

# 現行颱風雨量與風力預報作業

謝信良 劉復誠

中央氣象局

## 摘要

本文主要介紹中央氣象局現行颱風期間有關雨量與風力預報作業程序。

在雨量預報方面，主要係參照國內專家學者已發展完成的統計及客觀降雨預報模式，再配合最新的綜觀天氣圖、衛星雲圖、雷達降水回波圖及其他資料綜合研判、以獲致台灣地區或定點的颱風降雨預報。

在風力預報方面，採用之預報方法是配合所預測颱風路徑與強度變化，以類型法先作主觀預報，再參酌客觀統計預報圖解加以修正，藉以發布台灣地區的颱風風力預報。

## 雨量部份

### 一、前言

台灣地區中央山脈縱貫南北，降雨量的空間分布受地形的影響至鉅，呈現十分不均勻的現象，尤其是颱風降雨量，更因颱風侵襲路徑不同，而有很大的差異，因此要正確的預測颱風影響台灣期間各地的降雨量是一項相當困難的工作，也是中央氣象局（以下簡稱本局）多年來不斷在努力的目標。近十多年來本局透過各種研究計畫方式，首先由颱風雨量基本資料檔的建立開始，逐步發展有關颱風降雨量預報方法，如徐晉淮等（1972）將1950—1968年間侵台的68個颱風的逐日雨量及總雨量，根據600個雨量站的紀錄，繪製成詳細雨量分布圖。魏元恒等（1972）將1951—1970年間65個颱風，依侵台類路不同分成八類，並選擇100個雨量站紀錄，繪製成各類颱風侵台時平均日雨量分布圖，由這些雨量圖可以初步了解不同路徑颱風可能在台灣地區出現豪雨中心位置分布情況。王時鼎（1983）將1949—1982年侵台的90個颱風分成西行及北行兩大類，並選定14個測站，利用颱風中心位置與各項站對應的降雨量關係製成颱風雨量客觀預測圖。吳宗堯等（1980），喬鳳倫等（1982）針對曾文水庫及石門水庫營運的需求，建

立該兩水庫上游集水區颱風降雨預報模式。此諸方法目前均已納入本局颱風雨量預報作業之中。

茲將本局目前各有關之颱風雨量預報方法及困難所在分述於后，藉此就教於國內專家學者，冀能對本局的颱風雨量預報技術的改進有所助益。

### 二、颱風雨量預報作業程序

- (1) 確定颱風行進之路徑預測。
- (2) 根據預測路徑，參考魏元恒等（1972）之路徑分類（圖1），及對應颱風路徑之平均日雨量分布（圖2），作定性初步研判颱風在台灣各地區之降雨量分布情形。
- (3) 應用颱風類比法（HURRAN）所挑選出之歷史颱風個案，配合綜觀天氣型式，選定最相似的歷史颱風，然後利用王時鼎等（1983）所建立颱風歷史路徑及各測站逐時雨量與颱風中心相關位置圖（如圖3），推算選定測站颱風降雨的起迄時間以及該測站可能發生大雨之時間及對應之颱風位置。同時利用類似之歷史颱風總雨量分布圖（如圖4，徐晉淮1972），可進一步估計颱風侵襲時之總雨量。
- (4) 利用颱風雨量客觀預報圖（王時鼎1983），依據預測之颱風路徑，求出各選定測站之逐時

雨量和各時(3, 6, 12, 24 小時)累積雨量, 以及颱風期間總雨量。

- (5)針對特定地點如曾文水庫及石門水庫集水區的降雨量, 則應用吳宗堯等(1980), 喬鳳倫(1982)的颱風降水預報模式(將於另節詳述), 計算各該集水區的逐時雨量與總雨量。
- (6)將(3)、(4)、(5)所得結果, 配合各種最新的資料包括綜觀天氣圖、衛星雲圖、雷達觀測資料, 再做綜合研判, 獲致最後結論。
- (7)如颱風預測路徑有明顯的變化時, 必須重覆上述步驟, 適時加以必要之修正。

### 三、選定測站之颱風雨量客觀預報方法

(一)客觀預報圖的建立及作業步驟:

- (1)利用1949—1982年90個侵台颱風最佳路徑圖選取 $19^{\circ}\sim 27^{\circ}\text{N}$ ,  $117^{\circ}\sim 129^{\circ}\text{E}$ 涵蓋範圍(圖5), 以內插法定出颱風中心逐時位置(圖3)。
- (2)選擇14個測站(圖6), 在每一颱風逐時中心位置分別標示各測站於對應時刻之時雨量(圖3)。
- (3)將颱風依路徑分成西行(58個)及北行(32個)兩大類。
- (4)將圖6劃分為 $0.5 \times 0.5$ 經緯度細網格(共 $108 \times 4 = 432$ 格, 再由(2)所得全部颱風雨量資料, 讀取落在每個網格內被選定測站所出現的最大, 最小之時雨量, 並求其平均值及標準偏差, 然後把此五項資料逐一填入圖6的每一網格中, 即可得各選定測站平均時雨量及最大時雨量分布圖(如圖7, 8)。若一西行颱風其預測路徑已知, 則利用圖7可求出該颱風期間台北逐時平均雨量, 進而得知平均總雨量, 因之此雨量客觀預測法亦稱為平均法。利用平均法所求出之降雨量, 實際上已將颱風的速度及地形效應包含在內, 惟未考慮颱風強度。如將颱風路徑各對應測站逐時雨量先除以各該颱風的近中心平均最大風速, 亦即把時雨量標準化, 可得如圖9之平均時雨量比值分布圖, 應用時把該值再乘以所預測颱風之近中心最大風速, 即得預

測之時雨量, 故將此法稱之為比值法。這方法同時考慮了颱風強度。

(二)獨立資料各案實例之核驗

(1)不規則路徑颱風各地雨量值之核驗

圖10為1960年Shirley及1965年Mary兩強烈颱風路徑, 均有打轉現象。表1為台北、新竹、宜蘭、花蓮、台東五測站的6小時累積雨量預測及實際值比較。

就Shirley颱風而言, 以平均法求得總雨量, 除新竹較差之外, 其餘四站結果頗佳。6小時累積雨量誤差較大。就逐時之雨量預測, 以台北為例(見表2), 顯示實際雨量較不規則, 預報值則甚平滑, 足見平均法對逐時雨量預測效果並不佳。另就比值法而言(見表1), 其結果基本上較平均法遜色。惟值得注意者, 當雨量出現較大值時, (颱風接近測站), 此法略比平均法為佳(見表2)。

其次對Mary颱風的核驗, 平均法預測值, 除宜蘭、花蓮誤差較大外, 台北、新竹、台東三站總雨量預測與實測值相當接近(見表1)。6小時累積雨量預測, 大略在颱風接近, 雨量較大時預報結果較好, 至於時雨量核驗結果較差。就比值法較驗, 發現總雨量預測結果不如平均法, 6小時雨量在颱風接近時, 略較平均法為好(見表1), 時雨量之結果亦不佳。

(2)規則路徑颱風各地雨量值之核驗

以1980年Norris及1981年Maury兩輕度颱風為例(圖11), 由表3所示Norris颱風之較驗結果顯示, 對總雨量之預測, 兩種方法均能令人滿意, 至於時雨量之誤差亦比前述兩強烈颱風為小。

對於Maury颱風的核驗, 由表3(b)可發現不論總雨量及6小時雨量預測, 平均法及比值法的誤差均很大。王時鼎等(1983)曾分析此颱風的雨量, 主要由颱風內中小尺度對流系統所造成的結果, 在先天上, 此兩種方法對這類降雨缺乏預報能力。

#### 四、主要水庫集水區之颱風雨量預報方法

吳宗堯等 (1980)，喬鳳倫等 (1982) 先後研究曾文及石門水庫集水區的颱風降雨特性，分析西行颱風襲台時，兩水庫集水區的平均逐時雨量分配，發現水庫上游降雨尖峯時間分別出現在颱風最接近水庫所在位置的前約 2 小時及 5 小時 (見圖 12, 13)。又由他們所製作之颱風位置與水庫集水區未來 3 小時及 6 小時的降水量圖 (如圖 14, 15) 可作初步雨量之估計，然後應用所建立颱風降水預報模式再作進一步的預測。

##### (一) 水庫集水區颱風降水預報模式

此模式對颱風的降雨，主要考慮颱風環流及地形效應兩部份。

##### (1) 環流雨之計算：

設颱風之結構為對稱之環流，且令  $P_c$  為距颱風中心  $r_1$  及  $r_2$  ( $r_1 \neq r_2$ ) 兩同心圓間之單位面積、單位時間之降水量。由水汽保守定律 (The Law of Conservation of Moisture) 得：

$$P_c \pi (r_2^2 - r_1^2) = 2\pi (r_2^2 v_2 - r_1^2 v_1) M$$

$$\text{則 } P_c = \frac{2M(r_2 v_2 - r_1 v_1)}{r_2^2 - r_1^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{式中之 } M = \frac{-1}{g} \int_{P_0}^{P_1} q dp \text{ (可降水量)} \dots \dots \dots (2)$$

$P_c$ ：單位面積單位時間之環流雨降水量。

$q$ ：混合比 (或比濕)。

$p$ ：氣壓， $P_1$  ( $P_0$ ) 颱風頂 (底) 部之氣壓。

$g$ ：重力加速度。

$v$ ：徑向風速。

(徑向風速即表示吹向颱風中心之風速， $v_1$ 、 $v_2$  分別為在  $r_1$ 、 $r_2$  處吹向颱風中心之分風速；至於徑向風速 ( $v$ ) 與實際風速 ( $v$ ) 之關係為  $v = v \cos \theta$ 。

$\theta$  為觀測點至颱風中心連線與實際風向間之夾角，在實際計算中，通常假設  $\theta = 70^\circ$ ，即  $v = v \cos 70^\circ$  (Gray 等，1978)。

如已知颱風眼之半徑及其中心附近最大風速，則集水區與颱風中心之距離及其風速

之關係，可由  $v_\theta r^a = \text{const}$  關係式求得， $a$  為一經驗值，Riehl (1963, 1969)，Gray 等 (1978) 分別由理論與觀測得其值為 0.5，經以影響台灣且較重要之颱風子以驗證，以  $a = 0.6$  較適合台灣地區。

$$\text{即 } v_\theta r^{0.6} = \text{const} \quad (v_\theta = v \sin 20^\circ)$$

##### (2) 地形雨之推估

將大氣流對流層分為數層次，且令每一層次大氣之降雨強度為  $P_i$ ，則根據 Fulks (1935) 之降雨強度公式：

$$P_0 = \sum P_i \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{而 } P = -\rho \frac{dq}{dt} \Delta Z = -\frac{p}{RT} \cdot \frac{dq}{dz} \cdot V_z \cdot \Delta Z \dots \dots \dots (4)$$

$\rho$ ：乾空氣密度。

$R$ ：乾空氣氣體常數 ( $2.87 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-2} \cdot \text{deg}^{-1}$ )。

$q$ ：比濕 (或混合比) ( $\text{g} / \text{kg}$ )。

$e$ ：水汽壓。

$V_z$ ：垂直風速 ( $V_z = v \cdot \nabla Z$ ,  $v$  為實際風速， $\nabla Z$  為有效地形坡度)。

$\Delta Z$ ：氣柱之厚度。

$P_i$ ：每一層次單位時間之降水量。

##### (3) 計算步驟

(a) 將預測之颱風路徑，以內插法定出颱風中心之逐時位置。

(b) 由飛機之偵察報告，取得颱風近中心最大風速 ( $V_{\max}$ ) 及颱風眼半徑 ( $r_{\min}$ ) 資料，利用  $v_\theta r^{0.6} = C$  之關係式，先決定常數  $C$  之值，然後根據此式求出颱風影響集水區時，各時序之風速 ( $V$ )，並利用特別設計之風盤 (如圖 16)，求得各對應時序水庫集水區之理想風向。

$$\text{(c) 利用公式 } M = -\frac{1}{g} \int_{P_0}^{P_1} q dp \text{，根據探}$$

空資料，以定差法求出集水區 1000 - 900mb 及 900 - 800mb 二層的可降水量 ( $M$ )。王時鼎等 (1977) 計算

環流雨時只考慮 1000 - 900mb 近地層。Gray(1978) 由實際觀測資料分析颱風之垂直結構，發現颱風之徑向風速由地面隨高度減小，至 700mb 高度時接近零，最大值則出現在 950mb 處，由此可見颱風之水平向輻合氣流，發生在 700mb 以下之對流層中，並非僅限於地面 (1000mb) 至 900mb 之間。又根據颱風侵台期間之探空資料顯示，地面至 800mb 之空氣柱中之水汽含量相當高，接近飽和，故本方法計算環流雨時，分別取 1000 - 900mb 及 900 - 800mb 兩層，然後將所得值相加，即為總環流雨。為方便起見，假設徑向風速隨高度呈綫性遞減，1000-900mb 之平均風以地面風代之，900-800mb 平均風則以 850mb 風速代之，且設

$$V_{850mb} = 0.52 V_{1000mb}$$

， $V$  為徑向風速。

(d) 本颱風降雨模式的地形雨計算部份，垂直速度是影響地形雨之主要因子；而垂直速度 ( $V_z$ ) 乃受集水區地形之有效坡度 ( $\nabla Z$ ) 及風速 ( $v$ ) 所左右；而地形對降水之影響程度直接取決於當地地形之走向與風之來向的關係。例如圖 17 為石門水庫集水區各方向之地形有效坡度的分佈圖，由此分佈圖，可發現來自西北方之風向與石門的地形具有最大之關係，由此向右及向左逐漸遞減，而風向東北東至西南西之風幾乎完全無作用，此可由石門的地形得知，因為此方向均是崇山峻嶺，來自此方向的氣流均無法進入石門集水區內而被抬升。由  $V_z = V \cdot \nabla Z$  可求取颱風侵襲台灣地區時，集水區各時序之垂直風速 ( $V_z$ )。再利用公式

$$P_i = - \frac{\rho}{RT} \cdot \frac{dq}{dz} \cdot V_z \cdot \Delta Z$$

可求出颱風侵襲時之地形雨。在計算時

，將大氣分成四層：

- ① 850mb 以下
- ② 850 - 700mb
- ③ 700 - 550mb
- ④ 550mb 以上

在實際上因 550mb 以上氣層濕度太小對地形雨之貢獻甚小，故予忽略。又根據王時鼎 (1977) 分析，發現台灣地區上空，850 - 700mb 及 700 - 550mb 為颱風期間水汽飽和層所在，因之本模式亦僅考慮此兩層之水汽，並取平均層 775mb 及 625mb 各代表此兩飽和層，以便於計算。

(e) 將由 (c)(d) 兩步驟所求得之環流雨與地形相加，即可獲得預測之颱風逐時雨量。

#### (4) 實例校驗

表 4 與表 5 分別為曾文及石門水庫集水區的颱風總雨量觀測和預報值的比較。由表中可發現在 16 個校驗資料中，僅有 25% 為負偏差，其餘之預測值皆大於實測值，其中有 69% 的預測誤差範圍在  $\pm 30\%$  以內。又另一值得注意的結果是颱風雨量愈大者，其預測誤差誤值似有愈小的現象。由此可見，利用此模式預報曾文、石門兩水庫集水區颱風降雨，雖存在若干的缺點，但對實際之預報作業，具有相當的參考應用價值。

## 五、討 論

- (1) 以類型法預測颱風雨量，必須有足夠的歷史颱風資料檔做為參考依據。但實際上，並不一定每次颱風預報作業時皆可以找到相似類型的颱風，尤其是遇到路徑特殊的颱風，則此方法可能完全無法適用。
- (2) 平均法或比值法，均屬氣候統計方法，受取樣次數的限制，有其先天的缺點，其預測值只能視為第一近似，對颱風內中小尺度對流系統之降水無預測能力，必須配合其他資料，例如衛星雲圖、雷達回波之研判作適當的修正，而這

兩種非傳統的觀測資料在颱風雨量預測之應用技術，仍有待進一步的研究。

- (3)考慮颱風環流及地形兩要素所建立的水庫集水區降水模式，假設颱風環流為對稱圓型，此與實際颱風環流有差異，而且地形因素非常複雜，無法對地形有效坡度精確推算，此直接影響地形雨預測的準確性。又應用此模式計算風速，在颱風中心未接近陸地之前，假設其強度不變，登陸時將颱風近中心風速減為80%，通過陸地後強度再減為60%，此人為的假設均為模式預測誤差的來源。
- (4)前節所述各預測方法之校驗，均係採用颱風最佳路徑，在實際作業時是依據預測之颱風路徑作雨量預測，因此颱風路徑預測誤差之程度，直接關係到雨量預測之正確性，故如何提高颱風路徑預測之準確度，為改進颱風雨量預報首要關鍵。

## 六、結語

本文主要目的在介紹中央氣象局現行颱風雨量預報作業的一些方法，並提出其缺點與困難問題所在，擬藉此次研討會，就教於國內學者專家，做為

本局改進與突破現階段預報作業方法，提高對颱風雨量預報能力的方針。

## 參考文獻

1. 魏元恆、謝信良、林民生、蕭長庚，1972：台灣颱風降雨預報之研究，氣象學報十八卷三期，1～21。
2. 徐晉淮、羅字振、王博義，1972：侵襲台灣颱風之分析研究，氣象學報十八卷四期，21～38。
3. 吳宗堯、謝信良、喬鳳倫、陳正改、黃清芬，1980：曾文水庫集水區降水特性分析及颱風降水預報研究，中央氣象局研究報告53號，131pp。
4. 喬鳳倫、謝信良、陳正改，1982：石門水庫集水區颱風降水之模擬，中範圍天氣系統研討會論文集編，53—66。
5. 王時鼎、劉廣英、曲克恭、林則銘、黃中成、謝維權，1977：翡翠谷壩址最大可能暴雨研究，空軍氣象中心研究報告13號，86PP。
6. 王時鼎、陳泰然、謝信良、陳來發、趙友夔、鍾孝林，1983：台灣颱風降雨特性及其預報研究(-)，國科會防災科研究報告72—13號，54PP。
7. 王時鼎、王忠山，1983：台灣區域有關颱風之中小尺度暴雨之初步研究，大氣科學，十四期，99—114。

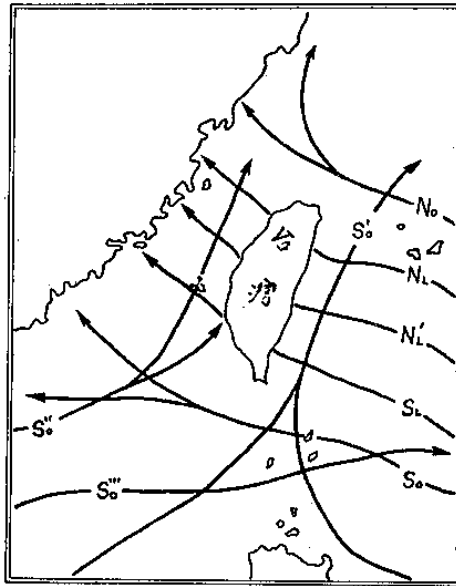


圖 1. 侵台颱風路徑分類。

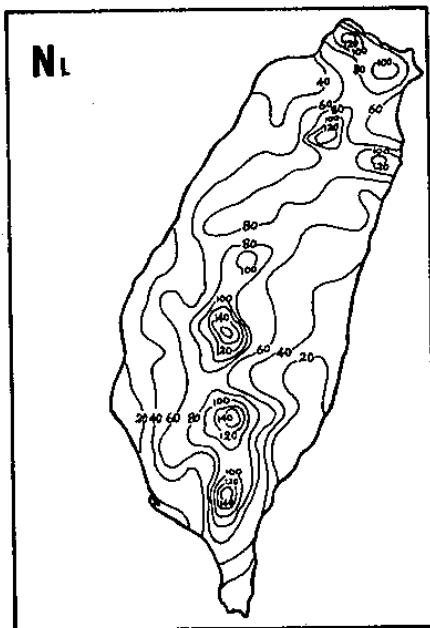
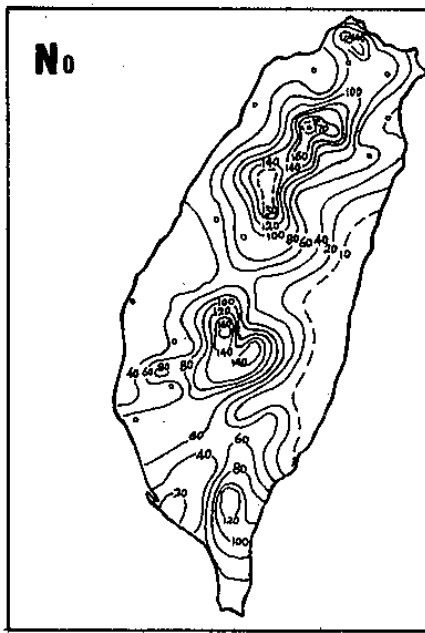


圖 2 A 不同路徑侵台颱風平均日雨量 (公厘) 分布 (路徑分類同圖 1)。

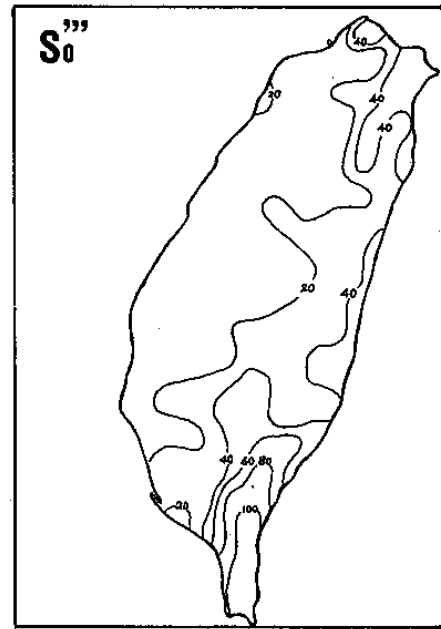
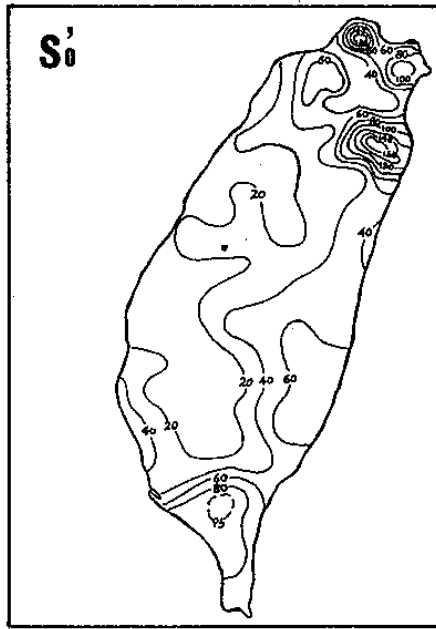


圖 2 B 不同路徑侵台颱風平均日雨量(公厘)分布(路徑分類同圖 1)。

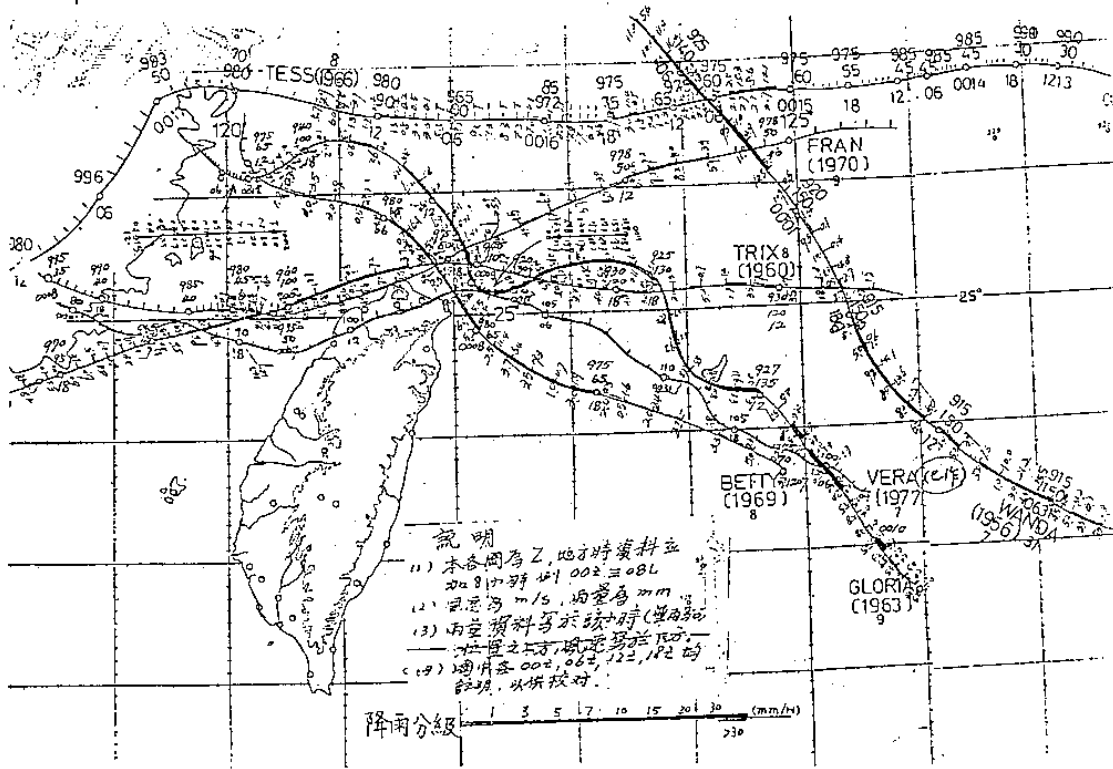


圖 3. 颱風最佳路徑及台北逐時雨量與颱風中心相關位置圖。

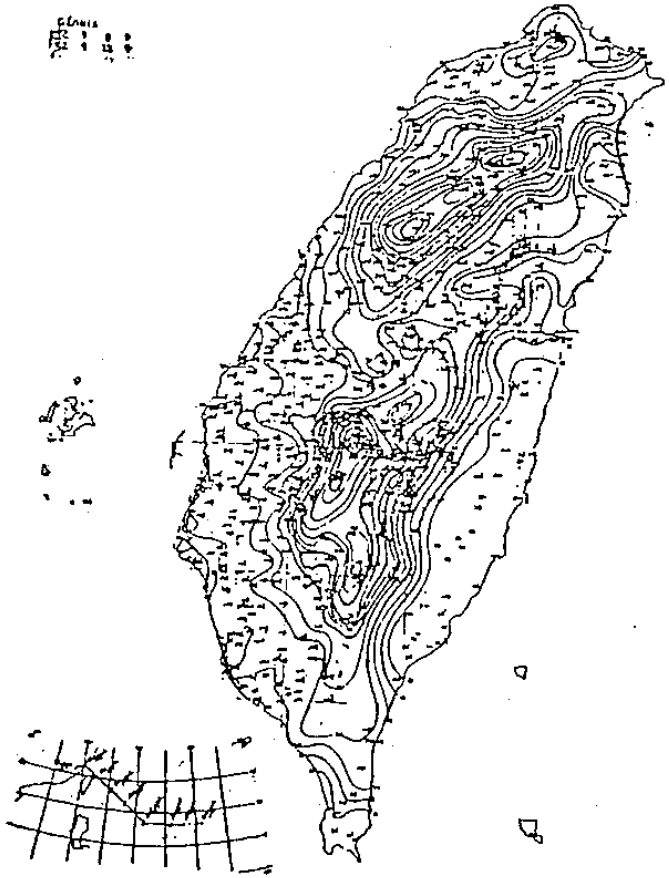


圖 4. 1963 年 8 ~ 13 日葛樂禮颱風總雨量圖。



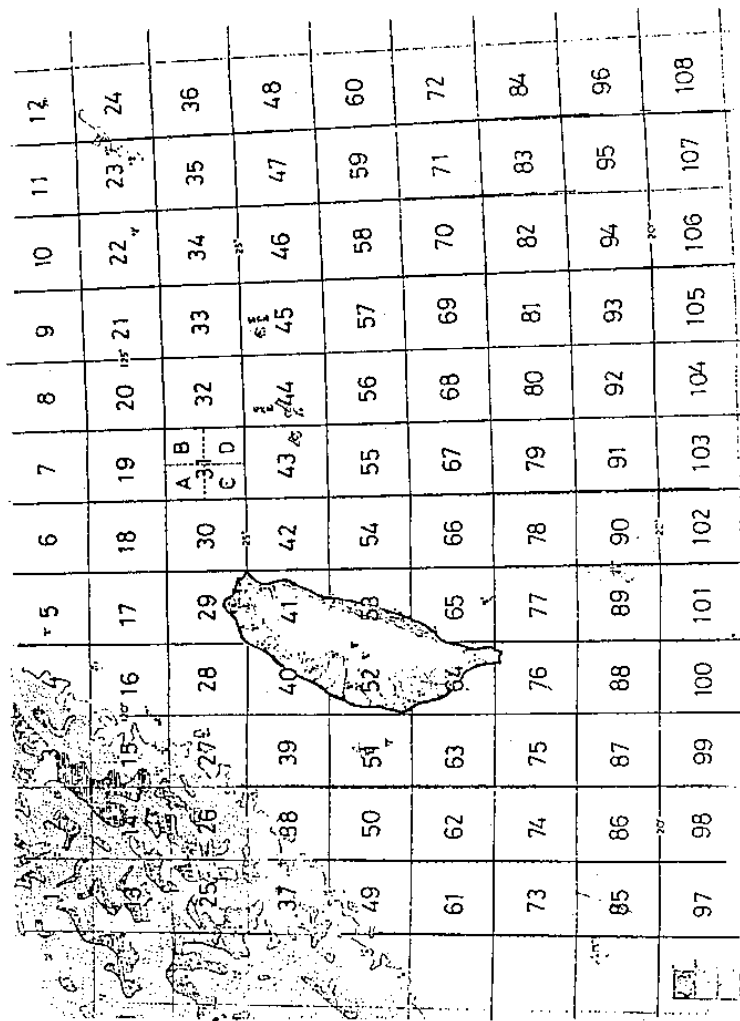


圖 5. 影響各測站颱風降雨之分區圖。係供颱風在某一特定區域時，各該測站所出現颱風降雨分佈研究之用

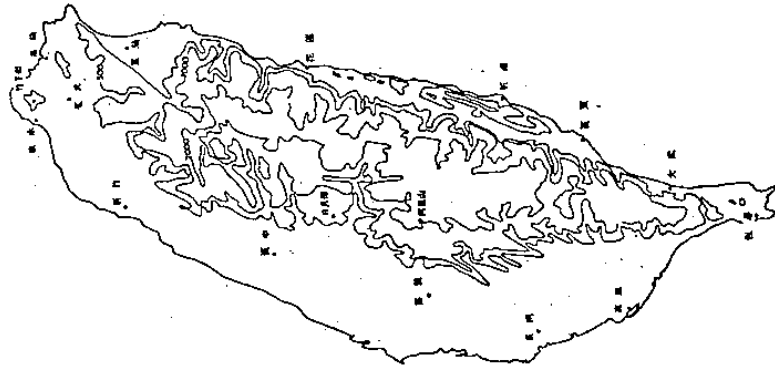


圖 6. 雨量預測14個測站位置圖

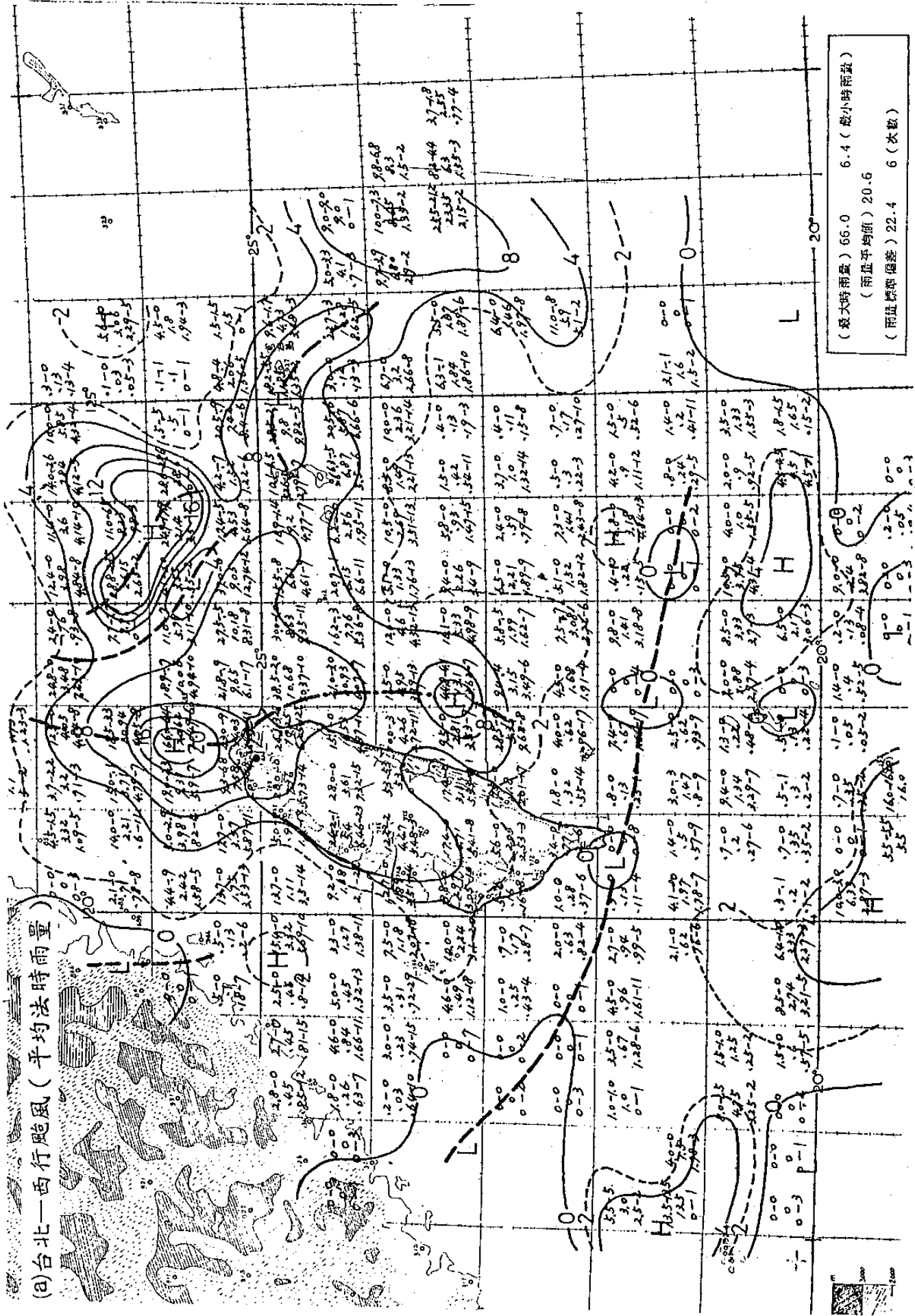
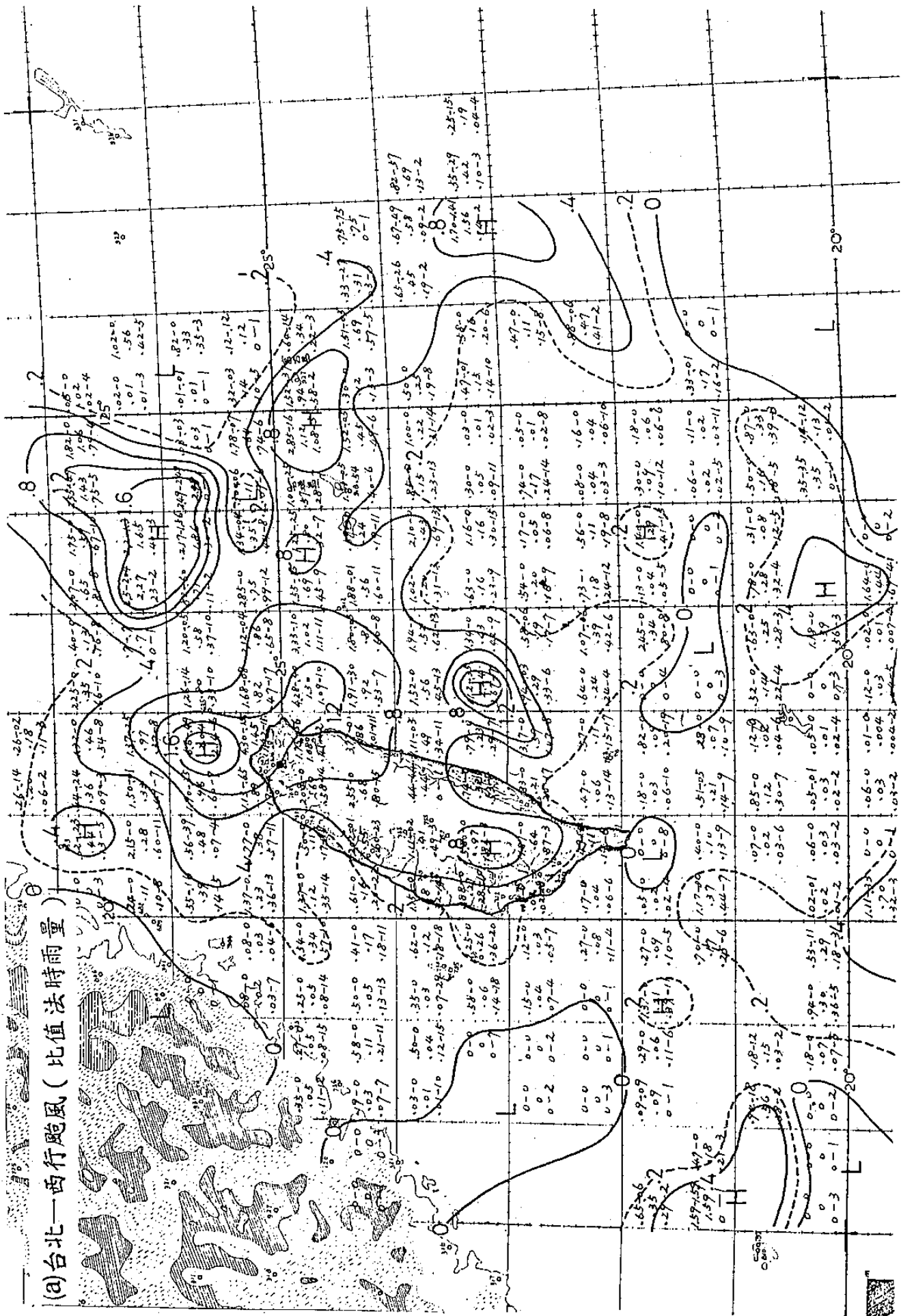


圖 7. 西行颱風過台北時雨量(公厘)客觀預測圖。圖中斷點線表時雨量高值之軸線，斷線表低值之軸線各等值線所顯示之值即為颱風在該位置時，該測站之可能出現之時雨量值。圖中各小方格內並附標準偏差值，觀測次數及雨量最大、最小值。



(a) 台北—西行颱風 (最大時雨量)

圖 8. 西行颱風過台台北最大時雨量分佈圖。說明同圖 7。



(a) 台北—西行颱風 ( 比值法時雨量 )

圖 9. 西行颱風過台時台北時雨量 ( 比值 ) 客觀預測圖。該圖之應用，為就颱風在該位置時

之中心最大風速值除以10，再乘該比值即為該地可能出現之時雨量值。

(a) 1960年7—8月 Shirley 颱風

地 點 區 分 時 間	台		北		新		竹		宜		蘭		花		蓮		台		東		
	實 際	預 測	測		實 際	預 測	實 際	測		實 際	預 測	實 際	測		實 際	預 測	實 際	預 測	實 際	預 測	
			模式1	模式2				模式1	模式2				模式1	模式2							
30. 13 Z—18 Z	3.6	4.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	12.3	13.4	—	—	—	—
19 Z—00 Z	3.6	6.6	9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	13.5	20.0	—	—	—	—
31. 01 Z—06 Z	8.3	36.7	50.5	12.6	38.4	54.6	25.2	50.8	62.5	5.8	25.3	29.6	0.1	0.9	1.8	25.3	29.6	0.1	0.9	1.8	1.8
07 Z—12 Z	68.0	49.1	62.0	13.3	53.6	45.4	127.0	83.5	85.3	45.1	64.7	66.1	0.8	1.3	2.5	64.7	66.1	0.8	1.3	2.5	2.5
13 Z—18 Z	24.2	45.8	33.0	10.7	22.9	17.6	36.7	65.5	69.6	109.4	58.7	36.6	1.8	1.0	1.8	58.7	36.6	1.8	1.0	1.8	1.8
19 Z—00 Z	5.9	16.1	10.0	24.3	13.7	12.1	21.1	17.8	22.5	55.1	20.3	35.8	8.9	8-2	10.3	20.3	35.8	8.9	8-2	10.3	10.3
1. 01 Z—06 Z	42.8	13.0	14.6	121.8	19.1	22.5	—	—	—	29.9	36.3	88.0	—	—	—	36.3	88.0	—	—	—	—
07 Z—12 Z	—	—	—	54.0	20.0	13.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總 計	156.4	171.5	181.7	236.7	167.7	166.1	210.0	217.6	239.9	247.2	231.1	289.5	11.6	11.4	16.4	231.1	289.5	11.6	11.4	16.4	16.4

(b) 1965年8月 Mary 颱風

地 點 區 分 時 間	台		北		新		竹		宜		蘭		花		蓮		台		東		
	實 際	預 測	測		實 際	預 測	實 際	測		實 際	預 測	實 際	測		實 際	預 測	實 際	預 測	實 際	預 測	
			模式1	模式2				模式1	模式2				模式1	模式2							
18.01 Z—06 Z	27.1	10.0	19.4	29.6	6.3	14.4	9.0	17.5	32.2	—	—	—	—	—	0	—	—	0	0	0.4	0.4
07 Z—12 Z	16.7	34.6	52.8	28.1	20.5	33.2	21.7	49.3	62.3	15.6	14.7	16.1	1.7	1.0	1.8	14.7	16.1	1.7	1.0	1.8	1.8
13 Z—18 Z	50.3	43.2	64.0	67.2	43.5	58.2	100.5	83.7	90.4	2.5	83.5	95.4	2.2	1.7	2.7	83.5	95.4	2.2	1.7	2.7	2.7
19 Z—00 Z	36.3	47.0	46.7	11.6	29.8	27.0	22.2	76.8	71.0	56.7	93.5	90.0	3.5	2.1	2.3	93.5	90.0	3.5	2.1	2.3	2.3
19.01 Z—06 Z	—	—	—	5.9	24.1	23.7	1.4	61.4	58.0	—	—	—	0.3	1.5	0.9	—	—	0.3	1.5	0.9	0.9
總 計	130.4	134.8	182.9	142.4	124.2	156.5	154.8	288.7	313.9	74.8	191.7	201.5	7.7	6.3	8.1	191.7	201.5	7.7	6.3	8.1	8.1

表 1. 侵台颱風各地實測雨量與預估雨量比較 (以 6 小時為間隔, 單位為公厘), 模式 1 為

平均法, 模式 2 為比值法。

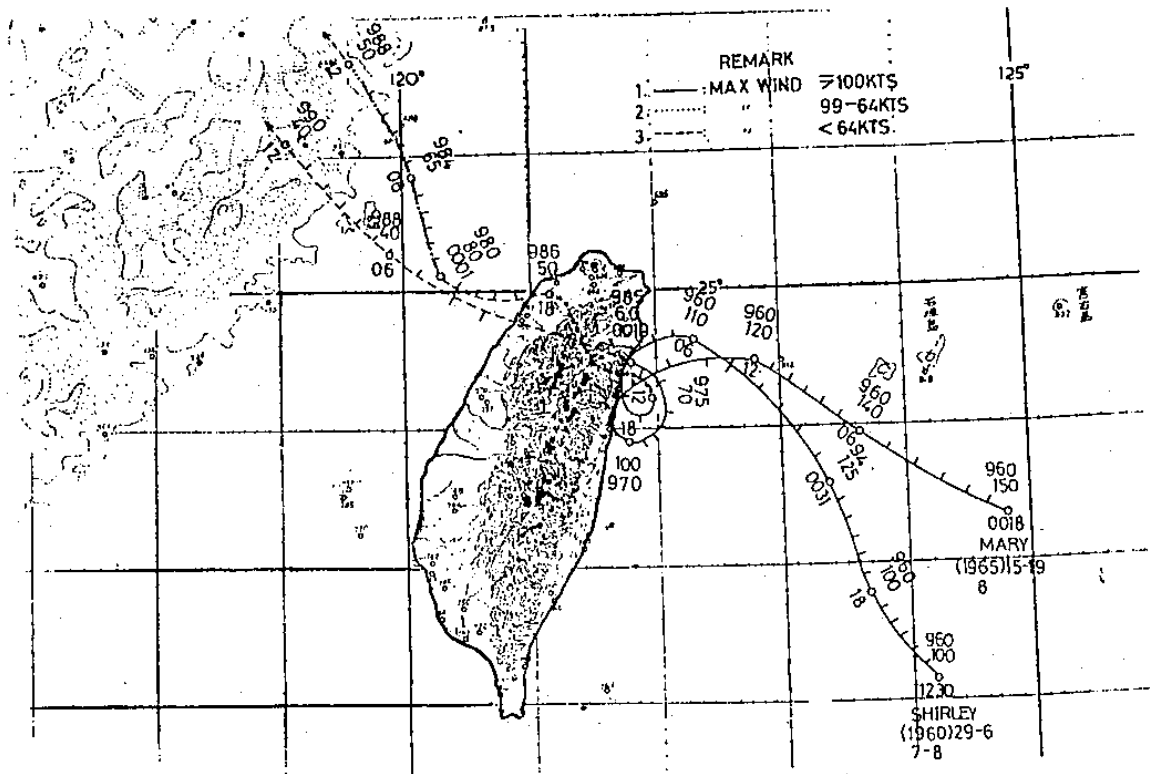


圖 10 1960 年 Shirley 與 1965 年 Mary 颱風逐時路徑圖—供雨量核驗之用。

時間 (z)	實際 A	平均法 M <sub>1</sub>	比值法 M <sub>2</sub>	誤差 A-M <sub>1</sub>	誤差 A-M <sub>2</sub>	六小時累積雨量		
						A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
07	7.6	10.7	14.3	-3.1	-6.7			
08	6.9	10.4	12.1	-3.5	-5.2			
09	25.8	8.0	11.0	17.8	14.8			
10	13.5	6.5	9.5	7.0	4.0			
11	3.8	6.0	8.8	-2.2	-5.0			
12	2.1	7.5	6.3	-5.4	-4.2	68.0	49.1	62.0
13	11.2	8.0	6.3	3.2	4.9			
14	11.0	7.0	5.9	4.0	5.1			
15	0.8	7.0	5.6	-6.2	-4.8			
16	0.7	8.0	5.6	-7.3	-4.9			
17	0.3	8.0	5.6	-7.7	-5.3			
18	0.2	7.8	4.0	-7.6	3.8	24.2	45.8	33.0

表 2. 1960 年 7 月 Shirley 颱風過境台北時雨量較大期間 (31 日 07 Z—18 Z) 雨量實際值與預測值之比較。

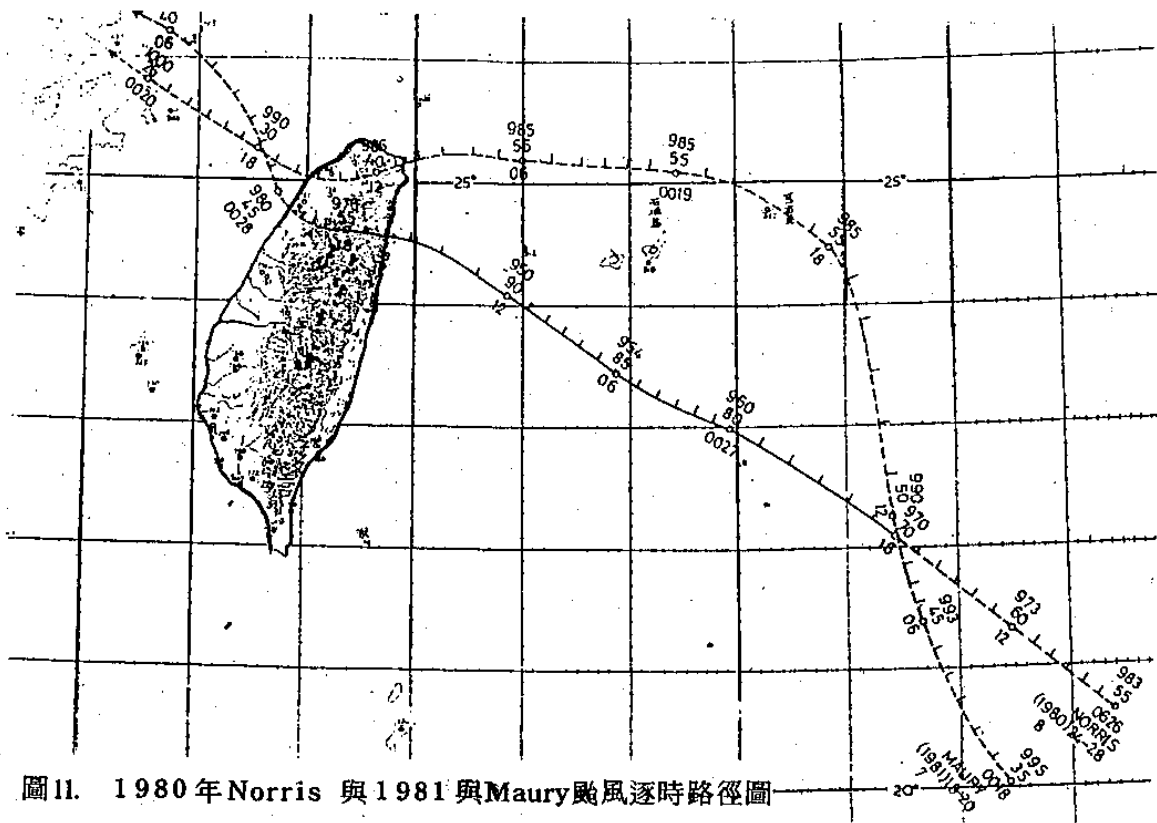


圖11. 1980年Norris 與1981與Maury颱風逐時路徑圖

(a) Norris (1980, 8)

時 間 (日:時Z)	實 際 A	平均法 M <sub>1</sub>	比值法 M <sub>2</sub>	誤 差 A - M <sub>1</sub>	誤 差 A - M <sub>2</sub>	六小時累積雨量		
						A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
27:01	-0.5	0.1	0.2	0.4	0.3			
02	T	0.2	0.4	-0.2	-0.4			
03	1.0	0.3	0.8	0.7	0.2			
04	2.5	0.6	0.4	1.9	2.1			
05	0.5	0.7	0.6	-0.2	-0.1			
06	1.0	1.0	0.9	0	0.1	5.5	2.9	3.3
07	8.5	1.2	2.6	7.3	5.9			
08	4.0	2.0	2.1	2.0	1.9			
09	0.5	1.6	2.6	-1.1	-2.1			
10	5.5	2.0	1.7	5.3	3.8			
11	0.5	4.0	3.4	-3.5	-2.9			
12	6.0	6.0	5.4	0	0.6	25.0	16.8	17.8
13	10.0	9.0	9.0	1.0	1.0			
14	5.5	10.6	9.9	-5.1	-4.4			
15	6.0	7.5	9.9	-1.5	-3.9			
16	19.0	7.5	9.0	11.5	10.0			
17	9.0	7.0	8.1	2.0	0.9			
18	11.0	7.0	4.8	4.0	6.2	60.5	48.6	50.7
19	2.0	7.0	4.2	-5.0	-2.2			
20	2.5	7.0	4.1	-4.5	-1.6			
21	0.5	7.0	3.7	-6.5	-3.2			
22	T	2.0	3.0	-2.0	-3.0			
23	T	1.0	2.4	-1.0	-2.4			
28:00	0.5	1.0	0.6	-0.5	-0.1	5.5	25.0	18.0
01	0.5	3.0	1.4	-2.5	-0.9			
02	0.4	3.5	2.1	-3.1	-1.7			
03	0.5	3.0	2.0	-2.5	-1.5			
04	T	2.5	2.0	-2.5	-2.0			
05	0.2	1.5	1.7	-1.3	-1.5			
06	0.9	0.5	0.4	0.4	0.5	2.5	14.0	9.6
總 計						99.0	107.3	99.4

表3 規則颱風路徑影響下台北時雨量，6小時累積雨量及總雨量之實際值與預測值兩者之比較。(a)Norris, 1980 ; (b)Maury, 1981。

表 3 (b)Maury ( 1981 , 7 )

時 間 ( 日 : 時 z )	實 際 A	平均法 M <sub>1</sub>	比值法 M <sub>2</sub>	誤 差 A - M <sub>1</sub>	誤 差 A - M <sub>2</sub>	六小時累積雨量		
						A	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
19:01	13.5	4.0	1.7	9.5	11.8			
02	20.5	5.0	2.2	15.5	18.3			
03	11.5	7.0	2.2	4.5	9.3			
04	3.0	8.0	3.3	-5.0	-0.3			
05	18.5	8.5	3.9	-10.0	14.6			
06	4.5	8.8	4.0	-4.3	0.5	71.5	41.3	17.3
07	8.5	10.0	5.2	-1.5	3.3			
08	7.0	10.2	5.5	-3.2	1.5			
09	65.0	10.0	6.1	55.0	58.9			
10	10.0	11.0	6.6	-1.0	3.4			
11	39.0	14.0	7.7	25.0	31.3			
12	15.5	13.5	4.8	2.0	10.7	145.0	68.7	35.9
13	11.5	13.0	4.3	-1.5	7.2			
14	6.0	10.0	3.6	-4.0	2.4			
15	7.0	7.0	3.0	0	4.0			
16	3.0	5.0	2.0	-2.0	1.0			
17	6.0	3.6	1.5	2.4	4.5			
18	10.0	3.5	1.2	6.5	8.8	43.5	42.1	15.6
19	5.0	2.0	1.2	3.0	3.8			
20	1.0	2.2	1.0	-1.2	0			
21	0	1.8	1.1	-1.8	-1.1			
22	0	0.8	0.8	-0.8	-0.8			
23	0	0.4	0.4	-0.4	-0.4			
20:00	0	0	0.1	0	-0.1	6.0	7.2	4.6
總					計	266.0	159.3	73.4



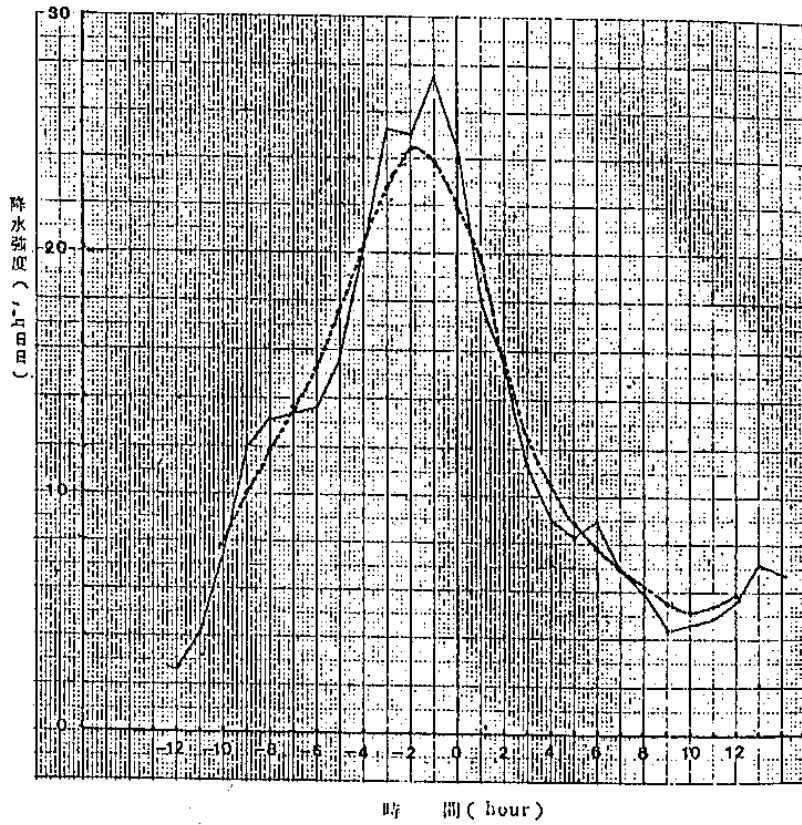


圖12. 通過集水區北方之西進颱風影響曾文水庫集水區期間逐時平均面積雨量分配曲線（實線）。虛線表經過移動平均後之分配曲線。O表颱風中心最接近集水區之時刻。負正值表颱風接近及遠離集水區之時序。

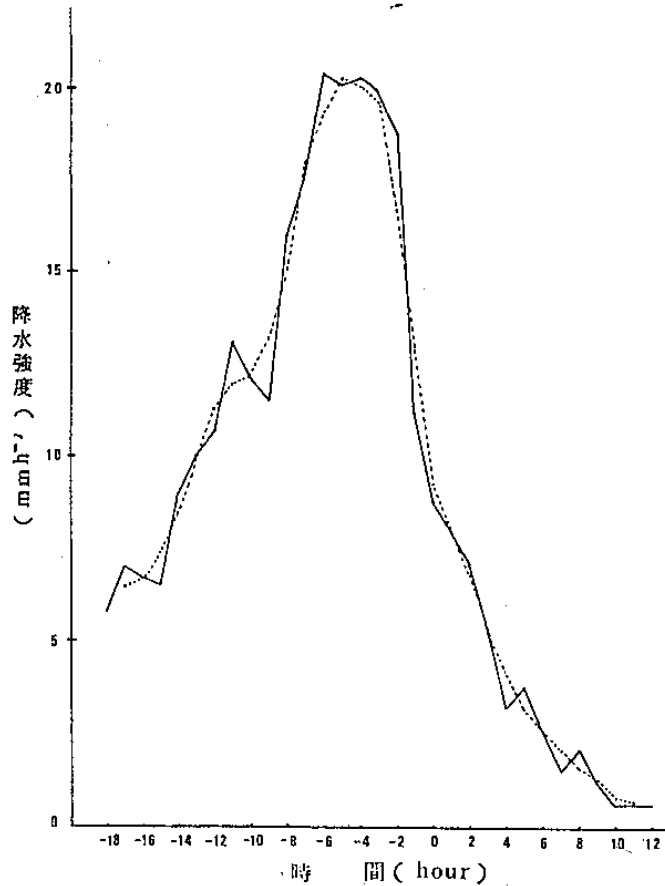


圖13. 西進颱風影響石門水庫集水區期間平均面積雨量分配曲線（實線），虛線表示經過移動平均後之分配曲線。O表示颱風中心最接近集水區之時刻；負正值表示颱風接近及遠離集水區之時序。

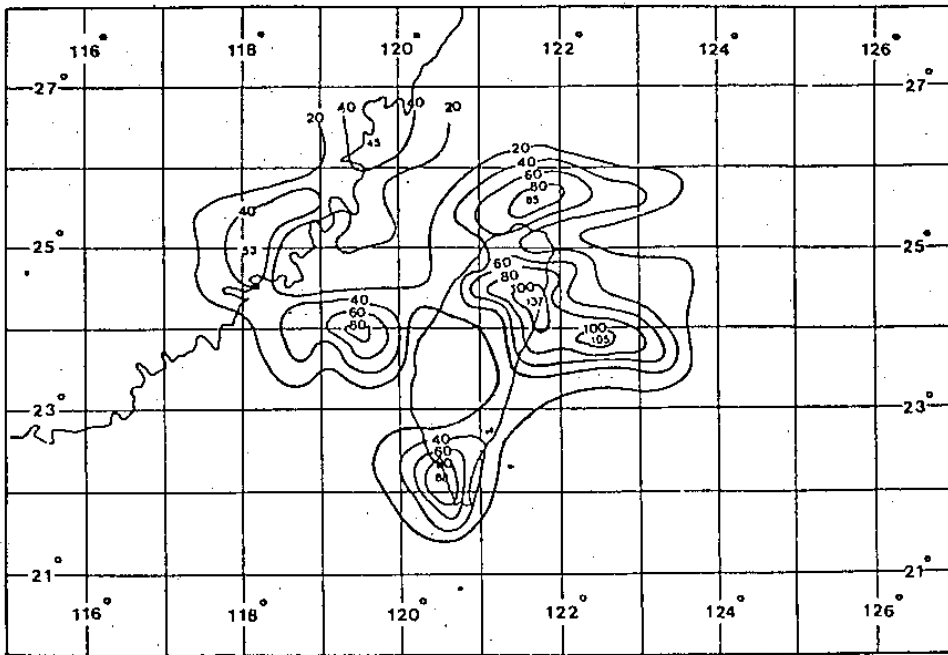


圖14. 颱風位置與曾文水庫集水區未來三小時降水等雨量線圖（單位：公厘）  
（資料時間：民國59—68年）

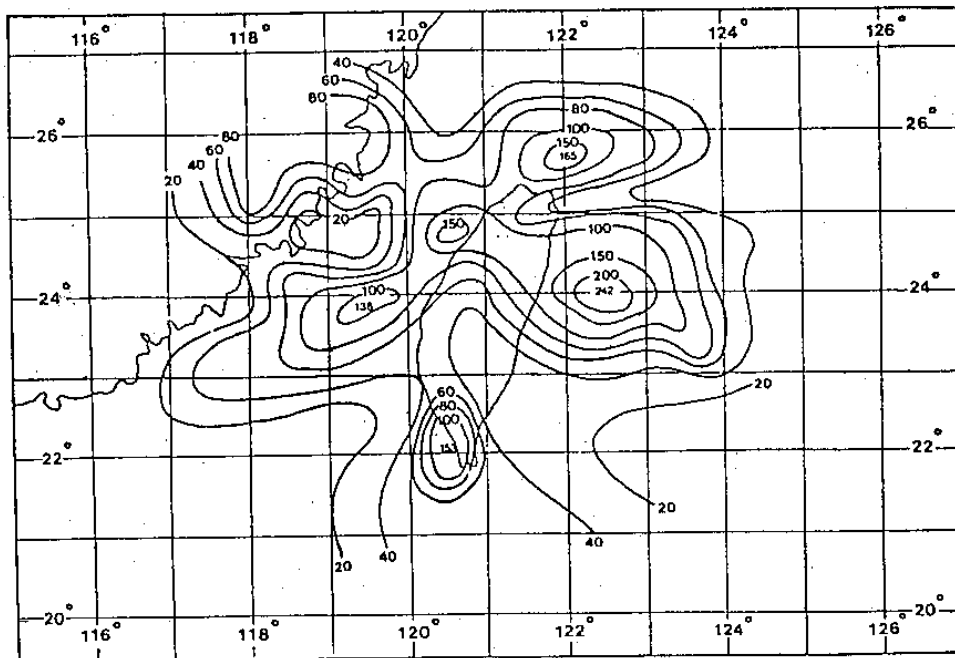


圖15. 颱風位置與曾文水庫集水區未來六小時降水等雨量線圖（單位：公厘）  
（資料時間：民國59—68年）

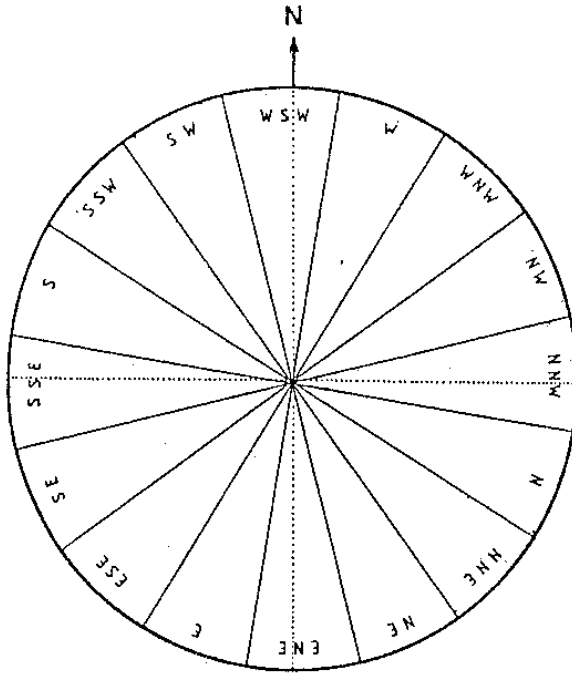


圖 16. 理想風盤

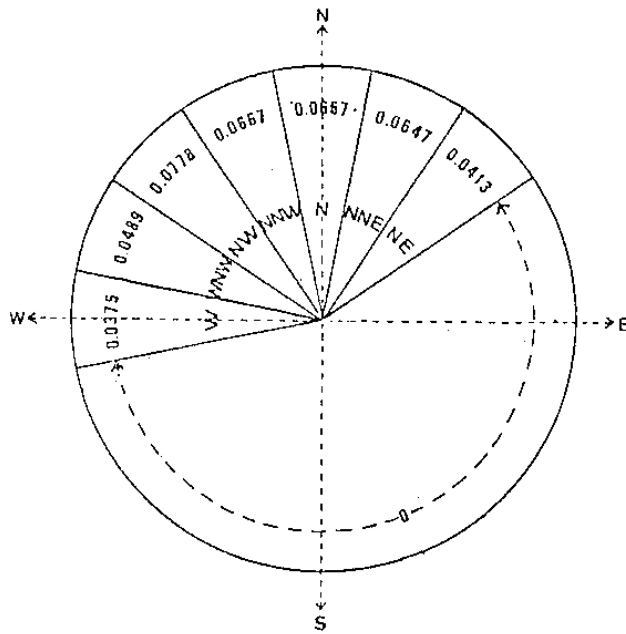


圖 17 石門水庫集水區地形有效坡度之分佈圖。

表 4：影響曾文水庫集水區颱風之預測及實際總雨量比較

颱風名稱		芙安 1970	艾妮絲 1971	貝絲 1971	妮娜 1975	畢莉 1976	薇拉 1977	娜定 1971	貝蒂 1975
降水量 (公厘)	實際	297	380	248	514	358	227	200	114
	預測	385	343	312	552	478	372	184	163
	比較	+88	-37	+64	+38	+120	+145	-16	+49
	誤差(%)	+29.6	-9.7	+25.8	+7.4	+33.5	+63.8	-8.0	+42.9

表 5：影響石門水庫集水區颱風之預測及實際總雨量比較

颱風名稱		茱迪 1979	芙安 1970	貝蒂 1972	貝絲 1971	艾妮絲 1971	艾爾西 1969	貝蒂 1975	艾勞西 1969
降水量 (公厘)	實際	221	464	619	398	398	490	194	387
	預測	497	563	566	433	573	564	188	431
	比較	+276	+99	-53	+35	+175	+74	-6	+44
	誤差(%)	+124.8	+21.3	-8.5	+8.8	+43.9	+15.1	-16.6	+11.3

## 一、前言

颱風災害的發生原因主要有強風、豪雨及暴潮（海水倒灌）。其中強風（特別是陣風）足以使建築物倒塌與船隻傾覆，並導致人員傷亡。根據Shieh and Chen（1985）之研究指出，台灣地區在1961～1982年間，因颱風引起之強風使房屋倒塌者共計有84,999幢，民國66年的賽洛瑪（Thelma）颱風及薇拉（Vera）颱風，均曾造成高雄及基隆港碼頭的吊桿因風（吹）毀斷；至於海上船隻因颱風之過境，船隻傾覆者或造成海難事件也屢有所聞，例如，民國72年9月的艾倫（Ellen）颱風，曾使在巴布煙島及東沙島避風的漁船因而受損，此次海難中造成十艘漁船沉沒，47人失蹤之慘劇。其他因颱風之強風而被吹落物壓死或吹落海上的民衆更不計其數。

由於，颱風風力之危害人類活動是如此之巨，因此，國內氣象有關單位及學者，對於颱風風力預報之研究更不遺餘力。林則銘（1972，1973）及俞家忠（1974）曾應用1949～1971年侵襲台灣颱風的全部資料，計算（統計）各測站出現風速與颱風中心最大風速之比值，並製成客觀預報圖。蔡清彥及周根泉（1982）則將颱風路徑分成六類，並求取各類路徑合成平均颱風風速之分布。

本文將對目前中央氣象局於颱風期間所成立之「颱風預報工作小組」之有關颱風風力預報作業程序作一介紹，藉以集思廣義交換經驗心得，並接受批評指教，歡迎各位學者專家提供預報作業的改進意見，以達成今天開會的主要目的。

## 二、颱風風力之預報作業過程

由於颱風之運行路徑常受大氣環流的變化而有所變動，尤其颱風侵襲期間，影響各地風力之因素相當複雜，除颱風本身的位置和中心結構外，還包括地形（Arakawa，1959）和大範圍環流等因素，加以目前觀測儀器（雖有偵察機及風速投落送 Dropwindsonde，但仍感不足）乃無法準確測量颱風中心最大風速及暴風半徑，而中央山脈又縱貫台灣南北兩地綿延300公里，平均高度約3,000公

尺，對於颱風本身之移動具有甚大的影響，這點可從曲克恭（1976，1977）「台灣地形與颱風環流之分析研究」及「中央山脈對颱風影響之分析研究」的兩篇報告及王時鼎（1980）「台灣近海颱風運動及強度預報法」中窺見一斑。顯而易見，當颱風侵台時，颱風本身風力之分布及起風時間並非如理論或模式之分布，也就造成預報上的極大困難，並常導致風力預報之偏差。

目前，中央氣象局對於颱風風力之預報因無數值模式（numerical model）可資應用，所以，本文所採用的方法是一種以主觀預報方法（subjective forecast method）為主，以客觀或統計預報方法（objective forecast method）作修正的綜合研判法則，茲說明如下：

### （一）主觀預報方法

中央氣象局現行颱風風力之預報作業過程，基本上乃需配合整個颱風工作小組之作業流程，即先從收集飛機偵察報告、衛星雲圖、雷達報告及其他傳統性的觀測報告等開始，再就颱風路徑、強度或暴風半徑等資料，經重新分析天氣圖後加以研判（根據統計類型路徑）颱風未來動向，以便進一步作颱風風力之預報，其中當然要參考客觀預報方法（見下節所述）所完成之颱風風力估計值或預報值。

### （二）客觀預報方法

中央氣象局颱風預報小組對於颱風風力客觀預報部份，主要以林則銘（1972，1973）及俞家忠（1974）所研究發展的客觀預報圖解為依據（圖一a及一b），本文謹就假定颱風動向為最佳路徑，藉以檢驗其誤差，俾提供爾後作業參考（見下節案例說明）。

## 三、實例分析與校驗

爲了說明中央氣象局颱風風力預報之過程謹將在過去數年間颱風預報工作小組所發布之風力預報作業情形就實選例（case）敘述如下：

實例一：艾克（Ike）颱風（70年6月8～14日）

艾克颱風爲70年度中央氣象局發布的第一號第一報海上颱風警報的颱風，其發生源地在呂宋島西方海面，原向西進行後轉向東北移動（圖二a）。由於受到能源的限制，艾克颱風始終維持著輕度颱

風程度。因它在東沙島附近急速向東北移動、逐漸對本省南部及東南部構成威脅，中央氣象局乃於6月12日15時發布海上警報後，隨即在12日17時30分發布陸上警報，並在12日21時30分第一次發布了最大風力預測（圖二b），隨後在13日4時第二次發布了風力預測（圖二c）。艾克颱風於13日上午10時35分在東港附近登陸後，威力稍減弱，越過中央

山脈南端於中午12時左右自台東附近出海進入台灣東部沿海，繼續向東北移動。各地之最大陣風預報與觀測差異為南部差了1~3級、東南部差了1級（表1a），顯然東部之預報成績尚稱不錯。

爲了校驗空軍客觀預報圖，我們選擇台北、台東、及澎湖三站作爲颱風風力估計值與觀測值之誤差校驗其結果如表1b。

表1 a：主觀性颱風風力預報誤差表（艾克颱風）

地 區		資 料 時 間 (LST)	平 均 風 力 ( 級 )			最 大 陣 風 ( 級 )		
			預 報	實 測	差 異	預 報	實 測	差 異
南 部	台 南	6月12日20時	—	—	—	8—10	9	-1~+1
		6月13日2時	—	—	—	10—12	9	+1~+3
	高 雄	6月12日20時	—	—	—	8—10	11	-3~-1
		6月13日2時	—	—	—	10—12	11	-1~+1
部	恆 春	6月12日20時	—	—	—	8—10	10	-2~0
		6月13日2時	—	—	—	10—12	10	0~+2
東 南 部	台 東	6月12日20時	—	—	—	7—9	8	-1~+1
		6月13日2時	—	—	—	7—9	8	-1~+1

表1 b：利用空軍客觀預報圖所作的風力預報值與觀測值之平均誤差表（艾克颱風）

站 名	平 均 風 (m/s)	最 大 陣 風 (m/s)
台 北	-3.9	-3.6
台 東	-1.7	-0.8
澎 湖	+2.5	缺

由表1b可知，客觀預報圖對於自西向東進行之輕度颱風，有低估之情形，其中台北平均風及最大陣風均低估了3級，台東差異較小，澎湖的平均風則高估了2級。

實例二：黛特（Dot）颱風（71年8月8日~14日）

黛特爲一自東向西進的颱風（圖三a）原爲位於呂宋島東方海面的中度颱風，中央氣象局在8月13日9時40分第一次發佈了海上颱風警報，並在

在8月14日15時15分所發布的海上陸上颱風警報中，作各地風力預測（圖三b）。經過實際觀測校驗（表2a），中部地區之實際風力並未如所預測者那麼大或根本無風，而北部及東部誤差較小，約1~2級，南部誤差較大，實際最大陣風只有7~8級，與預報最大陣風10~12級，相差甚大，主要原因爲黛特登陸後，威力迅速減弱的關係。客觀預報方面，我們仍以台北、台東及澎湖三個測站之資料，加以校驗，其結果如表2b，由表2b可知客觀預報除了澎湖有高估情形外（2級），台北及台東均低估了1~3級。

表 2 a : 主觀性颱風風力預報誤差表 ( 黛特颱風 )

地 區	資 料 時 間 ( LST )	平 均 風 力 ( 級 )			最 大 陣 風 ( 級 )			
		預 報	實 測	差 異	預 報	實 測	差 異	
北 部	台北	8 月 14 日 14 時	6—7	5	+1~+2	9—10	10	-1~0
	基隆	"	7—8	5	+2~+3	10—11	10	0~-1
	新竹	"	7—8	4	+3~+4	10—11	7	+3~+4
	宜蘭	"	7—8	5	+2~+3	10—11	7	+3~+4
中 部	台中	"	5—6	< 2	+3~+4	8—9	—	+8~+9
南 部	嘉義	"	7—8	< 2	+5~+6	10—12	7	+3~+5
	台南	"	7—8	< 2	+5~+6	10—12	8	+2~+4
	高雄	"	7—8	5	+2~+3	10—12	8	+2~+4
東 北 部	花蓮	"	8—9	< 2	+6~+7	12—13	6	+6~+7
東 南 部	新港	"	10—11	7	+3~+4	13	8	+5
	台東	"	10—11	8	+2~+3	13	13	0
	大武	"	10—11	7	+3~+4	13	10	+3

表 2 b : 利用空軍客觀預報圖所作的風力預報值  
與觀測值之平均誤差表 ( 黛特颱風 )

地 點	平 均 風 ( m/s )	最 大 陣 風 ( m/s )
台 北	- 3.9	- 3.6
台 東	- 1.7	- 0.8
澎 湖	+ 2.5	缺

實例三：安迪 ( Andy ) 颱風 ( 71 年 7 月 21 ~ 30 日 )

安迪為一西進的強烈颱風，其路徑與黛特類似 ( 圖 4 a )，亦為 71 年度威力最強烈的颱風。中央氣象局於 7 月 26 日 15 時 40 分發布第二號第一報海上颱風警報，並在第 6 報中發布了風力預報 ( 圖 4 b )，經過事後校驗 ( 表 3 a )，其結果在平均風力方面，台灣各地有高估之趨勢。(約 1 ~ 7 級)。在最大陣風方面，中部、南部及東南部均有高估之趨勢 ( 約 2 ~ 7 級 )、東北部的花蓮則與預報值相符合，北部地區則普遍低估 ( 2 ~ 6 級 )、其原因

可能為安迪颱風的威力及暴風範圍廣大的結果，才會導致我們低估了它的風力。

客觀預報圖校驗，其結果 ( 表 3 b ) 與主觀校驗相似、北部低估了 3 ~ 5 級，新竹、澎湖之平均風誤差很小，僅有 + 0.1 ~ + 1.0 m/s ( 1 級以下 )，惟新竹的最大陣風高估了 7.5 m/s ( 4 級 )，可能因地形作用所致。

又根據曾憲瑗及蔡正德 ( 1982 ) 所述，安迪颱風影響台灣期間，東部至蘭嶼間風速始終非常強勁，但颱風中心登陸以至出海後，風速迅速減弱。北部風力亦非常強勁，且持續很久，均為當初始料未及，尤以颱風登陸前數小時內，有強大陣風 ( 台北高達 14 級，基隆 16 級 )，台北盆地在風向偏東風時風速更強，當桃園、新竹間有副低壓發生時，陣風加大，至於中南部則風速略為減小。

表 3 a : 主觀性颱風風力預報誤差表 ( 安迪颱風 )

地 區	資料時間 ( LST )	平均風力 ( 級 )			最大陣風 ( 級 )			
		預 報	實 測	差 異	預 報	實 測	差 異	
北 部	台北	7月27日20時	6—7	7	-1~0	10	14	-4
	基隆	"	6—7	9	-3~-2	10	16	-6
	新竹	"	6—7	6	0~+1	10	10	0
	宜蘭	"	6—7	9	-3~-2	10	12	-2
中 部	台中	"	5—6	<2	+3~+4	8	6	+2
南 部	嘉義	"	9—10	9	0~+1	13—15	9	+4~+6
	台南	"	9—10	3	+6~+7	13—15	8	+5~+7
	高雄	"	9—10	6	+3~+4	13—15	11	+2~+4
東 北 部	花蓮	"	6—7	8	-2~-1	11	11	0
東 南 部	新港	"	10—12	9	+1~+3	16	14	+2
	台東	"	10—12	8	+2~+4	16	13	+3
	大武	"	10—12	7	+3~+5	16	11	+5

表 3 b : 利用空軍客觀預報圖所作的風力預報值與觀測值之平均誤差表 ( 安迪颱風 )

地 點	平均風 (m/s)	最大陣風 (m/s)
台 北	0	-3.5
宜 蘭	-8.1	-8.5
新 竹	+1.0	+7.5
澎 湖	+1.0	缺
花 蓮	-2.4	-0.1
台 東	+0.1	-0.7

實例四：西仕颱風 ( 71年8月4日~14日 )

西仕為71年所發生的怪異路徑颱風 ( 圖五 a )，由於其來勢兇兇，中央氣象局乃於8月6日10時10分發布第三號第一報海上陸上颱風警報，並在8月8日15時所發布的第三號第十報警報中發布了風力預測 ( 圖五 b )，經過後來實際觀測校驗 ( 表 4 a )，西仕颱風與原來預測相差 ( 高估了風力 ) 很

大，只要原因為西仕根本未在台灣登陸，僅在8月10日~11日間其暴風半徑掠過台灣北部，並在林口五股造成嚴重水災。此外，西仕颱風中心結構過度堅實也可能是造成此次風力預報會偏差太大的主因。

客觀預報圖之校驗，其結果 ( 表 4 b ) 與主觀預報相似，惟其誤差更大，以平均風來說台北高估了4級、台東2級、澎湖6級；最大陣風方面，台北及台東均多報了6級。

四、風力預報作業急待解決之困難問題

颱風侵襲一地，風災是一個嚴重的問題，如有準確的風力預報，提供有關單位採取防範措施，必能使災害減少至最低程度。由於颱風之複雜性非現代氣象科技可精密探測 ( Probing )，加上大氣環流及地形的影響，其風力變異甚大我們目前所能應用的方法只有主觀預報方法及客觀預報方法兩種，除此之外，蔡清彥及周根泉 ( 1982 ) 在「颱風路徑與台灣地區之風速及雨量分佈」所發展出來之圖解 ( 圖六 )，以及王時鼎 ( 1980 ) 所發展之平均



表 4 a：主觀性颱風風力預報誤差表（西仕颱風）

地 區	資料時間 (LST)	平均風力 ( 級 )			最大陣風 ( 級 )			
		預 報	實 測	差 異	預 報	實 測	差 異	
北 部	台北	8月8日14時	7—9	5	+2~+4	10—12	10	0~+2
	基隆	"	7—9	5	+2~+4	10—12	9	+1~+3
	新竹	"	7—9	4	+3~+5	10—12	7	+3~+5
	宜蘭	"	7—9	4	+3~+5	10—12	—	+10~12
中 部	台中	"	5—6	<2	+3~+4	6—7	—	+6~+7
南 部	嘉義	"	6—8	<2	+4~+6	9—10	—	+9~+10
	台南	"	6—8	<2	+4~+6	9—10	—	+9~+10
	高雄	"	6—8	4	+2~+4	9—10	—	+9~+10
東 北 部	花蓮	"	9—10	<2	+7~+8	12—14	6	+6~+8
東 南 部	新港	"	5—6	<2	+3~+4	7—9	6	+1~+3
	台東	"	5—6	<2	+3~+4	7—9	—	+7~+9
	大武	"	5—6	4	+1~+2	7—9	6	+1~+3

表 4 b：利用空軍客觀預報圖所作的風力預報值與觀測值之平均誤差表（西仕颱風）

地 點	平均風 (m/s)	陣 風 (m/s)
台 北	+6.7	+13.3
台 東	+1.6	+13.1
澎 湖	+10.8	缺

風速客觀預報圖（圖七及圖八）亦可提供我們參考。

然而，由於客觀預報方法所得的結果，往往歧異不一，加以颱風路徑預報之準確性也決定風力預報之結果，這是目前中央氣象局預報作業上最大的困難之點。也許在不久的將來，中央氣象局能夠擁有自己的大電腦及颱風數值模式，是時，除了可以有效的模擬颱風強度變化外，也可用來作「路徑預報」之用，藉以提高預報準確率，減少人為的判斷誤差。

現僅就目前所遭遇之問題，舉列於下：

1.由於颱風中心最大風速之多變性，我國自己又無偵察飛機，故對於颱風中心最大風速之取得均依賴 JTWC 之供應，或氣象衛星資料之估計，但此種作業方式如果遇到 JTWC 沒有讓飛機去偵察時，對於颱風中心最大風速之估計如何解決？自己派飛機？利用都卜勒氣象雷達 ( Doppler Weather Radar )？抑或另有他法？

2.引用進來之颱風數值模式，是否適用於台灣地區之複雜地形？現在，我國要不要自己也發展一套模式？

3.颱風路徑預報能保證 100% 正確嗎？否則預測起風或減風時間以及風力強度就無法達到 100% 之準確！

4.颱風之中心結構和其動力、熱力等物理特性，目前尚非人類所能完全了解？基此，風力預報能否達到令人滿意的程度，值得探討。

如上所提四項問題，懇請各位學者專家提供卓

見，以便使颱風風力預報能有進一步的突破。

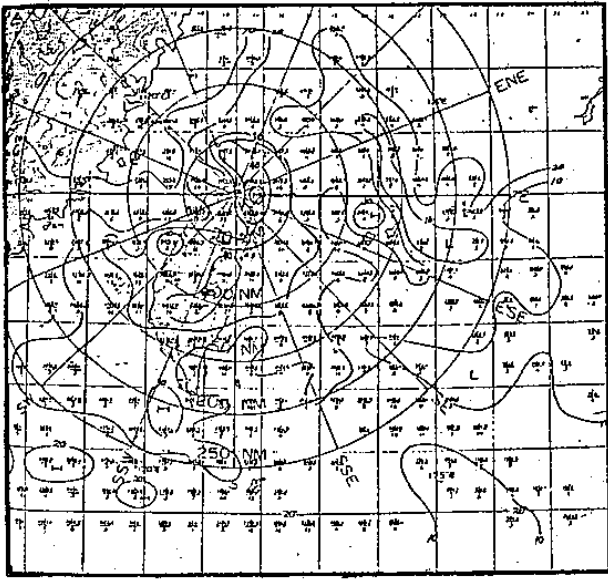
## 五、結語

以上所述為中央氣象局現行颱風風力預報作業現況之闡釋。在此研討會中，本文簡略的介紹了以主觀預報法為主及以客觀預報法作修正的綜合預報法則，雖然結果尚稱滿意，但與理想的準確預報尚有一段距離。尚盼各位氣象學者提供有價值的資料，俾作為今後修訂預報作業之參考。

## 參考文獻

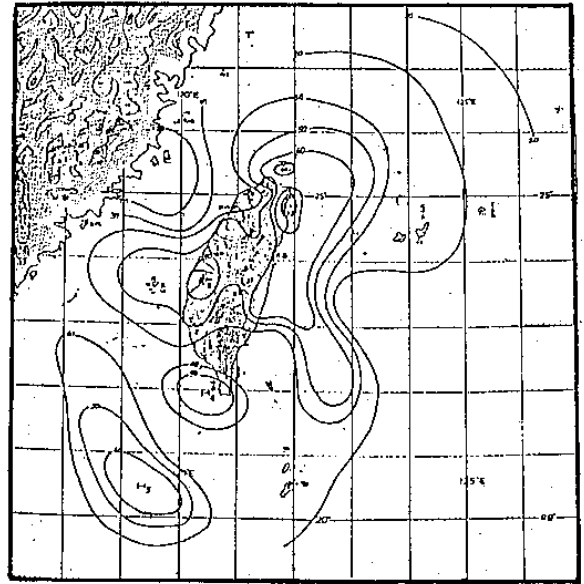
1. 林則銘，1972：侵襲台灣颱風風力之研究，空軍氣象聯隊研究報告。
2. 林則銘，1973：侵襲台灣颱風風力之研究（續一），空軍氣象聯隊研究報告。
3. 俞家忠，1974：台灣破壞性風力之研究，空軍氣象聯隊研究報告 006。
4. 曲克恭，1976：台灣地形與颱風環流之分析研究，氣象預報與分析，68期。
5. 曲克恭，1977：中央山脈對颱風影響之分析研究，氣象預報與分析，72期。
6. 王時鼎，1980：台灣近海颱風運動及強度預報法。空軍氣象聯隊、中央氣象局。P. 100
7. 曾憲瑗及蔡正德，1982：安迪颱風對台灣地區之風雨分布研究。第三屆全國天氣科學研討會，國科會。PP. 31～52。
8. 蔡清彥及周根泉，1982：颱風路徑與台灣地區之風速及雨量分佈。中央氣象局中範圍天氣系統研討會論文集編，PP. 209～221。
9. Arakawa, H., 1959：Coast Effect on Typhoon Movement. Pap. Meteor. Geoph. 9, PP. 123～126. Meteor. Inst. Tokyo.
10. Shieh, Shinn-Liang and Chen, Cheng-Kai, 1985: A Survey of Meteorological Disasters over Taiwan Area, Proceedings of the ROC-JAPAN Joint Seminar on Multiple Hazards Mitigation Vol. II, P. 975～982。

台北 (強烈) W←E

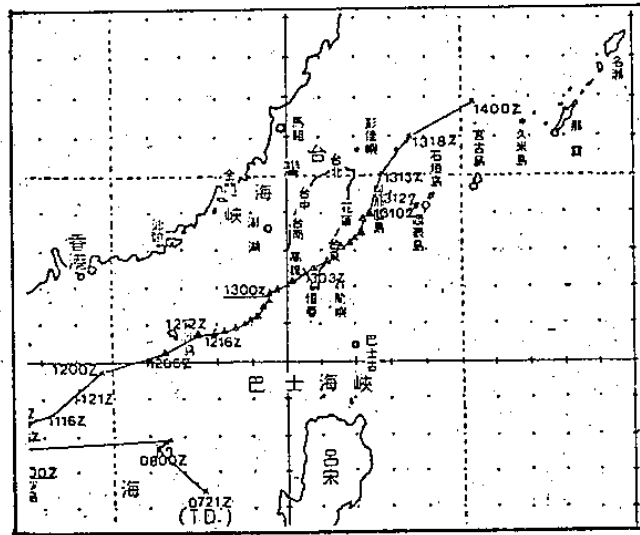


圖一 a 自東向西行進之強烈颱風影響下台北 (松山) 風力客觀預報圖 (取自林則銘, 1972、1973; 俞家忠, 1974)

台北最大陣風客觀預測圖



圖一 b 台北 (松山) 在颱風影響下最大陣風客觀預報圖 (取自林則銘, 1972、1973; 俞家忠, 1974)



圖二 a 艾克颱風之最佳路徑圖 (時間為格林威治標準時)

# 海上陸上颶風警報

## 中央氣象局發布

中度颶風 第 4 號 (編號: 8213) 第 6 報 民國 71 年 8 月 14 日 15 時 15 分 發布

中心位置: 14.0°N, 123.4°E  
 如經 台北東南方約 250 公里之海面上。

進行速度及方向: 以 6 小時 1.4 公里之速度, 向 東北 西 進行。

近中心最大風速: 相對於 12 公尺, 瞬間最大陣風和秒 40 公尺, 相當於 13 級風。

暴風半徑: 七級風暴風半徑 200 公里, 十級風暴風半徑 100 公里。

預測位置: 15.0°N, 122.7°E  
 即在 基隆附近。

颶風動態: 1. 颶風係在台北東南方海面, 繼續向現在位置移動, 預計颶風中心將於明(15)日及至上午間在台北基隆一帶通過, 台灣東南部及南部地區受其影響將最為嚴重。  
 2. 各地風雨預測:

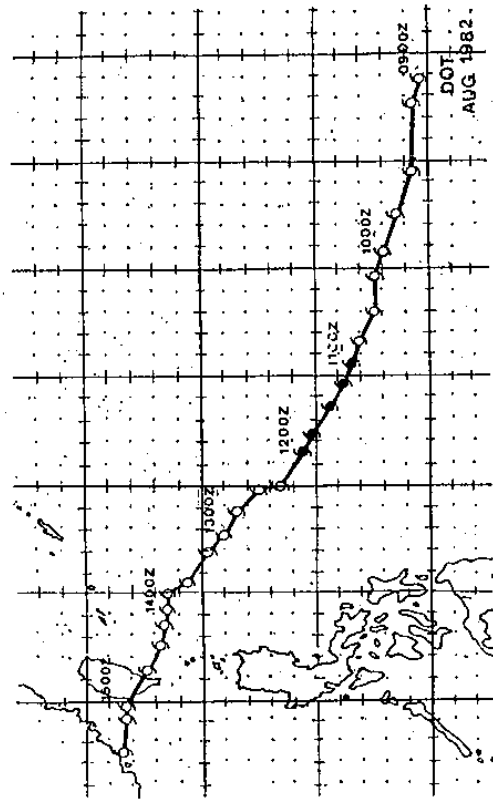
地區	台北	基隆	新竹	苗栗	桃園	新竹	苗栗	彰化	南投	雲林	嘉義	台南	高雄	屏東
風	6-7	7-8	5-6	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8
雨	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100
(公釐) 雨量	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100	30-100

警報區域及警報事項:  
 1. 陸上: 台灣東部及南部地區颶風加害值, 其他地區颶風減值。  
 2. 海上: 台灣附近各海區航行船隻颶風加害值。

附註: 台灣中部地區如有中水山脈屏障, 預計颶風即時降級其他各地多佳。

下次警報預定發表時間: 8 月 14 日 22 時

圖三 b 71年8月14日15時15分中央氣象局所發布之黛特颶風風力預報資料

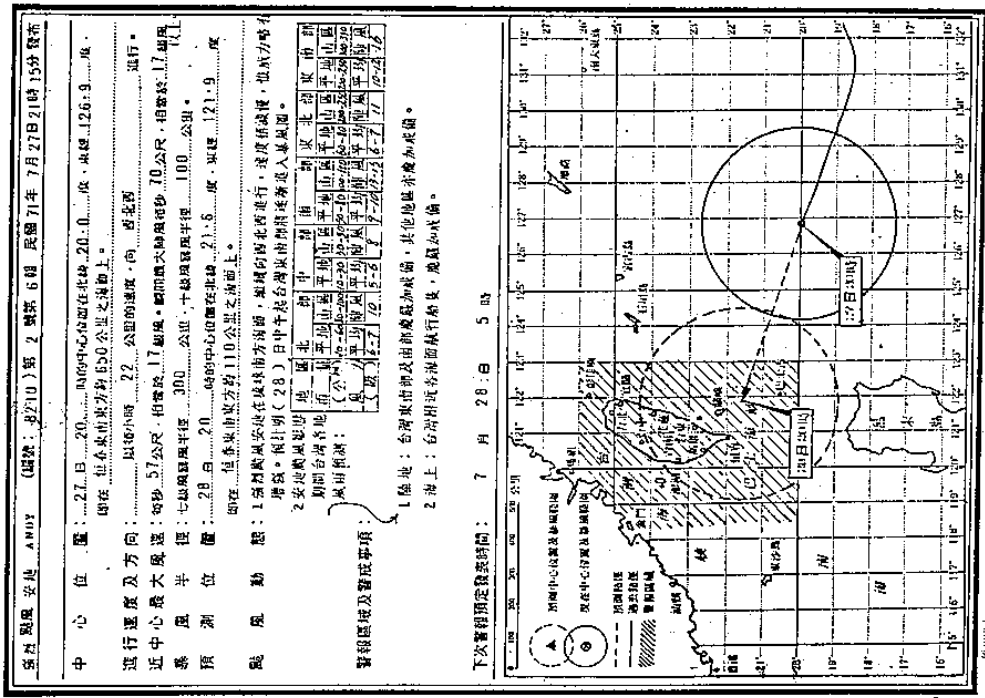


圖三 a 黛特颶風最佳路徑圖 (時間為格林威治標準時)

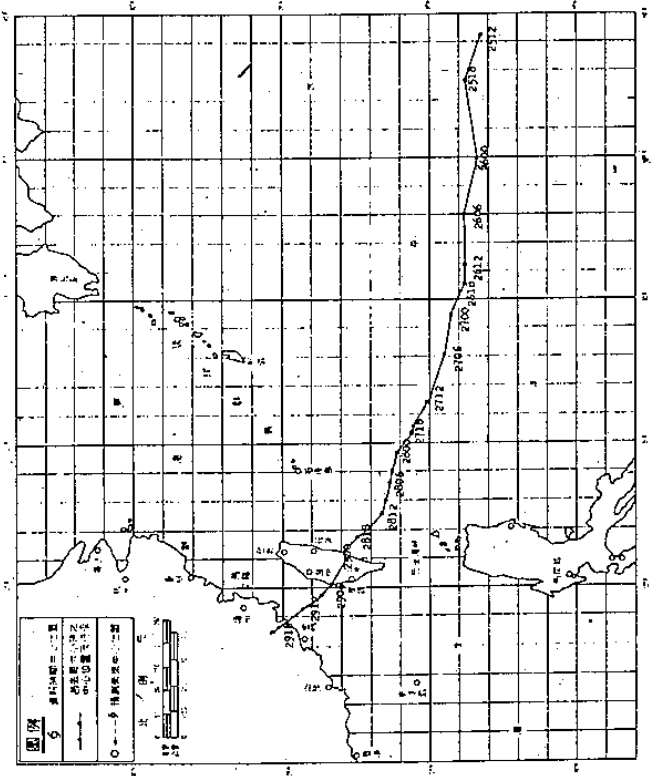


# 海上陸上颶風警報

中央氣象局發布



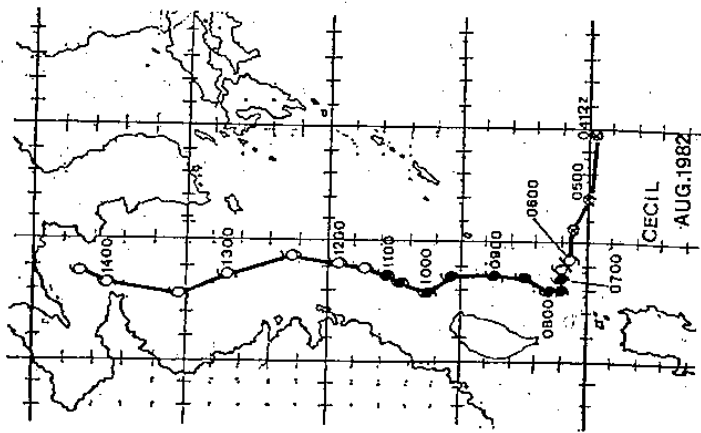
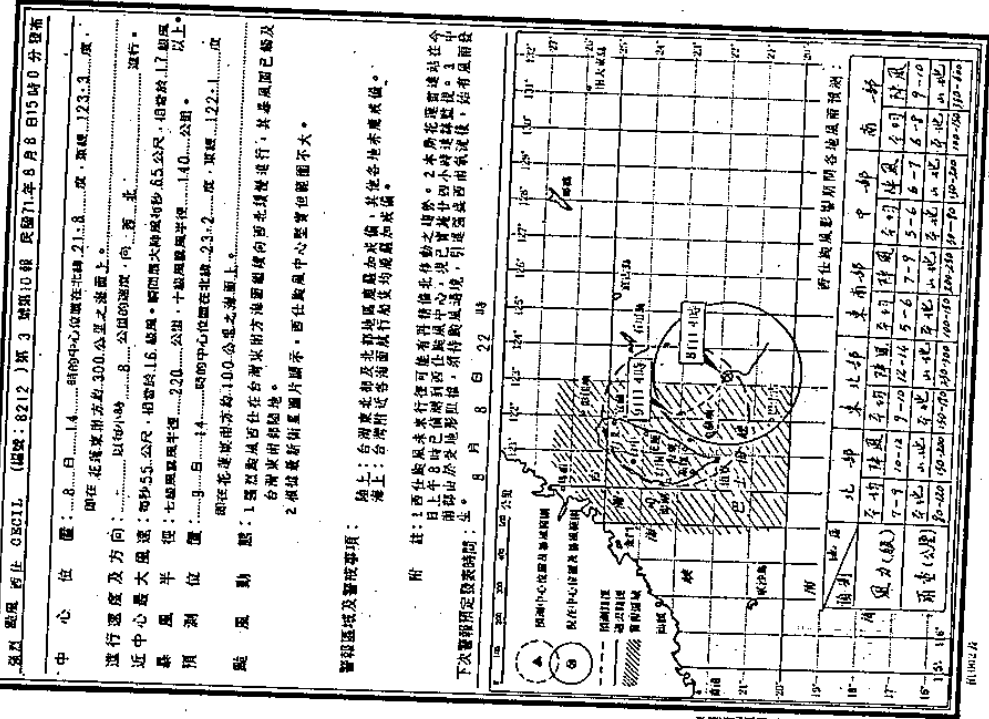
圖四 b 71年 7 月 27 日 21 時 15 分中央氣象局所發布之安地颶風風力預報資料



圖四 a 安地颶風路徑圖 (時間為格林威治標準時)

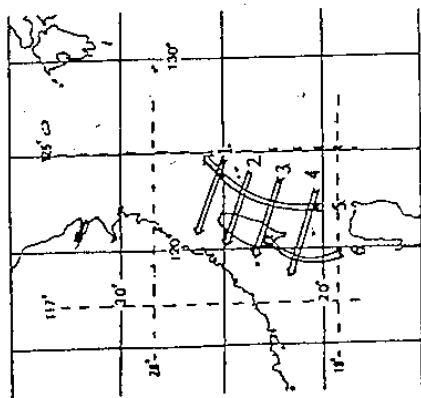
# 海上陸上颶風警報

## 中央氣象局發布

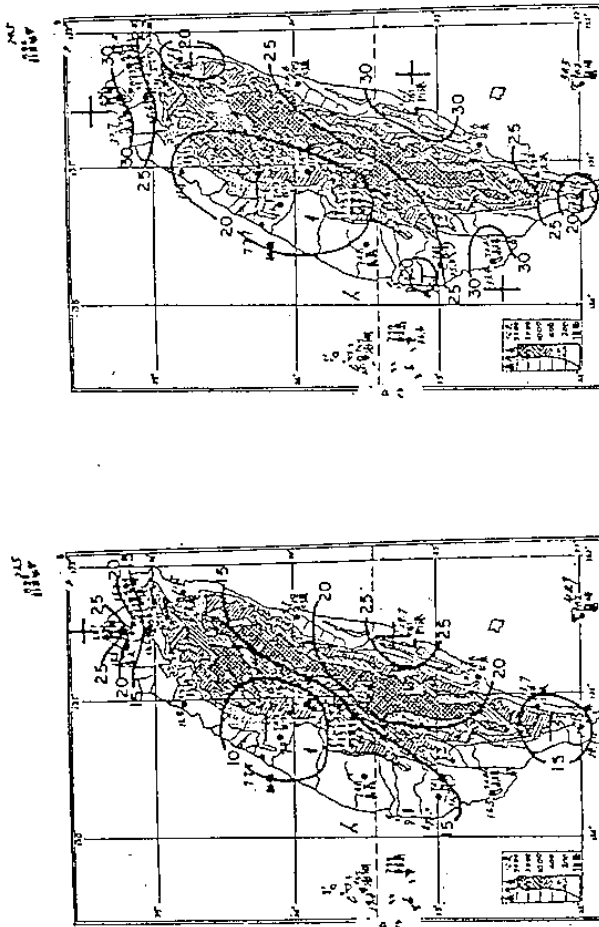


圖五 a 西比颶風最佳路徑圖  
 (時間為格林威治標準時)

圖五 b 71年 8 月 8 日 15 時中央氣象局所發布  
 之西比颶風風力預報資料



圖六 a 颱風路徑分類圖 (取自蔡清彥及周根泉, 1982)

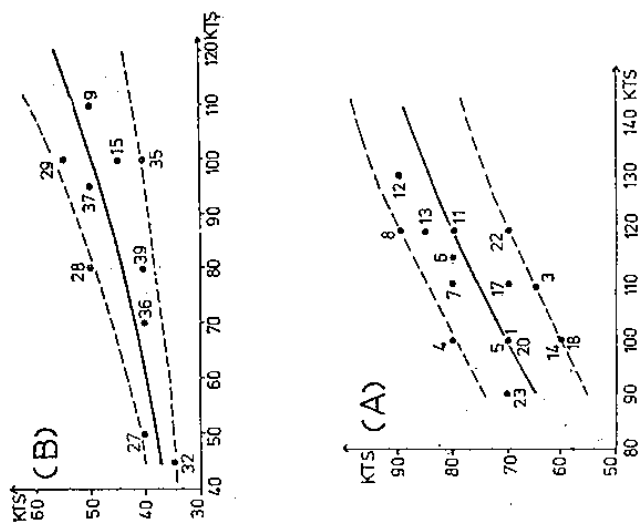


a. 最大平均風速

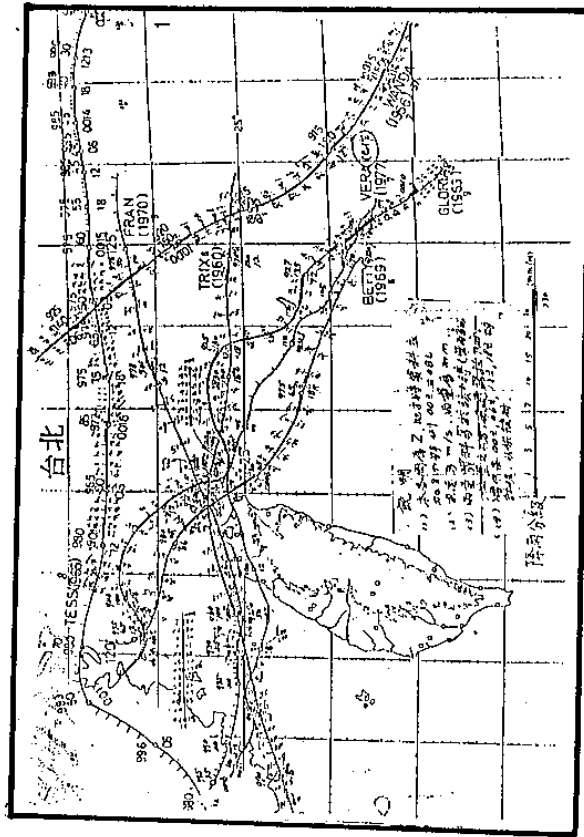
b. 最大陣風風速

圖六 b 第三類颱風路徑之合成平均風速分佈圖 (取自蔡清彥及周根泉, 1982)





圖七 過山前後颶風最大平均風速客觀預測圖。  
 a 為自由過山颶風者 b 為分裂過山颶風者。  
 (取自王時鼎, 1980)



圖八 台北之風速客觀預報圖，風速值位於下方之數字  
 (取自王時鼎, 1980)