

# 花蓮地區豪雨暴雨之特性分析及預報

王 義 發

楊 明 仁

空 軍 氣 象 聯 隊

摘 要

本文係利用民國56年至75年間共20年的花蓮測站雨量資料，配合綜觀尺度各氣象因素，分析造成花蓮地區1小時豪雨（時雨量 $\geq 20\text{mm}$ ）、3小時豪雨（3小時累積雨量 $\geq 40\text{mm}$ ）、1小時暴雨（時雨量 $\geq 50\text{mm}$ ）及3小時暴雨（3小時累積雨量達 $100\text{mm}$ 以上）時的天氣型態與主要影響的氣象因子。

研究結果發現：

1. 就週期而言：每年7月至10月為花蓮地區豪暴雨發生頻率的最高峯，4月至6月為次高峯。
2. 就天氣型態而言：花蓮地區發生豪暴雨時的天气型態以颱風（或TD）與極地高壓共伴環流為主，颱風環流次之，梅雨鋒面又次之。

本文透過統計研究及個案分析，進一步找出花蓮地區豪暴雨的氣象因子及預報法則。

## 一、前言

豪暴雨之預報為當前氣象人員所面臨之最大挑戰，也是現階氣象預報及研究的重要課題之一。近年來，中外氣象人員（實際作業及學術研究人員）均對豪暴雨之預報、研究投注極大心力，如美國於1979年的劇烈風暴研究與中尺度實驗計劃（SESAME），1981年的對流雨合作計劃（COPE），1984年的中度風暴尺度作業與研究計劃（STROM-CENTRAL）等。在日本方面，於1968年至1972年間亦做過5次的梅雨末期中豪雨實驗研究。我國於去年（1987）5、6月間集合所有氣象作業單位及學術機構，展開「台灣地區中尺度實驗」（

TAMEX），嘗試對台灣地區於梅雨季節因中尺度對流系統（MCC）所致區域性豪暴雨做詳細完整之研究。由上可知中外氣象人員對於豪暴雨問題之重視，因此，掌握地區性豪暴雨的預報，實為氣象人共同致力之目標。

## 二、資料選取及研究方法

由於豪暴雨為中尺度系統的天氣現象，受地形影響很大，所以在討論豪暴雨問題時，須先考慮地形因素。本文僅討論花蓮地區豪暴雨現象，故先介紹花蓮的地形（如圖一）：花蓮地區為中央山脈東側與流入太平洋河川所沖積而成的狹長平原，三面環山，惟東北面向海。

文中「花蓮地區」一詞，專指北起蘇澳、南至成功的狹長平原地區，並不包含台東，甚至宜蘭（陳等 1986）。

本文主要引用日本氣象廳編印的東亞地面天氣圖為依據，將造成花蓮地區豪暴雨的天氣型態分成七類（如表一）：A類為颱風環流，B類為颱風（或TD）與大陸高壓共伴環流，C類為梅雨鋒面，D類為東北季風，E類為地區性降雨（無明顯天氣系統者），F類為熱帶氣旋（TD）環流，G類為一般鋒面。文中豪暴雨之定義乃根據由（1981）之定義，即

- (1) 1小時豪雨（ $A_1$ 等級）：時雨量 $\geq 20$  mm
- (2) 1小時暴雨（ $B_1$ 等級）：時雨量 $\geq 50$  mm
- (3) 3小時豪雨（ $A_2$ 等級）：3小時累積雨量 $\geq 40$  mm，其中至少1小時雨量達20 mm以上。
- (4) 3小時暴雨（ $B_2$ 等級）：3小時累積雨量 $\geq 100$  mm，其中至少1小時雨量達50 mm以上。

本文研究方法有二。一為過去20年來花蓮地區豪暴雨114個個案的統計研究及個案分析，另一為當時發生豪暴雨的環境條件探討，資料為花蓮測站正點及特別天氣觀測，與日本氣象廳之東亞地面及高空天氣圖，嘗試尋找於何種天氣型態與相關條件下，會造成花蓮地區有豪暴雨現象產生。

### 三、豪暴雨分析

由表二得知，花蓮地區豪暴雨等級以 $A_2$ 最多（共67次，佔59%）， $A_1$ 等級次之（共37次，佔32%）， $B_1$ 及 $B_2$ 等級較少（皆為5次，各佔4%）。就年際而言，20年來花蓮地區平

均每年有5.7次豪暴雨，其中57年、65年、72年僅有一次豪暴雨，63年、74年、75年的豪暴雨次數都在10次以上，而且74年高達14次，75年高達12次。是否可依此研判，76年、77年花蓮地區豪暴雨次數亦在10次以上？由於資料時間不夠長（僅20年），於統計上並無理由支持如此大膽的預測。由表三得知，花蓮地區 $A_1$ 級豪暴雨多集中在8月（共9次，佔24%），次為10月（共7次，佔19%）； $B_1$ 級豪暴雨則平均分佈於4、5、7、8、9月； $A_2$ 級豪暴雨集中在9月（共20次，佔30%），次為10月（共15次，佔22%）； $B_2$ 級豪暴雨以8月最多（2次），其餘在6、9、10月都有1次出現。在月際分布上，豪暴雨發生頻率以7月至10月為最高峯（11次至28次，佔10%至25%），4月至6月為次高峯（5次至13次，佔4%至11%）。

由表五得知，造成花蓮地區豪暴雨的天氣型態，以颱風（或TD）與大陸高壓共伴環流為主（共34次，佔30%），颱風環流次之（共32次，佔28%），梅雨鋒面又次之（共13次，佔11%）。產生 $A_1$ 等級豪暴雨的天氣型態，則以颱風環流為主（共11次，佔30%），共伴環流次之（共9次，佔24%）。造成 $B_1$ 等級豪暴雨的天氣型態，則以颱風環流較多，其餘梅雨鋒面過境各1次。 $A_2$ 等級豪暴雨的天氣型態，以共伴環流為主（共24次，佔36%）。 $B_2$ 等級豪暴雨的天氣型態很平均，颱風環流、共伴環流、TD環流、地區降水、一般鋒面過境都有一次。

#### 四、天氣型態特徵

由表五分析得知，造成花蓮地區豪暴雨的天氣型態依次為颱風（或TD）與大陸高壓共伴環流、颱風環流、梅雨鋒面。以下討論三種天氣型態，可造成花蓮地區豪暴雨的天氣型態特徵。

##### (一) 共伴環流：

由表七看出，花蓮地區於共伴環流所造成的豪暴雨，以A<sub>2</sub>等級為主（共24次，佔71%），A<sub>1</sub>等級次之（共9次，佔26%），B<sub>2</sub>等級僅有1次，並未出現B<sub>1</sub>等級豪暴雨。其次，當大陸高壓中心與颱風（或TD）中心氣壓值差（ $\Delta P$ ）於47 MB以上時，可能出現A<sub>1</sub>等級豪暴雨，當 $\Delta P$ 大於60 MB時，可能導致B<sub>1</sub>或B<sub>2</sub>等級豪暴雨。

由圖四得知，當大陸高壓中心位於A框（95°E至125°E，35°N至55°N圍成的扇形區域）內，且颱風（或TD）位於B區（113°E至123°E，12°N至22°N，17°N至27°N圍成的平行四邊形區域）內時，極易造成花蓮地區豪暴雨。理由是因為颱風（或TD）經過廣大溫溼太平洋而移至南海地區時，帶來充沛水氣，而此時大陸高壓勢力亦伸展至華南及台灣，造成本省附近氣壓梯度增強及氣流輻合，再加上中央山脈阻隔使得東部地區位處共伴環流之迎風面，故導致花蓮地區產生豪暴雨。

##### (二) 颱風環流：

颱風環流為每年6月至9月造成花蓮地區豪暴雨的主要天氣型態，由表五看出其所造成的豪暴雨，和共伴環流相似，仍以A<sub>2</sub>等級最多

（18次，佔56%），A<sub>1</sub>等級次之（11次，佔34%），B<sub>1</sub>與B<sub>2</sub>等級較少（各1次，各佔5%），其中尤以75年韋恩（WAYNE）颱風以其怪異路徑造成花蓮地區B<sub>1</sub>等級暴雨最為罕見。我們同時發現豪暴雨等級與颱風的行進路徑有關（如68年8月1日的賀樸（HOPE）颱風，雖為中型強烈颱風，但以路徑2接近本省，只造成A<sub>1</sub>等級豪暴雨，而71年8月15日的黛特（DOT）颱風，雖僅為小型中度颱風，但以路徑1接近本省，造成A<sub>2</sub>等級豪暴雨）。綜合圖五至圖八，我們將造成花蓮地區豪暴雨的颱風路徑分為四類（如圖九）：路徑1為在東路登陸而穿越中央山脈，路徑2為經由巴士海峽而至南海，路徑3為沿東部外海北上，路徑4為由南海經巴士海峽轉向沿東部外海北上。由表九得知，各種颱風路徑中，以路徑1和2最易造成花蓮地區豪暴雨，而路徑3及4極少造成豪暴雨。由此可見，颱風環流於花蓮地區造成的豪暴雨，受中央山脈阻隔影響甚鉅。

當颱風接近本省時，其氣旋式環流再配合地形的阻擋舉升，極易造成花蓮地區豪暴雨。圖十為颱風造成花蓮地區豪暴雨時的中心位置圖，當颱風移近虛線區域內（21°N至24°N、121°E至124°E的矩形）時，即可預估花蓮地區將有A<sub>2</sub>或A<sub>1</sub>等級的豪暴雨發生。

##### (三) 梅雨鋒面：

由表十得知，梅雨鋒面造成花蓮地區豪暴雨，亦與共伴環流、颱風接近型態類似，仍以A<sub>1</sub>與A<sub>2</sub>等級較多，B<sub>1</sub>與B<sub>2</sub>等級較少。綜合所有梅雨鋒面造成花蓮豪暴雨的天氣圖，得一合成圖（圖十一）。當氣旋波位於C框（18°N至26°N、114°E至134°E、23°N至33°N

圍成之平行四邊形)，並有強風軸通過，有 850 MB 低層噴流存在)，且 850 MB 溫度槽由長江口沿大陸東南沿海至南海時，易導致花蓮地區豪暴雨。因為當梅雨鋒面位於 C 區時，氣流輻合，使得暖溼空氣匯集於此區，且由於溫度槽落於高度槽，吸收可用位能 (APE)，造成斜壓不穩定度生成，再配合低層噴射氣流 (LLJ) 通過，波動更易發展，導致花蓮地區豪暴雨。

## 五、個案分析

對於四個等級的豪暴雨，我們分別選出個案，加以分析。A<sub>1</sub>等級豪暴雨以56年6月9日為例(梅雨鋒面)，A<sub>2</sub>等級豪暴雨以63年10月12日為例(共伴環流)，B<sub>1</sub>等級豪暴雨以73年9月4日為例(颱風環流)，B<sub>2</sub>等級豪暴雨以74年9月26日為例(一般鋒面過境)。

### (一) A<sub>1</sub>等級豪暴雨(56年6月7日)：

在 12Z 地面圖上(圖十二(1))，氣旋波由日本九州東南方海面向西南延伸經台灣東、南部至中南半島，台灣東部及中南部位處氣流輻合帶，極不穩定；再看 850 MB 高空圖(圖十二(2))，台灣上空恰好有顯著風切線存在，且有溫度位於附近，造成斜壓不穩定度生成；在 700 MB 及 500 MB 高空圖(圖十二(3)及(4))，台灣皆屬於槽前西南氣流區，帶來充沛水氣。500 MB 高空圖，台灣附近有噴射氣流存在。滿足伴隨梅雨鋒面移動之 MCC 發展機制，所以帶來花蓮地區豪暴雨(1小時雨量 27.6 mm，全日量 45.8 mm)。

### (二) A<sub>2</sub>等級豪暴雨(63年10月12日)：

在 00Z 地面圖(圖十三(1))，滯留鋒於台

灣東部外海徘徊，而中型中度颱風貝絲(BESS)位於南海(19.4°N、166.6°E)，東部地區恰好在環流的迎風面，受到鋒面及 BESS 颱風的共伴環流影響；於 850 MB 高空圖(圖十三(2))，風切線恰好通過台灣東部及中南部，配合溫度增位於大陸東南沿海，使得台灣附近極不穩定。再加上 850 MB 強風軸影響，配合地面共伴環流，形成花蓮地區常見的 A<sub>2</sub>等級豪暴雨(3小時累積雨量達 106.6 mm，全日雨量高達 150.6 mm)。

### (三) B<sub>1</sub>等級豪暴雨(73年9月4日)：

12Z 地面圖(圖十四(1))，太平洋高壓脊伸展至台灣東部海面，中型中度颱風艾克(IKE)位於南海(16.8°N、114.5°E)，東部外海為東來氣流，使得花蓮地區為迎風面，再配合颱風所帶來充沛水氣，極易凝結降雨。在 850 MB (圖十四(2))，台灣東部外海為暖空氣覆蓋，700 MB (圖十四(3))台灣位於槽前南來氣流區，赤道暖溼水氣輻合至台灣附近。560 MB 高空圖(圖十四(4))，槽線恰好通過本省。結合上述原因，造成花蓮地區較少見的 B<sub>1</sub>等級豪暴雨(1小時雨量 50 mm，全日雨量 92.8 mm)。

### (四) B<sub>2</sub>等級豪暴雨(74年9月26日)：

在 12Z 地面圖(圖十五(1))，滯留鋒面由日本本州南方海面向西南延伸至台灣北部海面，TD(1004 MB)位於菲律賓呂宋島西北方海面，台灣東部即受到滯留鋒及 TD 環影響，天氣極不穩定。850 MB 高空圖(圖十五(2))，台灣附近皆為東風，且由北部至金門、馬祖一帶有 LLJ 存在，風速急遽增大，造成動力不穩定。於地面滯留鋒及 TD 的共伴環流與 850

MB LLJ 雙重影響下，導致花蓮地區出現難得一見 B<sub>2</sub> 等級豪暴雨（3 小時累積雨量 137.5mm，全日雨量 253 mm）。

## 六、結論

綜合造成花蓮地區豪暴雨的天氣型態特徵，與各類型豪暴雨個案分析，歸納成下列幾點預報法則與結論：

- (一) 當大陸高壓中心氣壓與颱風（或 T D）中心氣壓差（ $\Delta P$ ）大於 47 MB 時，可能出現 A<sub>1</sub> 等級豪暴雨，當  $\Delta P$  大於 60 MB 時可能出現 A<sub>2</sub> 或 B<sub>2</sub> 等級豪暴雨。
- (二) 秋冬季節，當大陸高壓中心位於華北（圖四 A 區），颱風或 T D 位於南海（圖四 B 區），極易造成花蓮地區豪暴雨。
- (三) 當颱風移近台灣東部外海 150 NM 內（圖十之虛線區域），且以路徑 1 或 2 接近本省時，可預測花蓮地區將有豪暴雨發生（尤以路徑 2 接近本省之颱風最可能帶來豪雨）。
- (四) 梅雨季節中，當氣旋波由日本海向南延伸至台灣附近時（圖十一 C 區），且 850 MB 強風軸呈東北至西南走向，並越過台灣東部、中南部時，配合溫度槽位於華南沿海，易造成花蓮地區豪暴雨。
- (五) 夏秋颱風季節，台灣東部外海為東來氣流並有颱風位於南海時，亦有可能造成花蓮地區豪暴雨。
- (六) 7 月至 10 月為花蓮地區豪暴雨出現頻率最高峯，4 月至 6 月次之。
- (七) 造成花蓮豪暴雨的天氣型態之颱風（或 T D）與大陸高壓共伴環流為主，颱風環流次之，梅雨鋒面又次之。

(八) 花蓮地區豪暴雨以 A 等級最多，A<sub>2</sub> 等級次之。

(九) 造成花蓮地區 B<sub>1</sub> 及 B<sub>2</sub> 豪暴雨的天氣型態以共伴環流為主。

(十) 當颱風於菲律賓東方海面向西北接近台灣時（圖九路徑 1 及路徑 2），易導致花蓮地區豪暴雨，尤以於花蓮至台東間登陸之颱風，最易造成豪暴雨）以 A<sub>2</sub> 等級為主）。

(十一) 夏秋季節，當台灣東部外海溫度增高（暖區）時，若有颱風位於附近，亦可能造成花蓮地區豪暴雨。

## 致謝

本文之順利完成，承蒙氣象中心俞川心主任與編審課長李紀恩的悉心指正，謹致最高敬意。撰寫期間，由衷感謝主任張儀峯和副主任張廷慶的督促指教，以及首席張冬至提供寶貴意見、同時廖伯睿整理資料，與同學翁富山、陳普斌的提供資料和指教，在此一併致謝。

## 參考文獻

1. 日本氣象廳：1967 ~ 1986 天氣圖彙編。
2. 陳世嵐、林博雄，1986：花蓮地區強風豪雨之分析及可能發生之極端值推算；氣象預報與分析第 108 期，P.19 ~ P.33。
3. 李明澤、周金堂，1986：影響台灣東部地區之熱帶低壓；氣象預報與分析第 108 期，P.7 ~ P.18。
4. 劉昭民，1984：低層噴射氣流與台灣地區豪雨之關係；氣象預報與分析第 99 期，P.43 ~ P.52。
5. 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，P.30 ~ P.39。
6. 曲克恭，1981：應用氣象雷達之DVIP測定台灣地區豪雨量；氣象預報與分析第87期，P.1 ~ P.11。
7. 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。
8. 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，P.55 ~ P.72。
9. 江火明、洪秀雄，1986：台灣東部降水系統與地形效應之研究，第四屆全國大氣科學學術研討會論文彙編，P.48 ~ P.60。
10. 中央氣象局，1976：台灣80年來之颱風。

## An Characteristic Analysis and Forecast of Heavy and Excessive Rainfalls in Hualien Area

Yieh-Fa Wang

Ming-Jen Yang

Weather Wing C.A.F

### ABSTRACT

In this article, using 20 years (1967-1986) Hualien Station's rainfall data, we analyze the weather patterns and meteorological factors which result in the heavy and excessive rainfalls. We define two kinds of heavy rainfalls: One-hour heavy rainfall (hourly rainfall 20mm) and three-hour heavy rainfall (3-hour cumulative rainfall 40mm). We also define two kinds of excessive rainfalls: One-hour excessive rainfall (hourly rainfall 50mm) and three-hour excessive rainfall (3-hour cumulative rainfall 100mm).

After study of 114 cases, we find that:

1. Probability: The major peak of rainfall is from July to October, and the second is from April to June.
2. Weather Pattern: The main reason inducing to the heavy and excessive rainfalls is the combined circulation of Tropical Cyclones and Polar Highs, and the second factor is the typhoon circulation, and the plum-rain is the third cause.

Through the statistical analysis and case study, we try to find out the characteristics of heavy and excessive rainfalls in Hualien area, and set up some referable meteorological factors and forecast rules.

表一 花蓮地區豪暴雨之天氣型態分類

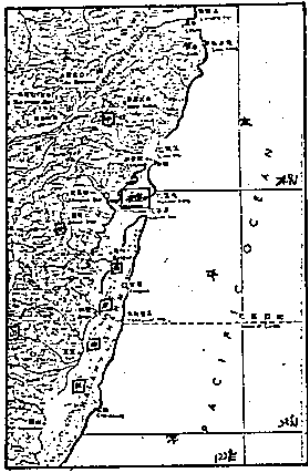
類別	天氣型態
A	颱風環流
B	颱風(或TD)及大陸高壓共伴環流
C	梅雨鋒面
D	東北季風
E	地區性降雨
F	TD環流
G	一般鋒面

表二 花蓮地區豪暴雨年際統計

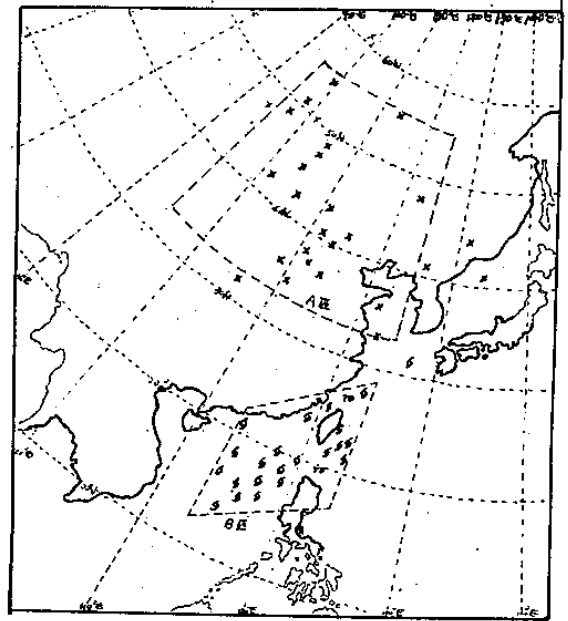
年 級 人 數	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	合計	%
	A <sub>1</sub>	3				1	1	2	2	4		1	2	5	4			1	1	7	3	37
B <sub>1</sub>															2			1		2	5	4.5
A <sub>2</sub>	5	1	6	3	5	2	4	7	4	1	3	2		4	2	4		2	5	7	67	59
B <sub>2</sub>								1	1			1									5	4.5
合計	8	1	6	3	6	3	6	10	9	1	4	5	5	8	4	4	1	4	14	12	114	100

表三 花蓮地區豪暴雨月際統計

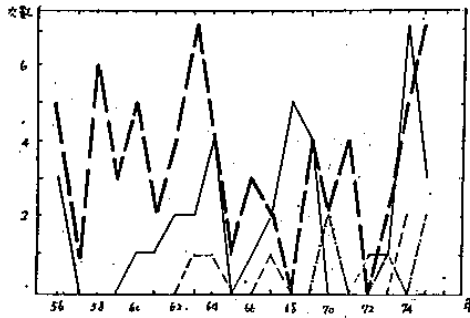
月 級 人 數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
	A <sub>1</sub>				3	4	3	3	9	6	7	1	1
B <sub>1</sub>				1	1		1	1	1				5
A <sub>2</sub>				1	1	9	7	8	20	15	6		67
B <sub>2</sub>						1		2	1	1			5
合計				5	6	13	11	20	28	23	7	1	114



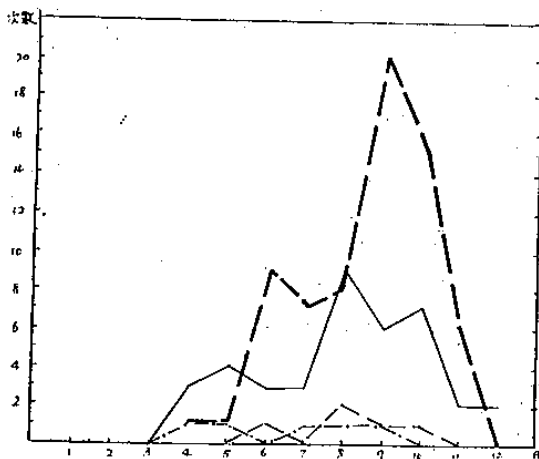
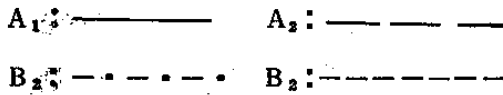
圖一：花蓮地區地形圖



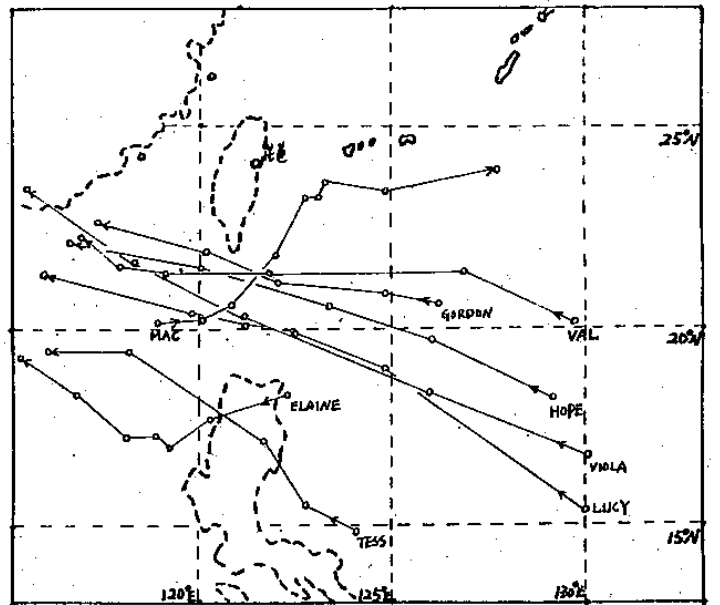
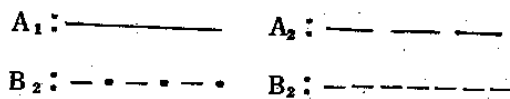
圖四：共伴環流天氣型態



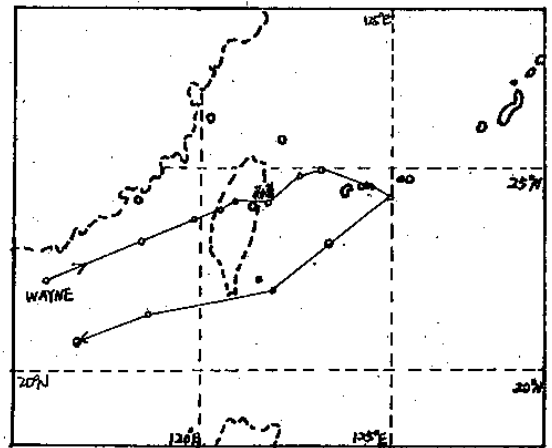
圖二：花蓮地區豪暴雨年際統計



圖三：花蓮地區豪暴雨月際統計

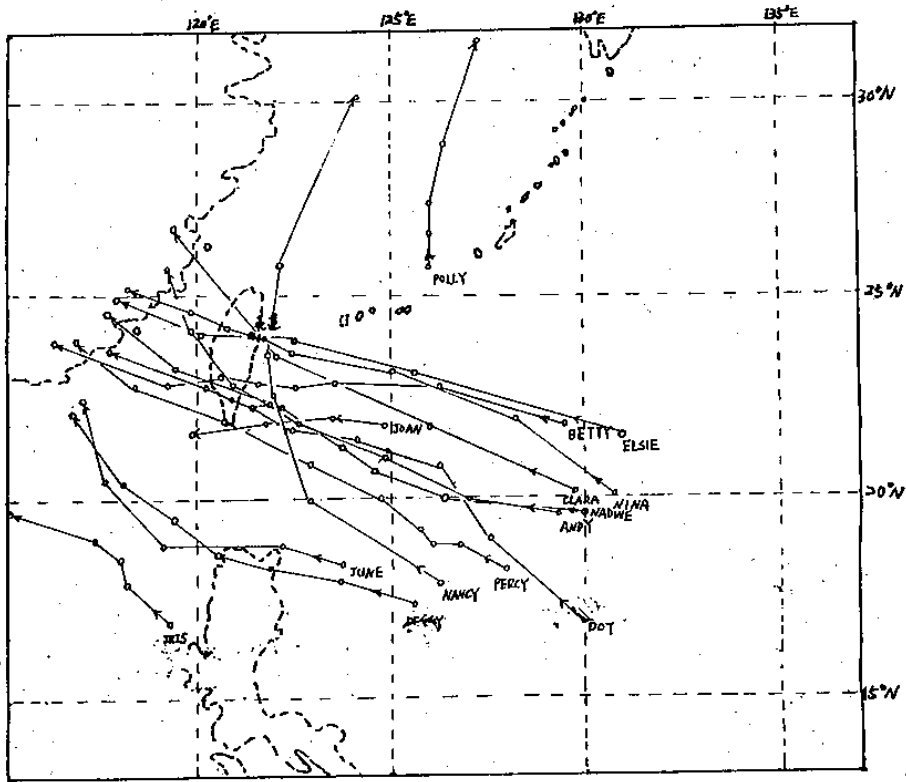


圖五：56-75年影響花蓮地區1小時豪雨(A<sub>1</sub>)之颱風路徑圖

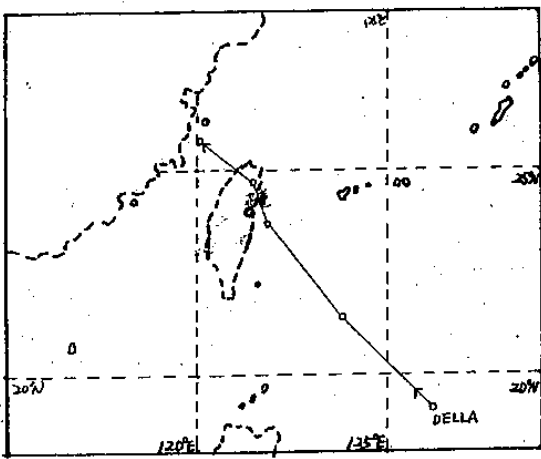


圖六：56-75年影響花蓮地區1小時暴雨(B<sub>1</sub>)之颱風路徑圖

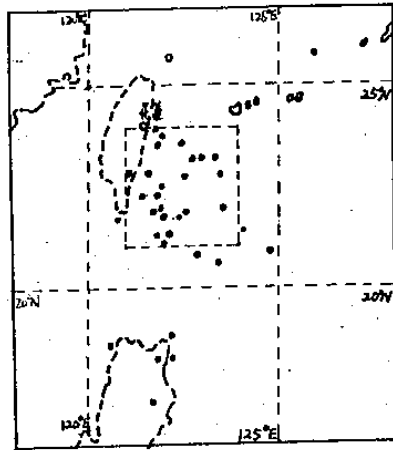




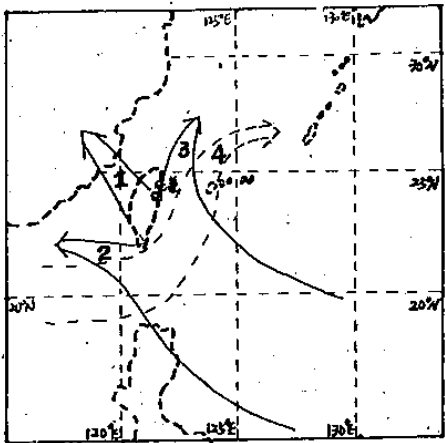
圖七：56-75年影響花蓮地區三小時豪雨(A<sub>2</sub>)之颱風路徑圖



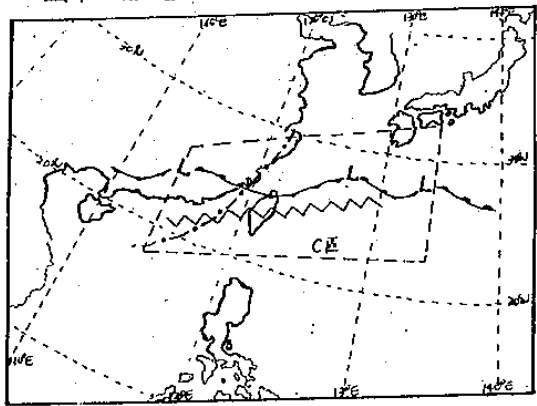
圖八：56-75年影響花蓮地區三小時暴雨(B<sub>2</sub>)之颱風路徑圖



圖十：影響花蓮地區豪雨之颱風位置

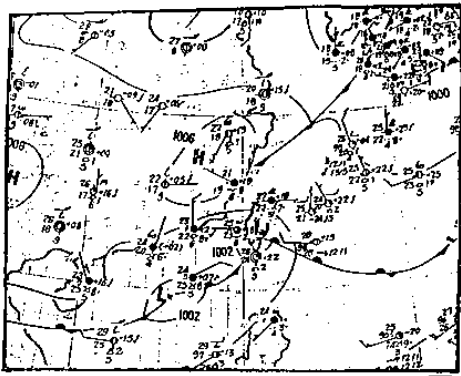


圖九：影響花蓮地區豪(暴)雨之颱風路徑

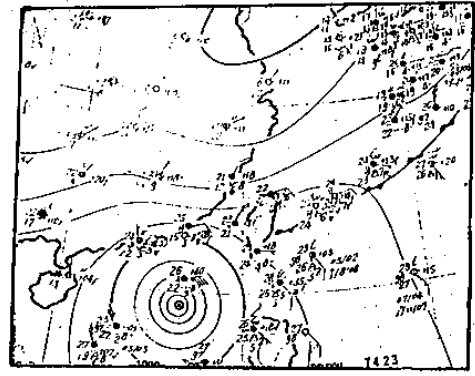


圖十一：梅雨鋒面天氣型態

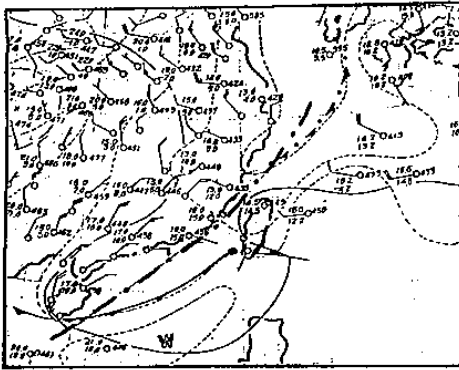
(- - - - - 代表溫度槽)  
(~~~~~ 代表強風軸)



圖十二(1)：56年6月9日 地面圖

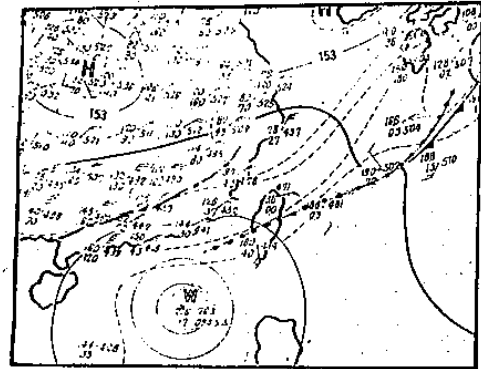


圖十三(1)：63年10月12日地面圖



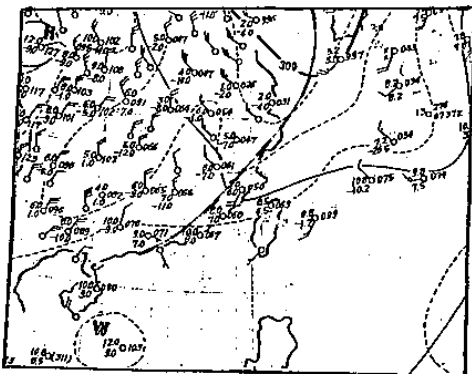
圖十二(2)：56年6月9日 850MB天氣圖

(- - - - 代表溫度槽)



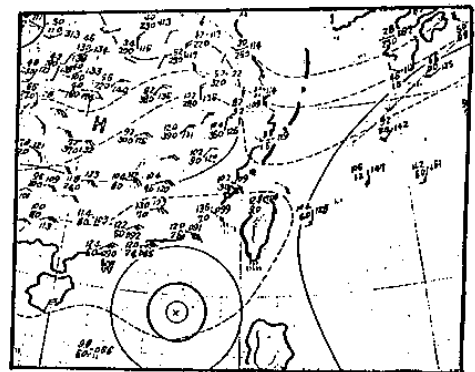
圖十三(2)：63年10月12日 850MB天氣圖

(- - - - 代表風切線)  
(- - - - 代表溫度槽)



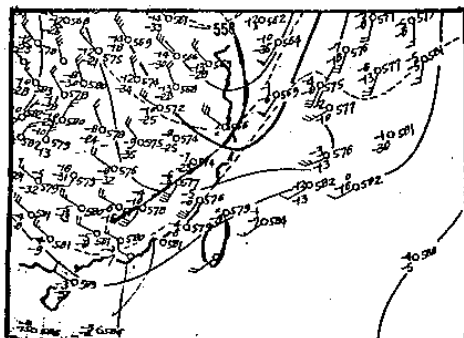
圖十二(3)：56年6月9日 700MB天氣圖

(- - - - 代表高空槽)



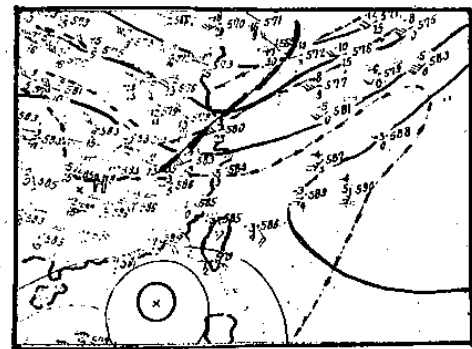
圖十三(3)：63年10月12日 700MB天氣圖

(- - - - 代表溫度槽)



圖十二(4)：56年6月9日 500MB天氣圖

(- - - - 代表高空槽)



圖十三(4)：63年10月12日 500MB天氣圖

(- - - - 代表高空槽)