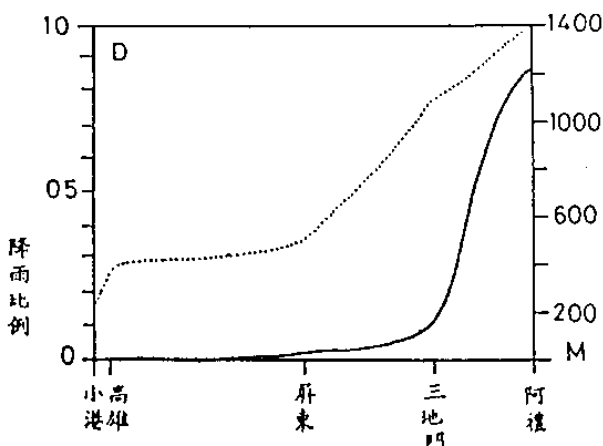


圖 11—D. 丁線剖面。(七個案平均)

均圖。由圖可見研究區內降水量與測站高度間關係相當複雜，可說變化多端，但大致上變化的情況與地形是否多變是一致的——其中丁線地形最單純降水量的分布變化也最小，而乙線上的雨量就與地形一樣起伏無常，此種狀況正顯示降水與地形關係密切。

根據圖 11 之 A, B, C 及 D 諸圖可見

- (1) 大雨時雨量隨地形升高而增加以及背風面雨量驟減之大勢甚為明顯，尤以甲乙兩線為然；
- (2) 處在西南—東北走向袋形山谷「底」部的里佳（乙線）及達邦（甲、乙二線）及萬山（丙線、參閱圖 1）的地勢雖較低但雨量反較大，顯示地形所造成的合流及抬升有利降水；
- (3) 甲線（後安寮至水山）沿海地區有一明顯的大雨副中心在北港地區；乙線（岡山至關門）沿海地區雨量亦大且有二副中心位於竹子腳與木柵；
- (4) 四條線上沿海第一站至第二站之間降水量明顯增加，顯示海陸交界處的摩擦力變化所形成的輻合作用對降水有利；
- (5) 平均而言，平地測站的雨量約為山區最大平均雨量的 30%；單站而言，乙線的里佳因地形（見圖 1）適宜且有最大的平均雨量。

由以上討論可見，個案分析中的重要特徵均在合成分析中重視，此顯示研究區內降水分布所受地形影響頗為一致。對於豪雨預報而言，這無異是一項有利的鼓舞。同時，西南部（嘉南地區）沿海地區的大雨副中心深值吾人重視，因為那裏人多物豐，而在發生大雨時，一方面當地的雨水亦豐沛且地處山區豪雨的下游，容易形成災害。

4. 小結

由以上個案及合成個案分析可知，本省西南部大雨降水量的空間分布確與地形密切相關，而大雨發生時間則與綜觀系統（颱風）與地形的配合，以及下對層風向風速有關，茲歸納要點如下：

(一) 豪雨之發生以颱風為主，雨量多集中在山區。平均而言，約自升坡的 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{2}$ 處雨量開始增加，至地形最高處雨量亦達最大。

(二) 登陸台灣北部之颱風，台灣南部豪雨時間平

均在24小時以內；在台灣東北部海面經過（未登陸）之颱風，台灣南部豪雨時間平均為36~48小時；颱風登陸台灣南部時，豪雨時間可達48小時；颱風進入東海時，台灣南部之豪雨時間可達48~72小時。

①低層盛行風向在340°~290°，風速在20~40 K T S時，研究區內開始大量降水。只要維持此種風速而風向又在240°到270°之間，大雨將持續，若風速降至15 K T S則大雨即減弱。一般而言，降雨強度對風速的反應較對風向的反應靈敏。

④平地測站之雨量為山區最大雨量站之12~18%，即山區雨量平均為平地地區雨量之5.5倍至8.5倍。

(五)雨量增(減)度與山坡升(降)率大致相符；雨量為最大雨量站50%處之高度約為該雨量最大測站高度之55%。

(六)西南東北走向袋形谷地「底」部在西南氣流影響下，由於合流及抬升雙重作用，雨量特大甚至形成最大之大雨中心。

(七)分水嶺背風面山區雨量仍相當可觀，但隨距離之增大，雨量劇減。

(八)受到海陸摩擦效用不同的影響，沿海至山區間之平原地區常有一大雨之次高峯。因相關區多為人口稠密地區，應予重視。

(九)西北部大雨之空間分布

表3 研究區大雨(及以上)個案日期及成因

個案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	11	12	13
年	65	66	66	67	67	67	68	68	68	69	70	70	71
月	8	7-8	8	8	9	10	6	8	8	8	5	7	8-9
日	9-10	31-1	22-23	1-2	11-13	12-14	8-9	14-17	24-25	27-28	28	19-20	31-4
成因	颱風畢莉	颱風薇拉	颱風艾美	颱風溫迪	颱風伊瑪	颱風奧拉	鋒面	颱風歐敏	颱風柴迪	颱風諾瑞斯	M C S	颱風莫瑞	颱風艾妮絲

表3為導致研究區大雨之歷次個案，包括發生時間及成因。由於所能獲取歷次個案之雨量記錄不一致，致對三條選定線所能分析之個案數並不相同。另外，「五二八」豪雨係中尺度對流系統(陳等，1982；丘、廖與洪，1982；劉，1982)文中特做了單獨的分析，以探討地形對其降水分布是否有影響。其次，由於(1)分析方法相同，及(2)節省篇幅，故本區個案部份省略，以下謹將各線合成分析概況及結果概述之。

1 甲線

此線約為南北向，中間穿過高達3884公尺的雪山(佳陽測站在主峯南側)。由分析結果顯示，歷次大雨時雨量之空間分布形勢大致相同，即累積雨量均由桃園沿海開始隨著地形的增高而加大。為沿線各測站雨量資料較齊備，共五次個案(畢莉、伊瑪、歐拉、諾瑞斯及莫瑞等五颱風所引起)的合成雨量空間分布圖。由於合成的平滑作用，使得

累積雨量的變化並不大，但仍可看出個別個案中由沿海向山區增加以及鳥嘴山的背風效應。另外值得指出的是上述五次颱風對研究區而言均屬「西北颱風」。

2 乙線

此分析線自明德向東北至坪林，其間除明德與鳥嘴山外，高度均在350公尺以內，但均在中央山脈北部向西北面的山坡上，亦即均在「西北颱風」的正迎風面，故高度雖小，對降水仍有相當貢獻。圖12為六次個案(畢莉、薇拉、伊瑪、歐敏、諾瑞斯及莫瑞等颱風所致)累積雨量的合成分析圖。由圖可見就平均狀況而言，各站雨量大致相同。此一結果充分顯示了「西北颱風」的降水分布與地形的配合——在迎風面雨量均大。

3 丙線

丙線在研究區南部，係由鹿港經上谷關至環山

成西南至東北走向，與乙線大致相同唯位置偏南，

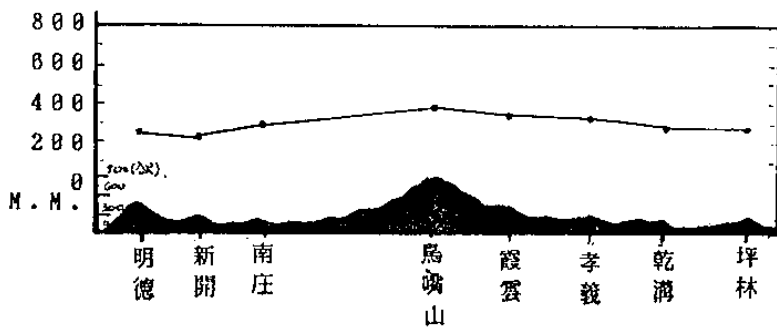


圖 12 乙線六次個案的平均降水分布圖。

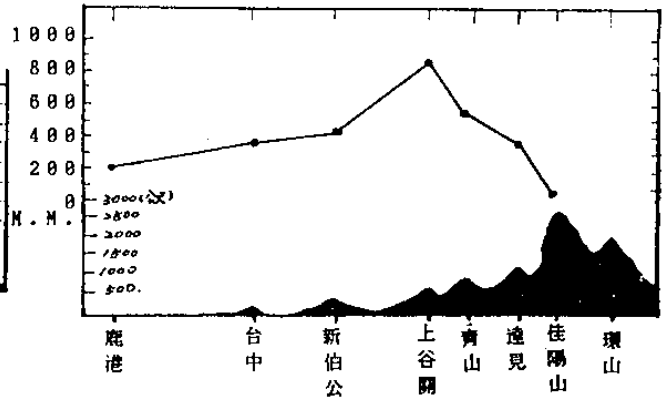


圖 14-1 民國 71 年 8 月 31 日至 9 月 4 日艾妮絲 (Agnes) 颱風期間丁線雨量分布圖。

亦約與中橫公路谷地一致，係一大的袋形地區。在分析西南部降水分布中曾得知，在該區內此種地形的「底」部為大雨中心。對於本文分析之西北部地區而言，結果有所差異。圖 13 為沿此線雨量的合成分布（六次個案與乙線同），由圖可見沿此線上平均降水量大致相同，並無谷「底」雨量特多的現象，與西南部的結果不同，同時，平均而言，沿此線的累積雨量較甲、乙兩線的雨量少。

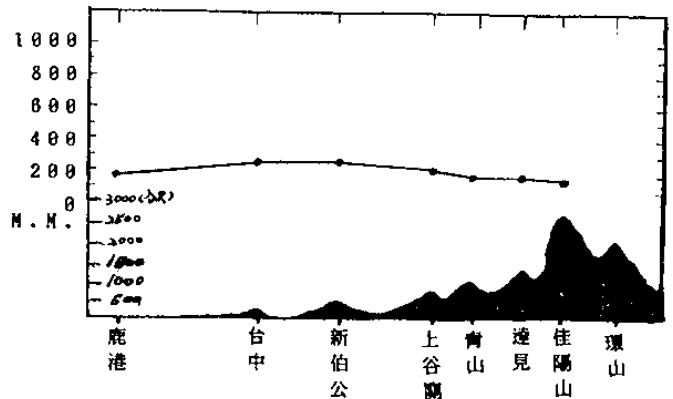


圖 14-2 民國 70 年 7 月 18 日至 7 月 20 日莫瑞 (Maury) 颱風期間丁線雨量分布圖。

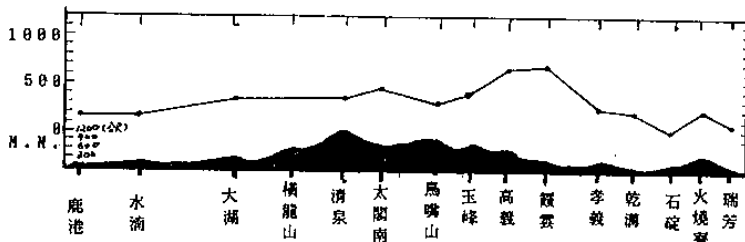


圖 13 丙線六次個案的平均降水分布圖。

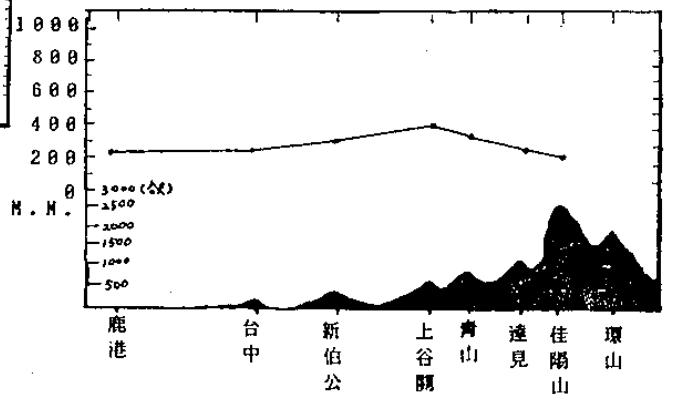


圖 14-3 丁線六次個案的平均降水分布圖。

4. 丁線

此線約與中橫公路一致，亦即為一開口向西南西的袋形谷地。在分析西南部降水分布時曾獲得此種地形之「底」部，亦即最東面為大雨中心，同時降雨量係沿谷地自西向東增加，此與滙流及氣流被抬升密切相關。對本分析線而言，此特徵僅存在於低層盛行西至西南風時（圖 14-1），於低層盛行西北風時則不存在（圖 14-2），很顯然地，這是由於風場與地形梯度間關係完全不同所致。圖 14-3 為沿本分析線六次個案的降水分布合成分析圖，圖中雖仍可看出上谷關至青山間的最大值但已不明顯，為兩種相異狀況平均後應有的結果。

5. 「五二八」豪雨

以上結果均係颱風所引起者。如前文所述，除颱風外中尺度對流系統亦可在研究區內形成豪雨。「五二八」（70. 5. 28）即為研究期內由中尺度對流系統所引起的一次局部豪雨。有關本個案研究者頗象（如陳等，1982；丘、廖與洪，1982），同時作者本人（劉，1982），亦曾做個案研究。本文僅就其降水空間分布再做分析。

圖 15 為該次大雨沿甲乙兩線（兩線區降水量低於分析標準）的雨量分布。由而可見（其中甲線之烏嘴山缺資料），無論沿河方向看雨量與地形關係均不明顯，大致而言，較大雨量係在沿海，亦即當時的大雨中心（曲與劉，1982），此顯示中尺度對流系統降水的空間分布，主要由自己的結構決定，受地形的影響不大。

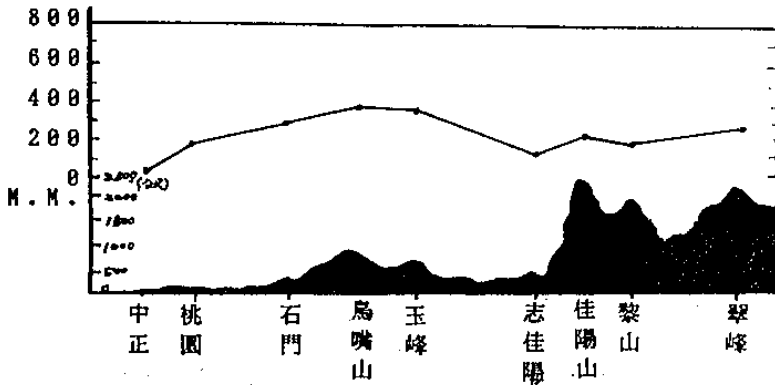


圖 15 甲線五次個案的平均降水分布圖。

四、西北及西南兩區降水分布之比較

研究區地形西北部較低且約成東北~西南走向，西南部則較高，並約成南北走向，此種先天條件上的不同對本省豪大雨之空間分布頗有影響。根據前述合成分析之結果可知。

(一) 颱風為導致兩區發生大雨的主要原因；

(二) 西南部雨量隨地形的變化較西北部為明顯；平均而言前者山區降水量可達平地的 6 倍或以上，而後者約在兩倍以內；

(三) 由於山脊走向不同，西北部大雨時低層盛行西北至北北西風，而西南部則為西南西至西風，但大雨開始時均多為西北風；

(四) 西南部沿海之大雨副中心較西北部明顯；

(五) 颱風中心在本省北部近海兩區均易生豪雨；

(六) 兩區內西南東北走向的山谷「底」部，亦即山谷之最東北端均為最大大雨中心常見的地方。

五、結論

綜合本文上、中、下篇，分別就發生於民國 65—70 年的大雨（日雨量 ≥ 100 mm）個案，分析台灣

西南及西北部大雨的空間分布可知地形的影響均存在，但各有其特徵（如前所述），深值注意。另外，根據分析「五二八」豪雨所得結果可知中尺度對流系統所引發之大雨，其空間分布主要取決於該系統本身的結構，此應係該等系統發展高度大以及系統內降水量豐沛（因而雖有增減不易顯出）所致。

總之，欲充份掌握本省西部之大雨分布，應重

視下述諸項：

1 颱風為大雨主要來源；中心經過本省東北及北部近海時為大雨發生的主要時段，MCS 為西北部大雨的另一原因。

2 由於在眾多影響降水空間分布的項目中 $\bar{V}_H \cdot \Delta Z_s$ 為貢獻最大的一項，而一地地形梯度為固定 ΔZ_s ，所以應密切注意低層風場變化；對西南部而言西北轉至西南風時間內為大雨期，而西北部大雨時以西北風為主。

3 山區平均雨量較平地者多，但兩區差別甚大一西南部約多 6 至 9 倍，西北北部則僅略有增加。

4 山形對中尺度系統之降水分布，影響不明顯，故在預報作業中應利用衛星或雷達資料確定其結構後再做分析。

5 沿海平地地區之大雨次中心很明顯，因該等地區人口密集，易生災害，應加注意。

致 謝

本文係由國科會研究計畫（NSC 76—0202—MO72—04）研究報告所撰成，為連續論文的第三部分，參與研究者尚包括李紀恩、張凱軍及陳琦。徐天佑、樓中平等均曾協助有關工作，均一併致謝。

參 考 文 獻

丘台光、廖學益與洪理強，1982：民國 70 年 5 月 28 日之豪雨個案研究。中範園氣象研討會論文彙編，233—247。

曲克恭、劉廣英，1982：台灣地區豪雨及暴雨量分

- 析研究。氣象預報與分析，92期，30-55。
- 曲克恭、劉廣英，1983：台灣地區豪雨及暴雨特殊分布之成因。國科會研究報告 NSC 72-0202-MO 72-01。
- 陳泰然、紀水上及謝維權，1982：初春華南中尺度對流複合系統之個案研究。中範圍天氣系統研討會論文彙編，593-612。
- 劉廣英，1982：民國70年5月28日豪雨與中範圍天氣系統之關係。氣象預報與分析，91，1-10。
- 劉廣英，陳泰然，1981：台灣北部冬半年異常降水之氣候分析與研究，異常氣候研討會論文彙編。中央氣象局，229-239。
- 劉廣英、謝維權與曲克恭，1987：台灣地形對雨量之增減作用：濁水溪至高屏河流域的降水分布—(上)個案分析。大氣科學，15-1，89-102。
- 劉廣英、張忍成，1988：同上一(中)合成分析及模擬。大氣科學，16-2，141-150。
- 劉廣英，1989：同上一(下)西北部及西南部降水分布之對比研究，氣象預報與分析，121,107-116。
- Browning, K.A. and F.F.Hill, 1981: Orographic Rain, Weather, 36,326-329.
- Chen, G.T.J., & K.Y.Liu, 1981: On the winter abnormal heavy rainfall over northern Taiwan, PRM,4,1&2, 1-12.
- Hill, F.F. and K.A. Browning, 1981: The use of climatological and synoptic data for forecasting orographic enhancement of rainfall. Proceedings of Nowcasting Symposium, 207-212.
- Alpert, P., 1985: Mesoscale indexing of the distribution of orographic precipitation over high mountain. J. Atmos. Sci, 25, 532-545.

On the Topographic Effects of Precipitation and Its Distribution over Western Taiwan

Koung-Ying Liu

Weather Wing, Chinese Air Force R.O.C.

ABSTRACT

This is the last report of a series work which was supported by the NSC, R.O.C., under a grant NSC74-0202-M072-09. The whole project was carried out through case studies, composite case studies and numerical simulation. Many useful results of this work were published before. In this summarized report composite case studies of the NW region and, as well, a comparative study between the NW and SW regions are presented. As our results shown: 1. typhoon is the major system which brings heavy precipitation to both regions; 2. low level wind field, gradient of the topography and their relation are important factors to the rainfall amount and its distribution; 3. to the SW region the rainfall amount of mountain area is 6 to 9 times greater than its related plain area; to the NW region this ratio decreased to 2 or less; 4. MCS is another feature of heavy precipitation to the NW region; 5. orographic effect is not very important to the rainfall distribution which related to the MCS; 6. a secondary center of heavy precipitation over the plain area close to the shore is very pronounced.