

花蓮地區強風、最大日雨量、月雨量之分析 及其可能發生之極端值推算

陳世嵐 王基城

中央氣象局花蓮氣象站

摘 要

對任何工程設計與災害預防而言，當地的強風、最大日雨量、月雨量的資料，是為重要之數據；本文試以花蓮氣象站從民國41年至77年地面觀測資料，分析強風（極大風速、最大風速 $\geq 10.8 \text{ m/s}$ ）計4030日及最大日雨量 $\geq 100 \text{ m.m}$ 計141次之頻率、特性等；並依據歷年（41至77年）所發生之最大值，嘗試利用以Gumbel之或然率法推算百年復現期可能發生最大風速、極大風速及最大日雨量、月雨量；其結果如下：最大風速： 70.1 m/s ，極大風速： 97.2 m/s ，最大日雨量： 646.2 m.m ，最大月雨量： 2013.1 m.m 。

一、前言

台灣地處全球季風最顯著的地區之一，地形特殊，天氣多變；東部山高平原少，常因颱風侵襲造成災害，所以各項工程建設對災害預防甚為重要，尤其近年來，在政府大力建設下，東部日趨繁榮，而花蓮地區為東部之門戶，許多工程正逐序施工中；然而在工程設計上對強風豪雨等，尚未聞有客觀性的估算數值提供參考，往往遇到此類問題時，僅能答之過去花蓮地區曾出現的最大值（包括最大風速、最大日雨量、極大風速等），這似乎不夠科學的；而可能發生的強風、最大日雨量等極端值，對工程規劃、安全設計與經濟效益言，最極為重要的考量因子，故吾人嘗試撰寫報告，以供參考。

本文首先，試以分析本氣象站民國41年至77年地面觀測紀錄，有關強風、日雨量及月雨量的資料（強風 $\geq 10.8 \text{ m/s}$ 含最大風速、極大風速兩部份，日雨量 $\geq 100 \text{ mm}$ ）。找出其特性頻率；且以日本氣象編之東亞地面天氣圖，中央氣象局發布天氣圖、颱風資料等為依據，將天氣系統區分為颱風與季風（東北、西南季風）兩類討論；另外本文利用Gumbel (1958)所創的推估極端值或然率法，以花蓮地區37年來曾發生過的最大風速、極大風速與日雨量、月雨量，估算百年復現期內可能發生的極端值，以供爾後工程設計的參考。

二、強風之分析

台灣地處亞熱帶，夏秋常受颱風或熱低壓侵襲，產生破壞性之風力；冬季則因極地大陸高壓南下，盛行東北季風，然而花蓮地區因地理位置及特殊地形的原故，東北季風對本地區的影響，雖不若北部嚴重，但所引起之強風比率仍高，而最具破壞力

的強風，還是以夏秋兩季的颱風為最主要。

分析37年來花蓮地區發生強風時之天氣系統，可概分為颱風及季風（東北、西南季風）兩類，共計極大風速4030天、最大風速360天（採取當日之極大風速或最大風速達 $\geq 10.8 \text{ m/s}$ ，即計該日有強風）如表一所示。另由表一中知，花蓮地區最大風速 44.3 m/s 、極大風速 63.1 m/s 均出現於颱風侵襲時（民國48年9月3日Louise 颱風登陸花蓮附近）； 28.5 m/s 以上（ ≥ 11 級）的強風都是颱風中心直接登陸花蓮或經過花蓮附近所引起的，由表一知共計24天，此與幾篇研究報告的結論相符合（李1984、俞1985）。東北季風所引起的強風天數2976天高達73.8%，次為西北季風為603天佔15%，颱風為451天佔11.2%；但在採選強風樣本及確認天氣系統時，發現在每年1、2、3、4月份中，花蓮地區常因鋒面接近時，處於暖區內偏南風頗強，若除去此非真正的西南季風所引起之強風，則百分率減低甚多。

圖1是根據表一所求出的颱風、東北季風，西南季風的強風於各月份發生之百分比圖；得知颱風所引起的強風以7~9月為主，均達36.0%以上，8月份更高達46.7%；（若分析最大風速部份，更可發現7~9月份均高過85.0%；7月份100.0%，8月份95.0%，亦驗證7~9月份為颱風季節的定論），其次6、10、11月份也都達13.5%以上，其中須加以說明的，6、11月份的颱風易為一般人所忽視，掉以輕心，忽略其嚴重性而遭受損失，其因為當颱風行經台灣東部海域，受到黑潮暖洋流的熱力影響，再加上尚未受地形的破壞，易使強度增

大強烈颱風(俞1985)，故須加以特別重視之。東北季風所引起的強風以每年12月份到次年2月份為主，出現百分率達96.3%以上；而3月10月11月亦達81.8%以上，也要格外注意；7月8月分別僅佔2.7%及1.1%是為最低。西南季風所引發的強風集中於6~8月份，其中7月份之百分比最高，佔當月強風總數之60.4%，而12月份則無出現，11月份亦僅佔0.6%。又本地區，東北季風與西南季風交替的月份，分別在每年5~6月及8~9月。

圖2是由各月強風天數與總天數之比描繪而成，得知全年中以11月12月均佔11.9%，而1月2月亦分佔11.0%及10.0%；其中須加以說明的，11月份強風天數中，含有比率不低因颱風所引起強風之天數，此情形與台灣西北部(桃園、新竹)11月份高強風比率13.0%的原因不盡相同(劉1981)；另外10月份亦有相似的情形，這說明花蓮地區由於特殊地理位置，雖臨深秋亦有颱風侵襲，如民國56年11月18日GALDA 颱風登陸花蓮附近最大風速達36.0m/s，極大風速達50.8m/s。

另外從表一找出兩種情況討論：

(1) 颱風的最大風速 ≥ 17.2 m/s

37年來花蓮地區共計有18個颱風(27天)最大風速 ≥ 17.2 m/s (風力8級以上)，其中民國48年9月3日 Louise 颱風登陸花蓮附近最大風速達44.3 m/s (14級)、極大風速達63.1 m/s (大於17級)。若將18個颱風最大風速 ≥ 17.2 m/s 期間之中心位置始末二點位置標出，發現其範圍恰如以中央山脈最北端之基隆為圓心，半徑332公里，由22.6°N/123.0°N向左畫1/4圓至24.1°N/118.9°E(如圖3—摘自陳林，1986)，即可包含颱風進出的總範圍，而此一扇形區域恰好以中央山脈為平分線，18個颱風其路徑皆為路徑1、2、3(如圖4—蔡等1981)，由此可知花蓮地區受山脈地形之屏障作用相當明顯，其中路徑2所引起的強風為最大，此即相當吻合颱風反時針氣流走向與南北向中央山脈間的流體現象，若非颱風直接登陸花蓮地區(如圖4所示之路徑2)或通過台東、恆春半島(如圖4所示之路徑3)，否則花蓮地不必擔憂會出現最大風速 ≥ 17.2 m/s。

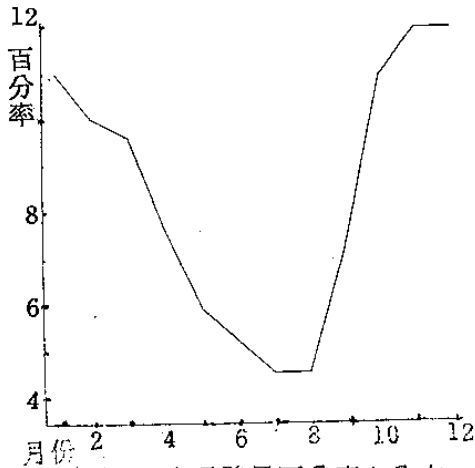


圖1：各月強風百分率之分布

表一民國41~77年花蓮地區各月強風及天數分布表

| 風速 (m/s) | 10.8-17.1 (6-7級) | | | | | | 17.2-28.4 (8-10級) | | | | | | >28.5 (≥11級) | | | | | | 強風 總天 數 | |
|-------------|--|----|------|-----|-----|---|----------------------|----|-----|---|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|---------------|-----|
| | 原 | | 季 | | 風 | | 原 | | 季 | | 風 | | 原 | | 季 | | 風 | | | |
| | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | 天 | 數 | | |
| 1 | | | 263 | 53 | 8 | 0 | | | 72 | 0 | | | | | | | | | 443 | 51 |
| 2 | | | 336 | 25 | 15 | 0 | | | 52 | 0 | | | | | 1 | 0 | | | 404 | 25 |
| 3 | | | 285 | 27 | 50 | 1 | | | 40 | 1 | 1 | 0 | | | | | | | 386 | 29 |
| 4 | 6 | 0 | 192 | 18 | 73 | 0 | 2 | 0 | 32 | 0 | | | | | | | | | 305 | 18 |
| 5 | 4 | 0 | 152 | 4 | 68 | 0 | 1 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | | 237 | 4 |
| 6 | 21 | 2 | 65 | 1 | 113 | 1 | 6 | 0 | | | 2 | 0 | 1 | 0 | | | | | 208 | 4 |
| 7 | 41 | 5 | 5 | 0 | 108 | 0 | 13 | 7 | | | 2 | 0 | 10 | 2 | | | | | 182 | 14 |
| 8 | 64 | 16 | 2 | 0 | 92 | 1 | 17 | 2 | | | 2 | 0 | 3 | 1 | | | | | 180 | 20 |
| 9 | 76 | 16 | 111 | 4 | 50 | 0 | 35 | 7 | 10 | 0 | | | 7 | 1 | | | | | 289 | 28 |
| 10 | 47 | 16 | 305 | 29 | 14 | 1 | 18 | 1 | 55 | 1 | 1 | 0 | | | | | | | 440 | 48 |
| 11 | 42 | 18 | 339 | 30 | 3 | 0 | 29 | 5 | 63 | 1 | | | 2 | 1 | | | | | 478 | 55 |
| 12 | 2 | 2 | 397 | 59 | | | | | 79 | 1 | | | | | | | | | 178 | 62 |
| 總計 | 306 | 75 | 2562 | 250 | 594 | 4 | 121 | 22 | 413 | 4 | 9 | 0 | 24 | 5 | 1 | 0 | | | 1030 | 360 |
| 備註 | 1. 極大風速天數/最大風速天數 2. 48.9.3. Louise TYPHOON極大風速63.1m/s, 最大風速 44.3m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(2) 極大風速 ≥ 17.2 m/s

可分為三類：颱風145天(佔25.5%)，東北季風414天(佔72.9%)，西南季風9天(佔1.6%)；在檢視天氣圖時發現東北季風之強風皆為強烈高壓或鋒面過境；若再利用圖3，點入145天因颱風而極大風速 ≥ 17.2 m/s 時之颱風中心位置；發現達86.3%落入圖3扇形區域內，另有68.3%落入圖5之範圍內，圖5的1/8圓扇形區域，正好是圖3標示區域之半，這又再次顯示中央山脈的

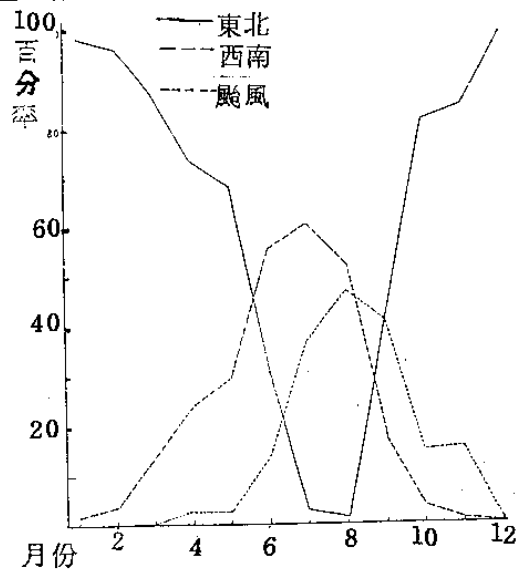


圖2：各月各類型強風百分率之分布

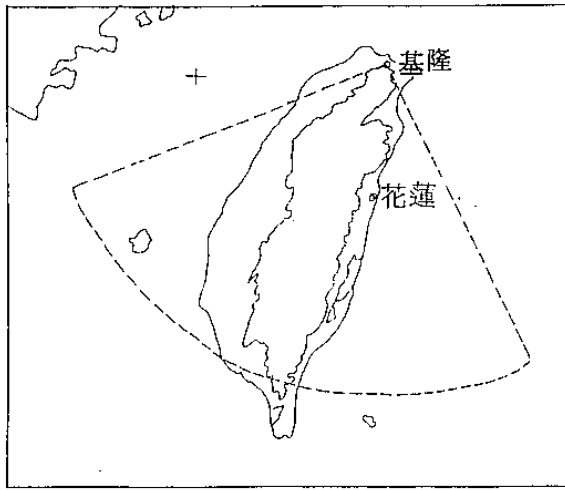


圖 3：民國 41~77 年花蓮地區最大風速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$ 之颱風中心位置始末 (摘自陳林, 1986 年)

屏障作用；故我們可以證明，除非颱風直驅花蓮附近地區，否則颱風大致不會使花蓮地區最大風速超過 17.2 m/s 。

圖 6 之 B、C 兩區域 (摘自陳、林 1986) 為強烈高壓或鋒面過境時引起強風 (極大風速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$) 之高壓中心位置所描繪；在本報告中達 89.6% 之天數的高壓中心位置落 B 區或 C 區內；B 區為分裂高壓型態，絕大部集中於 $27.5^\circ\text{N} \sim 32.0^\circ\text{N}$, $106^\circ\text{E} \sim 125^\circ\text{E}$, $117^\circ\text{E} \sim 125^\circ\text{E}$ 的平行四邊形區域內；C 區則是大陸主高壓型態，大都集中於 $35^\circ\text{N} \sim 47^\circ\text{N}$, $95^\circ\text{E} \sim 113^\circ\text{E}$, $110^\circ\text{E} \sim 122^\circ\text{E}$ 的梯形區域。本報告所採資料僅有幾少資料，於描繪過程中，落入 B、C 兩區域間的狹長區域；此說明這與高壓順時針反氣旋走向與中央山脈之阻隔分叉作用，能產生部份的交角影響。

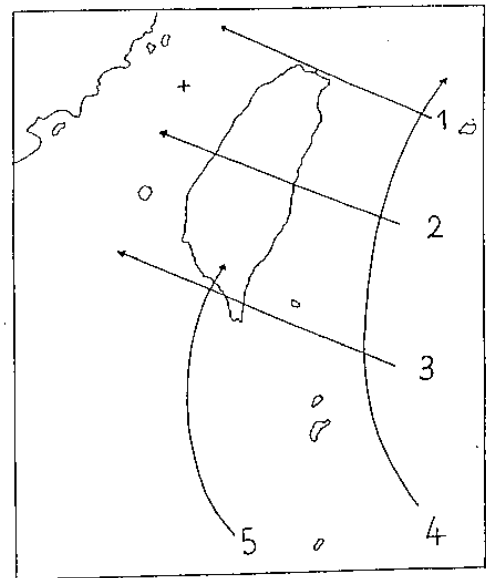


圖 4：颱風路徑分類示意圖 (摘自蔡等, 1981 年)

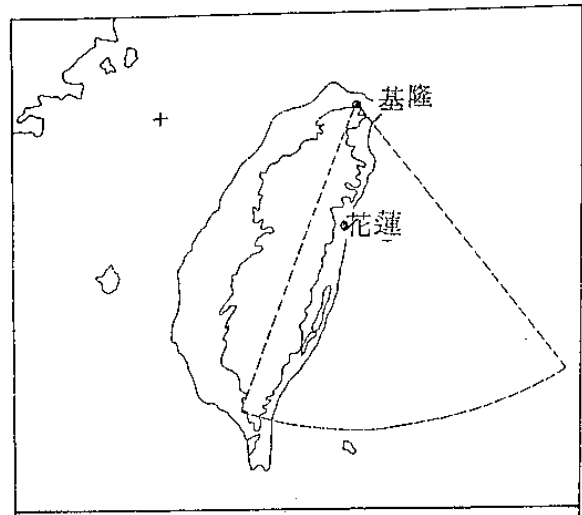


圖 5：民國 41 年~77 年花蓮地區極大風速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$ 颱風中心位置始末 (摘自陳林, 1986 年)

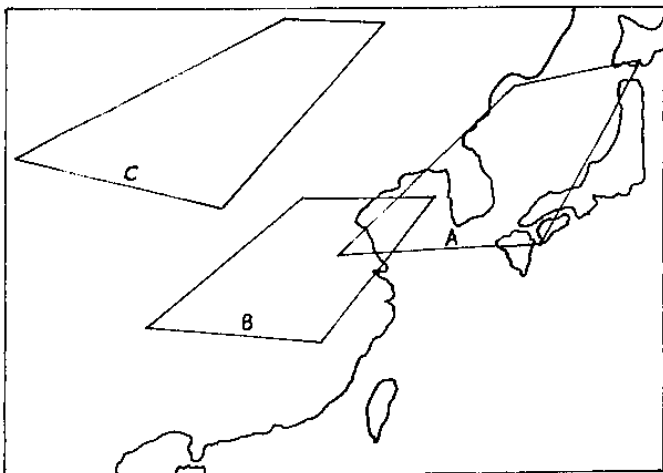


圖 6：民國 41 年~77 年花蓮地區極大風速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$ 及日雨量 $\geq 100 \text{ m.m.}$ 之高壓中心位置 (摘自陳林, 1986 年) B、C 區：極大風速 $\geq 17.2 \text{ m/s}$
A 區：日雨量 $\geq 100 \text{ m.m.}$

三、最大日雨量、月雨量之分析

表二是花蓮地區民國 41 年至 77 年來日雨量等級一覽表，由表中知日雨量 $\geq 50 \text{ mm}$ 共有 354 次，其中 $\geq 100 \text{ mm}$ 豪雨紀錄有 141 次，其中最大日雨量 422.0 mm 發生於民國 73 年 10 月 26 日，原因係超級強烈颱風 VANESSA，以後穩定的拋物線路徑移動，轉折點約在琉球南方，而此颱風曾於 26 日下午左右中心氣壓降至 879 MB ，這期間恰有北方高氣壓南下，與其產生所謂「熱帶氣旋與極地高壓共伴環流」現象 (葉, 1977)，故產生本地區極大的雨量。

另外若將表二中日雨量 $\geq 100 \text{ mm}$ 紀錄 141 次，以天氣系統加以調查，可概分颱風 (含 TD 或共伴環流) 計 122 次 (86.5%)，高壓前緣或鋒面過境計 17 次 (12.1%)，原因不明計 2 次 (1.4%)；圖 7 是造成花蓮地區豪雨之颱風中心位置圖 (摘自 1986·陳林)，此扇形區域，圓心為基隆，半

表二民國 41 ~ 77 年花蓮地區日雨量等級一覽表 (單位 m.m.)

| 次 年 | ≥50 | ≥60 | ≥70 | ≥80 | ≥90 | ≥100 | ≥150 | ≥200 | ≥250 | ≥300 | ≥350 | ≥400 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 41 | 3 | 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 42 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | | | | | |
| 43 | | 1 | | 1 | 4 | 6 | 1 | | | | | |
| 44 | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | |
| 45 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 1 | | | 1 | | |
| 46 | 3 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 2 | | | | |
| 47 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 2 | | 2 | | | | |
| 48 | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | |
| 49 | 1 | 4 | 1 | | 1 | 2 | 1 | | | | | |
| 50 | 2 | 3 | 2 | | | 1 | 2 | 1 | | | | |
| 51 | 2 | 1 | 1 | | 1 | 3 | 2 | | 1 | | | |
| 52 | 3 | | | | | 2 | | | | | | |
| 53 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 3 | | 1 | | | | |
| 54 | 1 | 3 | 2 | 1 | | 3 | | 1 | | | | |
| 55 | | 2 | | 1 | | 2 | | | | | | |
| 56 | 7 | 3 | 2 | | | | 2 | | | | | |
| 57 | 1 | 3 | 1 | 2 | | 3 | 1 | | | | | |
| 58 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 59 | 1 | | 1 | 1 | | 2 | | 2 | | | | |
| 60 | 3 | 1 | | | | 4 | 1 | | 1 | | | |
| 61 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | | | | |
| 62 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | 1 | 2 | | | | |
| 63 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | | | | | |
| 64 | 1 | 4 | 2 | | 1 | 3 | 1 | | | | | |
| 65 | | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | |
| 66 | 4 | 2 | | | 1 | 2 | | | 1 | | | |
| 67 | 1 | 2 | 1 | | 1 | | | | | 1 | | |
| 68 | 2 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | |
| 69 | | | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 70 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 2 | 4 | | | | | |
| 71 | 2 | | | | 2 | 1 | 1 | | | | | |
| 72 | 3 | | | | | | 1 | | | | | |
| 73 | 3 | 1 | 2 | 1 | | 3 | | | | | | 1 |
| 74 | 3 | 1 | 3 | | 1 | 4 | 1 | | | | | |
| 75 | | 2 | 1 | 2 | | 2 | 2 | 1 | | | | |
| 76 | 1 | 1 | 2 | | 3 | 5 | | 1 | | | | |
| 77 | 3 | | 2 | | 1 | 5 | 2 | 1 | | 1 | | |
| 合計 | 67 | 54 | 40 | 22 | 30 | 84 | 32 | 18 | 5 | 4 | | 1 |

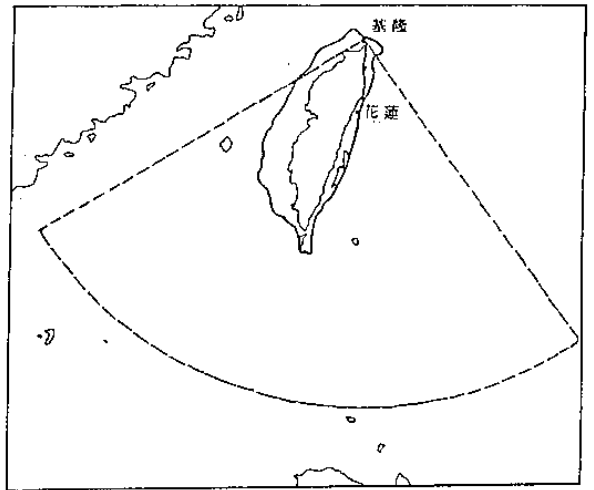


圖 7：民國 41 ~ 77 年颱風造成花蓮地區日雨量 ≥ 100 m.m 中心位置 (摘自陳、林, 1986 年)

路徑對雨量的多少有密切關係。(李·1982) 若配合圖 7 與圖 8, 吾人能發現花蓮地區 7 月至 10 月颱風路徑 2, 3 (如圖 4 摘自蔡等 1981) 是最易促使花蓮地區發生豪雨的路徑。而 11 月份亦有次高峰的兩期, 其原因是路徑 4 的颱風與極地高壓共伴環流所造成的。此點我們不難從表四民國 41 年至 77 年花蓮地區最大日雨量排名表中, 發現 37 年 (41 年至 77 年) 其中有 12 年 (佔 32.4%) 由以共伴環流現象造成當年最大日雨量。而 5 月份的另一次高峰兩期則為梅雨鋒面所促成的。有關其中的原因本報告不加以研討, 以上「共同環流」與「梅雨鋒面」兩種現象所引發豪雨原因, 近年來已有許多此類的研究報告付梓可資參考 (劉 1983; 曲等 1985)。其次由圖 8 可知花蓮地區乾季分別是在 12 月至次年 1 月, 3 至 4 月以及 6 月份, 此型態的乾濕季分佈與台灣西岸各區域有所差異 (馬·1982)。

圖 9 是花蓮地區民國 41 年至 77 年的歷年雨量序列圖, 年平均值 2064.9 mm (採 1911 年至 1987

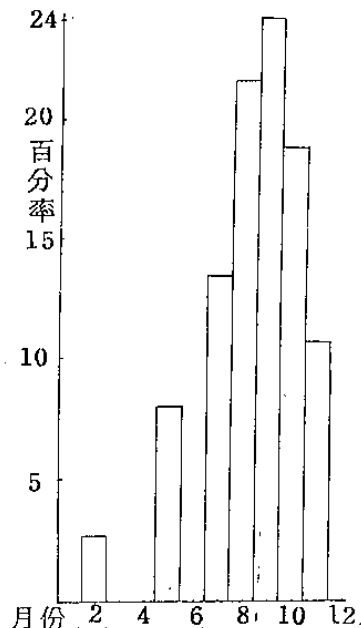


圖 8：民國 41 ~ 77 年花蓮地區出現最大月雨量的各月百分比。

徑 664 公里, 由 $20.5^{\circ}N/125^{\circ}E$ 向左畫 $1/4$ 圓弧至 $22.1^{\circ}N/116.6^{\circ}E$, 則約有 85.0% 的颱風中心落入此一區域內, 顯而易見的是中央山脈的地形因素所促成的, 而且中央山脈亦是這扇形區域的平分線。由此可知就花蓮地區而言, 颱風雲雨之威脅限於花蓮東南外海及巴士海峽的扇形區域。

圖 6 A 的部份是造成花蓮地區最大日雨量的高壓中心位置圖 (摘自 1986·陳林), 是為一平行四邊形區域, 範圍由 $33^{\circ}N-44^{\circ}N$, $118^{\circ}E-131^{\circ}E$, $132^{\circ}E-144^{\circ}E$; 大致從大陸東北海岸線起至日本西海線一帶海域; 由以冷氣團剛剛出海變性不深, 故有足夠能力能挾帶海上大量水汽抵達中央山脈的東側迎風面, 受抬舉作用造成豪雨。倘若氣團通過日本群島後, 秉性大致已全變, 中心強度大為減弱, 所以中央山脈的東岸就沒有出現豪雨的機會。

表三係是花蓮地區民國 41 年至 77 年的逐月雨量紀錄一覽表; 表中加方格者為該年最大之月雨量, 括弧內之數字為該數值與最下行的氣候參與考值之比率。再根據加畫方格的月份, 我們可描繪如圖 8 的各月份百分比分佈圖, 由此知花蓮地區的雨季是由 7 月開始到 10 月, 颱風是主要的提供系統, 而其

表三民國 41 ~ 77 年花蓮地區逐月雨量一覽表 (單位 m.m.)

| 年 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合計 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 41 | 22.7 | 38.2 | 61.2 | 143.0 | 219.4 | 205.0 | 383.7 | 122.5 | 499.6 | 53.6 | 287.1 | 41.2 | 2077.2 |
| 42 | 44.1 | 55.9 | 87.7 | 164.5 | 146.1 | 105.2 | 178.2 | 246.9 | 348.3 | 389.4 | 232.5 | 348.5 | 2317.3 |
| 43 | 68.0 | 75.0 | 69.2 | 179.6 | 33.0 | 164.3 | 71.1 | 379.7 | 237.4 | 427.6 | 435.3 | 74.7 | 2215.9 |
| 44 | 57.8 | 11.7 | 86.8 | 40.3 | 42.1 | 88.6 | 64.1 | 348.4 | 207.2 | 66.4 | 168.3 | 21.5 | 1403.2 |
| 45 | 108.5 | 137.2 | 159.4 | 154.9 | 158.8 | 142.0 | 18.3 | 55.4 | 1209.9 | 54.4 | 29.1 | 127.3 | 2355.1 |
| 46 | 56.6 | 112.6 | 142.8 | 24.4 | 250.2 | 381.9 | 29.9 | 93.3 | 467.4 | 142.9 | 258.7 | 72.0 | 2032.7 |
| 47 | 46.3 | 112.0 | 168.0 | 50.4 | 240.2 | 333.2 | 355.4 | 232.5 | 184.3 | 157.2 | 156.7 | 116.6 | 2263.6 |
| 48 | 87.4 | 131.6 | 119.6 | 140.9 | 233.3 | 99.1 | 95.9 | 275.9 | 337.5 | 27.0 | 367.8 | 152.2 | 1978.2 |
| 49 | 33.7 | 60.7 | 46.2 | 161.0 | 243.4 | 245.9 | 184.3 | 369.5 | 359.2 | 196.8 | 62.4 | 44.2 | 2907.3 |
| 50 | 32.6 | 170.9 | 101.3 | 54.1 | 334.3 | 83.6 | 206.5 | 336.9 | 361.6 | 97.9 | 119.8 | 72.5 | 2222.0 |
| 51 | 82.3 | 115.0 | 96.8 | 56.5 | 85.8 | 230.0 | 232.9 | 337.1 | 476.0 | 190.4 | 107.4 | 18.9 | 2329.2 |
| 52 | 65.2 | 69.8 | 35.6 | 45.9 | 67.4 | 218.8 | 333.0 | 31.4 | 912.3 | 79.4 | 125.3 | 125.0 | 1509.1 |
| 53 | 200.3 | 65.0 | 103.3 | 205.5 | 176.8 | 183.7 | 23.5 | 264.6 | 289.0 | 759.5 | 54.8 | 58.3 | 2406.3 |
| 54 | 123.2 | 89.6 | 78.9 | 127.2 | 372.5 | 340.4 | 365.4 | 93.8 | 316.6 | 59.2 | 323.9 | 21.0 | 2311.7 |
| 55 | 33.8 | 58.3 | 69.7 | 109.7 | 359.2 | 297.5 | 58.5 | 44.7 | 267.1 | 37.9 | 49.3 | 71.0 | 1456.7 |
| 56 | 54.2 | 90.1 | 119.9 | 159.3 | 178.6 | 346.1 | 208.2 | 288.7 | 171.3 | 269.2 | 377.2 | 80.6 | 2803.4 |
| 57 | 82.2 | 137.9 | 176.1 | 54.0 | 50.9 | 218.9 | 397.3 | 130.0 | 580.7 | 341.9 | 55.6 | 23.8 | 2469.3 |
| 58 | 28.6 | 75.7 | 68.6 | 114.1 | 83.7 | 134.4 | 173.9 | 58.2 | 330.4 | 363.2 | 23.5 | 22.8 | 2377.1 |
| 59 | 111.0 | 26.4 | 106.2 | 254.4 | 151.8 | 232.6 | 85.5 | 97.8 | 151.7 | 761.6 | 44.6 | 59.6 | 2093.2 |
| 60 | 361.2 | 177.3 | 130.3 | 59.3 | 237.2 | 123.6 | 199.6 | 5.9 | 375.6 | 499.7 | 42.5 | 77.3 | 2398.6 |
| 61 | 63.4 | 122.0 | 58.0 | 53.7 | 85.2 | 207.8 | 790.9 | 115.0 | 117.7 | 106.4 | 257.1 | 95.3 | 2072.9 |
| 62 | 45.8 | 110.9 | 96.2 | 116.5 | 40.3 | 175.5 | 188.4 | 279.3 | 54.9 | 305.8 | 50.0 | 35.6 | 2199.2 |
| 63 | 95.7 | 62.4 | 60.3 | 229.9 | 167.0 | 217.6 | 53.4 | 135.0 | 418.8 | 1147.7 | 389.5 | 147.8 | 3116.1 |
| 64 | 73.6 | 31.9 | 113.8 | 120.9 | 175.3 | 81.6 | 16.4 | 275.2 | 298.7 | 412.3 | 130.7 | 59.9 | 2100.9 |
| 65 | 75.2 | 67.1 | 36.8 | 25.7 | 162.7 | 146.1 | 236.6 | 76.0 | 365.1 | 55.4 | 11.6 | 53.2 | 1321.5 |
| 66 | 87.1 | 42.9 | 33.8 | 58.7 | 115.0 | 182.1 | 298.4 | 213.0 | 503.5 | 115.2 | 120.9 | 59.5 | 1940.1 |
| 67 | 58.0 | 81.9 | 114.7 | 166.3 | 218.5 | 188.5 | 17.2 | 324.5 | 117.3 | 230.0 | 172.9 | 54.3 | 2044.1 |
| 68 | 58.9 | 47.1 | 86.1 | 48.4 | 179.1 | 189.7 | 90.7 | 102.7 | 82.3 | 11.5 | 114.7 | 55.3 | 1266.5 |
| 69 | 43.4 | 73.9 | 27.3 | 74.6 | 131.2 | 112.1 | 71.0 | 181.8 | 515.3 | 37.4 | 428.4 | 27.3 | 1723.7 |
| 70 | 69.7 | 44.6 | 77.2 | 32.0 | 286.3 | 328.5 | 168.9 | 3.3 | 339.8 | 25.6 | 119.8 | 33.2 | 2228.9 |
| 71 | 89.6 | 90.1 | 74.5 | 106.2 | 58.9 | 74.3 | 378.5 | 304.1 | 239.6 | 23.8 | 179.3 | 29.8 | 1648.7 |
| 72 | 115.3 | 138.1 | 289.7 | 49.9 | 174.5 | 26.1 | 114.7 | 82.2 | 81.8 | 238.5 | 19.5 | 26.1 | 1556.4 |
| 73 | 12.5 | 66.4 | 120.4 | 167.9 | 324.2 | 184.5 | 77.0 | 368.5 | 141.8 | 494.1 | 66.3 | 22.3 | 2245.9 |
| 74 | 65.3 | 289.9 | 73.4 | 99.2 | 226.7 | 436.9 | 134.0 | 369.2 | 507.0 | 138.8 | 34.0 | 41.4 | 2495.8 |
| 75 | 35.2 | 112.5 | 90.4 | 30.2 | 273.6 | 306.5 | 300.6 | 223.9 | 369.3 | 170.8 | 393.1 | 90.3 | 2396.4 |
| 76 | 43.0 | 48.5 | 135.0 | 48.7 | 128.6 | 113.9 | 190.7 | 29.3 | 339.5 | 466.3 | 245.2 | 38.9 | 2327.6 |
| 77 | 101.9 | 23.8 | 58.7 | 119.0 | 318.2 | 182.2 | 44.4 | 101.2 | 559.3 | 1314.5 | 60.5 | 113.3 | 2997.3 |
| 年終值 | 68.8 | 92.0 | 103.0 | 111.9 | 194.7 | 209.9 | 229.7 | 236.8 | 328.7 | 263.6 | 152.2 | 71.4 | 2064.9 |

年平均值)，從41年至62年的前22年之年雨量尚有相當程度的規律可循，大部分維持在平均值之上，63年達到最高值3116.1mm，而後隨之年雨量幾乎呈下降趨勢，68年達最低1266.0mm，從65年至72年花蓮地區有7年來未達平均值，可稱之乾早期，但從73年起雨量又有逐年上升之勢，到77年達2997.3mm又創下年雨量的另一高峰，這當中的變化很大，令人無法理解，或有跡可循。對未來預報的參考價值較低。唯一能理解的原因就是控制花蓮地區年雨量之多寡，仍取決於每年7月至11月颱風侵襲的情況而定。

四、百年複現期之極端值推算

(一)理論簡介：

為了某些工程上實用的目的，我們確實需要一些氣象因子，特別是風力與降雨量，在一段年限內可能出現之極端值以供參考用。統計學上，Gumbel (1958) 透過年系列方式 (annual series)，將各年度的因子最大值按大小順序排列 (如表四)，再利用累積或然率概念 (cumulative Probability) 與極端值利用理論 (theory of extreme values)，估計任何複現期 (return Period) 內可能出現的極端值；這套理論方法已被眾多學者採用 (Linsley et al 1958; Landsberg 1964; 威、嚴 1978; 劉 1984)。

假設 X_1, X_2, \dots, X_N 是 N 年內，各年所出現過的某種因子的最大值，如果存在一個同性質因子 X ，其呈無限指數型態分佈，當 $N \rightarrow \infty$ 時，任何一個 X_i ($i = 1, 2, \dots, N$) 可能小於 X 的累積或然率 P ，則可寫成：

$$P = eXp[-eXp(-Y)] \dots \dots \dots (1)$$

$$Y = S(X - X_0) \dots \dots \dots (2)$$

Y : 約變量 (reduced variate)

X_0 : 分布模數 (mode of the distribution)

S : 離散參數 (dispersion parameter)

如果我們關心的統計資料有無限多個 ($N \rightarrow \infty$)，則由極端值理論可得：

$$S = E(\sigma_N) / \sigma_N \dots \dots \dots (3)$$

$$X_0 = X - E(Y_N) / S \dots \dots \dots (4)$$

$$\bar{X}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \dots \dots \dots (5)$$

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}_N)^2} \dots \dots \dots (6)$$

$E(\sigma_N)$: N 個紀錄之 σ_N 的期望值

$E(Y_N)$: N 個紀錄之 Y_N 的期望值

σ_N : 標準差

Gumbel 求得 $N = 20$ 至 ∞ 的 $E(\sigma)$ 值，是由 0.16 增至 $\pi/\sqrt{6}$ ；而 $E(Y)$ 由 0.52 增至 0.5772，所以 (2)、(3)、(4) 三式可整理而成：

$$X = \bar{X}_N + \sigma_N \sqrt{\frac{6}{\pi}} (Y - 0.5776) \dots \dots \dots (7)$$

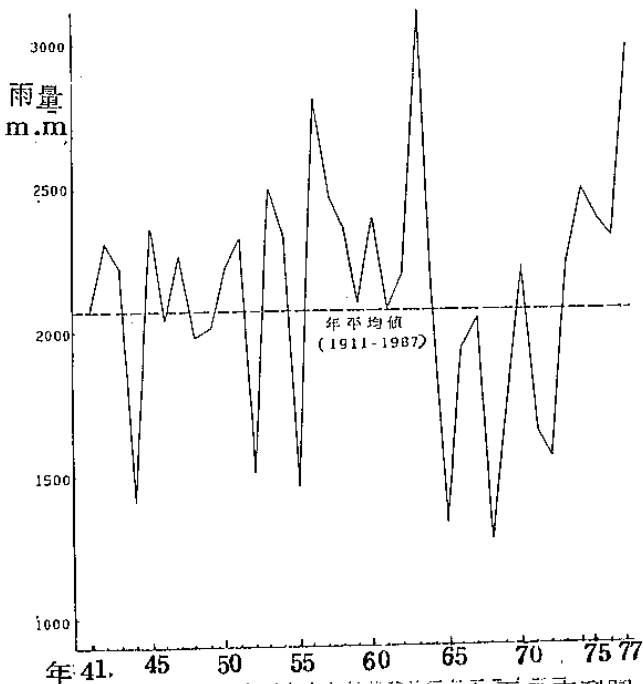


圖 9 : 民國 41 ~ 77 年花蓮地區年雨量序列圖

表四民國 41 ~ 77 年花蓮地區歷年日雨量、月雨量之最大雨量排名表

| 排名 | 日雨量(mm) | 原因 | 日期 | 日雨量(mm) | 年度、月份 |
|------------|---------|---------------------------|----------|---------|----------------|
| 1 | 422.0 | TP:VAHESHA * | 73、10、26 | 1314.8 | 77、10 |
| 2 | 360.3 | TP:GILDA * | 56、11、16 | 1209.8 | 45、9 |
| 3 | 347.3 | TP:FREDA * | 45、9、17 | 1147.7 | 63、10 |
| 4 | 309.0 | TP:DELLA * | 67、8、13 | 930.4 | 58、9 |
| 5 | 304.1 | TP:RUBY * | 77、10、26 | 790.9 | 61、7 |
| 6 | 302.0 | TP:FREAD * | 48、11、18 | 769.5 | 53、10 |
| 7 | 284.3 | TP:WANDA * | 51、8、31 | 761.6 | 59、10 |
| 8 | 270.4 | TP:ELAINE * | 60、10、8 | 739.8 | 70、9 |
| 9 | 270.3 | TP:IRIS * | 44、8、24 | 679.3 | 62、8 |
| 10 | 267.8 | TP:FLOSSIE * | 58、10、2 | 634.3 | 50、5 |
| 11 | 250.5 | TP:DINAH * | 66、9、22 | 627.2 | 56、11 |
| 12 | 246.4 | TP:DOT * | 53、10、10 | 624.5 | 67、8 |
| 13 | 246.0 | TP:LYNN * | 76、10、24 | 606.7 | 60、10 |
| 14 | 241.7 | TP:CARREN * | 46、9、13 | 607.0 | 74、9 |
| 15 | 240.5 | TP:SUSAN * | 61、7、14 | 603.5 | 66、9 |
| 16 | 239.9 | FRONT | 59、10、2 | 580.7 | 57、9 |
| 17 | 236.1 | TP:WINNIE * | 47、7、15 | 575.2 | 64、8 |
| 18 | 233.0 | TP:BETTY * | 50、5、26 | 568.5 | 73、8 |
| 19 | 231.0 | TP:ABBY * | 75、9、19 | 548.4 | 44、8 |
| 20 | 227.9 | TP:JOAN * | 62、8、20 | 537.1 | 51、8 |
| 21 | 201.6 | TP:MARY * | 41、9、1 | 515.3 | 69、9 |
| 22 | 201.4 | TD | 54、9、30 | 499.6 | 41、9 |
| 23 | 199.5 | TP:PERCY * | 69、9、18 | 407.4 | 46、9 |
| 24 | 199.3 | TP:ELAINE * | 57、9、29 | 406.4 | 47、7 |
| 25 | 182.1 | TP:IKE * | 70、6、13 | 406.3 | 76、10 |
| 26 | 172.0 | TP:ANDY * | 71、7、29 | 436.3 | 43、11 |
| 27 | 169.1 | TP:CARMEN * | 63、10、18 | 393.1 | 75、11 |
| 28 | 168.5 | TP:? | 43、10、10 | 378.5 | 71、7 |
| 29 | 167.0 | TP:JOE * | 72、10、12 | 372.5 | 54、5 |
| 30 | 166.6 | TP:BETTY * | 64、9、23 | 369.5 | 49、8 |
| 31 | 163.7 | TP:? | 42、10、29 | 367.6 | 48、11 |
| 32 | 153.1 | TP:SHIRLEY * | 49、7、31 | 365.1 | 65、9 |
| 33 | 151.5 | TD | 74、9、26 | 359.4 | 42、10 |
| 34 | 134.7 | TP:TRIX * | 52、7、1 | 359.2 | 55、5 |
| 35 | 127.1 | TP:JUDY * | 55、5、30 | 338.1 | 72、2 |
| 36 | 104.2 | Mei-Yu FRONT | 68、6、8 | 312.3 | 52、9 |
| 37 | 84.4 | TP:IRIS * | 65、9、16 | 302.7 | 68、8 |
| 平均 | 223.69 | | | 584.55 | 1/5=310.62 |
| σ_N | 71.63 | 1/5=91.86, $X_0 = 170.66$ | | 242.19 | $X_0 = 405.26$ |

TP: TYPHOON
*: 發生共伴環流
單位: mm

$$f(p) = \sqrt{\frac{1}{p} - 1} / (-\ln p) \dots\dots(13)$$

$$\Delta X = \pm [f(p) / S \sqrt{N}] n \dots\dots(14)$$

n: 標準差的數目

假若 $\Delta X \leq \sigma_N$ ，則所有資料均落在直線上下兩側的可信帶區域內 (confidence band)，也就是認定可信度夠大。

②是直線的斜率也會影響到極端值的估計誤差；已知 (7)、(8)兩式是在 $N \rightarrow \infty$ 條件下所導出的，但是實際的實驗個數 N 總是有限，所以在圖 10、11、12、13、14、15 的座標格式下 (Y 為縱軸、X 為橫軸)，直線斜率都高估了，亦即沿直線外延所得到的極端值加上修正值即可。

$$\text{修正值 } \Delta X_i = f_i(n) / S \dots\dots(15)$$

其中 i 是排名序列，n 是標準差數目。Gumbel 求得 $f_i(1) = 1.14$ ，況且我們只對 $i = 1$ 有興趣。

(二)推算結果

本報告利用之資料為花蓮測站民國 44 年 77 年止，亦即 $N = 37$ ；為求繪圖方便，我們先將 10、11、12、13、14、15 的縱軸 Y 值，利用 (9) 式計算編列成表五。強風區分成颱風、東北季風、西南季風、不分颱風季風等四類，連用 (8) 式分別推算其百年複現期的可能極端值，並利用 (13)、(14) 式分別測試可信度，再利用 (15) 式分別求出各類極端值之修正值，最後再推算百年複現期內可能出現最大風速及極大風速，計算過程如下：

1. 颱風 (見表六、圖 10.)

$$N = 37 \quad P = 36/37 (i=1)$$

$$X_N = \begin{matrix} \text{最大風速: } 17.90 \\ \text{極大風速: } 28.07 \end{matrix} \quad \sigma_N = \begin{matrix} \text{最大風速: } 9.10 \\ \text{極大風速: } 12.15 \end{matrix}$$

$$1/S = \begin{matrix} \text{最大風速: } 11.67 \\ \text{極大風速: } 15.58 \end{matrix} \quad X_0 = \begin{matrix} \text{最大風速: } 11.16 \\ \text{極大風速: } 19.08 \end{matrix}$$

$$Tr = 100 \quad Y = 4.60$$

可信度測試值 ΔX :

$$\Delta X = \begin{matrix} \text{最大風速: } 7.81 & (< 9.10 \text{ 可用}) \\ \text{極大風速: } 11.12 & (< 12.15 \text{ 可用}) \end{matrix}$$

直線外延值 X :

$$X = \begin{matrix} \text{最大風速: } 58.27 \\ \text{極大風速: } 81.97 \end{matrix}$$

斜率修正值 ΔX_i :

$$X_i = \begin{matrix} \text{最大風速: } 13.30 \\ \text{極大風速: } 17.76 \end{matrix}$$

百年複現期內可能出現之颱風
最大風速: 71.57 (m/s) 極大風速: 99.73 (m/s)

2. 東北季風 (見表七、圖 11.)

$$N = 37 \quad P = 36/37 (i=1)$$

$$X_N = \begin{matrix} \text{最大風速: } 13.51 \\ \text{極大風速: } 21.55 \end{matrix} \quad \sigma_N = \begin{matrix} \text{最大風速: } 2.82 \\ \text{極大風速: } 2.78 \end{matrix}$$

$$1/S = \begin{matrix} \text{最大風速: } 3.61 \\ \text{極大風速: } 3.56 \end{matrix} \quad X_0 = \begin{matrix} \text{最大風速: } 11.43 \\ \text{極大風速: } 19.49 \end{matrix}$$

$$Tr = 100 \quad Y = 4.60$$

可信度測試值 ΔX :

$$\Delta X = \begin{matrix} \text{最大風速: } 2.42 & (< 2.82 \text{ 可用}) \\ \text{極大風速: } 2.38 & (< 2.78 \text{ 可用}) \end{matrix}$$

直線外延值 X :

或是

$$X = \bar{X}_N + 1.09 \sigma_N (Y - 0.53) \dots\dots(8)$$

若根據各年因子的最大值計算出 \bar{X}_N 與 σ_N ，那 (7)、(8) 式就是這些數值的平均分布直線。如果發現觀測值都相當程度地集中於此一直線附近，則根據此直線再外延所求得的極端估計值可信度就大，反之則小。(7)、(8) 兩式的 Y 值可利用 (1) 式的反函數求得：

$$Y = -\ln[-\ln(p)] \dots\dots(9)$$

依照資料的年系列排列型式，我們可知排名第 i 名的最大值，其不發生或然率是：

$$P = \frac{N-i}{N} \dots\dots(10)$$

而其復現期就是：

$$Tr = \frac{N+1}{i} \dots\dots(11)$$

當 $i = 1$ ，N 又夠大的情況下

$$Tr = \frac{N+1}{i} \approx \frac{1}{1-p} \dots\dots(12)$$

以上 (1)~(12) 式均摘自 Hydorlogy for Engin eers 一書中 P 247~251 (Linsley at al. 1958)。另外，我們得定量測試 (7)、(8) 兩式在某一段 Tr 要求下，所求得的可能極端值之可信程度；今有兩種情況可能造成可信度的置疑 (歐與歐 1982；劉與易 1980)：

①是資料與 (7)、(8) 式直線之間的離散程度；解決此一問題，我們採用下列公式來測試式：

表五 Y 值

| i | $P = \frac{37-i}{37}$ | $Y = -\ln(-\ln p)$ |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1 | .97 | 3.6 |
| 2 | .95 | 2.89 |
| 3 | .92 | 2.47 |
| 4 | .89 | 2.17 |
| 5 | .86 | 1.93 |
| 6 | .84 | 1.73 |
| 7 | .81 | 1.56 |
| 8 | .78 | 1.41 |
| 9 | .76 | 1.28 |
| 10 | .73 | 1.15 |
| 11 | .7 | 1.04 |
| 12 | .68 | .94 |
| 13 | .65 | .84 |
| 14 | .62 | .74 |
| 15 | .59 | .65 |
| 16 | .57 | .57 |
| 17 | .54 | .49 |
| 18 | .51 | .41 |
| 19 | .49 | .33 |
| 20 | .46 | .25 |
| 21 | .43 | .18 |
| 22 | .41 | .1 |
| 23 | .38 | -.03 |
| 24 | .35 | -.04 |
| 25 | .32 | -.12 |
| 26 | .3 | -.19 |
| 27 | .27 | -.27 |
| 28 | .24 | -.35 |
| 29 | .22 | -.43 |
| 30 | .19 | -.51 |
| 31 | .16 | -.6 |
| 32 | .14 | -.69 |
| 33 | .11 | -.8 |
| 34 | .08 | -.92 |
| 35 | .05 | -1.07 |
| 36 | .03 | -1.28 |

X = 最大風速: 26.02
 極大風速: 33.88

斜率修正值 ΔX_i

ΔX_i = 最大風速: 4.12
 極大風速: 4.06

百年複現期內可能出現之東北季風

最大風速: 30.14(m/s) 極大風速: 37.94(m/s)

3. 西南季風 (見表八、圖12)

N = 37

X_N = 最大風速: 8.92
 極大風速: 14.63

$1/S$ = 最大風速: 1.69
 極大風速: 2.52

$T_r = 100$

可信度測試值 ΔX

ΔX = 最大風速: 1.21 (< 1.32 可用)
 極大風速: 1.69 (< 1.96 可用)

直線外延值 X:

X = 最大風速: 14.78
 極大風速: 23.33

斜率修正值 ΔX_i

ΔX_i = 最大風速: 1.93
 極大風速: 2.87

百年複現期內可能出現之西南季風

最大風速: 16.71(m/s) 極大風速: 26.20(m/s)

4. 不分颱風、季風 (見表九、圖13)

N = 37

X_N = 最大風速: 18.56
 極大風速: 29.23

$1/S$ = 最大風速: 11.21
 極大風速: 14.79

$T_r = 100$

可信度測試值 ΔX

$P = 36/37 (i=1)$
 σ_N = 最大風速: 8.74
 極大風速: 11.53

X_0 = 最大風速: 12.09
 極大風速: 20.69

Y = 4.60

表六民國 41 ~ 77 年花蓮地區歷年颱風之最大風速排名表

| 排名 (i) | 最大風速 (m/s) | 原因 | 日期 | 極大風速 (m/s) | 原因 | 日期 |
|------------|------------|---------------------------|------------|------------|---------------------------|------------|
| 1 | 44.3 | TP:Louise | 48. 9. 3 | 63.1 | TP:Louise | 48. 9. 3 |
| 2 | 38.8 | TP:Winnie | 47. 7. 15 | 56.0 | TP:NINA | 64. 8. 3 |
| 3 | 38.3 | TP:NINA | 64. 8. 3 | 54.3 | TP:Gili | 42. 7. 3 |
| 4 | 36.0 | TP:GILDA | 56. 11. 18 | 54.2 | TP:Winnie | 47. 7. 15 |
| 5 | 34.0 | TP:Gili | 42. 7. 3 | 50.8 | TP:GILDA | 56. 11. 18 |
| 6 | 23.7 | TP:ELSIE | 58. 9. 27 | 36.1 | TP:AMY | 51. 9. 3 |
| 7 | 23.0 | TP:Parola | 50. 9. 12 | 33.9 | TP:Dinah | 45. 9. 3 |
| 8 | 22.9 | TP:Dinah | 45. 9. 3 | 33.3 | TP:ABBY | 75. 9. 19 |
| 9 | 22.3 | TP:NADINE | 60. 7. 26 | 32.0 | TP:NADINE | 60. 7. 26 |
| 10 | 21.0 | TP:Harriet | 54. 7. 26 | 30.0 | TP:Wendy | 52. 7. 16 |
| 11 | 20.8 | TP:Kate | 51. 7. 23 | 30.0 | TP:ANNY | 71. 7. 29 |
| 12 | 18.4 | TP:ABBY | 75. 9. 19 | 29.9 | TP:LYNN | 76. 10. 24 |
| 13 | 18.0 | TP:ANNY | 71. 7. 29 | 29.5 | TP:Betty | 50. 5. 26 |
| 14 | 17.7 | TP:Wendy | 52. 7. 16 | 29.0 | TP:Shirley | 49. 7. 31 |
| 15 | 16.7 | TP:? | 41. 9. 10 | 27.0 | TP:Wendy | 63. 9. 28 |
| 16 | 16.7 | TP:Shirley | 49. 7. 31 | 26.4 | TP:Harriet | 54. 7. 26 |
| 17 | 14.8 | TP:Iris | 44. 8. 24 | 26.0 | TP:? | 41. 9. 10 |
| 18 | 14.7 | TP:Wendy | 63. 9. 28 | 25.3 | TP:Elsie | 58. 9. 27 |
| 19 | 13.6 | TP:Nora | 62. 10. 10 | 25.0 | TP:Iris | 44. 8. 24 |
| 20 | 13.4 | TP:Billie | 65. 8. 11 | 22.5 | TP:Ima | 70. 11. 27 |
| 21 | 12.8 | TP:Elsie | 55. 9. 16 | 22.1 | TP:Percy | 69. 9. 17 |
| 22 | 12.5 | TP:Baby | 43. 11. 19 | 22.0 | Ora | 67. 10. 12 |
| 23 | 12.5 | TP:Virginia | 46. 6. 25 | 21.0 | TP:Orchid | 72. 11. 26 |
| 24 | 12.2 | TP:Ima | 70. 11. 27 | 20.9 | TP:Brenda | 74. 10. 4 |
| 25 | 12.1 | TP:Lynn | 76. 10. 24 | 20.5 | TP:Thelma | 66. 7. 25 |
| 26 | 12.0 | TP:Wendy | 57. 9. 4 | 20.4 | TP:Tip | 68. 10. 17 |
| 27 | 12.0 | TP:Betty | 61. 8. 18 | 20.1 | TP:Carren | 46. 9. 11 |
| 28 | 11.8 | TP:Thelma | 67 | 20.1 | TP:Nora | 62. 10. 10 |
| 29 | 11.7 | TP:Ida | 53. 8. 8 | 19.8 | TP:Ruby | 43. 11. 19 |
| 30 | 11.5 | TP:Percy | 69. 9. 17 | 18.9 | TP:Wendy | 57. 9. 4 |
| 31 | 11.5 | TP:Brenda | 74. 10. 4 | 18.9 | TP:Warren | 77. 7. 19 |
| 32 | 11.0 | TP:Warren | 77. 7. 19 | 17.9 | TP:Gerald | 73. 8. 16 |
| 33 | 10.8 | TP:Ora | 67. 10. 12 | 17.8 | TP:Betty | 61. 8. 18 |
| 34 | 10.8 | TP:Orchid | 72. 11. 26 | 17.4 | TP:Louise | 65. 11. 5 |
| 35 | 9.7 | TP:Fran | 59. 9. 8 | 17.2 | TP:Elsie | 55. 9. 16 |
| 36 | 8.7 | TP:Tip | 68. 10. 17 | 15.4 | TP:Fran | 59. 9. 8 |
| 37 | 8.7 | TP:June | 73. 8. 27 | 15.0 | TP:Kathy | 53. 8. 12 |
| 平均 | 17.90 | | | 28.07 | | |
| σ_N | 9.10 | $1/S=11.67$; $X_0=11.16$ | | 12.15 | $1/S=15.58$; $X_0=19.08$ | |

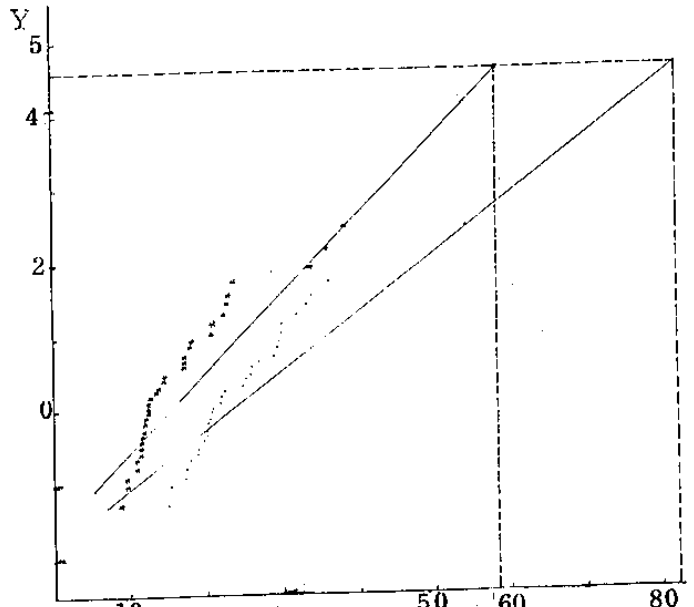


圖 10: 根據花蓮地區颱風歷年最大, 極大風速推算百年複現期之可能極端值。

ΔX = 最大風速: 7.50 (< 8.74 可用)
 極大風速: 9.90 (< 11.53 可用)
 直線外延值 X:

表七民國 41 ~ 77 年花蓮地區歷年東北季風之最大風速排名表

| 排名 (1) | 最大風速 (m/s) | 原因 | 日期 | 極大風速 (m/s) | 原因 | 日期 |
|------------|---------------|------------|-------------|---------------|------------|-------------|
| 1 | 20.0 | | 41.12.8 | 29.0 | | 55.11.20 |
| 2 | 18.3 | | 55.11.30 | 28.8 | | 43.2.21 |
| 3 | 17.2 | | 51.10.14 | 26.0 | | 44.11.16 |
| 4 | 16.7 | | 44.1.9 | 24.9 | | 41.12.2 |
| 5 | 16.7 | | 45.2.11 | 23.4 | | 45.2.11 |
| 6 | 16.7 | | 50.11.3 | 23.4 | | 60.11.29 |
| 7 | 16.7 | | 54.4.10 | 23.2 | | 64.11.22 |
| 8 | 16.3 | | 56.1.15 | 23.1 | | 51.10.27 |
| 9 | 15.8 | | 53.5.11 | 23.1 | | 54.12.24 |
| 10 | 15.3 | | 42.1.27 | 23.1 | | 70.12.1 |
| 11 | 15.3 | | 48.12.20 | 23.0 | | 41.11.18 |
| 12 | 15.3 | | 49.3.12 | 22.4 | | 52.3.28 |
| 13 | 15.2 | | 61.3.31 | 22.2 | | 61.3.31 |
| 14 | 15.0 | | 58.12.15 | 22.0 | | 56.1.15 |
| 15 | 15.0 | | 64.11.22 | 22.0 | | 57.12.22 |
| 16 | 14.0 | | 57.12.22 | 22.0 | | 76.2.27 |
| 17 | 13.7 | | 52.12.16 | 21.8 | | 74.11.24 |
| 18 | 13.3 | | 46.4.2 | 21.6 | | 47.1.26 |
| 19 | 13.3 | | 63.12.18 | 21.5 | | 66.4.17 |
| 20 | 13.2 | | 43.12.15 | 21.5 | | 73.11.19 |
| 21 | 13.0 | | 47.10.26 | 21.0 | | 50.10.9 |
| 22 | 12.8 | | 59.2.9 | 20.9 | | 49.3.12 |
| 23 | 12.8 | | 66.4.17 | 20.9 | | 69.5.26 |
| 24 | 12.1 | | 70.12.1 | 20.9 | | 71.11.10 |
| 25 | 11.8 | | 65.11.20 | 20.7 | | 59.11.15 |
| 26 | 11.3 | | 60.11.29 | 20.6 | | 48.10.3 |
| 27 | 11.3 | | 62.12.21 | 20.2 | | 58.4.4 |
| 28 | 11.3 | | 73.2.26 | 20.0 | | 46.4.2 |
| 29 | 11.2 | | 67.10.28 | 20.0 | | 65.12.26 |
| 30 | 11.2 | | 69.5.26 | 20.0 | | 68.11.13 |
| 31 | 10.8 | | 74.11.24 | 19.5 | | 67.10.28 |
| 32 | 10.8 | | 76.2.27 | 19.4 | | 72.10.23 |
| 33 | 10.5 | | 71.12.11 | 19.0 | | 53.5.11 |
| 34 | 9.8 | | 68.11.25 | 17.7 | | 75.2.4 |
| 35 | 9.8 | | 72.2.20 | 17.1 | | 62.12.21 |
| 36 | 9.7 | | 75.2.15 | 16.9 | | 63.12.18 |
| 37 | 6.7 | | 77.1.23 | 15.6 | | 77.1.23 |
| 平均 | 13.51 | | | 21.55 | | |
| σ_n | 2.82 | $1/S=3.61$ | $X_0=11.43$ | 2.78 | $1/S=3.56$ | $X_0=19.49$ |

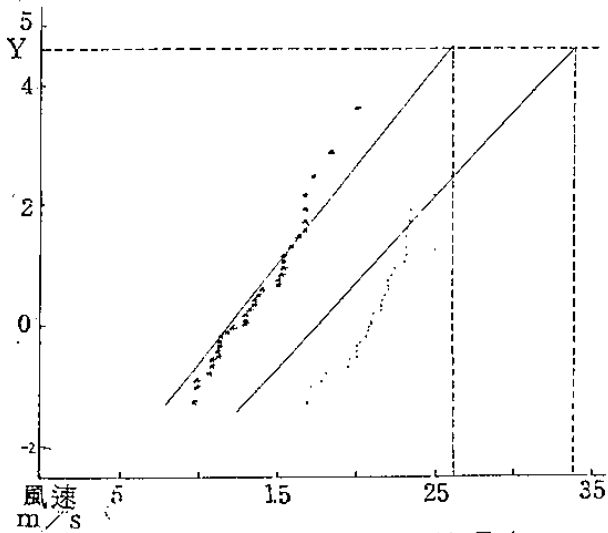


圖 11：根據花蓮地區東北季風歷年最大、極大風速推算百年復現期之可能極端值。

X = 最大風速：57.33
極大風速：80.38

斜率修正直 ΔX_i

ΔX_i = 最大風速：12.78
極大風速：16.86

百年復現期內可能出現之不分颱風、季風
最大風速：70.11(m/s) 極大風速：97.24(m/s)

雨量部份區分成二類，日雨量及月雨量，百年復現期的推算如下：

1. 日雨量 (見表四、圖 14.)

2. 月雨量 (見表四、圖 15.)

$N=37$ $P=36/37(i=1)$

X_N = 日雨量：223.69
月雨量：584.55

σ_N = 日雨量：71.63
月雨量：242.19

$1/S$ = 日雨量：91.86
月雨量：310.62

X_0 = 日雨量：170.66
月雨量：405.26

$Tr=100$ $Y=4.60$

可信度測試值 ΔX

ΔX = 日雨量：61.49 (< 71.63 可用)
月雨量：207.93 (< 242.19 可用)

直線外延值 X

X = 日雨量：541.46
月雨量：1658.98

斜率修正直 ΔX_i

ΔX_i = 日雨量：104.72
月雨量：354.11

百年復現期內可能發生之最大雨量：

日雨量：646.2(m.m) 月雨量：2013.1(m.m)

五、結論

經由以上分析與推算，可得以下幾點結論：

強風部份：

(一) 歷年來之最大強風及 11 級以上的強風，均由颱風所造成的；而中強度 (8 - 10 級) 之強風東北季風所引起的比率最高，其次為颱風，再次之為西南季風。

(二) 東北、西南季風交替時節在 5 - 6 月間，強風風

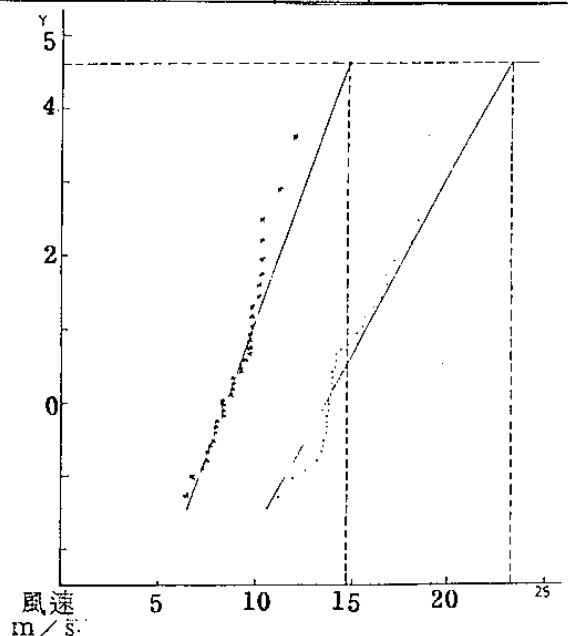


圖 12：根據花蓮地區西南季風歷年最大、極大風速推算百年復現期之可能極端值。

向先由東北轉西南，在 8 - 9 間則強風風向又由西南轉東北。

(三) 東北風所發生強風之機率以 12 月及 1 月份為最高，若不計季風、颱風則發生強風之機率以 12 月及 11 月為最高；西南季風發生強風之機率則以 6 月

表八 民國 41 ~ 77 年花蓮地區歷年西南季風之最大風速排名表

| 排名 (i) | 最大風速 (m/s) | 原因日期 | 極大風速 (m/s) | 原因日期 |
|------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 12.0 | 53. 6. 23 | 19.0 | 43. 6. 5. |
| 2 | 11.2 | 67. 10. 27. | 18.7 | 44. 7. 7. |
| 3 | 10.3 | 45. 3. 15. | 18.4 | 45. 3. 15. |
| 4 | 10.3 | 54. 7. 14. | 18.1 | 41. 5. 21. |
| 5 | 10.3 | 59. 7. 17. | 17.2 | 67. 10. 27. |
| 6 | 10.3 | 63. 4. 20. | 16.8 | 42. 7. 24. |
| 7 | 10.2 | 50. 5. 20. | 16.8 | 48. 4. 11. |
| 8 | 10.2 | 62. 9. 3. | 16.5 | 74. 7. 3. |
| 9 | 9.8 | 46. 5. 3. | 16.1 | 57. 8. 18. |
| 10 | 9.8 | 66. 6. 16. | 15.7 | 66. 6. 16. |
| 11 | 9.8 | 73. 9. 1. | 15.6 | 50. 7. 9. |
| 12 | 9.7 | 49. 9. 3. | 15.2 | 54. 7. 15. |
| 13 | 9.7 | 55. 7. 12. | 14.7 | 65. 7. 25. |
| 14 | 9.7 | 58. 6. 29. | 14.4 | 59. 7. 16. |
| 15 | 9.7 | 74. 7. 2. | 14.2 | 70. 3. 24. |
| 16 | 9.5 | 56. 3. 17. | 14.2 | 73. 9. 1. |
| 17 | 9.2 | 43. 6. 5. | 14.1 | 47. 8. 4. |
| 18 | 9.2 | 44. 7. 30. | 14.0 | 46. 4. 21. |
| 19 | 8.8 | 41. 9. 6. | 14.0 | 55. 7. 24. |
| 20 | 8.8 | 42. 8. 18. | 14.0 | 55. 7. 24. |
| 21 | 8.8 | 75. 3. 29. | 14.0 | 76. 8. 29. |
| 22 | 8.7 | 64. 6. 23. | 13.9 | 53. 4. 3. |
| 23 | 8.3 | 47. 6. 29. | 13.8 | 51. 7. 1. |
| 24 | 8.3 | 51. 4. 23. | 13.8 | 52. 5. 10. |
| 25 | 8.3 | 52. 6. 8. | 13.8 | 75. 6. 25. |
| 26 | 8.3 | 57. 4. 10. | 13.7 | 49. 9. 7. |
| 27 | 8.0 | 46. 7. 3. | 13.7 | 58. 8. 10. |
| 28 | 8.0 | 61. 7. 10. | 13.7 | 69. 5. 24. |
| 29 | 8.0 | 65. 7. 25. | 13.7 | 77. 6. 29. |
| 30 | 7.9 | 76. 8. 29. | 13.5 | 61. 7. 11. |
| 31 | 7.7 | 69. 3. 8. | 13.5 | 63. 8. 13. |
| 32 | 7.5 | 68. 4. 26. | 13.4 | 62. 9. 3. |
| 33 | 7.5 | 77. 6. 29. | 13.2 | 64. 6. 23. |
| 34 | 7.3 | 70. 3. 4. | 12.6 | 71. 7. 16. |
| 35 | 6.8 | 60. 6. 19. | 11.9 | 56. 3. 26. |
| 36 | 6.3 | 71. 7. 13. | 11.2 | 72. 7. 21. |
| 37 | 6.0 | 72. 7. 21. | 10.3 | 68. 8. 23. |
| 平均 | 8.92 | | 14.63 | |
| σ_n | 1.32 | $1/S=1.69; X_0=7.95$ | 1.96 | $1/S=2.02; X_0=13.18$ |

表九 民國 41 ~ 77 年花蓮地區歷年不分颱風季風之最大風速排名表

| 排名 (i) | 最大風速 (m/s) | 原因日期 | 極大風速 (m/s) | 原因日期 | | |
|------------|------------|------------------------|-------------|------------------------|------------|-------------|
| 1 | 44.3 | TP:Louise | 48. 9. 3. | 03.1 | TP:Louise | 48. 9. 3. |
| 2 | 38.8 | TP:Winnie | 46. 7. 15. | 56.0 | TP:Lina | 64. 8. 3. |
| 3 | 38.3 | TP:Nina | 64. 8. 3. | 54.3 | TP:Kit | 42. 7. 3. |
| 4 | 36.0 | TP:Gilda | 56. 11. 18. | 54.2 | TP:Winnie | 47. 7. 15. |
| 5 | 34.0 | TP:Kit | 42. 7. 3. | 50.8 | TP:Gilda | 56. 11. 18. |
| 6 | 23.7 | TP:Elsie | 58. 9. 27. | 36.1 | TP:Ang | 51. 9. 5. |
| 7 | 23.0 | TP:Pamela | 56. 9. 12. | 33.9 | TP:Dinah | 45. 9. 3. |
| 8 | 22.6 | TP:Dinah | 45. 9. 3. | 33.3 | TP:Abby | 75. 9. 19. |
| 9 | 22.3 | TP:Nadine | 66. 7. 26. | 33.0 | TP:Andy | 71. 7. 29. |
| 10 | 21.0 | TP:Harriet | 54. 7. 26. | 32.0 | TP:Nadine | 60. 7. 25. |
| 11 | 20.8 | TP:Kate | 51. 7. 23. | 30.0 | TP:Wendy | 52. 7. 16. |
| 12 | 18.4 | TP:Abby | 75. 9. 19. | 29.9 | TP:Lynn | 76. 10. 24. |
| 13 | 18.3 | NE | 55. 11. 30. | 29.5 | TP:Lietly | 50. 5. 26. |
| 14 | 18.0 | TP:Andy | 71. 7. 29. | 29.0 | TP:Shirley | 49. 7. 31. |
| 15 | 17.7 | TP:Wendy | 52. 7. 16. | 28.8 | NE | 43. 2. 21. |
| 16 | 16.7 | TP:? | 41. 9. 10. | 27.0 | TP:Wendy | 63. 9. 28. |
| 17 | 16.7 | NE | 44. 1. 9. | 26.4 | TP:Harriet | 54. 7. 26. |
| 18 | 16.7 | TP:Shirley | 49. 7. 31. | 26.0 | TP:? | 41. 9. 10. |
| 19 | 15.8 | NE | 53. 5. 11. | 25.3 | TP:Elsie | 58. 9. 27. |
| 20 | 15.2 | NE | 61. 3. 31. | 25.0 | TP:Iris | 44. 8. 24. |
| 21 | 14.7 | TP:Wendy | 63. 9. 28. | 24.0 | NE | 56. 11. 30. |
| 22 | 14.0 | NE | 57. 12. 22. | 23.1 | NE | 70. 12. 1. |
| 23 | 13.8 | NE | 43. 12. 15. | 2.2 | NE | 61. 3. 31. |
| 24 | 13.6 | TP:Nora | 62. 10. 10. | 22.1 | TP:Percy | 69. 9. 17. |
| 25 | 13.3 | NE | 46. 4. 2. | 22.0 | NE | 57. 11. 22. |
| 26 | 12.8 | NE | 59. 2. 9. | 21.8 | NE | 74. 11. 24. |
| 27 | 12.8 | NE | 66. 4. 17. | 21.5 | NE | 66. 4. 17. |
| 28 | 12.3 | NE | 70. 12. 1. | 21.6 | NE | 73. 11. 19. |
| 29 | 12.1 | TP:Lynn | 76. 10. 24. | 21.0 | TP:Orchid | 72. 11. 26. |
| 30 | 11.8 | NE | 65. 11. 20. | 20.8 | NE | 68. 9. 26. |
| 31 | 11.5 | TP:Percy | 69. 9. 17. | 20.7 | NE | 59. 11. 15. |
| 32 | 11.5 | TP:Brend | 74. 10. 4. | 20.1 | TP:Carren | 46. 9. 11. |
| 33 | 11.3 | NE | 73. 2. 6. | 20.1 | TP:Nora | 62. 10. 10. |
| 34 | 11.2 | NE | 67. 10. 28. | 20.1 | TP:GWA | 67. 10. 13. |
| 35 | 11.0 | TP:Warren | 77. 7. 19. | 20.0 | NE | 65. 12. 26. |
| 36 | 10.8 | TP:Orchid | 72. 11. 26. | 18.9 | TP:Warren | 77. 7. 19. |
| 37 | 9.8 | NE | 68. 11. 25. | 18.0 | NE | 53. 5. 11. |
| 平均 | 18.56 | | 29.23 | | | |
| σ_n | 8.74 | $1/S=11.21; X_0=12.00$ | 11.53 | $1/S=14.79; X_0=20.69$ | | |

為高，其次為 7、8 月份。

(四) 颱風侵襲的高峰在 7 - 9 月份，發生強風之機率以 9 月份為最高，其次是 8 月、7 月份。

(五) 若以基隆為圓心、半徑 330 公里，中央山脈為平分線之 1/4 圓扇形區域，是颱風侵襲花蓮之警報區域（見圖 3），同圓心同半徑之 1/8 圓扇形區域，為颱風強風之嚴重區域（見圖 5），颱風路徑以 2、3 類之路徑為主。

(六) 引發東北季風之強風時的高壓中心位置，分別集中於華中之平行四邊形區域（見圖 6、B 區），另一集中於蒙古的梯形區域（見圖 6、C 區）。

(七) 百年復現期之各類型強風極端值推算結果如下：

- 颱風：最大風速：71.6 m/s 極大風速：99.7 m/s
- 東北季風：最大風速：30.1 m/s 極大風速：37.9 m/s
- 西南季風：最大風速：16.7 m/s 極大風速：26.2 m/s
- 不分颱風、季風：最大風速：70.1 m/s 極大風速：97.2 m/s

豪雨部份：

- (一) 豪雨之肇因以風為主、強烈高壓或鋒面過境次之。
- (二) 以基隆為圓心，半徑 664 公里，中央山脈以東之扇形區域（包含花蓮東南外海及巴士海峽）是颱風雲雨的威力區域，而路徑以 2.3 類為主，另外路徑 4 之颱風主要為共伴環流現象而造成豪雨，

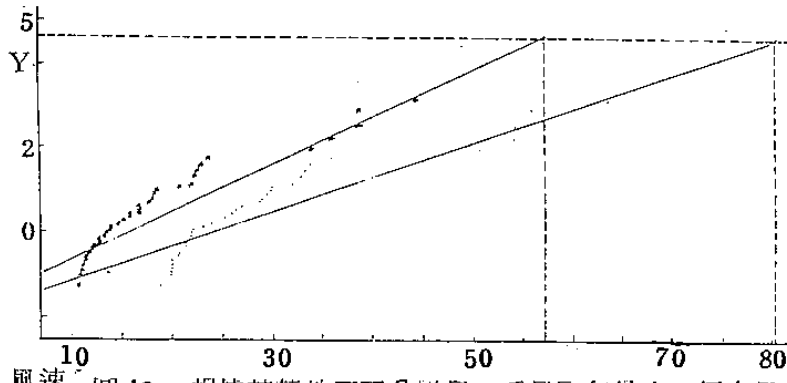


圖 13：根據花蓮地區不分颱風、季風歷年最大、極大風速推算百年復現期之可能極端值。

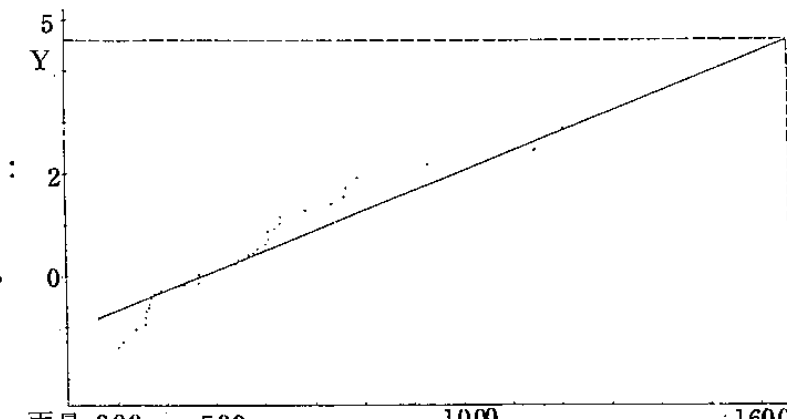


圖 15：根據花蓮地區歷年月雨量最大值推算百年復現期之可能發生最大月雨量。

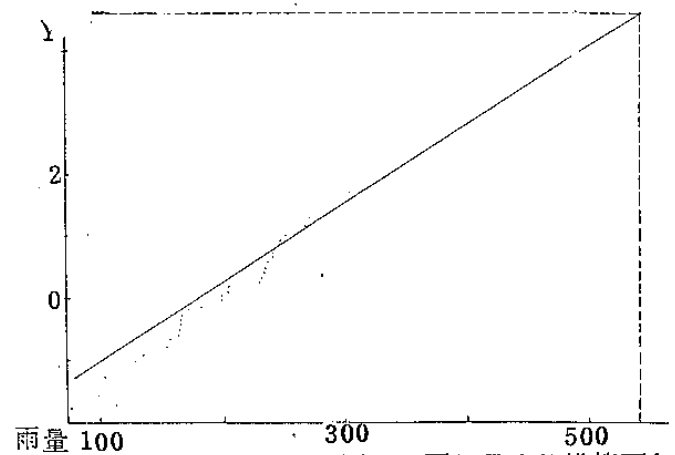


圖 14：根據花蓮地區歷年日雨量最大值推算百年復現期之可能發生最大日雨量。

發生月份大都集中於 10、11 月份。

(三) 豪雨發生之高壓位置，集中於日本海上的平行四邊形區域。(如圖 6 A 區)

(四) 7~10 月為花蓮地區雨季高鋒，雨量的主要提供者為颱風，而春末梅雨及秋末冬初秋颱風期亦為另一高鋒。

(五) 年雨量從 63 年起呈不規律變化，65 年至 72 年間花蓮地區呈現早期，74 年起年雨量又有上升之勢。

(六) 百年復現期的雨量極端值推算結果：

1. 日雨量：646.2 mm 2. 月雨量：2013.1 mm

致謝

本文能如期完成，萬分感謝本氣象站副主任於百忙中，提供寶貴的意見及資料，更感謝王基城技佐負責資料整理與計算，共同努力完成撰寫，在此一併致謝。

參考書籍、文獻

1. 戚啓勳，嚴夢輝：1978 年，氣象統計學，復興書局
2. 戚啓勳，1979：颱風：季風出版社。
3. 葉文欽，1977：熱帶氣旋與極地高壓共伴環流對台灣天氣之影響。氣象預報與分析第 70 期，P30~P39。

4. 劉廣英、易安成；1980 年：颱風最大暴雨量及最大風速之推算；氣象預報與分析第 85 期，P1~P8。
5. 蔡清彥、周根泉、陳正改，1981 年：台灣地區之颱風速分佈，氣象預報與分析第 89 期，P1~P9。
6. 馬汝安，1982：台灣各地雨區與雨季之研究；氣象預報與分析第 90 期，P15~P21；空軍氣象中心。
7. 劉廣英，1983 年；台灣西北部強風之分析及區內可能發生之最大風速之推算；大氣科學第 11 期 P19~P28。
8. 王時鼎、丘台光，1984：台灣地區豪雨之分析與研究；中央氣象局研究報告 102 號。
9. 王時鼎、鄭俠、徐晉淮、丘台光，1985：五、六月間台灣地區暴雨之環境條件，天氣分析與預報研討會論文彙編主辦，P55~P72 中央氣象局
10. 曲克恭、劉廣英、張儀峯、葉文欽，1983：台灣地區豪雨及暴雨特殊分布之成因；空軍氣象中心專題研究報告 025 號。
11. 李富城、沈哇，1985：颱風侵襲下台灣地區颱風風分佈及持續時間客觀預報之研究(二)；空軍氣象中心專題研究報告 032 號。
12. 俞家忠、劉廣英、俞川心，1985：台灣地區暴雨預報之研究(二)；行政院國科會防災科技研究報告 73~57。
13. 陳世嵐、林博雄，1986 年：花蓮地區強風豪雨之分析及可能發生之極端值的推算；第四屆全國大氣科學研討會彙編，P685~P699。
14. 陳來發，1985 年：民國七十三年北太平洋西部颱風概述；氣象學報第 31 卷第 4 期 P216。
15. Gumbel, E.J., (1958): Statistics of Extremes. New York, Columbia University Press U.S.A.
Linsley Y.R.K. Jr., M.A. Konler & J.L.
16. H. Paulhus, 1958: Hydrology for Engineers, Mcgraw Hill Book Company, Inc. New York, U.S.A.

An Investigation of Strong Wind and Heavy Rainfall in Hualien Area and These Extreme Values Estimation

Shyh-Larn Chen Ji-Cherng Wang

Hualien Meteorological Station, Central Weather Bureau

Abstract

In this paper, 37 years, (1952-1988) data which include hourly record are analyzed, at first, we have adopted 4030 cases of Strong wind (mean Wind speed gust wind speed $\geq 10.8 \text{ m/s}$) and 141 cases of heavy rainfall ($\geq 100 \text{ mm}$ during one day) to analyze the distribution of its frequency, Then according to the extreming value of strong wind and heavy rainfall from each year, We can estimate the possible extreming values in future 100-year return period by using Gumbel's first asymptotic distribution model. The result shows that (1) Strong Wind: mean wind speed 70.1 m/s , gust wind speed 97.2 m/s (2) heavy rainfall 646.2 m.m.