

題名	作／譯者	卷期號	頁碼	出版年
妮娜颱風侵襲台灣期間之大氣結構變化	江火明	22/01	1	1976.06
利用客觀比擬法預報颱風路徑之研究	胡仲英 陳熙揚	22/01	8	1976.06
風城新竹風之研究	朱學良	22/01	17	1976.06
民國六十四年颱風報告第一號妮娜	應用組	22/02	37	1976.06
民國六十四年颱風報告第二號貝蒂	應用組	22/02	44	1976.06
民國六十四年颱風報告第三號艾爾西	應用組	22/02	51	1976.06
-----	-----	-----	-----	-----
地震活動度定量化之研究	徐明同	22/03	1	1976.09
雷達回波與降雨量之關係研究	林瑞山	22/03	7	1976.09
風徑圖之實例分析	王崇岳	22/03	21	1976.09
風城新竹風之研究（續）	朱學良	22/03	29	1976.09
民國六十四年西北太平洋颱風概述	應用組	22/03	44	1976.09
-----	-----	-----	-----	-----
中期預報之天氣類型法及其在電子計管機上之比擬選擇	吳宗堯 戚啓勳 胡仲英 鄭俠	22/04	1	1976.12
衛星圖照對台灣及鄰近地區氣象系統之分析與預報之應用	徐寶箴 劉子敬 曾振發	22/04	23	1976.12
用電腦繪製天氣圖之研究	徐月娟 胡仲英	22/04	32	1976.12
民國六十五年颱風調查報告侵台颱風（7613號）畢莉	應用組	22/04	39	1976.12

氣象學報

季刊

第二十二卷 第一、二期

目次

論著

- 妮娜颱風侵襲臺灣期間之大氣結構變化……………江火明 (1)
利用客觀模擬法預報颱風路徑之研究……………胡仲英、陳熙揚 (8)
風城新竹風之研究……………朱學良 (17)

報告

- 民國六十四年颱風調查報告……………應用氣象組 (37)

第一號颱風 妮娜

第二號颱風 貝蒂

第三號颱風 艾爾西

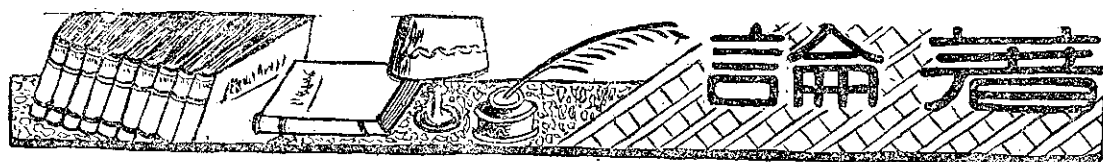
氣象學報

季刊

第二十二卷 第一、二期

主編者	中央氣象局氣象學報社
地址	臺北市公園路六十四號 電話：三七一三一八一(十線)
發行人	劉大年
社長	劉大年 電話：三一一〇八四〇
印刷者	文英印書公司
地址	臺北市三水街七號 電話：三三一四七二四

中華民國六十五年六月出版



妮娜颱風侵襲臺灣期間之大氣結構變化

On the Upper Air Structure of the Typhoon NINA during its Passage over Taiwan

江 火 明

H. J. Chiang

ABSTRACT

By the usage of both the equivalent potential temperature and static energy which were evaluated by Tung-Kong's sounding data, we discussed the atmospheric structure during NINA passage over Taiwan.

The thickness of the convective instability layer was approximately 3000 m in the front part of the typhoon circulation where the static energy reduced due to the effect of the lee wave, but it was approximately only 1500 m in the rear part where the static energy increased due to sw monsoon.

The limit of convection was above 200 Mb outside the typhoon and it was about 350 Mb inside.

Since Taiwan Central Range was in the way of her track, NINA's cylinder was cut off at 7500 m where the air diverged and static energy reduced.

一、前言

妮娜 (NINA) 颱風為 1975 年第一個侵台成災的颱風，自生成之後，即向西北進行，由於太平洋高壓脊的西南伸，致移動方向逐漸西偏，於 8 月 3 日 0300Z，從花蓮附近登陸，橫越中央山脈，在臺中西北方 30 公里處出海，終於消失在福建省境內。

在颱風侵台期間，強烈的環流影響，使得高空大氣發生劇烈地擾動，同時由於在颱風暴風圈內，大氣濕度較大，造成對流上界的降低以及不穩定層的變化。

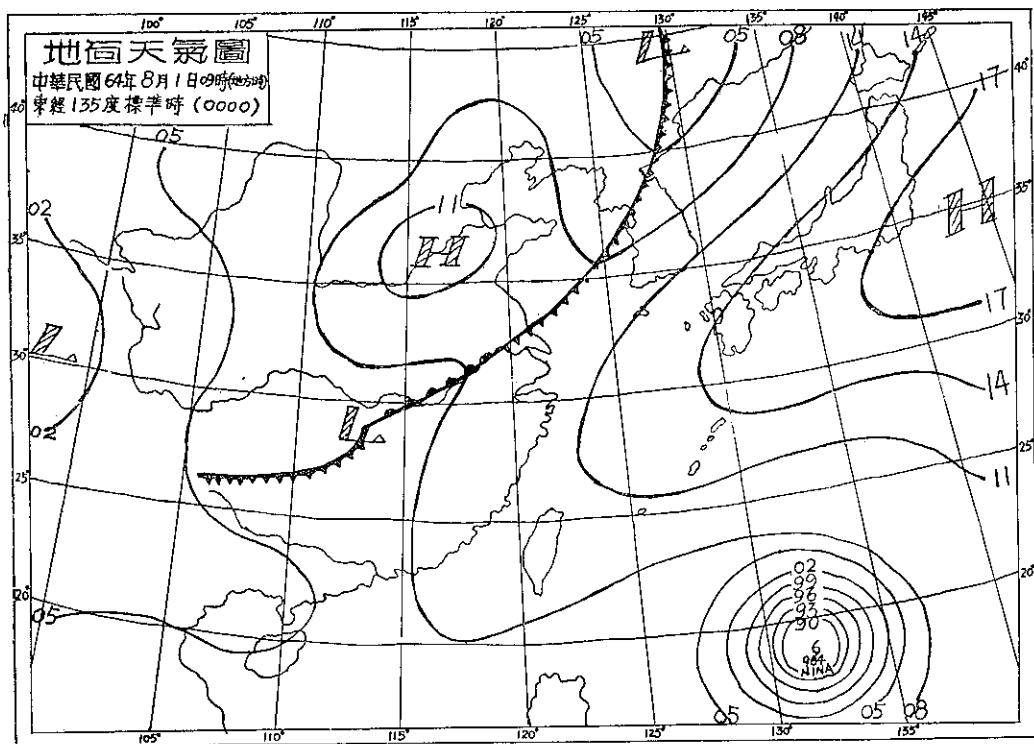
1945 年 Beers 為討論大氣準靜狀態之熱力作用，曾導出西格瑪函數 (Sigma Function)，以計算大氣準靜狀態下潛能，可感熱和位能之總和。1958 年 Riehl and Malkus 研討赤道輻合區之熱平衡，改稱為總熱含量 (Total Heat Content)，並發現相當位溫與總熱含量有正比的關係。1964 年 Kreitzberg 研究錫錫鋒的結構，則稱此大氣準靜狀態下總熱含量為大氣靜能量 (Static Energy)。1970 年 Madden and Robitaille 計算派密拉島 (Palmyra

Island) 1967 年 3 月與 4 月份高空大氣之相當位溫與靜能量之垂直分布，並比較兩者之關係。1972 年 Young, Bates and Wobus 利用相當位溫及飽和相當位溫，來討論熱帶地區高空大氣不穩定狀況。

本文分別計算妮娜颱風侵台期間，東港高空大氣之相當位溫及靜能量的垂直分布，以分析颱風侵襲前後大氣穩定層的變化，進而討論由於中央山脈的阻擋，背風波的作用以及西南氣流的灌入，對於各種能量轉換的關係。

二、妮娜颱風之發展與路徑

1975 年 7 月 31 日 0000Z，在呂宋島東方 1300 公里的海面上，有一片廣大的雲區，即有颱風醞釀發展的跡象，至 8 月 1 日 0000Z，終於壯大成爲中型輕度颱風，命名爲妮娜 (NINA)，當時中心氣壓爲 934 毫巴，最大風速每秒 25 公尺，暴風半徑 225 公里，以每小時 15 公里的速度向西北方移動。由於此時地面天氣圖中 (如圖一所示)，太平洋高壓脊向西南延伸，由日本四國經東海南部至福建，颱風受太平



圖一： 8月1日 0000Z 東亞地區地面天氣圖
Fig 1: Sea level chart for 0000Z, 1 August 1975.
(Unit of pressure is millibar)

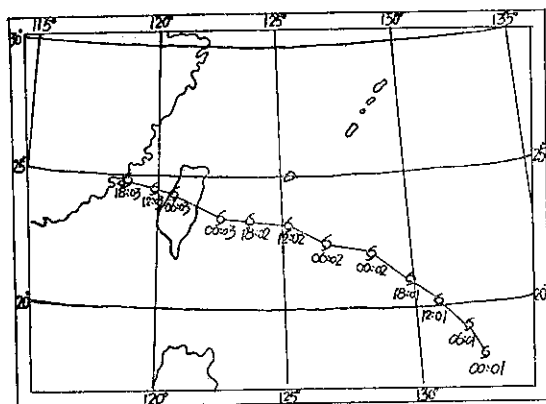
洋高壓環流的導引，其移動方向逐漸向西偏轉。至 2 日 1800Z，中心位置在北緯 23.2 度，東經 123.7 度，即新港東方 200 公里處，中心氣壓降至 903 毫巴，是妮娜颱風發展過程中最低之氣壓，此時最大風速達每秒 67.5 公尺，為颱風發展最旺盛的時期，而後逐漸減弱。3 日 0300Z，在花蓮附近登陸，因受中央山脈的阻擋，威力大為減弱，同日 0600Z，在臺中西北

方 30 公里處出海，1800E，在福建章吳登陸後，逐漸削弱其勢力，再經 3 小時，即變成一般熱帶性低氣壓。妮娜颱風自命名起至衰死，歷時 69 小時，其中心曾橫穿臺灣中部，暴風範圍涵蓋臺灣全省，造成了極大的災害。

表一所示者，為妮娜颱風發展過程中各要素之變化。圖二所示者，為妮娜颱風之移動路徑。

表一： 妮娜颱風發展過程中、各要素之變化
Table 1: The central data of typhoon NINA, 1-3 August 1975.

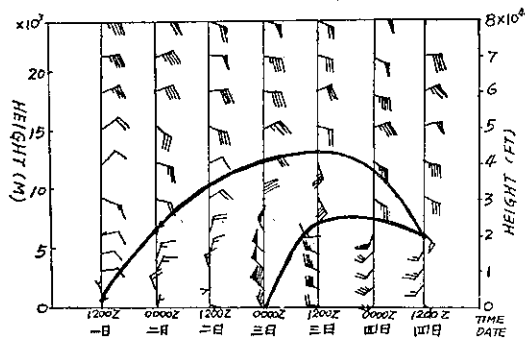
日 期	8月1日	1日	1日	1日	2日	2日	2日	2日	2日	2日	2日	3日	3日	3日	3日	3日	3日	3日	3日	
時 間 (2)	0000	0600	1200	1800	0000	0500	0900	1200	1500	1800	2100	0000	0300	0600	0900	1200	1500	1800	2100	
中心位置	北緯	18.0	19.1	20.1	21.1	22.0	22.5	22.9	23.1	23.1	23.2	23.4	23.6	24.0	24.3	24.4	24.6	24.8	25.0	25.2
	東經	132.2	131.8	130.7	129.6	128.3	126.5	126.1	125.1	124.2	123.7	123.1	122.5	121.7	120.7	120.2	119.8	119.1	118.6	118.1
中心氣壓 (MB)	984	979	979	967	967	917	903	903	903	903	910	914	925	950	970	970	975	980	982	
最大風速 (m/sec)	25	25	30	35	35	50	60	65	65	67.5	62.5	60	45	35	30	30	30	30	27.5	20
暴風半徑 (Km)	225	225	225	225	225	225	225	260	260	260	260	260	240	225	185	185	185	150		



圖二： 妮娜颱風移動路徑圖
Fig 2: Track of Typhoon NINA. 1-3 August 1975.

三、妮娜颱風侵台期間，高空風之改變

圖三所示者，為東港高空風之時間剖面圖，橫坐標表時間，自8月1日1200Z至4日1200Z，每一間隔為12小時，縱坐標為高度，由圖中風向的轉變，很明顯地，低層部份屬於颱風環流，而高層部份是為東風帶，颱風環流與東風帶的交界，以粗黑線表示。從粗黑線的高度，可以看出颱風環流所及之高度。



圖三： 東港高空風之時間剖面圖
Fig 3: Vertical time section of upper wind, Tung Kong, 1-4 August 1975.

3日1200Z以前，由於颱風的接近，颱風環流所及之高度逐漸升高，爾後隨著颱風的遠離而逐漸降低。3日1200Z，在7500公尺處又發生另一風向轉變，這是由於颱風登陸臺灣之後，受到中央山脈的阻擋，約在7500公尺處斷為兩截，上層部份以原來的速度繼續前進，下層部份移動較緩，故在7500公尺處，又有風向轉變，當颱風進入臺灣海峽之後，下層部份加速前進，終於4日1200Z，與上層部份會合，由風向隨高度的改變，很明顯地指出中央山脈對

妮娜颱風的阻擋影響。

四、妮娜颱風侵台期間，相當位溫之變化

假絕熱降水過程 (Pseudo-adiabtic Rain Stage) 之微分方程式，可由下式表之。

$$C_p \frac{dT}{T} - R_d \left(\frac{dP_d}{P_d} \right) + d \left(\frac{Lr}{T} \right) = 0 \dots\dots\dots(1)$$

式中， C_p 為乾空氣之定壓比熱， T 為空氣之絕對溫度， R_d 為乾空氣之氣體常數， P_d 為乾空氣之分壓， L 為水汽之蒸發熱， r 為水汽對乾空氣之混合比。由於(1)式是完全微分方程，其積分僅與開始及終了之熱力狀態有關，與過程中所經過之狀態無關。

假設積分之開始狀態為該空氣塊在抬舉凝結高度 (L. C. L.)，其絕對溫度，乾空氣之分壓與水汽之混合比，分別以 T_s 、 P_d 與 r 表之，終了狀態則分別為 θ_e ，1000 毫巴與 0，(1)式積分結果可得

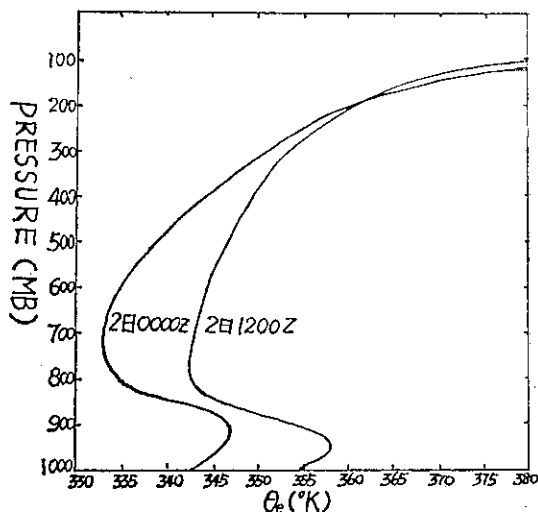
$$\theta_e = \theta_s \exp \left(\frac{Lr}{C_p T_s} \right) \dots\dots\dots(2)$$

式中， θ_s 為位溫，可由下式表之。

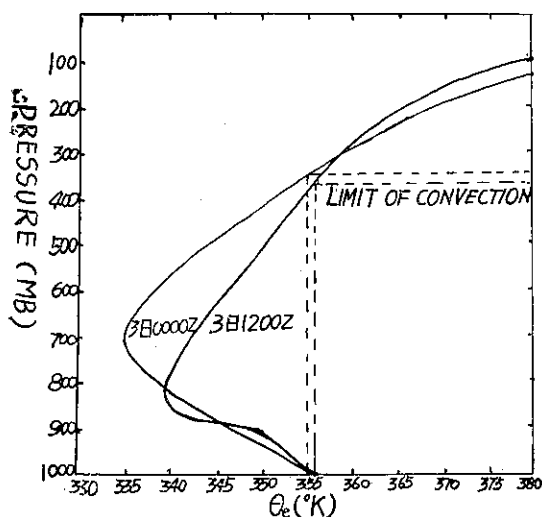
$$\theta_s = T \left(\frac{1000}{P} \right)^{R_d/C_p} \dots\dots\dots(3)$$

θ_e 為相當位溫， θ_e 隨高度遞減的空氣層，是為對流不穩定層 (Convective Instability Layer，容後簡稱為 CIL)。

圖四、五與六，分別為2日0000Z至4日1200Z，東港高空大氣之相當位溫垂直變化圖。

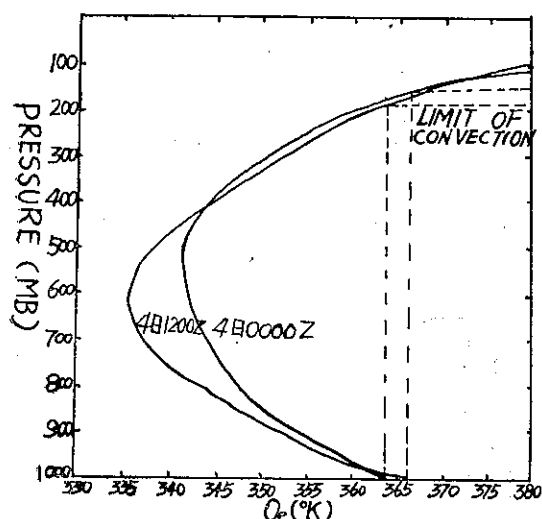


圖四： 8月2日0000Z與1200Z東港高空大氣相當位溫之垂直變化圖
Fig 4: Vertical profiles of θ_e , 0000Z and 1200Z, 2 August 1975, Tung Kong.



圖五： 8月3日 0000Z 與 1200Z 東港高空大氣相當位溫之垂直變化圖

Fig 5: Vertical profiles of θ_e for 0000Z and 1200Z, 3 August 1975, Tung Kung.



圖六： 8月4日 0000Z 與 1200Z 東港高空大氣相當位溫之垂直變化圖

Fig 6: Vertical profiles of θ_e for 0000Z and 1200Z, 4 August 1975, Tung Kung.

2日 0000Z，由於地面輻射逆溫，900毫巴以下的大氣是穩定的，CIL在900毫巴至800毫巴間，其厚度約1000公尺，2日1200Z因輻射逆溫現象逐漸消失，地面附近之穩定層較薄，自950毫巴至800毫巴間，大約厚1400公尺的空氣層是CIL。3日0000Z，東港進入暴風圈內，空氣之對流旺盛，CIL顯著地增厚，自地面至700毫巴層，厚度約為

3000公尺。同日1200Z，東港在颱風環流的後緣，雲幕降低，CIL僅在850毫巴以下，其厚度只有1500公尺。4日0000Z，東港逐漸脫離颱風環流的影響，CIL再度增厚，頂點達500毫巴層，但自700毫巴至500毫巴間， θ_e 隨高度之遞減率甚小，近乎中性大氣的狀態。直至4日1200Z，東港完全脫離颱風環流的影響，CIL回復到700毫巴以下的空氣層，這是夏季副熱帶地區平均CIL的情況。

此外，我們發現，在颱風外圍之大氣，其對流上界均在200毫巴以上，而颱風暴風半徑內之大氣對流上界，却降至350毫巴層左右，大約降低了3500公尺。

五、大氣靜能量

假設在小區域內，水平氣壓沒有變化，垂直方向之運動方程式，可寫成

$$\frac{dw}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g \quad (4)$$

式中， w 為垂直速度，等於 $-\frac{dz}{dt}$ ， ρ 為濕空氣之密度， p 為空氣之總壓力， g 為重力加速度，將上式兩邊同時乘以 $w dt$ ，則可改寫成

$$w dt + \frac{dp}{\rho} + g dz = 0 \quad (5)$$

對於飽和空氣而言， $dp = dp_a + de_s$ ，其中 p_a 與 e_s 分別為乾空氣及水汽之分壓力，又假設水汽為理想氣體，由Clapeyron-Clausius方程式

$$de_s = e_s L \frac{dT}{R_v T^2} \quad (6)$$

式中， R_v 為水汽之氣體常數，且假設空氣在L. C. L.狀態下，已達到飽和，(5)式可改寫成

$$w dw + \frac{dp_a}{\rho} + \frac{e_s L}{R_v \rho} \frac{dT}{T^2} + g dz = 0 \quad (7)$$

將理想氣體方程式代入，且令 ρ_a 與 ρ_v 分別表乾空氣與水汽之密度，則

$$dP_a = -\rho_a \left(\frac{\rho_v w dw}{\rho_a} + \frac{\rho_v}{\rho_a} \frac{L dT}{T} + \frac{\rho_v g dz}{\rho_a} \right) \quad (8)$$

將(8)式代入(1)式中，消去 dP_a ，則(1)式可改寫成

$$C_p \frac{dT}{T} + \frac{\rho}{\rho_a} \frac{w dw}{T} + \frac{\rho}{\rho_a} \frac{g dz}{T} + \frac{d(Lr)}{T} = 0 \quad (9)$$

一般大氣， r 之數量約在 10^{-2} 以下，故 $\frac{\rho}{\rho_a} \div 1$ ，

換言之，忽略了空氣泡中水汽對動能及位能之轉換，
(9)式簡化成

$$C_p dT + wdw + gdz + d(Lr) = 0 \dots\dots\dots (10)$$

式中， $C_p dT$ 表可感熱之傳遞， wdw 表在某種熱力過程中，空氣泡之動能變化， gdz 表空氣泡之位能變化， $d(Lr)$ 表加入空氣泡之潛能。假設在假絕熱過程下，積分之。

$$C_p T + \frac{1}{2} w^2 + gz + Lr = \text{常數} \dots\dots\dots (11)$$

定義大氣靜能量 (Static Energy) σ

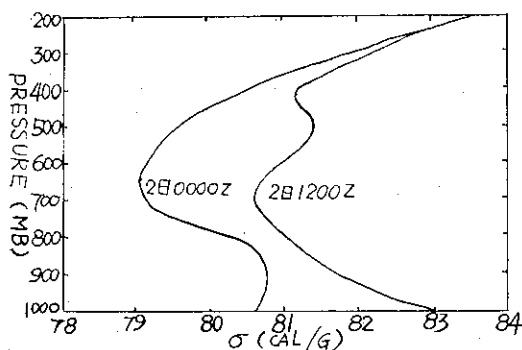
$$\sigma = C_p T + gz + Lr \dots\dots\dots (12)$$

1945 年 Beers 稱 σ 為「西格瑪」函數，1958 年 Riehl 與 Malkus 稱之為總熱含量。1964 年 Kreitzberg 始稱之為靜能量。

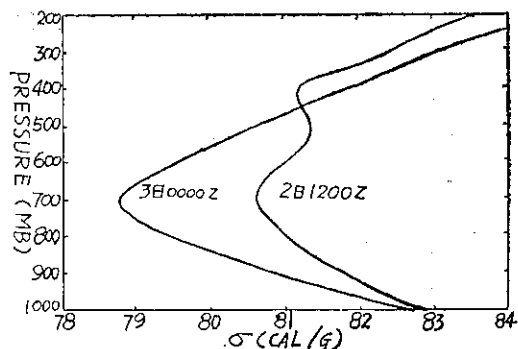
由(11)式知，單位質量之空氣泡之垂直動能與靜能量之總和，在通常天氣變化中，具有保守性。

六、妮娜颱風侵台期間， 大氣靜能量之變化

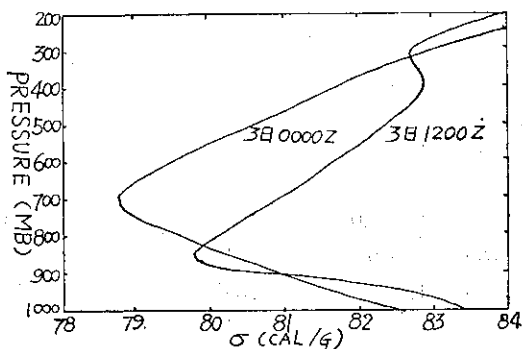
圖七、八、九與十，分別為 8 月 2 日 0000Z 至 4 日 0000Z 東港之大氣靜能量垂直變化圖，表二所列者為颱風侵台期間屏東之天氣狀況，表三、四與五，分別為東港高空大氣之位能，可感熱與潛能之 12 小時變差。



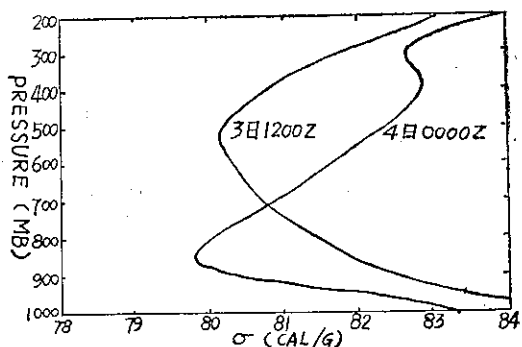
圖七： 8 月 2 日 0000Z 與 2 日 1200Z 東港高空
大氣靜能量之垂直變化圖
Fig 7: Vertical profiles of σ , 0000Z and
1200Z, 2 August 1975, Tung Kong.



圖八： 8 月 2 日 1200Z 與 3 日 0000Z 東港高空
大氣靜能量之垂直變化圖
Fig 8: Vertical profiles of σ 1200Z, 2
August and 0000Z, 3 August 1975,
at Tung Kong.



圖九： 8 月 3 日 0000Z 與 3 日 1200Z 東港高空
大氣靜能量之垂直變化圖
Fig 9: Vertical profiles of σ , 0000Z and
1200Z 3 August 1975, Tung Kong.



圖十： 8 月 3 日 1200Z 與 4 日 0000Z 東港高空
大氣靜能量之垂直變化圖
Fig 10: Vertical profiles of σ 1200Z, 3
August and 0000Z, 4 August 1975,
Tung Kong.

表二： 妮娜颱風侵臺期間、屏東之天氣狀況

Table 2: The weather at Ping Tung during NINA passage over Taiwan.

日 期	時 間 (Z)	雲 狀 (八分量、百呎)	雲 幕 高 (m)	天 氣	氣 溫 (°C)	露 點 (°C)	風 向	風 速 (m/sec)
8月								
1 日	0000	1Cu 020, 5Ci 200	6600	No	27	24	040	3.0
1 日	1200	5Ac 100	3300	No	26	25	030	2.0
2 日	0000	1Cu 025	—	No	27	25	020	3.5
2 日	1200	6Sc 035, 7As 070	1200	F	28	25	140	1.0
3 日	0000	4sf 003, 3Cb 016, 8Sc 021	700	F/R	27	26	300	8.0
3 日	1200	3st 004, 6st 012, 8Ns 030	400	R	27	26	210	6.0
4 日	0000	2st 006, 5Sc 021, 7Ac 080	700	R	29	27	180	8.0
4 日	1200	4Sc 040	—	No	27	26	050	1.0

表三： 妮娜颱風侵臺期間、東港高空大氣位能之
十二小時變差 (單位 cal/g)

Table 3: The 12hr potential energy changes of upper air at Tung Kong during NINA passage over Taiwan. (unit: cal/g)

時 間 氣 壓(MB)	2 日 1200Z	3 日 0000Z	3 日 1200Z	4 日 0000Z
200	-0.071	+0.047	+0.024	±0.000
250	-0.070	-0.047	+0.071	+0.046
300	-0.070	-0.094	+0.094	+0.070
400	-0.070	-0.187	+0.093	+0.141
500	-0.094	-0.210	+0.093	+0.164
700	-0.090	-0.211	+0.055	+0.152
850	-0.068	-0.198	+0.028	+0.147
1000	-0.070	-0.173	+0.011	+0.124

表四： 妮娜颱風侵臺期間、東港高空大氣可感熱
之十二小時變差 (單位 cal/g)

Table 4: The 12hr sensible heat changes of upper air at Tung Kong during NINA passage over Taiwan (unit: cal/g)

時 間 氣 壓(MB)	2 日 1200Z	3 日 0000Z	3 日 1200Z	4 日 0000Z
200	±0.000	+1.379	-0.951	-0.951
250	+0.143	+1.284	-1.997	+0.856
300	-0.333	+0.840	-0.254	-0.761
400	-0.095	+0.856	-0.190	-0.048
500	+0.190	+0.476	+0.119	-0.309
700	-0.808	-0.143	+0.580	-0.104
850	-0.333	-0.047	±0.000	+0.237
1000	+0.618	-0.381	+0.143	+0.523

表五： 妮娜颱風侵臺期間、東港高空大氣潛能之
十二小時變差 (單位 cal/g)

Table 5: The 12hr latent heat changes of upper air at Tung Kong during NINA passage over Taiwan (unit: cal/g)

時 間 氣 壓(MB)	2 日 1200Z	3 日 0000Z	3 日 1200Z	4 日 0000Z
200	—	—	—	—
250	-0.083	+0.269	-0.162	—
300	+0.525	+0.080	-0.526	-0.024
400	+0.776	-0.179	+1.314	-2.430
500	+1.851	-0.896	+1.254	-1.910
700	+2.328	-1.492	+1.593	-0.041
850	+0.955	-0.896	-0.537	+1.612
1000	+1.672	+0.119	+0.478	+1.014

由圖七所示，2日0000Z，地面至850毫巴層，由於輻射逆溫而為穩定層，700毫巴處之大氣靜能量最小，因為靜能量與垂直動能之總和，具有保守性，故在700毫巴層之大氣垂直動能最大。2日1200Z，地面之輻射逆溫現象消失，同時因為颱風的接近，雲量增加。所以大氣中之水汽含量增加，潛能隨着增加，這是使大氣靜能量增加的主因。很明顯地，700毫巴至500毫巴間之空氣層，靜能量增加最多，這是由於0000Z時，天空僅有1Cu 025（雲高2500呎），即僅在800公尺高有 $\frac{1}{8}$ 分量的積雲。而1200Z時，天空狀況6Sc 035，7As 070，雲幕高1200公尺，雲頂約在5000公尺，這一層大氣所具之潛能相當大，故700毫巴層潛能增加最多，達2.328 cal/g。

圖八所示，3日0000Z時，450毫巴以下的大氣靜能量較2日1200Z者減少。由於3日0000Z，

東港進入暴風圈內，氣壓急劇降低，大氣位能減小，此外，中央山脈平均高度約為 3000 公尺，亦即在 700 毫巴左右，由於背風波 (Lee Wave) 的作用，臺灣西部在山脈的背風面，高層大氣有下沉的現象，因此在 700 毫巴層之大氣水汽含量減少最多，潛能亦因之減少最多，達 1.492 cal/g ，是導致該層大氣靜能量最低的主因，愈往上層，背風波之作風愈弱，大氣潛能的減少，就沒有 700 毫巴層那麼大，300 毫巴層以上，反而略微增加。

圖九所示，3 日 1200 Z 時，由於東港處於颱風環流之後緣，西南氣流的灌入，帶來大量的水汽及熱量，因此，大氣之潛能及可感熱，都顯著地增加，而且由於颱風中心過後，氣壓回升，大氣位能亦因而增高，因此大氣靜能量較在颱風環流前緣時增加。在第三節中，從高空風向之轉變的分析，颱風受到中央山脈的阻擋，在 400 毫巴層斷為兩截，在此層正好是低層的上升氣流與高層之下沉氣流的交界面，故此層大氣之潛能減少，可感熱亦減小，因而大氣靜能量有顯著的減小現象。此外，從表二中可以看出雲幕降至 400 公尺，大氣垂直運動最旺盛的空氣層亦降低，故大氣靜能量之極小值發生在 850 毫巴層，比在颱風前緣時降低了 1500 公尺，這與第四節相當位溫的分析中，颱風環流後緣之大氣對流不穩定層較薄且降低的結論，完全一致。

圖十所示，4 日 0000 Z 時，東港已脫離颱風的影響，雲幕上升，因此大氣靜能量之極小值，發生在較高層，由圖中所示，在 500 毫巴層之垂直動能最大。同樣地，由於西南氣流不斷地帶進潮濕且溫暖的空氣，700 毫巴層以下的大氣水汽含量及溫度，都更為增高，因此，大氣靜能量較在暴風圈內增大，而 700 毫巴層以上，因為高空乾冷空氣的下沉補充，故潛能及可感熱皆降低，以致大氣靜能量遠較在暴風圈內時為低，此時已逐漸回復為夏季副熱帶高空大氣的一般結構形態了。

七、結 論

茲將本文研究所得結果，綜述如下：

- (一) 妮娜颱風登陸臺灣後，受到中央山脈的阻擋，在 7500 公尺處斷為兩截，下層部份移動較緩，颱風進入臺灣海峽之後，則加速前進，於 4 日 1200 Z

，終與上層部份會合。

- (二) 颱風接近時，地面逆溫現象消失，且 3000 公尺至 6000 公尺的高空雲量增加，潛能增加甚大，故自 700 毫巴至 500 毫巴間之大氣靜能量，也有顯著地增加。
- (三) 在颱風暴風圈的前緣，大氣之對流不穩定層厚度 3000 公尺，且由於背風波的作用，在 700 毫巴層最顯著，大氣有下沉的現象，水汽含量大量減少，致 700 毫巴層的靜能量最低。
- (四) 在颱風環流的後緣，大氣對流不穩定層厚度僅有 1500 公尺，由於西南氣流的灌入，帶來大量的水汽及熱量，且氣壓回升，因此，潛能、可感熱與大氣位能皆增大，故大氣靜能量較在颱風環流前緣時增大。因為雲幕的降低，大氣靜能量之極小值，降到 850 毫巴層。

參 考 文 獻

1. Beers, N. R., 1945: Meteorological thermodynamics and atmospheric statics. Handbook of Meteorology, New York, McGraw-Hill, 1068pp. (see pp. 401-402)
2. Kreitzberg, C. W., 1964: The structure of occlusions as determined from serial ascents and vertical-directed radar. AFCRL Res.Rept., 121pp.
3. Madden, R. A., and F. E. Robitaille, 1970: A comparison of the equivalent potential temperature and the static energy. J. Atmos. Sci., 27, pp. 327-329
4. Riehl, H. and J. S. Malkus, 1958: On the heat balance in the equatorial trough zone. Geophysica, 6, pp. 505-535.
5. Young, J. A., J. R. Bates and R. Wobus, 1972: Thermodynamic variables, tropical soundings and instability. Dynamics of the tropical atmosphere, National center for atmospheric research, Boulder, Colorado, pp. 463-468.

利用客觀比擬法預報颱風路徑之研究

A Study of Typhoon Track Forecast with Objective Analog Method

胡仲英

C. Y. Hu

陳熙揚

S. Y. Chen

Abstract

An objective method on Typhoon track forecasting is described. This method based on the HURRAN (Hurricane Analog) technique, the criteria of the analog selection are: distance from the existing typhoon, heading, speed and sequential date. Besides, We also examine the acceleration of the Typhoon movement.

Positions of typhoon selected as analogs are adjusted at 12, 24, 36, 48, 60 and 72 hr after the initial time. Forecasting track and probability ellipses are computed by GA SPC-16/45 and plotted by DT-3454 plotter. The test and verification of 1975 typhoon forecasts show that the additional criterion makes a good improvement.

一、簡 介：

颱風的路徑預報是相當困難而又重要的問題，國內氣象學者對此一問題曾作多方面的探討。一般而言，利用數值模式探討颱風路徑預報（胡仲英，1975），常因西太平洋觀測報告太少或探空報告誤差太大，以致嚴重影響預報的精確度，同時簡單的數值模式很難作 72 小時的颱風路徑預報，而複雜的數值模式目前國內尚在研究階段，實際作業尚須一段時間，所以若干學者利用統計的方法（汪羣從，張月珠，1974，陳毓雷、鮑學禮，1976）作 12 至 72 小時颱風路徑預報。本文即討論利用歷史颱風的資料來模擬現在颱風，並預報 12 至 72 小時颱風的位置。首先吾人將歷史颱風的名稱、日期及每六小時位置等一一打成卡片並錄在磁帶內，在預報作業時，將現在颱風的日期、位置、6 及 12 小時前的位置由卡片輸入電子計算機，計算代表颱風特性的位置、速度、加速度、日序等參數，利用客觀比擬選擇程式（Objective Analog Selection Program），將歷史颱風特性類似於現在颱風者，一一計算其每六小時修正位置，假設該修正位置的經向、緯向分量均為雙變常態分配（Bivariate Normal Distribution），吾人可預報 12

至 72 小時颱風中心位置有 25% 及 50% 機會的或然率橢圓（Probability Ellipses），該橢圓的中心即為最佳路徑預報，利用繪圖機可將預報路徑及或然率橢圓繪出，提供颱風路徑預報作業參考。Hope 及 Neumann（1970，1972）最先提出此統計方法預報北大西洋熱帶颱風 72 小時路徑，因而定名為颱風模擬法，該法用於實際颱風預報工作效果良好（Simpson, 1971）。汪羣從、張月珠（1974）曾將該方法修正應用到臺灣區 9 月份颱風路徑預報，唯颱風模擬法未考慮颱風加速度因素，以致於對加（減）速度甚大的颱風預報結果欠佳，作者針對此點加以改進，將颱風加速度的方向及大小增列為比擬選擇參數之一，並以 1975 年西太平洋颱風為實例，證實此項改進確會提高颱風中心路徑預報的準確度。

二、模式之建立：

首先輸入預測颱風的日序（T），現在位置（ X_K ， Y_K ）*，過去 6 小時位置（ X_{K-1} ， Y_{K-1} ）、過去 12 小時位置（ X_{K-2} ， Y_{K-2} ），並立即由下式將預測颱風的速率（V）、方向（ θ_1 ）、加速率（a）、及加速度方向（ θ_2 ）求出：

* 實際位置係輸入經度（ λ ），緯度（ ψ ），利用 Mercator 投影可換算成直角座標（X, Y）。

$$\left. \begin{aligned} V &= [(X_K - X_{K-1})^2 + (Y_K - Y_{K-1})^2]^{1/2}/6 \\ \theta_1 &= \tan^{-1} |(Y_K - Y_{K-1}) / (X_K - X_{K-1})| \\ a &= [(X_K - 2X_{K-1} + X_{K-2})^2 + (Y_K - 2Y_{K-1} + Y_{K-2})^2]^{1/2}/6 \\ \theta_2 &= \tan^{-1} |(Y_K - 2Y_{K-1} + Y_{K-2}) / (X_K - 2X_{K-1} + X_{K-2})| \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

然後在歷史颱風中逐個尋找合乎下列條件之類似颱風：

1. 求出歷史颱風路徑最接近 (X_K, Y_K) 之點，令為 (X_K', Y_K') ，而 (X_K', Y_K') 與 (X_K, Y_K) 間之距離不得大於 300 海哩。

2. 計算歷史颱風在 (X_K', Y_K') 點的方向 θ_1' ，且須滿足：

$$|\theta_1 - \theta_1'| \leq 22.5^\circ \quad (2)$$

3. 計算歷史颱風在 (X_K', Y_K') 點的速率 V' ，令 $\Delta V = |V - V'|$ ，須滿足：

$$\left. \begin{aligned} a. \Delta V < 5 (\text{海哩/時}), \text{當 } V < 10 \\ b. \Delta V < 10, \text{當 } 10 \leq V \leq 20 \\ c. \Delta V < 15, \text{當 } V > 20 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

4. 計算歷史颱風在 (X_K', Y_K') 點的加速度方向 θ_2' ，且須滿足：

$$|\theta_2 - \theta_2'| < 90^\circ \quad (4)$$

5. 計算歷史颱風在 (X_K', Y_K') 點的加速率 a' ，令 $\Delta a = |a - a'|$ ，須滿足：

$$\left. \begin{aligned} a. \Delta a < 2.5 (\text{海哩/時/時}) \text{當 } a < 5 \\ b. \Delta a < 5.0, \text{當 } 5 \leq a \leq 10 \\ c. \Delta a < 7.5, \text{當 } a > 10 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

6. 歷史颱風在 (X_K', Y_K') 的日序 T' ，須滿足：

$$|T - T'| \leq 30 \quad (6)$$

歷史颱風如不能滿足上述條件，則被濾掉，否則進一步利用現在颱風位移的持續性 (Persistence) 及與歷史個別颱風的相似性 (Similarity) 來作權重修正，俾決定 12 至 72 小時歷史颱風的修正位置。在初始時 ($t=0$) 首先將所選到的類似歷史颱風平移到現在颱風位置，開始時依照現在颱風位移的持續性前進，每 6 小時持續性降低 1/6，而歷史颱風位移的權重則增加 1/6，直到 36 小時後，完全依循歷史颱風運動方向前進。用公式表示則為：

$$\left\{ \begin{aligned} X_K'' &= X_K \\ Y_K'' &= Y_K \end{aligned} \right. \quad \text{當 } \ell = 0 \text{ 時}$$

$$\left\{ \begin{aligned} X_{K+\ell}'' &= X_{K+\ell-1}'' + (X_K - X_{K-1}) \times (36 - 6\ell)/36 + (X_{K+\ell}' - X_{K+\ell-1}') \times 6\ell/36 \\ Y_{K+\ell}'' &= Y_{K+\ell-1}'' + (Y_K - Y_{K-1}) \times (36 - 6\ell)/36 + (Y_{K+\ell}' - Y_{K+\ell-1}') \times 6\ell/36 \end{aligned} \right. \quad \text{當 } 0 < \ell < 6 \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{aligned} X_{K+\ell}'' &= X_{K+\ell-1}'' + X_{K+\ell}' - X_{K+\ell-1}' \\ Y_{K+\ell}'' &= Y_{K+\ell-1}'' + Y_{K+\ell}' - Y_{K+\ell-1}' \end{aligned} \right. \quad \text{當 } \ell \geq 6 \dots$$

式中， (X'', Y'') 為修正歷史颱風位置， (X, Y) 為現在颱風位置， (X', Y') 為歷史颱風位置。當 $\ell = 1$ ，為自 K 點後 6 小時， $\ell = 2$ ，為自 K 點後 12 小時，依此類推。

依照上述修正公式，可得所有合乎條件的歷史颱風 6 至 72 小時的修正位置，吾人假設歷史颱風的中心位置合乎雙變常態分配，亦即在 $X-Y$ 平面颱風中心位置散佈為一橢圓，該橢圓的長軸動差 (K_a) 及短軸動差 (K_b)，可由下列式 K 值二根求出。

$$\begin{vmatrix} S_x^2 - K^2 & r_{xy} S_x S_y \\ r_{xy} S_x S_y & S_y^2 - K^2 \end{vmatrix} = 0$$

其中 S_x 為經向標準差， S_y 為緯向標準差， r_{xy} 為經向與緯向的相關係數。或然率為 P 的橢圓長軸 (2a) 及短軸 (2b) 可由下式求出：

$$\begin{aligned} 2a &= K_a \times [\ln(1-P)]^{-1/2} \\ 2b &= K_b \times [\ln(1-P)]^{-1/2} \quad P = 0.25 \text{ 或 } 0.5 \dots (9) \end{aligned}$$

該橢圓長軸與緯度夾角 ψ 可由下式求出：

$$\psi = \frac{1}{2} + \tan^{-1} \frac{2r_{xy} S_x S_y}{S_x^2 - S_y^2} \quad (10)$$

橢圓的中心，即為預測颱風的中心位置，如滿足上述條件的颱風有 N 個，則預測颱風中心位置為：

$$\begin{aligned} \bar{X}'' &= \sum X''/N \\ \bar{Y}'' &= \sum Y''/N \end{aligned} \quad (11)$$

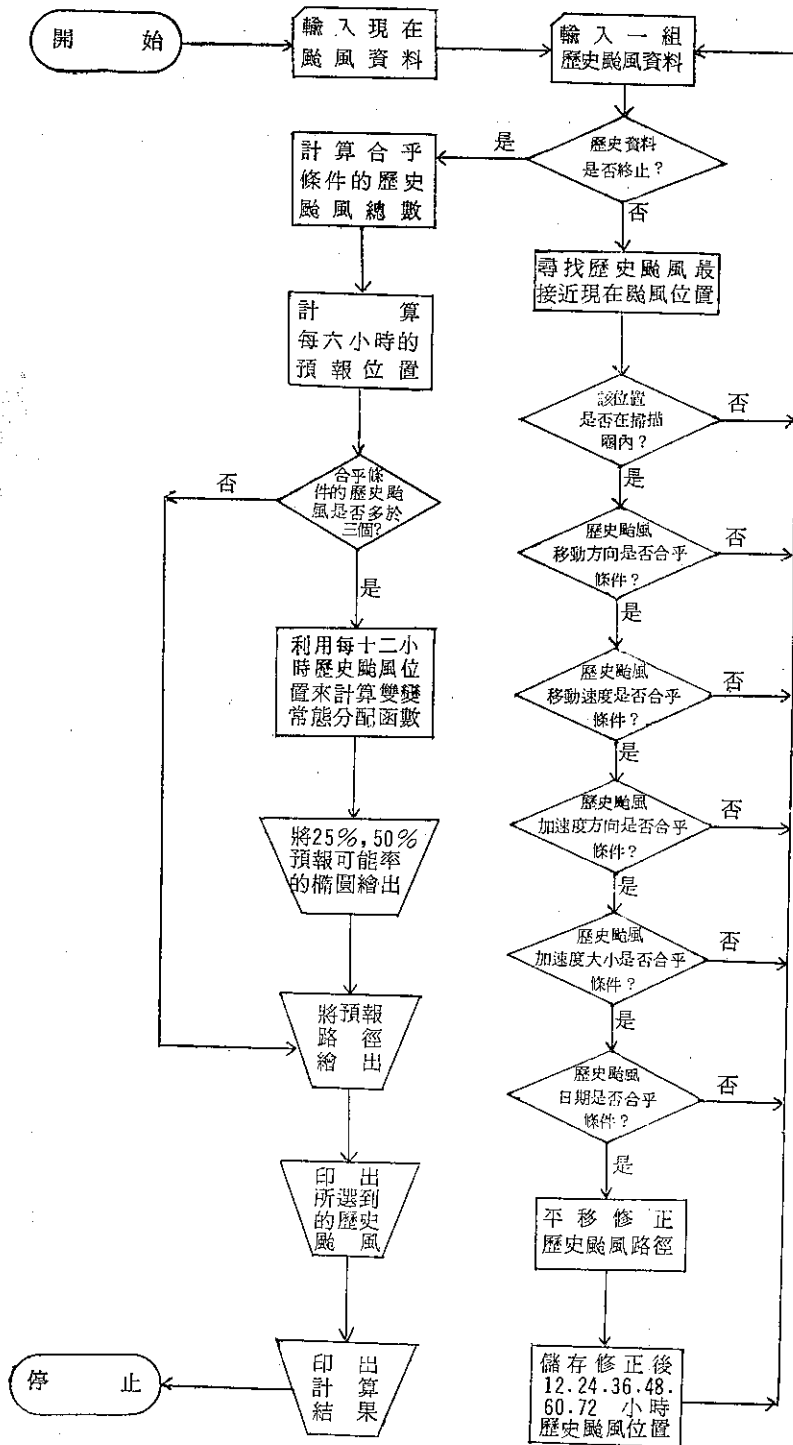
計算流程圖參見圖 1

三、實例試驗：

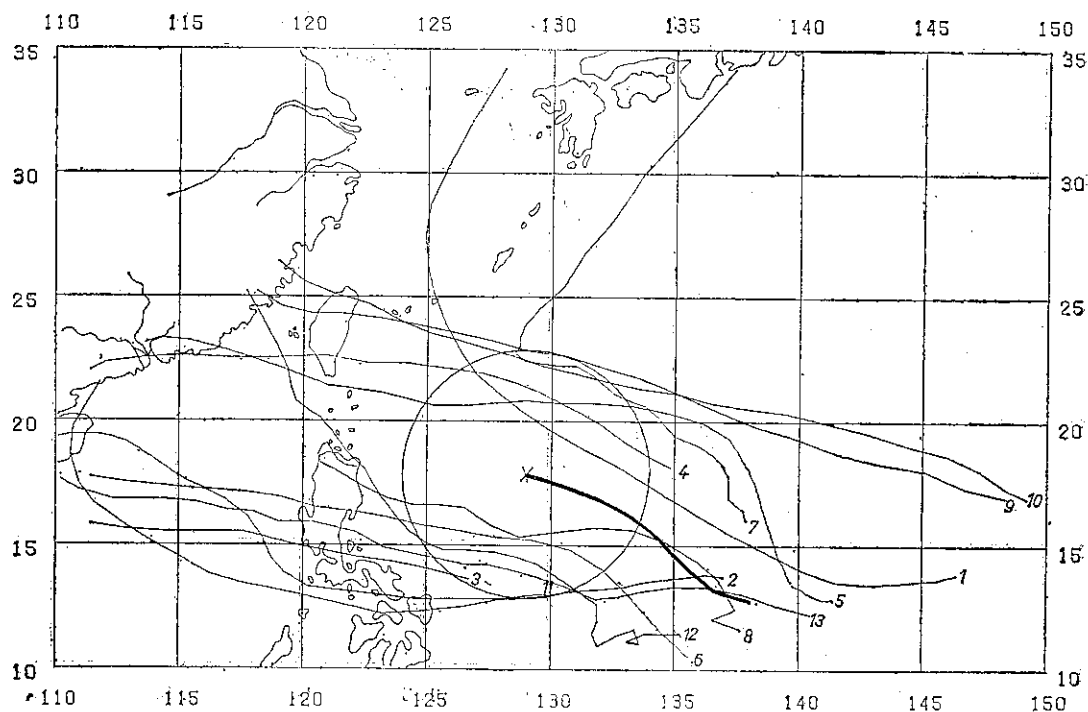
歷史颱風資料，吾人選取美國聯合颱風警告中心 (JTWC) 發行的颱風年報 (Annual Typhoon Report)，自 1959 年至 1974 年所有經過東經 110° 至 140° ，北緯 8° 至 36° 間的颱風分析最佳路徑 (Typhoon Best Track)，將每六小時的位置均打成卡片，並錄在磁帶上。

首先，吾人輸入 1975 年 10 月的 ELSIE 颱風作個案討論，10 月 10 日 1800GMT，ELSIE 颱風位於北緯 17.8° ，東經 129.0° ，其移動速率為每小時 14.6 海哩，方向為 285.9° ，加速率為每小時每小時 1.4 海哩，加速度方向為 135.0° ，此颱風在減速中。

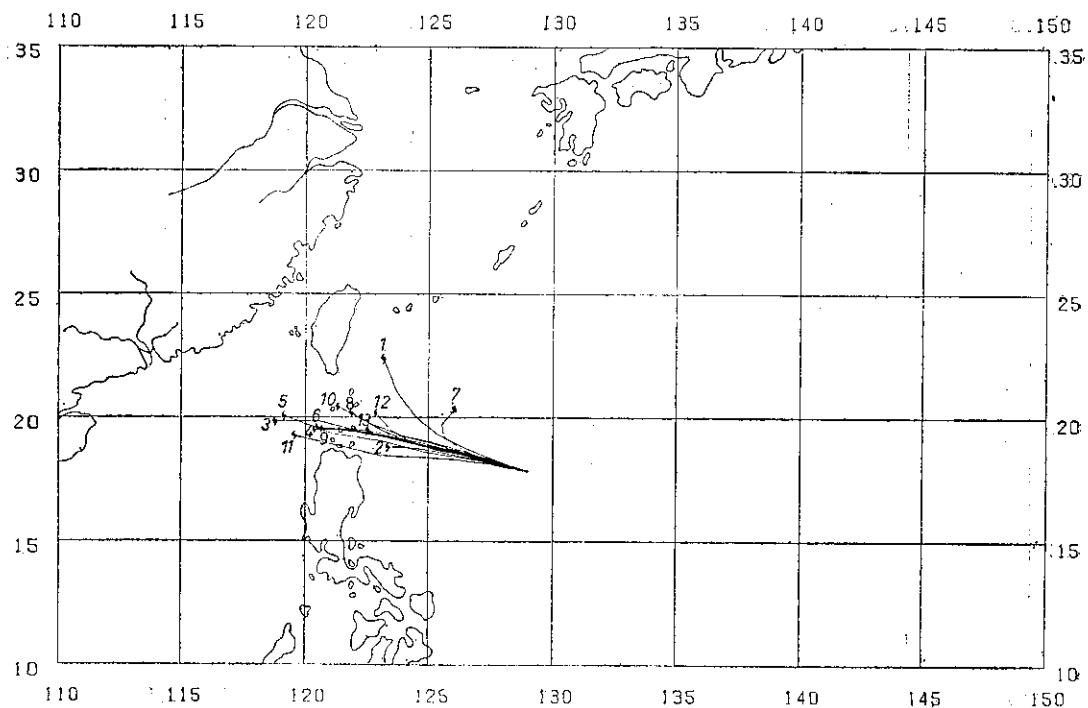
經過上述統計模式模擬選擇，吾人選到 13 個歷史颱風滿足上述 6 個條件，選到的歷史颱風路徑參見圖二，選到歷史颱風的名稱、日期及最接近現在颱風



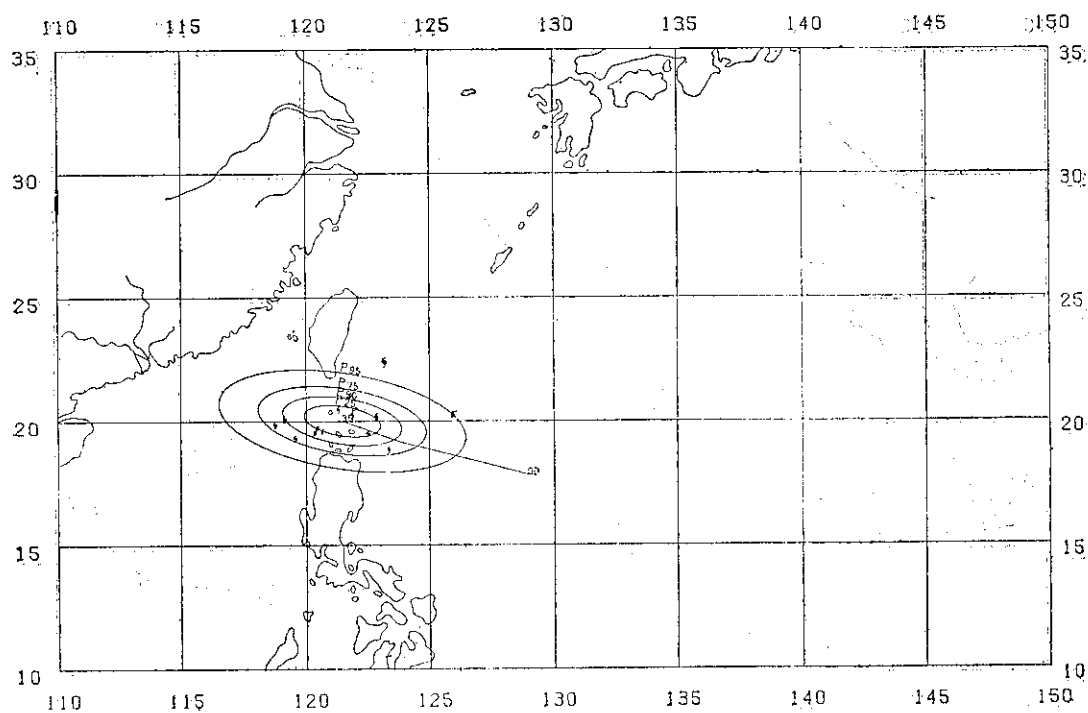
圖一 颱風路徑預報客觀模擬模式流程圖



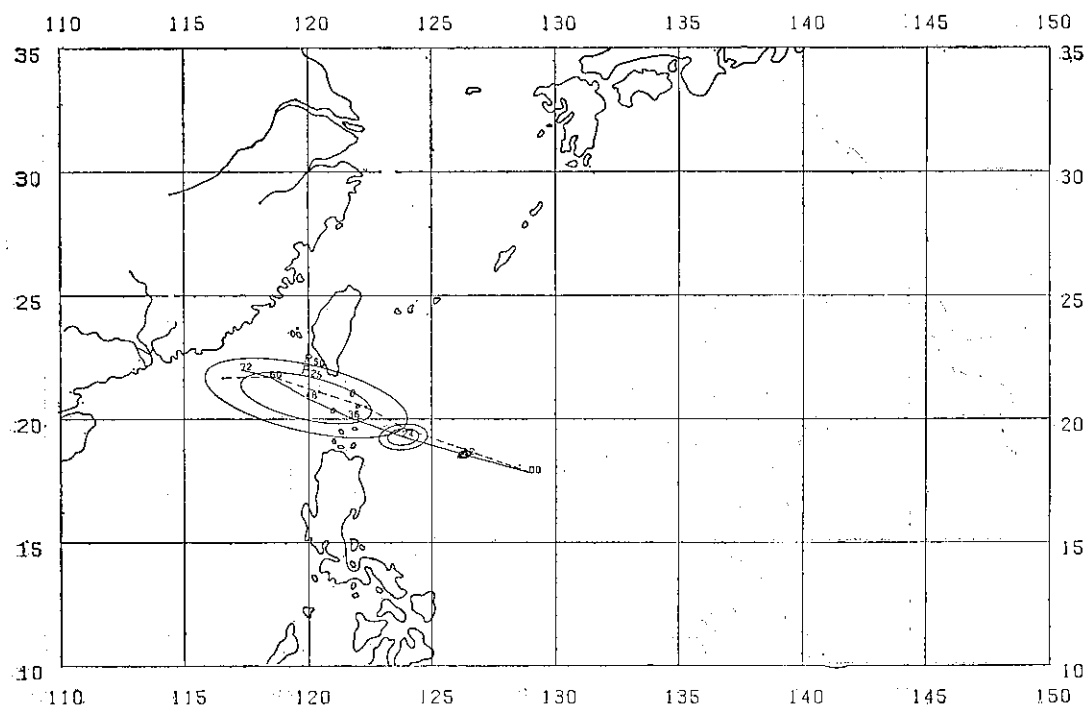
圖二 與 ELSIE 颱風類似的 13 個歷史颱風路徑，粗線為 ELSIE 颱風路徑，X 點為預報初始點



圖三 與 ELSIE 颱風類似的 13 個歷史颱風修正路徑給颱風者為 36 小時的修正位置



圖四 36 小時預報路徑及或然率橢圓颱風為歷史颱風的修正位置



圖五 ELSIE 颱風預報結果，實線為預報路徑，虛線為實際路徑

位置均由報表機印出來，見表一，可翻閱歷史天氣圖作預報參考。經過平移及持續性修正位置的歷史颱風路徑見圖三。圖四為歷史颱風在36小時預報橢圓散佈情形，有 13 個颱風被選到，其中 4 個落在 $P=0.25$

表一 與 ELSIE 颱風類似的 13 個歷史颱風資料

年 月 日	颱風名稱	最接近現在颱風位置	
		緯 度 (北緯)	經 度 (東經)
1959. 9. 14	SARAH	19.7	129.8
1960. 10. 4	KIT	12.9	129.6
1961. 9. 21	RUBY	13.6	126.7
1961. 9. 26	SALLY	20.7	130.4
1962. 10. 1	DINAH	20.8	129.0
1964. 1. 3	CLARA	15.2	129.2
1965. 9. 14	TRIX	22.3	129.5
1966. 10. 30	LORNA	15.8	127.5
1969. 9. 25	ELSIE	22.8	129.0
1971. 9. 21	BESS	22.2	129.6
1972. 11. 4	PAMELA	13.0	129.8
1973. 10. 5	NORA	14.5	128.6
1973. 10. 14	RUTH	14.0	128.3

的橢圓內，7 個落在 $P=0.5$ 的橢圓內，11 個落在 $P=0.75$ 的橢圓內，除一個颱風外，所有的颱風均落在 $P=0.95$ 的橢圓內。實際 ELSIE 颱風在 36 小時 (12日 0600GMT) 的位置在 20.5°N ， 122.3°E ，即是落在 $P=0.50$ 的預報橢圓內。

ELSIE 颱風的預報路徑及其實際路徑參見圖五，經、緯向誤差及向量誤差參見表二。

一個現在颱風自輸入所需資料到計算 72 小時預報路徑，利用中央氣象局 GA SPC 16/45 型電子計算機只需 40 秒鐘，利用 Data Technology 繪圖機繪出預報路徑及或然率橢圓則需 90 秒鐘，合計全部作業只需 2 分多鐘，極具有預報時效。

表二 ELSIE 颱風預報誤差值，單位為海裡

預報時間 (小時)	經 向 誤 差	緯 向 誤 差	向 量 誤 差
12	1.8	18.0	18.0
24	10.8	28.2	30.0
36	48.6	30.6	57.6
48	36.6	13.8	39.0
60	12.0	9.6	15.6
72	25.2	24.0	34.8

表三 1975 年 6 個颱風用客觀模擬模式所選到歷史颱風個數統計表

颱風名稱	預 報 時 間 (小時)											
	12		24		36		48		60		72	
	模 式		模 式		模 式		模 式		模 式		模 式	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
JUNE	11	8	11	8	11	8	11	8	11	8	11	8
PHYLLIS	5	2	4	2	4	2	3	1	2	1	2	1
NINA	8	6	8	6	8	6	8	6	8	9	7	5
LOLA	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1
BETTY	24	11	24	11	22	10	22	10	21	9	14	7
ELSIE	19	13	19	13	19	13	18	12	17	11	15	9

四、模 式 校 驗：

其次吾人選用 1975 年經過所定預報範圍內的六個颱風來作校驗，模式 B 乃為作者考慮颱風加速度運動的統計預報模式，模式 A 為不考慮加速度運動 (Hope and Neumanw, 1970, 1972 汪羣從、張月珠, 1974)，兩模式在歷史颱風比擬選擇中所選到的颱風個數參見表三。

兩個模式所作的平均緯向、經向、向量誤差統計，分別見圖六、圖七、及圖八，由上圖可知就 1975 年預報範圍內的六個颱風而言，考慮颱風加速度運動效應後，12 小時預報平均向量誤差減少 9.4%，24 小時誤差減少 26.7%，36 小時誤差減少 21.6%，72 小時誤差減少 7.2%，由此可見，此項改進確能提高預報精確度。

五、結 論：

本文討論颱風中心路徑的客觀統計預報，除考慮颱風中心距離、速率、方向、日序等參數外，並增加考慮颱風的加速率及加速度方向二重要特性，用比擬法選擇歷史颱風中心路徑類似者，再由現在颱風位移的持續性，及與歷史個別颱風位移的相似性，經權重計算得 12 至 72 小時現在颱風預報位置及颱風中心可能移動的或然率橢圓。

研究 1975 年經過臺灣附近的六個颱風，吾人發現當颱風中心速度變化甚大時，考慮加速度效應會使路徑預報的準確度大為提高，12 小時平均向量誤差減少 9.4%，24 小時向量誤差減少 26.7%，36 小時向量誤差減少 21.6%，72 小時向量誤差減少 7.2%，六個颱風中心 72 小時的預報位置均落在 $P=0.5$ 的橢圓。

此颱風中心路徑的客觀統計預報方法，僅需計算機時間 40 秒鐘，由繪圖機繪出 72 小時預報路徑及颱風中心可能移動的或然率橢圓也僅須 90 秒鐘，計

算迅速正確，可供颱風實際預報作業重要參考。

六、建 議：

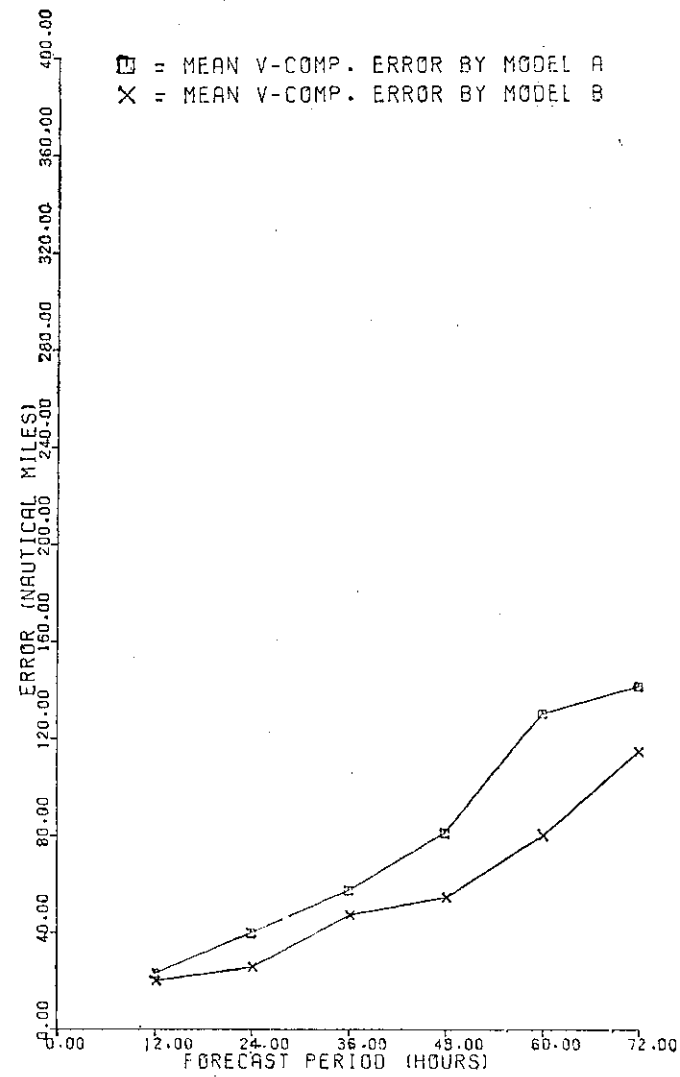
作者目前僅將 16 年的西太平洋颱風最佳路徑輸入磁帶，資料仍嫌不足，如能增加搜集 30 年以上資料，則更可提高此統計預報方法的準確性。再者，如將現在天氣圖配合所選到的歷史颱風天氣圖，進一步研究颱風附近槽、脊線位移，當更有助於颱風中心的路徑預報。

誌 謝

本文蒙中央氣象局吳副局長宗堯，臺灣大學蔡教授清彥鼓勵，中央氣象局研究發展科同仁協助及電子計算機中心支援始克完成，在此致最誠摯的謝意。

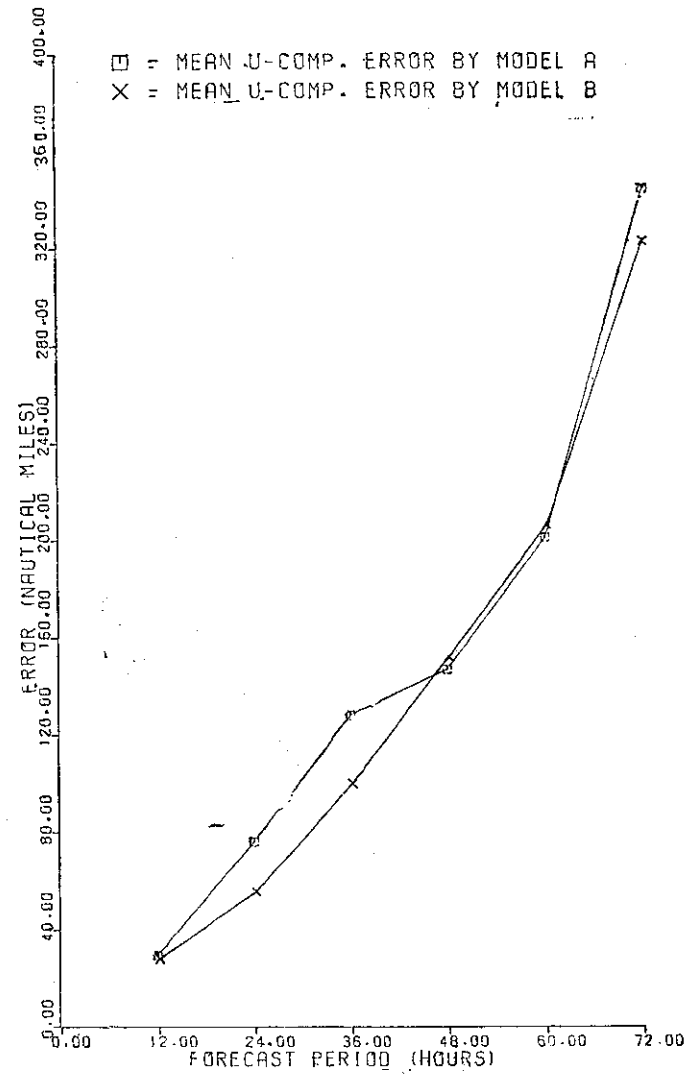
REFERENCE:

1. Hope, J.R. and Neumann, C.J./An Operational Technique for Relating the Movement of Existing Tropical Cyclones to Past Track MWR, Vol. 98, No. 12 Dec. 1970.
2. Performance Analysis of the HURRAN Tropical Cyclone Forecast System MWR, Vol. 100, No. 4. Apr. 1972.
3. Simpson, R.H./The Decision Process in Hurricane Forecasting. NOAA, Tech. Memo. NWS SR-53 1971.
4. Annual Typhoon Report Fleet Weather Central/Joint Typhoon Warning Center U.S.A. 1959-1975.
5. 汪羣從及張月珠，颱風中心之運動。The Proceedings of the National Science Council May, 1975.
6. 陳毓雷及鮑學禮，颱風路徑客觀預報方法之進一步研究氣象學報 21 卷第 3 期 Sep. 1975.
7. 胡仲英，正壓大氣數值模式及其應用，大氣科學第二期，May. 1975.



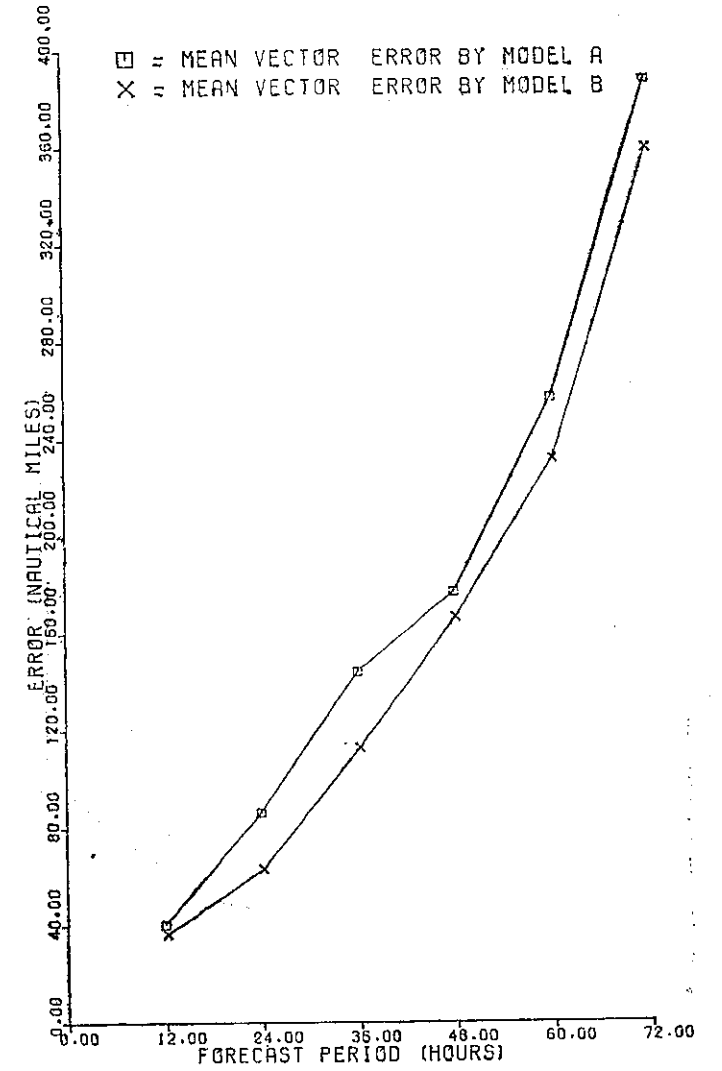
Comparison between Model A and Model B

圖六 模式 A 與模式 B 的緯向誤差比較



Comparison between Model A and Model B

圖七 模式 A 與模式 B 的經向誤差比較



Comparison between Model A and Model B

圖八 模式 A 與模式 B 的平均向量誤差比較

風 城 新 竹 風 之 研 究

Study on Winds at Windy City Hsinchu

朱 學 良

H. L. Chu

Abstract

This paper is a report of climatological study on the winds of Wind-City Hsinchu. Some conclusions are listed as follows.

1. Due to topographical influence, the NE and SW monsoons are prevailing at Hsinchu. The periods of NE, SW monsoons and their changes are found:
 - (1) Period of NE monsoon—from mid September through late April
—about seven months
 - (2) Change period of the monsoon—from early May through late May
—one month
 - (3) Period of SW monsoon—from early June through late July,—
two months
 - (4) Change period of the monsoon—from early August through late
August.—one month
2. The precipitation is closely related with the wind direction. In Summer and Autumn, the south wind and its neighbouring directions are quite possible to rain. In winter the northnortheast, northeast, east and its neighbouring directions are frequent to rain. The fog occurs frequently in the wind from southeast, and secondary, eastsoutheast and southeast.
3. According to the diurnal variation, the land and sea breezes can be classified into type A, B and C remarkably influenced by topography. They are caused by the different Changes in the wind direction and velocity. The prevailing sea breeze usually blows from the north or west and their neighbouring directions at slight or gentle velocities in daytime. The land breeze is most frequently from the east and its neighbouring directions at weak velocities in the morning and night. Type A occurs more frequently in Autumn. Type B and C are the most prevalent in Summer.
4. The annual total day of strong wind was 35.6. The maximum annual day of strong wind was 83 in 1949, but the minimum was only one day in 1963.
5. The highest record of maximum wind velocity was 42.7 m/s NNE which happened in September 20th 1961 during the passage of Typhoon "Pamela" over Yilan and northern Taiwan.

6. Foehn usually occurs and accompanies with the eastnortheast or east wind, during the passage of a typhoon or depression across Bashi Channel. A highest temperture of 38.7°C had been recorded.

7. For the annual total frequency of wind directions as a whole, the occurring percentage of northeast wind was the greatest one which was 24.8 but the frequency of calm had gained a second percentage of 24.5.

一、引言

「竹風蘭雨」及「竹風基雨」之諺語，在本省民間流傳已久，至今未衰，宜蘭與基隆之多雨，非屬本文討論範圍，而新竹則因多風素有「風城」盛名。冬季東北季風盛行期，細雨霏霏，寒風凌厲，侵入肌骨，為其特色；夏季西南季風強勁，每以飛砂為苦，西南氣流旺盛，雷雨頻仍，為本區夏季雨量主要來源之一。本區冬夏季風之顯著，乃由於地形因素所造成，其對氣候要素影響殊大。

二、新竹地形與季風

本區東南方山峰羅列，地勢高峻，海拔高度均在 3000 公尺以上，大山脈如雪山山脈及其以東之中央山脈皆作東北西南走向，東北距山岳較遠，西北部濱海所臨海峽乃最狹隘部份，海岸線亦成東北西南走向，整個地勢係由東南漸向西北傾斜，直至沿海平原，因之冬季東北風與夏季西南風皆可長驅直入，氣流未受障阻。本區缺乏大水系，頭前溪為縣境內第一大溪，發源於新竹，苗栗二縣境上高山，自東南流向西北，貫穿於縣境之間，經本區西北之南寮港，注入臺灣海峽。溪之坡度陡，洪流急，水位變化大，乾季來臨河床裸露，沙石淤塞，雨季開始，山洪暴漲，水勢洶湧，充分表現溪澗之特性，此溪下游谷口亦為自東南，向西北開敞，如一喇叭形，本市適在此喇叭狀的谷口地帶，當東北季風來襲時，氣流擁入河谷受兩

岸谷壁的約束，風力勢必加強，當西南風吹襲時，亦可發生相似作用而形成強風。再者新竹為本省西北部濱海最近之城市，可視為臺灣海峽北岸氣候之代表，在地形上雖居於山海之間，唯因西南西北兩面濱臨海峽，東北面距山岳較遠，本島盛行冬夏季風之流向，在新竹附近大致與地形平行，氣流暢通，冬夏無阻。遂使本區以季風著稱，「風城」之雅號乃由於上述地形特徵所賜與耳。

三、季風指數

一地季風顯著與否可以季風指數表示之，其計算方法係以冬季盛行風向頻率與夏季同風向頻率之差，及夏季盛行風向頻率與冬季同風向頻率之差，相加而得，即為季風指數，其指數在 20 以上者，即為季風區，而在 20 以下者，為非季風區，若達 40 以上者，則為顯著季風區域；其計算方式舉例如次：按照當地風向觀測紀錄，以八個方向計，並以一月代表冬季，七月代表夏季；新竹冬季盛行風為東北風，其一月平均頻率為 57%，夏季盛行風為西南風，其七月平均頻率為 28%，七月東北風頻率為 3%，一月西南風頻率為 1%，臺東冬季盛行風北風，一月份平均頻率為 35%，夏季盛行風南風，平均頻率為 13%，其一月南風頻率為 1%，七月北風頻率為 8%，則：

$$(一) \text{新竹季風指數 } M. I. = (57 - 3) + (28 - 1) = 81$$

$$(二) \text{臺東季風指數 } M. I. = (35 - 8) + (13 - 1) = 39$$

本省各地季風指數如表一所示。

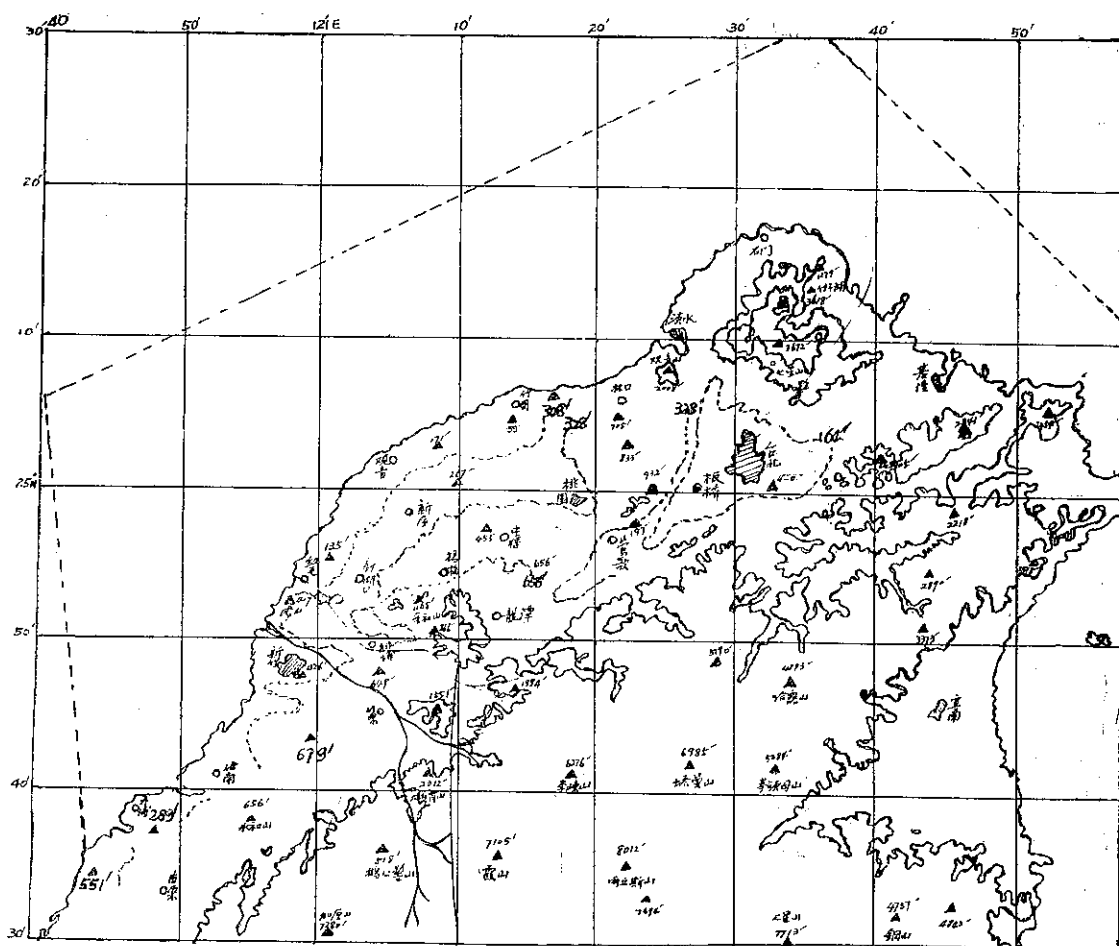
表一：臺灣各地季風指數地區

Table 1. Monsoon-Index in Taiwan

地 區	新 竹	臺 北	臺 中	臺 南	恆 春	花 蓮	宜 蘭	澎 湖	彭 佳 嶼	臺 東	基 隆	淡 水	新 港
季風指數	81	42	62	76	69	31	26	98	66	39	35	56	46

由表一察知新竹季風指數高達 81，除孤懸海峽之澎湖外，冠於本省各地，足見本區季風現象之顯著。至於本省各地季風指數之分布，亦可由表一窺其

梗概，大致言之，本省西部較東部為大，北部地區除新竹外咸視南部為小，顯見地形對於季風影響之重要性。



圖一 臺灣北部及西北部地形圖

Fig.2. Topographical Drawing of The Norithwest and Norith Taiwan

實曲線：1000' 等高線

虛曲線：164' (=50m), 328' (=100m), 656' (=200m) 等高線。

四、新竹冬夏季風之分析

新竹冬夏季風之強度，活動期，轉變期及其秉性如何，可按其合成風，風之穩定度，季風強度，季風期與其轉變期等方面，分別加以研究分析，即可獲知真相。

(一) 合成風

茲依據新竹 1953 至 1966 年間之每小時測風紀錄，按各月各風向風速和求得東西，南北向之分速，以計算每年各月之合成風速及合成風向（風速以每秒公尺計），風向以 0~360 度計，列為表二，並將各月風程列成表五，從而察知下列特點：

1. 平均合成風各月均來自東北象限及西南象限，季風性質至顯。

2. 全年各月中，九月至翌年四月之合成風，均來自東北象限，僅有 5, 6, 7 三個月來自西南象限，唯五月較偏西；6, 7 兩月則較南偏。

3. 就平均合成風而論，東北風以 11 月為最強，平均合成風速為每秒 3.07 公尺，爾後逐月減弱，至翌年三月已減至每秒 1.77 公尺，四月尚不及每秒 1 公尺，此時東北風已成強弩之末。西南風以六月為最強，其平均風速為每秒 1.68 公尺，七月之每秒 1.50 公尺略遜之，八月則急趨減弱，降至每秒 1 公尺以下，五月為西南風之始吹期欲逞乏力。

4. 按其極盛月份強度而言，11 月與 6 月之平均合成風速約為 2 與 1 之比，故東北風較西南風為強。

5. 十四年中東北風以 12 月為最強者佔六年，最

強月份提前一個月或兩個月於 11 月或 10 月發生者各佔四年。

6.十四年中西南風以六月爲最強者達八年之多，幾佔百分之六十，七月佔三年，八月佔兩年，五月僅佔一年。

7.十四年中，每年十月至二月之合成風向均來自東北象限，三月份除 1958 年來自西北象限外，但其合成風向大於 350 度，其餘各年皆來自東北象限。九月份除 1959 及 1963 年來自西北象限外，其餘皆來自東北象限。四月份計有 12 個年來自東北象限，但

1958 年係來自西南象限，1963 年則來自西北象限但其合成風向將近 360 度。若就其合成風向而論，四月份顯有轉變跡象。十四年中每年七月之合成風均來自西南象限，六月及八月來自西南象限者各具有十年以上之紀錄，但 1958 及 1965 年六月則發生於西北象限，1963 年亦有一次發生於東北象限；八月有一次發生於東北象限，另一次發生於西北象限；五月僅有三次來自西南象限，兩次發生於東北象限，其餘九次皆來自西北象限，其變向徵象已顯。

圖二 新竹累年平均合成風
Table 2. The Resultant winds of Hsinchu

風速單位：公尺／秒
風向單位：度 (0°-360°)

月 別	年 別	合 成 風	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月
1953	合	風速	2.70	2.01	1.83	2.26	0.56	1.78	2.36	0.49	0.88	2.33	2.76	3.95
		風向	42.7	39.7	44.6	39.6	289.6	252.9	244.6	266.5	47.9	46.4	44.4	47.7
風速		2.51	2.58	32.1	100	0.96	3.83	3.09	0.81	1.48	3.73	3.95	4.48	
風向		46.4	38.2	41.1	20.3	279.2	242.7	050.0	264.2	24.7	47.5	45.4	44.0	
風速		3.42	1.69	2.20	1.51	0.81	1.61	2.28	0.29	0.75	4.09	4.34	2.22	
風向		44.3	32.6	33.7	21.0	297.5	256.0	244.5	260.7	24.1	50.4	46.7	44.8	
風速		3.05	2.70	1.57	0.77	2.53	2.07	1.37	0.91	1.24	1.46	2.93	3.76	
風向		42.8	35.4	27.1	2.8	323.2	241.2	227.0	236.5	24.9	26.9	59.3	29.7	
風速		1.10	2.70	1.90	0.69	0.50	0.61	2.01	1.04	2.14	2.04	3.51	2.68	
風向		22.9	22.7	24.0	1.1	265.1	242.1	238.1	228.1	46.6	44.1	39.6	28.7	
風速		22.6	1.77	0.82	0.69	0.70	0.49	0.58	0.63	0.93	3.19	2.84	2.86	
風向		26.1	25.9	351.3	274.2	313.9	310.0	256.3	262.7	8.0	42.2	38.4	37.4	
風速		2.70	2.00	22.0	0.40	0.77	3.51	1.21	1.03	0.15	3.47	3.62	3.17	
風向		42.5	34.2	352	0.2	319.5	227.2	227.8	227.2	305.2	42.2	34.1	33.2	
風速		30.5	2.84	0.81	1.29	0.24	1.52	1.30	0.26	0.45	3.48	1.58	3.02	
風向		36.7	34.2	14.0	34.9	330.5	241.4	251.4	41.5	64	45.3	42.6	42.5	
風速		2.64	2.74	2.06	0.57	0.32	1.80	1.05	0.32	1.20	3.13	3.16	3.65	
風向		37.7	43.0	29.7	11.3	257.6	243.2	239.3	264.7	34.7	39.4	32.5	33.2	
風速		3.28	2.32	2.01	1.12	0.58	1.29	1.12	0.43	1.29	3.75	3.86	2.75	
風向		38.7	29.8	36.6	29.1	294.1	248.8	243.8	253.8	29.5	42.7	44.4	41.8	
風速		2.47	2.81	1.81	0.80	1.60	0.81	0.95	1.41	0.46	2.02	1.50	2.53	
風向		43.0	39.0	26.8	359.6	251.8	3.1	247.1	248.7	344.4	37.9	41.6	41.3	
風速		2.12	3.14	1.70	0.91	0.96	1.93	1.41	0.36	0.97	2.25	4.11	2.64	
風向		35.5	25.5	23.8	35.8	17.9	225.5	236.5	289.2	27.5	33.2	32.8	45.7	
風速		1.87	2.19	1.88	1.13	0.32	0.56	0.71	1.57	1.23	1.22	1.46	1.54	
風向		44.9	38.5	40.5	27.8	351.1	297.9	268.6	248.1	49.5	42.2	43.6	42.6	
風速		1.12	6.95	0.73	0.74	1.00	1.68	1.50	0.87	2.25	1.86	3.12	2.99	
風向		24.1	38.3	33.0	36.3	4.33	237.4	245.9	248.0	488	42.1	42.2	33.5	
風速		2.45	2.32	1.77	0.99	0.70	1.68	1.50	0.75	1.10	2.78	3.07	3.04	
風向		37.7	34.1	54.4	63.8	259.6	233.5	229.8	238.6	72.9	40.6	42.0	39.3	

8.十四個年中，十月至二月之合成風全部來自東北象限，每年各該月極大與極小度數之差值甚小，咸未超過30度，其中以12月及2月差值更小，僅達20度左右，風向甚為穩定。夏期6,7,8三個月之風向變差則較冬季為大。即以變差最小之七月而言，亦

曾超過40度以上，足見夏季風不若冬季風穩定；四月，五月及九月風向變幅甚大，常不穩定，極端值曾差達300度以上。

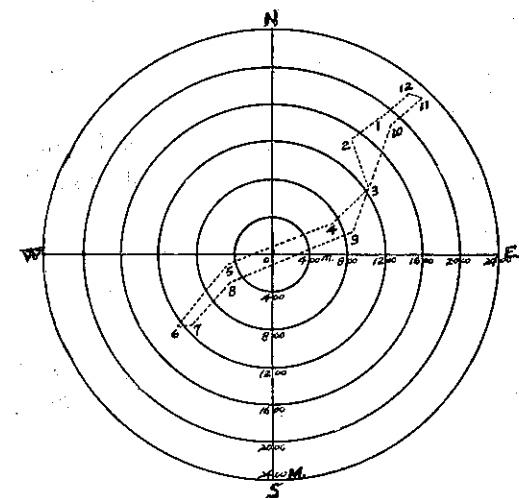
9.按上述合成風之變化，據以初步判知，每年九月至三月為東北季風盛行期，四月為轉向期；6,7,8月為西南季風盛行期，唯八月變向端倪已見。若以吹襲期間而言，東北季風遠較西南季風為長。

(二)風之穩定度

合成風之大小，尚不足以確定季風之盛行與轉變時期，爰取1953年至1966年逐年各月不計風向之風速和分別除以逐年相當月份之合成風程，乘以100，即得該月之穩定度 (Steadiness)；並求得十四年各月風之平均穩定度，如表三所示，倘是月風向不定，則穩定度小，風向一致，則穩定度大。其計算方式如次：1965年1月份新竹各風向風速和為1622.9 m/month，同年同月新竹合成風程為1378.4m/month

$$\text{新竹一月風之穩定度 } S = \frac{1378.4}{1622.9} \times 100 = 84.9\%$$

由表三察知新竹季風之穩定度具有下列特徵：



圖二. 新竹累年平均合成風

Fig. 2. The Mean Resultant Winds at Hsinchu (1953-1966)

表三：新竹風之穩定度

Table 3. The Wind Steadiness of Hsinchu

單位：%

年別 \ 月別	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1953	89.3	91.9	84.8	69.9	26.0	67.7	69.3	19.3	33.5	86.1	92.1	92.0
1954	82.5	88.8	93.5	43.7	39.0	87.2	89.5	32.3	52.7	89.7	94.0	98.0
1955	94.2	70.6	80.3	52.4	33.2	55.6	19.2	17.0	33.7	97.1	96.5	89.7
1956	91.0	90.0	57.4	30.7	25.1	76.2	62.7	33.8	49.7	43.2	54.3	93.6
1957	35.8	92.6	80.5	33.4	30.1	34.4	81.0	49.2	80.7	86.1	92.6	88.4
1958	91.2	86.4	33.2	41.9	31.3	80.9	32.5	50.9	40.6	89.1	95.4	91.9
1959	90.7	71.0	73.6	16.3	40.7	89.0	64.2	40.7	53.1	95.2	91.5	89.8
1960	84.9	88.0	31.5	59.7	12.1	58.1	51.3	14.2	41.3	97.4	82.4	96.1
1961	87.3	83.4	81.3	27.7	12.7	60.3	49.8	16.5	50.8	77.6	90.1	93.6
1962	95.1	84.5	67.8	50.9	27.4	36.3	49.7	16.7	47.0	91.8	93.3	92.3
1963	88.1	90.3	66.1	37.5	69.9	39.8	37.4	69.1	54.1	92.0	85.3	91.1
1964	92.5	92.3	80.7	56.0	50.8	69.5	75.4	30.1	59.0	85.1	96.1	96.6
1965	84.9	84.1	76.8	56.5	15.9	28.5	41.7	61.1	96.2	80.7	85.7	84.3
1966	77.2	78.5	30.0	40.7	38.7	65.1	63.4	54.1	76.2	83.8	93.3	94.0
總計	1184.7	1192.4	937.5	617.3	452.9	848.6	847.1	50.50	738.6	1194.9	1242.6	1291.1
平均	84.4	83.0	66.6	44.1	32.3	60.6	60.5	36.1	52.8	85.4	88.8	92.2

1.十四年平均以十月至三月之穩定度為最大，除三月僅為 66.6 %外，其餘各月均逾 80%，其中以 12 月為最，超過 90 %，顯示此半年之風向一致，是期東北季風盛行，十月至翌年二月之穩定度均超過 80 %，故當以此期為東北季風最盛期。

2.六月及七月穩定度為次高，皆大於 60%，乃示風向一致，是期西南季風盛行，但西南季風之穩定度小於東北季風。

3.五月穩定度為最小，八月稍遜之均小於 40 %，四月及九月為次低，顯示此四個月風向不定，尤以 5, 8 兩月為甚，此為季風轉變期。

4.三月及六月穩定度相若，約較四月穩定度高出 20 %，咸為五月穩定度之兩倍，而五月穩定度乃全年之最低點；三月為東北季風期，六月為西南季風期，足見由東北季風轉變為西南季風，其季風終始月份穩定度相埒，4、5 月穩定度均甚小，五月僅為 32.3 %，為全年之最低點。

5.七月穩定度約較八月高出 25 %，而九月穩定度僅較八月高出 16 %，十月穩定度則急升，視九月高出 30 %，較八月超出一倍以上，足見由西南季風轉變為東北季風之交替期內，前後兩個月穩定度，均遠視相鄰月份為小，尤以八月特小，而降至 36 %，為全年之次低點。

6.十四年中月最高穩定度發生於 12 月者共五次，11 月及 10 月者各佔四次略遜之，一月祇一次；除 1965 年 11 月份為 85.7 %外，其餘各年月最高咸超過 92.1 %。

7.十四年穩定度以八月為最低者，計達六年之多，幾佔其半，五月次之佔五年，三月，四月及七月各佔一年。

8.十四年中穩定度之變化曲線，除 1965 年只有一次升降外，其餘各年皆為兩次升降，與平均情形相同。

9.依據以上闡析可獲如下結論：

(1)東北季風穩定度遠視西南季風為大，以 12 月為最，11 月次之。

(2)十月至三月為東北季風盛行期，6, 7 月為西南季風盛行期。

(3)四月及五月係由東北季風轉變為西南季風之轉變期，八月係由西南季風轉變為東北季風之轉變期。

(三)季 風 強 度

合成風及風之穩定度之研究，雖可闡析風之方向與速率之綜合狀態，尚不足以分別顯示東北季風與西南季風之強度。爰取 1953 年至 1966 年之紀錄，分別計算東北向及西南向之全月風速和，作成表四，並繪成圖 3 至圖 17。

圖之橫座標為月份，縱座標為全月東北風與西南風之總風程，以顯示東北季風及西南季風之強度，從而察知：

1.東北風強盛月份，全月總風程最高可達 3,000 公尺以上，發生於 1954 年 12 月，而各年同月份之西南風皆未超過 20 公尺，且常無西南風出現。

2.西南風強盛月份，全月總風程最高不過 1,200 公尺，發生於 1954 年 6 月，而各年同月份之東北風至多尚不足 300 公尺，少則不及 20 公尺。

3.若依歷年平均風速和而論，10, 11 及 12 月之東北風總風程咸在 1,500 公尺左右，十四年來超過 3,000 公尺以上者則僅 12 月一次，一月稍遜但亦超過 1,000 公尺，三月以後漸趨減少，至七月已減至最低，爾後復趨上升，其年變化曲線僅一高一低。

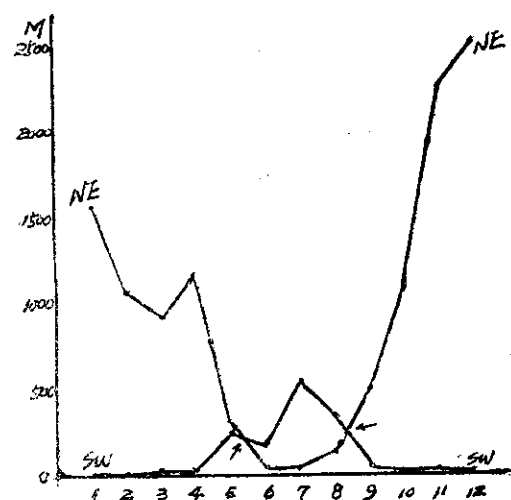
表四：新竹歷年東北風及西南風之風速和 (1953-1966)

單位：公尺

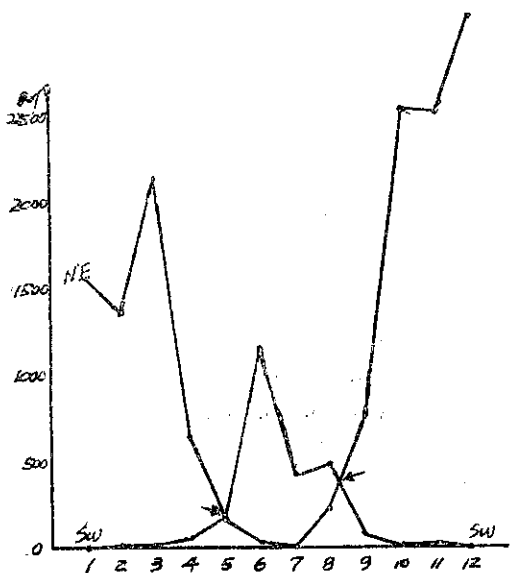
		一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月
平均風速和	NE	1158.5	927.7	873.5	576.1	250.5	91.5	50.9	133.0	571.1	1571.6	1548.0	1547.8
	SW	5.0	10.6	60.7	115.0	199.5	644.6	418.6	303.7	77.2	13.7	4.0	4.9
歷年最大值	NE	2080.5 (1955)	1574.2 (1961)	2125.9 (1954)	1176.0 (1953)	500.5 (1966)	1147.0 (1954)	245.8 (1958)	290.0 (1962)	1197.6 (1966)	2533.3 (1954)	2509.1 (1954)	3105.4 (1954)
	SW	15.3 (1960)	45.1 (1955)	268.6 (1958)	447.1 (1958)	526.6 (1961)	1098.8 (1962)	802.9 (1960)	733.3 (1959)	364.8 (1959)	90.1 (1960)	13.5 (1953)	15.6 (1956)
歷年最小值	NE	315.9 (1957)	240.3 (1957)	204.9 (1958)	130.7 (1964)	25.0 (1963)	11.2 (1959)	0.0 (1954)	0.0 (1963)	223.7 (1960)	733.1 (1965)	829.2 (1965)	502.7 (1957)
	SW	0.0 (1954, 1956)	0.7 (1954, 1959)	3.0 (1953)	5.3 (1953)	72.3 (1964)	120.3 (1963)	148.7 (1965)	57.7 (1964)	12.5 (1961)	0.0 (1954, 1955, 1959)	0.7 (1954, 1958)	0.0 (1954, 1960, 1962)

4.西南風平均風速和，以六月超過 600 公尺為最多，14 年來最大值達 1,000 公尺者僅三次均發生於六月；七月次之，至九月已不足 100 公尺，自後急趨下降，11, 12 及 1 月皆未超過 5 公尺，幾難發現其踪跡，蓋此時適值東北風盛行，其年變化亦僅一高一低。

5.東北季風盛吹期間較西南季風為長，其強度亦視西南風為強。

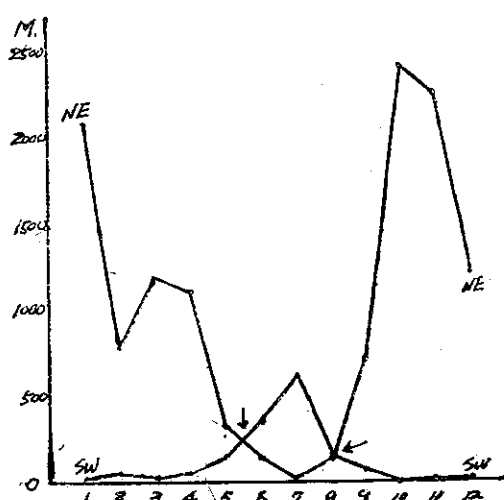


圖三 新竹東北及西南季風強度變化 (1953)
Fig. 3. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1953

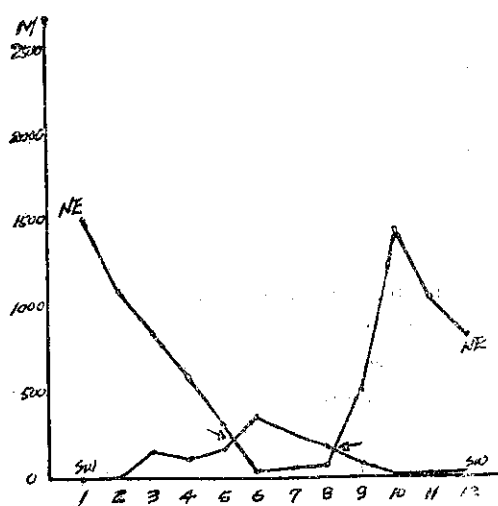


圖四 新竹東北及西南季風強度變化 (1954)
Fig. 4. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1954

6.歷年 (1953 至 1966 年) 東北風與西南風勢均力敵之時期，在圖中為同年此二風向強度年變化曲線之交點，每年有兩次相交，歷年出入不大。按第 3 圖至第 17 圖，可知東北風轉向期多在五月上旬，西南風轉向期多在八月中旬。歷年東北風轉向期最早提前至四月上旬，最遲延至六月下旬。西南風轉向期最早提前於七月下旬，最遲延至九月初發生。



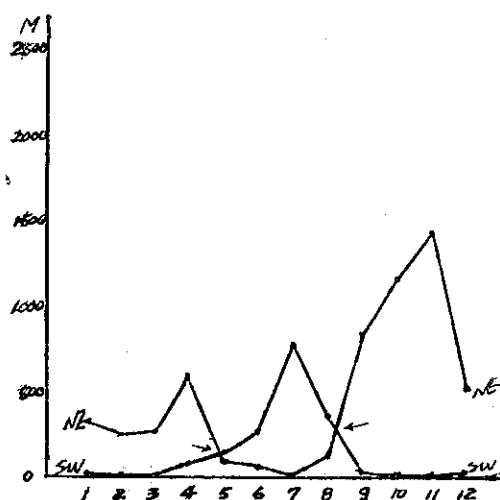
圖五 新竹東北及西南季風強度年變化 (1955)
Fig. 5. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1955



圖六 新竹東北及西南季風強度年變化 (1966)
Fig. 7. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1956

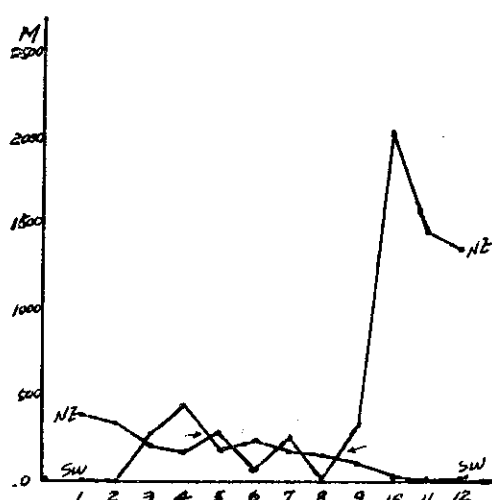
表五：新竹 各 月 總 風 程

	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月
1953	2012.2	1389.3	1364.9	1614.3	415.8	1282.3	1754.2	361.9	633.1	1741.2	2710.6	2932.4
1954	1948.4	1735.1	2491.0	716.5	713.2	2790.6	2295.5	606.9	1067.3	277.8	2844.3	3331.8
1955	2547.9	1138.5	1666.7	1089.4	599.0	1157.0	1696.2	215.0	539.2	3239.7	3126.9	1153.8
1956	2272.1	1879.7	1172.0	558.3	402.9	1493.9	1022.3	676.9	891.4	1086.0	2106.5	2800.6
1957	882.7	1806.8	1346.6	496.8	268.3	441.1	1496.5	776.7	1542.2	1520.9	2530.4	1992.8
1958	1681.5	1188.9	606.2	498.2	532.0	356.0	431.2	506.2	666.7	3305.1	2046.1	2128.3
1959	1981.1	1323.8	1654.0	288.8	572.0	2530.5	901.6	769.8	910.3	2579.5	2808.0	2360.3
1960	2229.6	1973.5	602.2	929.6	179.9	1094.3	968.7	193.3	321.1	258.7	1136.4	2250.5
1961	1946.5	1838.1	1535.1	409.1	237.3	1294.6	784.7	235.9	864.1	2325.8	2276.1	2714.5
1962	2437.8	1560.5	1492.0	803.7	429.9	926.1	891.6	320.5	927.1	2787.1	2778.2	2049.6
1963	1837.7	1890.1	1348.0	575.1	1190.0	579.6	706.4	1046.1	329.5	2245.7	1295.4	1881.8
1964	1580.8	2182.9	1265.6	653.3	717.1	1391.1	1048.3	268.2	699.1	1674.2	2957.3	1951.6
1965	1378.4	1479.8	1397.5	816.4	240.1	408.4	529.4	1170.0	884.4	935.3	1049.8	1144.2
1966	829.8	640.8	544.5	530.3	770.8	1212.4	1117.6	647.3	1621.1	1387.3	2245.6	2168.7
合計	26579.7	21938.0	17143.5	9979.8	7368.1	16957.9	15581.2	7794.7	11886.6	26864.3	32011.6	31370.8
平均	1898.6	1567.0	1224.5	712.8	526.3	1211.3	1112.9	556.8	849.0	1918.9	2286.5	2240.8



圖七 新竹東北及西南季風強度年變化 (1957)

Fig. 7. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1957



圖八 新竹東北及西南季風強度年變化 (1958)

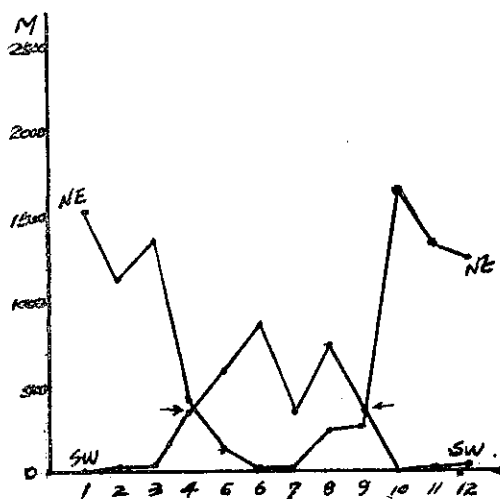
Fig. 8. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1958

(四) 新竹季風期與季風轉變期

由上述合成風及風之穩定度之研究，可訂立一劃分季風期與季風轉變期之標準，如以合成風向為準，僅可見五月為季風轉變期，倘兼顧合成風速，並訂全月合成風速達每秒 1.5 公尺以上（總風程達 1,000 公尺以上）者為季風盛行期，以平均合成風而論，新竹東北季風盛行期，係自十月開始，至三月終止，四月合成風雖來自東北象限，但其全月平均合成風速尚不及每秒 1 公尺，故可視為東北季風轉弱期，五月為季

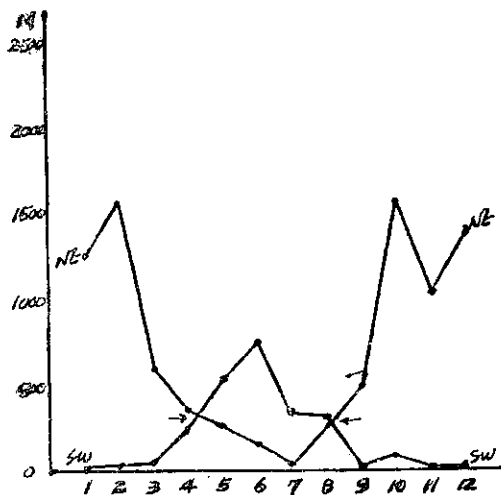
風轉變期，西南季風盛行期始於六月，亦為西南季風最強月份，七月仍繼續逞強，八月已開始轉弱，該月合成風雖仍來自西南象限，但合月平均合成風程較之 6, 7 兩月約減少一倍，且不及 1,000 公尺，至九月合成風已來自東北象限，唯全月平均合成風速尚不足每秒 1 公尺，爾後合成風程劇增，以 11 月之 3.07 每秒公尺為最大，12 月略遜之，自元月後復漸低減，迨至四月為最弱已降至每秒 1 公尺以下。

倘以全月穩定度在 60% 以上為季風期，不及 60%



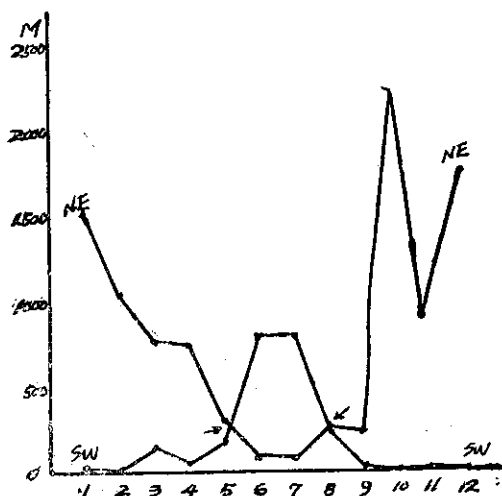
圖九 新竹東北及西南季風強度年變化 (1959)

Fig. 9. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1959



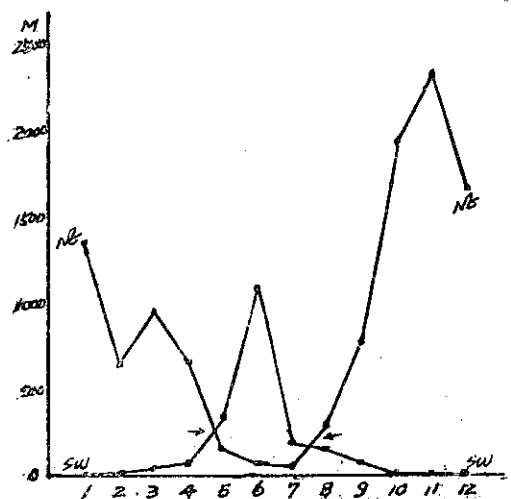
圖十一 新竹東北及西南季風強度年變化 (1961)

Fig. 11. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1961.



圖十 新竹東北及西南季風強度年變化 (1960)

Fig. 10. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1960

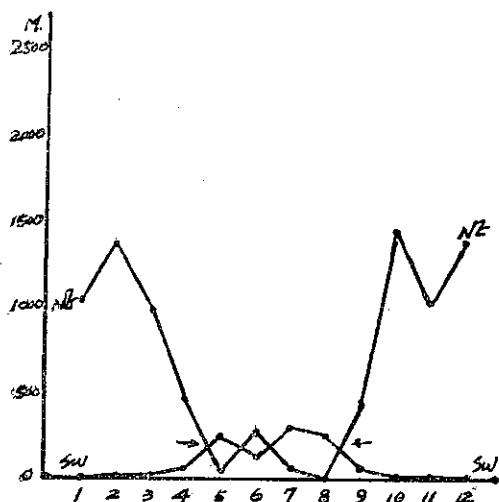


圖十二 新竹東北及西南季風強度年變化 (1962)

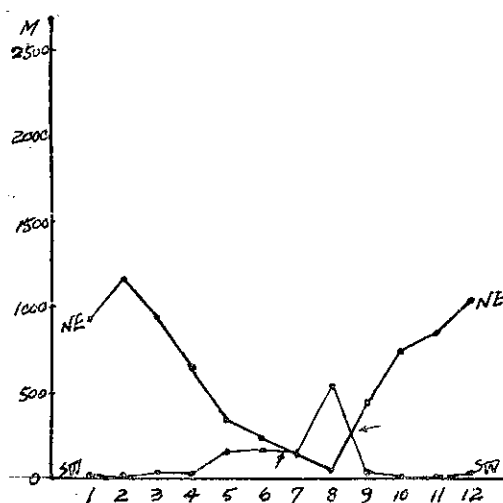
Fig. 12. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1962.

者為轉變期，則新竹東北季風期亦自十月至翌年三月，四月穩定度降至 50 % 以下，風向不穩現象已顯，五月穩定度最低為轉變期，6、7 兩月為西南季風期，八月穩定度急減，與五月均降至 40% 以下，成為全年之最低，九月雖較高，但仍不足 60%，故以 8、9 兩月為轉變期，其與以合成風來自同一象限，（且全月合成風速達每秒 1.5 公尺以上，全月總風程在 1,000 公尺以上）為標準所劃分之季風期與季風轉變期尚符。

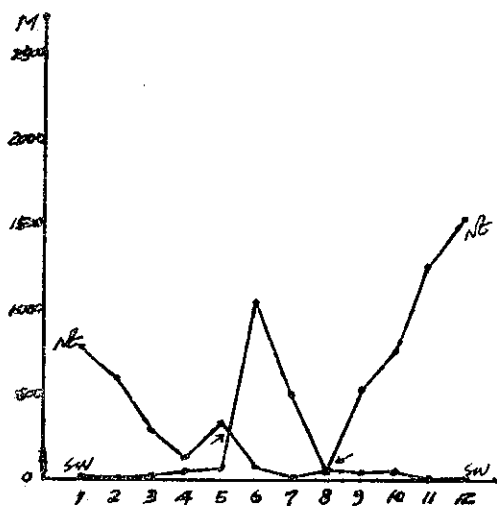
是以平均合成風向來自同一象限，全月合成風速達每秒 1.5 公尺以上（總風程達 1,000 公尺以上），風之穩定度為 60 %，允為劃分季風期及季風轉變期之標準。依此標準則新竹東北季風期為 10 月至 3 月；4、5 月為東北季風轉西南季風期，四月可稱為東北季風轉弱期，五月為轉變期，6、7 兩月為西南季風期，8、9 兩月為西南季風轉東北季風時期，八月為轉變期，九月可稱為東北季風開始期，東北季風盛



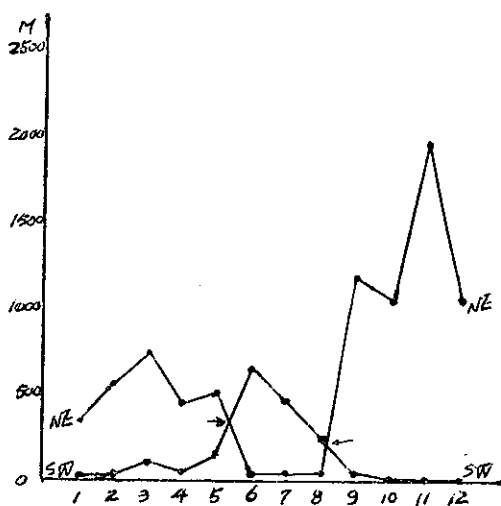
圖十三 新竹東北及西南季風強度年變化 (1963)
Fig. 13. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1963



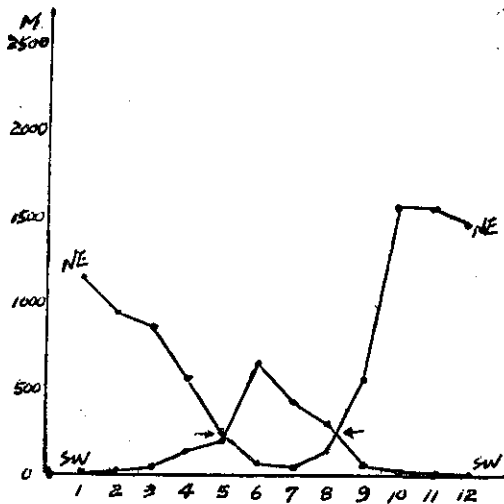
圖十五 新竹東北及西南季風強度年變化 (1965)
Fig. 15. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1965



圖十四 新竹東北及西南季風強度年變化 (1964)
Fig. 14. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1964



圖十六 新竹東北及西南季風強度年變化 (1966)
Fig. 16. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1966



圖十七 新竹東北及西南季風歷年平均強度年變化(1953-66)

Fig. 17. Annual Change of NE and SW Monsoon Intensity at Hsinchu in 1953-1966.

行期長達半年，西南季風盛行期僅兩個月。

以上討論乃就合成風與風之穩定度而言，如更以東北風及西南風之強度大致相等之時期論之，則兩次季風轉變期均不逾一個月，按圖 3 至圖 17，當在五月中旬前後一句及八月中旬之前後一句，其與依合成風及穩定度所劃分者相去不遠，茲按此劃分，則新竹季風期與轉變期訂定如下：

東北季風期：九月中旬至四月下旬，計七個多月。

季風轉變期：五月上旬至五月下旬，共一個月。

西南季風期：六月上旬至七月下旬，計兩個月。

季風轉變期：八月上旬至八月下旬，共一個月。

(五) 冬夏季風之秉性

但就季風之秉性言之，新竹東北季風盛行期雖長達七個月餘，十月以後，三月以前之冬季風則多為稍經變性之極地大陸氣團，等壓線多作南北向，氣壓梯度特大，故風力甚強，稟性雖寒燥，但氣流涉海而來所携水汽因之增多，經山岳升舉作用，常形成惡劣天氣，雲低雨霏，寒風刺骨，成為東北季風型之天氣。四月及五月則多為源自日本海附近之迴歸輻散氣流，等壓線多作東西行，氣壓梯度減小。6、7 兩月為西南季風盛行期，係以赤道海洋氣團為主，多為來自印度洋經南海之西南氣流，溫高濕重，稍經抬高，即可凝結致雨，其量豐沛，常隨颱風而至。5、6 兩月為變性極地大陸氣團與熱帶海洋氣團互爭雄長時期，每見半靜止鋒徘徊於此間，造成梅雨天氣。

每年冬夏季風來去之早晚，以及活動時期之盛衰，對於新竹氣候影響殊大，其對氣溫與降水量尤為顯著，例如民國 42 年東北季風歸期較常年為遲，當年四月份仍盛吹不輟（見表六），遂使是月平均氣溫低於平年攝氏二度餘；反之，倘西南季風提早來襲，亦可導致氣溫之增高，例如 43 年及 52 年 5 月平均氣溫遠視平年為高，即因斯故。由表六亦可察知夏秋降水量之主要來源乃為颱風雨而非由單純西南風所造成，蓋西南風若借助外力作用諸如地形強迫抬高以及鋒面或氣旋之活動等等，降水則更豐沛。

表六：新竹平均氣溫及雨量與冬夏季風之關係

Table 6. The Relation Between Mean Temperature, Rainfall and Monsoon at Hsinchu.

日 期 年 月 (Year)(Month)	氣(°C) 溫 (Temperature)			月總量 (Total)	雨 m.m. (Rainfall) 量						原 因 (Reason)
	平 均 (Mean)	準平均 (Normal)	距準數 (Departure)		雨 日 Rainy days	準 平 均 (Normal)		距 準 數 (Departure)			
						雨 量	雨 日	雨 量	雨 日		
民國 42 年 4 月	18.4	20.8	- 2.4	322.4	22	198.3	14.5	+ 124.1	+ 7.5	東北季風遲去。	
民國 43 年 6 月	28.3	26.8	+ 1.5	99.9	9	331.2	13.4	- 231.3	- 4.4	是年西南季風至爲盛行。	
民國 52 年 5 月	26.9	24.5	+ 1.4	11.8	4	246.3	13.7	- 234.5	- 9.7	西南季風提早來襲。	
民國 52 年 8 月	29.0	28.1	+ 0.9	18.0	4	199.4	11.1	- 181.4	- 7.1	西南季風晚歸，是月無颱風來襲。	
民國 55 年 9 月	24.3	26.7	+ 2.4	207.9	12	115.0	9.1	+ 92.9	+ 2.9	東北季風早來，本月因受艾麗絲(Alice)及寇拉(Cora)颱風影響，雨量特豐。	

五、風向與氣候之關係

氣候之變化，悉受制於大氣運行，而一區大氣之運行則與活動中心之配置，盛衰及進退息息相關，控制本區氣候之活動中心有二，一為蒙古高氣壓盛於冬，一為北太平洋副熱帶高氣壓盛於夏，而導致冬夏季風之更迭，遂使本區造成季風型氣候；唯此活動中心影響於氣候，實以大氣平流作用亦即風之流動為媒介，一地氣候非僅局部環境之產物，同時亦受四周區域之控制，此在地居南北氣流交綏要衝之本區，尤為顯著。

(一) 風向與氣溫

本區冬季以東北風為頻，夏季以西南風為常，是以氣溫季節變化甚大。本區各風向之平均氣溫如表七所示，以偏西風為最高咸在 29°C 以上，其中以正西風達 29.7°C 居首，東北風最低僅 17.6°C 而已，相差逾 12°C 。冬季南北溫度梯度較大，其風向變化影響於氣溫，尤為深刻；一月北至東風即來自第一象限風向之平均氣溫，均在 15°C 以下，唯以東風之為 90°C 最低，西南風之 21.0°C 為最高，與之相去幾達 12°C 之多，蓋天氣晴好海陸風發達之日，本區清晨常吹微弱東來之陸風，適值一日中最低氣溫發生之際，故有此結果。七月南北溫度梯度不大，氣溫與風向之關係，遠不如冬季之顯著，偏北風與偏西風之平均氣溫多在 30°C 以上，來自大陸之西風溫度特高達 33.5°C 獨佔鰲頭，偏東風，偏西風及靜風則低於 30°C 以下，其中以東南東及東南風均係 26.6°C 為最低，然相差不過 8°C 而已，靜風溫度僅 26.7°C 亦甚低，此因本區海陸風日變化所造成早晚之靜風現象。夏季西南風之溫度僅 28.5°C 並非甚高，蓋來自低緯熱帶海面之西南風，雖係高溫濕潤之氣流，常致雲雨，而具有減低溫度之功效，當夏季西南風較強之日，此種現象尤為顯著（請參閱氣象學報第 14 卷二期作者著之「新竹海陸風之研究」）。

我國大陸各地風向與溫度之關係，大致有一定規律可尋，即冬季風由於南北溫度梯度特大之影響，以自高緯內陸來者為寒，來自低緯或海洋者為暖；夏季風受制於緯度者不顯，但海陸予以影響者特著，按北平冬季東風較暖，西風較寒，夏季相反，此種現象當係海陸冬夏溫度不同之所致。但本區無論冬夏季節，凡偏東風多較涼爽，偏西風及偏北風則較炎熱，尤以偏西風為最，似有異趣。按臺灣志曾有海陸風之記載：「臺灣風與內地異，清晨必東風，午後必有西風曰

發海，西去東來諸舟乘之以出入，乃天造地設之奇，或反是則颶將作。」；早於淡水廳誌（按新竹當時淡水廳治所在）亦有「淡地之風，早東午西，各發海西，春夏時皆然」之記載。足見本區地面風與溫度關係，乃受制於局部環流也。

就一月平均氣溫而論，得知新竹之冬季實較臺北，基隆為冷，其原因乃新竹背負高山面臨臺灣海峽而受其影響較西岸有山嶺圍繞之基隆，臺北為深之故，蓋我國冬季之海洋多較內陸為暖，然在臺灣海峽，則具有反常現象，即其等溫線南突如舌，海峽溫度視兩岸陸地為低（如北緯 24° 附近，臺中為 15.7°C ，廈門為 13.9°C ，東旋島則僅有 12.1°C ），其主因為海峽冬季東北季風較強，不特影響海面蒸發迅速，氣溫低降，且使表流趨急，海底冷水翻騰，促使低層氣溫下降。基於斯故新竹冬溫低於臺北，基隆兩地也。

表七：新 竹 風 向 與 氣 溫
(1962-1966)

Table 7. Wind Direction and Temperature at Hsinchu,

	一 月 (Jan.)	七 月 (Jul.)	年 (Year)
N	18.5°C	30.5°C	23.9°C
NNE	13.9	29.4	20.6
NE	12.1	30.8	17.6
ENE	11.0	29.3	18.7
E	9.0	26.8	19.3
ESE	15.1	26.6	24.5
SE	—	26.6	24.5
SSE	—	27.1	25.5
S	18.1	26.8	25.1
SSW	—	28.3	26.7
SW	21.0	28.5	27.7
WSW	—	32.0	29.2
W	—	33.5	29.7
WNW	—	31.9	29.4
NW	20.8	31.8	25.5
NNW	19.6	31.2	27.3
C	13.9	26.7	20.0
平 均 (Mean)	12.8	28.8	21.8

(二) 風向與濕度

無論冬夏相對濕度均以偏東風，東北風，及偏南風為高，偏西風為低，靜風時相對濕度亦高。其原因

表八：新竹風向與濕度
(1962-1966)

Table 8. Wind Direction and Relative Humidity at Hsinchu

	一 月 (Jan.)	七 月 (Jul.)	年 (Year)
N	74%	76%	79%
NNE	79	82	80
NE	75	75	79
ENE	79	82	87
E	80	89	86
ESE	81	89	90
SE	—	88	89
SSE	—	87	90
S	80	88	89
SSW	—	83	84
SW	70	82	78
WSW	—	71	75
W	—	67	71
WNW	—	66	73
NW	62	72	74
NNW	77	72	76
C	89	93	92
平 均 (Mean)	78	81	83

外不如下四點：(1)本區東北風多陰雨，(2)偏南風來自低緯洋面水汽特豐，降雨可能性大，(3)偏東風及靜風常發現於晨昏，適值一日氣溫下降之際。東北風之氣溫亦較低，(4)偏西風發自內陸所含水汽少，常為本區最小相對濕度之風向。至於絕對濕度與風向關係大致與相對濕度相反。

(三)風向與降水

新竹年平均降雨時數總計 755.8 小時，(見表10)，佔全年總時數之 8.6%，約平均每 23 小時中即有 2 小時降雨。年平均總雨量為 1439.5 公厘，幾近 1500 公厘，可算為多雨區，但與臺灣各地雨量相較，除澎湖一地外，本區年總雨量屈居末位，平均降雨強度為每小時 1.9 公厘。

本區各月最多降水量與雨時之風向頗屬一致，除六月為東風，七月，八月為南至西南風外，其餘月份均以東北或北北東風居首，全年中以六月雨量 316.4 公厘為最多，是月總雨時為 100.5 小時(見表10)，亦為全年中之最多，其平均降水強度為每小時 3.1 公厘，12 月總雨量為 33.0 公厘，為全年中雨量最少之月(11 月之公厘，12 月總雨 33.8 公厘略遜之)，該月總雨時為 67.5 小時，其平均降水強度僅 0.5 公厘尚不足 1 公厘。一年中雨時以十月之 30.2 小時為最少，僅為六月 100.5 小時之三分之一。

表九：新竹風向頻數

Table 9. Total Duration of Wind Directions at Hsinchu (1962-1966)

月 份 Month	風 向 Wind Directions																	總計 Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
一 月 Jan.	31	152	248	58	49	10	2	2	2	1	3	2	9	3	9	13	150	744
二 月 Feb.	28	144	239	26	20	5	1	2	4	2	3	5	13	5	17	15	147	672
三 月 Mar.	24	131	206	51	45	10	5	3	8	5	11	23	32	8	14	16	154	744
四 月 Apr.	36	65	136	37	36	12	5	4	13	9	18	29	43	10	27	28	211	720
五 月 May	35	72	89	52	48	17	5	4	16	14	42	64	46	13	19	18	191	744
六 月 Jun.	24	43	58	26	35	17	5	9	15	33	122	75	36	8	15	19	199	720
七 月 Jul.	21	21	13	12	23	20	8	19	40	43	83	86	56	13	22	21	243	744
八 月 Aug.	18	19	19	13	28	9	8	15	31	42	63	69	68	12	26	27	276	744
九 月 Sep.	29	69	172	54	50	15	3	9	17	22	17	19	29	7	13	21	176	720
十 月 Oct.	21	110	308	62	37	5	1	1	5	2	4	4	11	6	8	8	151	744
十一月 Nov.	13	106	332	44	35	8	2	1	3	1	2	3	10	4	9	10	137	720
十二月 Dec.	20	104	355	48	34	7	2	1	3	1	1	2	5	3	11	11	137	744
全 年 Year	300	1036	2175	483	440	135	47	70	157	175	369	381	358	92	190	207	2152	8784
百分數 %	3.4	11.8	24.8	5.5	5.0	15	0.5	0.8	1.8	2.0	4.2	4.3	4.1	1.0	2.2	2.4	245	100.0

表十：新竹風向與降雨時數之關係
Table 10. Wind Direction and Number of Hours with Precipitation at Hsinchu (1962-1966)

月 份 Month	風 向 Wind Directions																		總計 Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NKW	C		
一 月 Jan.	2.5	32.2	26.8	7.0	1.4	0.7	1.2	0.5	0.6	0.2	—	0.2	0.8	—	1.1	1.8	11.1	88.1	
二 月 Feb.	3.8	32.9	35.0	2.2	0.8	0.2	—	—	—	—	—	0.3	0.2	—	0.8	1.4	4.8	82.4	
三 月 Mar.	3.3	17.7	43.4	8.8	2.9	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.1	0.4	0.7	0.3	7.6	87.5	
四 月 Apr.	2.1	5.1	17.6	5.2	3.6	2.3	0.8	0.4	0.7	0.2	0.2	0.5	0.8	0.6	0.9	1.7	8.8	51.5	
五 月 May	2.3	6.0	12.7	6.3	6.4	2.1	0.7	0.2	0.2	0.3	2.2	3.6	1.6	0.7	1.6	1.1	11.4	59.4	
六 月 Jun.	1.7	3.6	10.8	6.7	12.8	7.1	2.2	2.4	2.6	6.6	9.2	4.1	2.3	1.4	1.0	2.3	23.7	10.05	
七 月 Jul.	0.3	2.2	0.8	0.2	2.0	3.1	1.2	2.1	4.9	2.5	3.6	1.8	0.3	—	0.5	0.4	6.1	32.0	
八 月 Aug.	1.7	5.5	2.7	0.5	2.3	0.9	1.0	2.6	4.2	6.2	3.4	0.7	0.7	0.5	0.2	0.8	7.6	41.5	
九 月 Sep.	3.5	6.0	22.9	8.7	4.0	1.5	0.4	0.5	3.1	4.3	2.3	1.4	0.8	0.9	2.2	2.5	7.0	72.0	
十 月 Oct.	0.4	8.9	5.4	2.6	0.9	0.4	—	—	0.9	0.	0.1	—	0.8	—	0.2	0.1	9.3	30.2	
十一月 Nov.	0.4	5.2	29.0	4.0	1.7	—	—	—	0.0	0.1	—	—	0.2	—	—	0.2	2.4	43.2	
十二月 Dec.	0.8	12.3	36.9	3.1	2.6	0.7	0.5	—	—	—	0.2	—	—	—	0.2	0.6	9.6	67.5	
全 年 Year	2.28	137.6	244.0	55.3	41.4	19.6	8.5	8.9	17.4	20.8	21.3	13.1	8.6	4.5	9.4	13.2	107.4	755.8	
百分數 %	3.0	18.2	3.23	7.3	5.5	2.6	1.1	1.2	2.3	2.8	2.8	1.7	1.1	0.6	1.2	1.7	14.5	100.0	

表十一：新竹風向與降水量之關係 (mm)
Table 11. Wind Direction and Total Amount of Precipitation at Hsinchu (1962-1966)

月 份 Month	風 向 Wind Directions																		總計
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	Total	
一 月 Jan.	2.4	25.8	23.4	7.0	1.3	0.3	9.3	0.6	0.5	0.2	—	0.4	0.6	—	4.6	2.1	11.3	89.8	
二 月 Feb.	2.2	22.5	32.1	2.0	0.6	1.9	—	—	—	—	—	0.1	0.0	—	0.0	0.8	1.9	64.1	
三 月 Mar.	8.5	18.8	56.3	10.1	6.8	1.8	4.9	2.6	0.3	1.6	0.0	0.4	0.1	1.8	3.2	0.5	9.1	126.8	
四 月 Apr.	2.4	22.3	40.5	8.5	11.0	4.1	0.7	0.4	2.2	0.4	1.0	0.9	1.6	0.7	1.3	4.3	10.6	112.9	
五 月 May	4.3	15.6	28.1	8.3	12.6	5.5	2.6	0.5	4.8	0.5	3.7	2.2	2.5	0.1	4.7	0.7	13.4	106.1	
六 月 Jun.	0.9	4.4	33.6	22.6	71.1	29.0	10.7	7.8	11.8	29.0	16.7	7.4	7.0	5.1	2.0	4.7	52.6	316.4	
七 月 Jul.	0.6	2.5	4.2	0.3	5.9	9.3	6.9	11.7	22.8	3.3	22.9	8.4	1.6	—	8.6	0.6	21.3	130.9	
八 月 Aug.	7.4	19.2	23.4	0.2	6.3	5.3	2.6	9.9	25.9	33.2	12.3	2.6	1.8	4.2	0.6	1.1	28.2	184.2	
九 月 Sep.	16.9	12.0	30.6	8.4	4.2	9.5	0.7	1.0	26.1	10.4	18.3	4.5	4.5	3.9	28.7	19.5	5.8	205.0	
十 月 Oct.	0.6	10.3	6.7	0.8	0.3	2.3	—	—	2.1	0.5	0.0	—	1.1	—	0.3	0.0	11.5	36.5	
十一月 Nov.	1.3	1.5	22.5	4.4	1.7	—	—	—	0.0	0.1	—	—	0.0	—	—	0.0	2.3	33.8	
十二月 Dec.	0.6	6.0	16.8	2.0	1.1	0.5	0.2	—	—	—	0.1	—	—	—	0.1	0.2	5.4	33.0	
全 年 Year	48.1	160.9	318.2	74.6	122.9	69.5	38.6	34.5	92.5	79.2	75.0	26.9	20.8	15.8	54.1	34.5	173.4	1439.5	
百分數 %	3.3	11.2	22.1	5.2	8.5	4.8	2.7	2.4	6.4	5.5	5.2	1.9	1.4	1.1	3.8	2.4	12.0	100.0	

西北西風雨量之 15.8 公厘爲最少，祇佔全年總雨量之 1.1 %，西北西風之雨時僅 4.5 小時亦居末位，祇佔全年總雨時之 0.6 %，西及西南西風之雨量亦甚少，僅次於西北西風，其雨時亦然。西南風溫高濕重雖爲本區雨澤之主要來源，但稟性呈對流性不穩定，非經抬高，難期凝釋，午後熱雷雨，因爲時短暫，在全年總雨量所佔比例不大，祇當西南季風盛行之時，由中度風速之偏南風帶來相當雨澤而已，故來自第三象限之風向，雨量較少，實基於斯因也。東北風雨量爲 318.2 公厘佔全年總雨量之 22.1 %，乃各風向之冠；北北東風及東風略遜之，東北風雖源自高緯內陸寒冷乾燥，但因其由北而南涉經海面來侵，變性已深，溫濕增高，稍經抬高即可凝結致雨，並因本區地形影響，更可助長降雨之形成；此外東北季風吹襲期間長達半年之久，亦爲東北風雨量豐沛主因之一。無風時雨量爲 173.4 公厘，佔全年總量之 12.0 %，僅次於東北風，實未可忽視，蓋本區全年無風頻數高達 2152 次，佔各風向總頻數之 24.5 %，與東北風之 24.8 % 不相上下。除偏西風外，以東南風與南南東風雨時爲最少，此由於本區東南方群山巔峙氣流受阻之所致，察諸表九，東南風及南南東風之風向頻數

，尙不及全年各風向總頻數之 1 %，即可瞭然。

雨量雨時略如上述，各風向降雨之可能性，係根據降雨時數與其相關之風向時數求得之。觀第 11 表，可知北北東風，東北風以及東北東風，東南東風，東南風之降雨可能性均甚大，諺語所謂「東北風，雨大兮」信然。但以東南風與東南東風之降雨可能性居冠，凌駕在東北風與北北東風之上，偏東風降雨機緣特大，乃爲本區之特徵；按表 11，六月東南風降雨可能性高達 44.0 %，東南東風降雨可能性達 41.8 %，東風爲 36.6 %，咸非偶然，間以東南風居首，若將東風，東南東與東南風三者併計，該月份主雨之風非彼莫屬；五，七月趨勢亦然。至於西南西，西，西北西以及西北風之降雨可能性均極小；造成偏西風少雨，偏東風多雨，二者成致強烈對比。若僅就各風向之降雨時數而論，以東北風全年總時數 2,175 小時爲最多，其降雨時數爲 244.0 小時亦高居首位，次爲北北東風總時數達 1,036 小時，降雨時數爲 137.6 小時，再次爲東北東及東風；唯無風時年總時數亦高達 2,152 小時，其降雨時數爲 109.4 小時，足與東北風抗衡。東南風全年總時數僅爲 47 小時而屈居末位，其降雨時數爲 8.5 小時，東南東風年總時數爲 135 小

表十二：新竹風向與降雨可能性之關係(%)

Table 12. Wind Direction and Probability of Precipitation at Hsinchu (1962-1966)

月 份 Month	風 向 Wind Directions.																		每月 Monthly
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C		
一 月 Jan.	8.1	21.2	10.8	12.1	2.9	0.1	60.0	25.0	30.0	20.0	—	10.0	8.9	—	12.2	13.8	7.4	11.7	
二 月 Feb.	13.6	22.8	14.6	8.5	4.0	4.4	—	—	—	—	—	6.0	15.0	—	4.7	9.3	3.3	12.3	
三 月 Mar.	13.8	13.5	21.1	17.3	6.4	6.0	10.0	6.7	2.5	4.0	0.9	2.2	0.3	5.0	5.0	1.9	4.9	11.8	
四 月 Apr.	5.8	7.8	12.9	14.1	10.0	19.2	16.0	10.0	5.4	2.2	1.1	1.7	19.0	6.0	3.3	6.1	4.2	7.2	
五 月 May	6.6	8.3	14.3	12.1	13.3	12.4	14.0	5.0	12.5	2.1	5.2	5.6	3.5	5.4	8.4	6.1	6.0	8.0	
六 月 Jun.	7.1	8.4	18.6	25.8	36.6	41.8	44.0	26.7	17.3	22.0	7.5	5.5	6.4	17.5	6.7	12.1	1.3	14.0	
七 月 Jul.	1.4	10.5	6.1	1.7	8.7	15.5	15.0	11.1	12.3	5.8	4.3	2.1	0.5	—	2.3	1.9	2.5	4.3	
八 月 Aug.	9.4	28.9	14.2	3.8	8.2	10.0	12.5	17.3	13.5	14.8	5.4	10.0	10.0	4.2	0.8	3.0	2.8	5.6	
九 月 Sep.	12.1	8.7	13.3	16.1	0.8	10.0	13.3	5.6	18.2	19.5	13.5	7.4	2.8	12.9	16.9	11.9	4.0	10.0	
十 月 Oct.	1.9	8.1	1.4	4.2	2.4	8.0	—	—	18.0	10.0	2.5	—	7.3	—	2.5	1.3	6.2	4.1	
十一月 Nov.	3.1	4.9	8.7	9.1	4.9	—	—	—	0.0	10.0	—	—	2.0	—	—	2.0	1.8	6.0	
十二月 Dec.	4.0	11.8	10.4	6.5	7.6	10.0	4.0	—	—	—	20.0	—	—	—	1.8	5.5	7.0	9.1	
一年 Annual	7.6	13.3	11.2	11.4	9.4	14.5	18.1	12.7	11.1	12.0	5.8	3.4	3.4	4.9	4.9	6.4	5.1	8.6	

時，其降雨時數爲 19.6 小時；西風年總時數計爲 358 小時，超過東南風 300 小時以上，其降雨時數僅爲 8.6 小時；西南西風年總時數共 381 小時，降雨時數爲 13.1 小時，西南風總時數爲 369 小時，降雨時數

爲 21.3 小時；南南西風年總時數祇 175 小時，降雨時數高達 20.8 小時，南風總時數爲 157 小時，降雨時數爲 17.4 小時，南南東風總時數僅 70 小時，降雨時數達 8.9 小時。顯見偏南風諸如南南東風，南風

及南南西風之降雨可能性亦大，與東北風及東北東風相伯仲，前者常為夏季降雨來源之主要風向。

觀第 12 表中，全年偏南風降雨可能性以六月為最大，5, 7 月偏南風降雨機緣亦大，冬季以東北東風及東北風之降雨可能性較大，尤以東北季風強盛期之 1 月 2 月，此種現象更顯；八月東北東風降雨機緣特大為 23.9%，此因受颱風侵襲之影響，其與東北季風無關也；夏季則以偏南風之降雨可能性較大，以六月東南風之 44.0%，與東南東風之 41.8% 為各風向之魁首，此際大約每吹兩次東南或東南東風即有一次降雨；是時偏東風降雨可能性亦不示弱，如東風為 36.6%，東北東風為 25.8%，足以為證。六月總雨時高達 100.5 小時，為一年各月之最多，是以該月份降雨可能性平均值特大，其餘各月均望塵莫及，此因是時梅雨鋒活動頻繁之所致也。1, 2, 3 月之降雨可能性則次之，其平均值均達 12% 左右，此由於東北季風所造成。

若就全年各風向之平均降水強度而論（見表 13），則以西北風之每小時 5.8 公厘為最大，南風之每小

表十三：新竹風向與降水強度之關係 (mm/hr.)

Table 13. Wind Direction and Precipitation Intensity at Hsin Chu (1962-1966)

	風 向 Wind Directions																	全年 平均 Mean
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
降水強度 Pre. Intensity	2.1	1.2	1.3	1.3	3.0	3.5	4.5	3.9	5.3	3.8	3.5	2.3	2.3	3.5	5.8	2.6	1.6	1.9

表十四：新竹風向與霧可能性之關係

Table 14. Wind Direction and Probability of Fogs at Hsinchu for the Years 1962-1966 (%)

	風 向 Wind Directions																	C
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		
一月 Jan.	4.5	3.4	0.2	1.7	10.3	11.8	9.1	37.5	28.0	16.7	6.7	—	6.8	—	14.0	12.5	24.7	
七月 Jul.	2.9	2.9	1.6	15.5	15.4	19.8	9.8	13.7	3.0	3.7	0.7	0.7	1.1	1.5	—	1.0	12.3	
年 Annual	9.3	4.8	4.1	8.8	15.5	21.0	19.8	21.7	15.7	9.4	5.3	2.9	7.9	9.5	9.9	7.8	22.8	

，又因氣層每呈對流性不穩定狀態，難以凝霧。西南西風成霧可能性僅 2.9% 屈居末位，西南風亦不過 5.3%，是以第三象限內各風向之成霧可能性乃為最小。第一象限內之風向，以東北風為主，冬季為東北季風盛行期，當其來襲時本區常為陰雨強風之惡劣天氣，致使成霧可能性亦小。第二象限內各風向成霧可能性雖系列次大，但西北風成霧可能性亦不過 9.9%，西北西風為 9.5% 次之，其餘西風與北北西則為

時 5.3 公厘略遜之，造成西北風及南風最大降水強度之主因，乃由於颱風與雷雨之影響。東南風為 4.5 公厘次之，南南東風，東南東風，東風，南南西風，西南風及西北西風均達 3 公厘以上，而北北東風，東北風，東北東風及無風皆不及 2 公厘，其中以北北東風之 1.2 公厘為最小。大體言之，偏南風，偏西風及偏東風之降水強度，均遠超於東北風，偏南風猶有過之，此因冬季東北季風期間，雨時雖多，但其雨量不大，夏日偏南風則雨時短而量豐也。

(四) 風 向 與 霧

表 14 乃示新竹各風向有霧可能性，以南南東風成霧可能性之 21.7% 為最大，東南東風之 21.0% 略遜之，東南風之 19.8% 再次之，東風之 15.5% 亦不為弱。由表 14 可知第四象限內之風向成霧可能性特大，遠超其他象限，揆其原因，蓋以本區東南方山嶺重疊，氣流運行受阻，故東南風疲弱，並因海陸風變換影響，本區早晚陸風多吹偏東風，欲起乏力且當海陸風發達之日，天氣多屬晴朗，遂易成霧，至於西南風雖來自低緯熱帶洋面，水汽豐富，但因其風力較強

7.9% 與 7.8%。本區海陸風發達之晨夜間常成靜風現象，氣層恒趨穩定，易於凝結，故靜風時成霧可能性之 22.8%，凌駕於四象限各風向之上而高居首位。

新竹全年霧日若重霧（能見度小於 1 公里）與輕霧（能見度大於 1 公里）併計，總日數為 180.2 天，其中輕霧佔 141.3 日，重霧為 38.9 日。倘依季節分配，則冬春二季為頻，春季更佔優勢，夏秋二季霧日銳減，以秋季為最少。至於輕霧發生日數分配較為均

勻，但以夏季為最多，仍以秋季為最少。

六、新竹平均與最大風速及強風日數

新竹平均風速以11月之每秒38公尺為最大（見表15），10月與12月之每秒3.5公尺次之，1月2月又次之，一年中十月至翌年二月之平均風速皆在每秒3公尺以上，其餘各月均少於3公尺；東北季風期之平均風速大於西南季風期，其變化情形與其他地區相似，如表15所示。就新竹年平均風速而言，新竹實較臺北，基隆，臺南，臺東，恆春及澎湖等地為小，各月平均風速亦然，尤以冬期東北季風期間此種現象特顯，足證「新竹多風」之說，並非指平均風速較大。

按1938至1970年紀錄統計，新竹極端最大風速為每秒33.4公尺發生於九月，夏秋颱風期常造成年最大風速之極端值，冬期東北季風雖甚凌厲，較之仍見遜色。

根據33年來（1938~1970）之新竹強風日數（風速達每秒10.8公尺以上）實測紀錄製成表16，其特徵如后：

(一)除本省南北端之基隆、恆春及外島外，新竹強風日數之多，居各地之冠，為臺北之兩倍，臺南5倍，臺中17倍；臺東雖以「風砂」著稱，其年平均強風總日數亦視新竹為少，故「風城」之雅號應指此而言。

(二)全年平均強風日數以10、11、12及6月為最多，七月次之，一月及九月又次之，四月為最少。

(三)在29年紀錄統計中，顯示各年強風總日數之變化甚大，最多之年為1949年，該年強風總日數達83日，最少之年為1963年則僅一日，如圖18所示，此因各年颱風侵襲頻數及季節風盛衰不一之所致。

表十五：新竹與臺灣各地平均及最大風速之比較

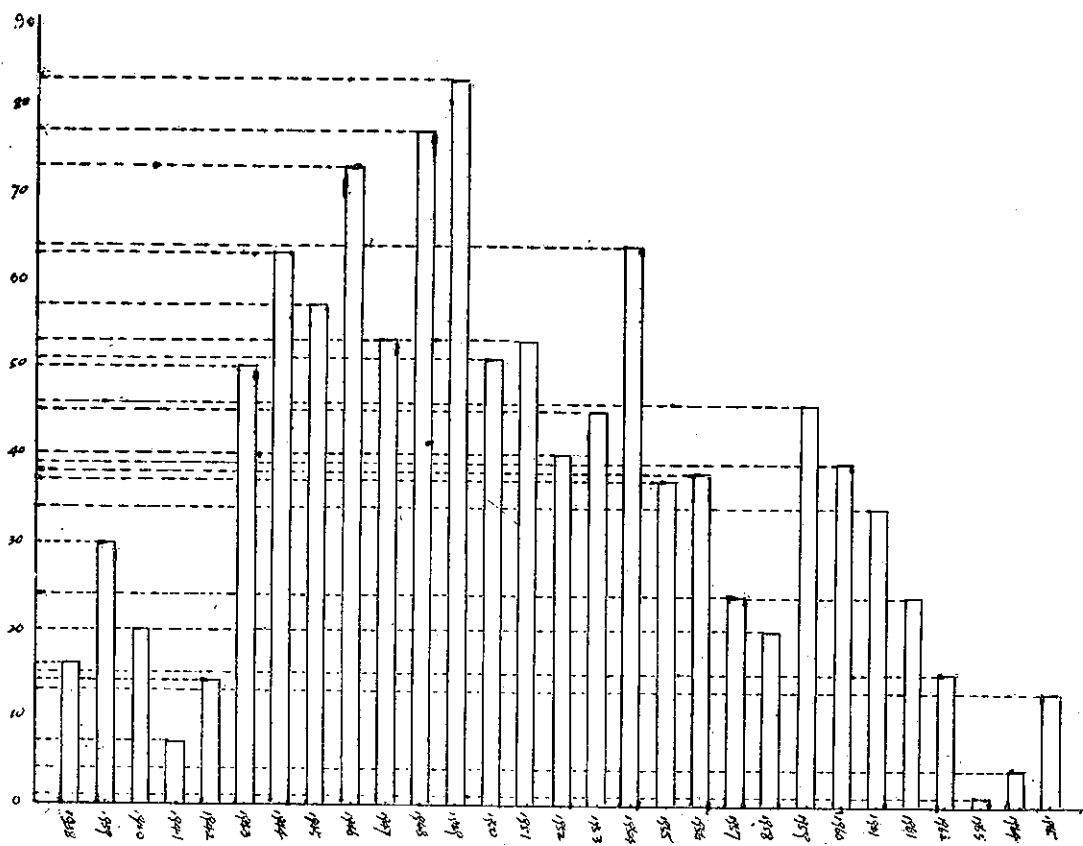
Table 15. The Comparison of Mean and Maximum Wind Velocity at Hsinchu and the Other Regions in Taiwan (m/s)

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年	紀錄年代
新 竹	3.1	3.2	2.7	2.3	2.3	2.7	2.6	2.1	2.4	3.5	3.8	3.5	2.8	1938-1970
	15.2	17.0	13.7	15.3	14.0	15.8	22.0	26.7	33.4	15.5	20.0	16.2	33.4	
臺 北	3.3	3.3	3.4	3.1	2.9	2.4	2.4	2.7	3.2	3.7	4.0	3.6	3.2	1897-1970
	13.8	12.8	14.5	16.8	15.0	19.0	27.3	33.0	30.6	23.5	17.5	13.8	33.0	
基 隆	3.3	3.6	3.0	2.6	2.3	2.2	2.2	2.9	3.3	3.9	4.0	3.9	3.2	1917-1970
	23.0	22.3	20.0	17.6	18.3	25.8	32.2	43.0	35.0	23.0	25.8	20.4	43.0	
宜 蘭	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.2	1.7	1.6	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1936-1970
	15.5	16.0	18.0	13.0	13.7	30.0	37.3	50.7	34.8	17.3	18.7	14.0	50.7	
臺 中	2.1	2.1	1.9	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	1.8	1898-1970
	13.0	16.2	13.3	10.7	11.4	12.8	16.5	21.1	26.6	13.8	16.3	14.0	26.6	
臺 南	3.6	3.7	3.3	2.7	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.9	3.3	2.9	1897-1970
	15.8	15.0	14.7	14.0	16.7	24.5	21.6	38.2	30.0	18.6	31.0	17.0	38.2	
臺 東	3.6	2.5	3.2	2.7	2.4	2.3	2.4	2.4	2.7	3.5	3.7	3.7	3.0	1901-1970
	18.5	18.3	15.5	16.7	40.0	43.0	30.9	42.5	32.7	32.4	21.2	20.0	43.0	
花 蓮	3.0	2.9	2.8	2.5	2.2	2.2	2.3	2.2	2.4	2.8	3.0	3.1	2.6	1932-1970
	16.7	19.0	18.5	16.7	15.8	22.8	38.8	45.0	44.3	17.7	35.0	20.0	45.0	
高 雄	2.6	2.6	2.4	2.1	2.2	2.6	3.0	2.7	2.4	2.0	2.1	2.4	2.4	1897-1970
	16.3	23.0	15.8	14.7	29.7	38.0	29.2	28.8	36.2	36.2	18.3	16.0	38.0	
恆 春	5.1	4.7	4.4	3.5	2.9	2.6	2.7	2.7	3.1	4.8	6.0	6.0	4.0	1897-1970
	19.8	19.8	20.0	19.2	26.8	28.2	27.7	39.8	36.0	28.3	33.5	24.2	39.8	
阿 里 山	1.8	1.9	1.8	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.4	1.5	1.6	1934-1970
	16.7	14.2	12.6	19.0	17.5	15.8	19.8	22.0	24.4	19.8	27.5	17.0	27.5	
澎 湖	8.3	7.8	6.6	5.1	4.3	4.1	3.8	3.8	5.2	8.1	8.8	8.8	6.2	1897-1970
	20.4	22.3	22.1	18.3	17.9	27.7	35.0	33.7	40.3	34.3	23.5	24.6	40.3	

表十六：新竹與臺灣各地強風日數之比較

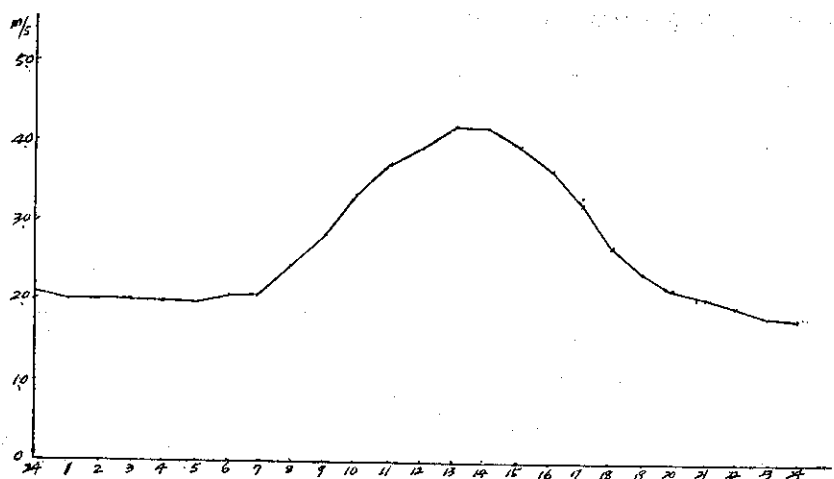
Table 16. The Comparison of Days with Strong Wind at Hsinchu and the Other Regions in Taiwan

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年	紀錄年代
新 竹	2.5	1.9	1.8	1.2	2.1	4.0	3.8	1.8	2.7	4.1	5.3	3.9	35.6	1938-1970
臺 北	0.9	1.0	1.4	1.2	1.1	1.1	1.9	2.2	2.1	1.3	1.6	1.0	16.8	1897-1970
基 隆	4.5	9.5	2.5	1.5	1.3	1.5	3.7	2.9	3.8	4.9	5.0	4.7	39.8	1917-1970
宜 蘭	0.4	0.5	0.8	0.2	0.2	0.5	1.5	1.1	1.3	0.5	0.4	0.2	7.6	1936-1970
臺 中	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	2.2	1897-1970
臺 南	0.7	0.9	0.6	0.2	0.2	0.5	1.1	1.0	1.0	0.5	0.6	0.6	7.9	1397-1970
臺 東	2.4	2.2	1.9	1.2	1.0	1.5	1.8	1.7	2.1	3.7	4.1	3.1	26.7	1901-1970
花 蓮	3.3	2.4	2.1	1.3	0.5	0.5	0.9	0.8	1.6	2.2	3.0	3.7	22.3	1911-1970
高 雄	2.3	2.7	1.6	1.2	1.1	2.5	3.8	3.5	2.6	0.8	0.9	1.1	24.1	1932-1970
恆 春	12.1	9.4	8.8	4.6	2.4	1.0	1.6	2.0	3.6	9.8	14.3	15.7	85.3	1897-1970
阿 里 山	0.2	0.3	0.2	0.5	0.4	0.5	1.1	1.0	0.9	0.3	0.3	0.1	5.8	1934-1970
澎 湖	18.5	16.0	13.2	7.3	3.5	1.8	3.0	3.4	7.8	17.0	18.8	19.9	130.1	1897-1970



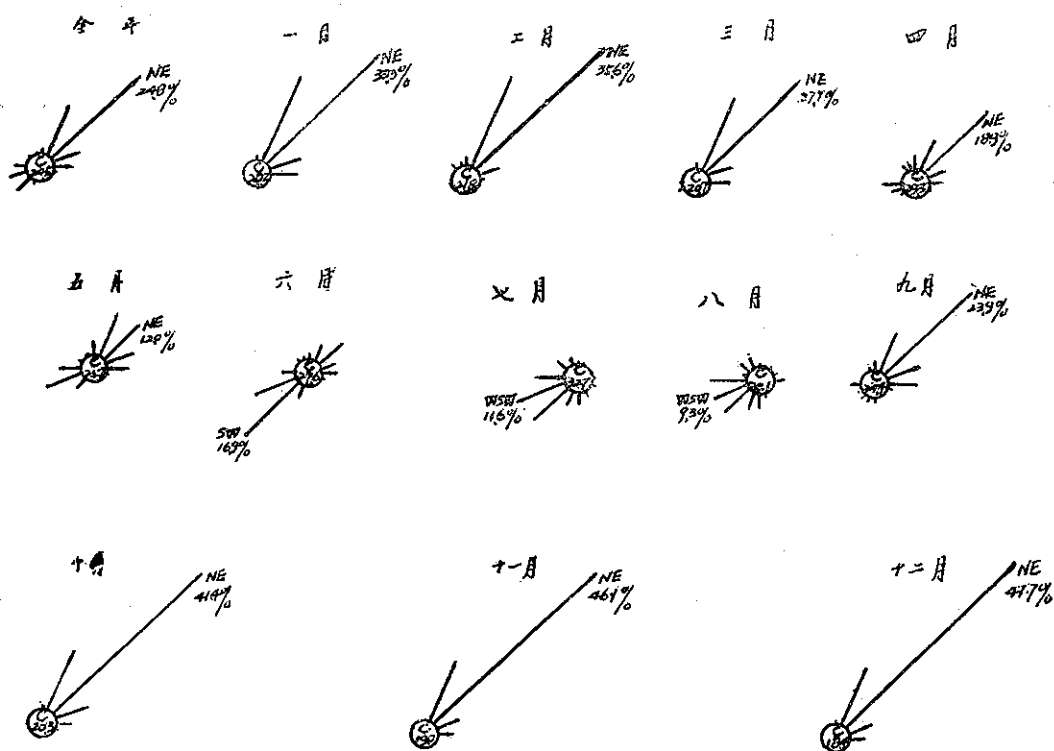
圖十八 新竹歷年強風日數 (1938-1966)

Fig. 18. 1938-1966 Hsinchu Annual Strong Wind day with Mean Max. Wind Velocity 10.8 m/s or More.



圖十九 新竹 各月逐時之平均風速

Fig. 19. Mean Hourly Wind Velocity of each Month at Hsinchu (1938-1965)



圖二十 新竹風向頻率及靜風百分比

Fig. 20. Frequency of Wind Directions and Calm at Hsinchu

(四) 33 年中，未見強風紀錄之月份，計有 1 月、2 月、3 月、4 月及 8 月均超過 10 個年以上。但以二月份之 14 個年為最多；其餘各月均在 10 個年以下，其中以 7 月之 3 個年為最少；就歷年變化而言，1 至 4 月無強風紀錄所佔比率較大。

(五) 33 年中，以 1948 年 11 月出現強風日數之 22 日為最多，6、7、10 及 12 月最多強風日數均超過 10 日，其餘各月份均介於 5 至 10 日之間，以 4 月之 5 日為最少發生於 1944 年。

(六) 若以季風期及季風轉變期為準，則其強風日數以東北季風期為最多，西南季風期次之，季風轉變期為最少。其月平均風速亦然。

新竹平均風速之日變化如圖 19 所示，以每日 13 時或 14 時之風速為最大，自後逐漸降低直至凌晨降

到最低點，其後又逐漸升高，達下午之最高點，每日僅有一次升降，日間升降幅度較夜間為甚。

新竹各月各風向及靜風頻率如圖 20 所示，全年以東北風所佔 24.8 % 為最大，靜風之 24.5 % 與之相埒，第一象限較第三象限內風向頻率為高，第二及第四象限風向所佔比率甚小。至各月風向頻率之變化大體相似，仍以東北風佔優勢，其中以 10、11、及 12 月為最高或在 40% 以上，12 月獨佔鰲頭。唯 5 至 8 月西南風逞盛，第三象限內風向頻率顯見升高，以六月西南風頻率之 16.9 % 為最，7、8 月西南西風頻率達 11.6 % 及 9.3 % 亦甚大。各月靜風頻率皆甚高，最少為 12 月之 18.4 %，最大者為七月之 32.7 %；此乃新竹風向變化之特色。

表十七：新 竹 各 月 逐 時 平 均 風 速 之 變 化

Table 17. Mean Hourly Wind Velocity of each Month at Hsinchu (1938-1965)

時 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	平 均	較 差
1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.9	3.4	3.7	4.0	4.1	4.2	4.1	3.9	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	3.2	1.7
2	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.9	3.2	3.6	3.8	4.0	3.9	3.8	3.7	3.4	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4	3.0	1.6
3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.5	2.9	3.4	3.7	3.8	3.8	3.6	3.5	3.3	2.8	2.5	2.4	2.3	2.5	2.2	2.1	2.7	1.7
4	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.9	2.3	2.8	3.2	3.4	3.3	3.6	3.4	3.3	3.0	2.6	2.2	1.8	1.9	1.8	1.6	1.5	2.3	2.7
5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.5	1.9	2.4	2.9	3.4	3.7	5.9	3.8	3.6	3.4	3.0	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	2.2	2.1
6	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.5	3.0	3.5	3.9	4.3	4.6	4.5	4.2	4.0	3.6	3.1	2.6	2.2	2.1	1.8	1.8	1.8	2.8	2.6
7	1.8	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	2.4	2.9	3.6	4.1	4.5	4.6	4.6	4.5	4.0	3.6	3.0	2.3	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	2.6	2.9
8	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.7	2.1	2.6	3.1	3.5	3.8	3.9	3.7	3.3	2.9	2.5	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	2.1	3.3
9	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	2.0	2.4	2.9	3.4	3.9	4.0	4.0	3.8	3.4	3.0	2.5	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	2.4	2.7
10	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	3.2	3.9	4.4	4.7	4.9	5.0	5.0	4.9	4.6	4.0	3.4	3.2	3.2	3.0	3.0	2.9	2.3	3.5	2.5
11	3.1	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.4	4.0	4.4	4.7	4.9	5.1	5.1	4.9	4.5	4.0	3.6	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.2	3.8	2.2
12	2.3	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.4	3.9	4.2	3.5	4.6	4.7	4.5	4.3	3.8	3.3	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.8	3.4	2.0
平均	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.5	2.9	3.4	3.8	4.0	4.3	4.3	4.1	3.8	3.4	2.9	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.8	2.3

(下期待續)



民國六十四年颱風調查報告

Report on Typhoon "Nina"

第一號 颱風妮娜

Abstract

Severe typhoon Nina was the first typhoon which hit Taiwan in this year. This typhoon formed on August 1st and disappeared on August 4. The maximum wind speed near center was 68m/s and the lowest central pressure was 900 mb when the intensity of Nina reached the strongest stage.

At 8 a.m. August 2, typhoon Nina was located at 22.0 degree N., 128.5 degree E., that is 840 kilometers eastsoutheast of Taipei. The Central weather Bureau issued the first typhoon warning at 9 a.m. that day.

Typhoon Nina reached Hualien in eastern Taiwan by noon August 3, brought strong wind and heavy rainfall.

According to the report from the National Police Administration, casualties and damage in Hualien were the heaviest in Taiwan. Other place only suffered light losses. Of the total victims, 25 dead, 168 injured, and 4 missing, 991 units of houses were destroyed, 2417 units partly damaged.

一、前言

強烈颱風妮娜 (Nina) 為本 (六十四) 年內發生於北太平洋區之第 3 個颱風，同時也是本年內第一個強烈颱風，及第一個侵臺颱風。妮娜颱風生成後，即加速增強發展為強烈颱風後，即挾雷霆萬鈞之勢侵襲本省。妮娜颱風中心於 8 月 3 日中午 11 時左右，在花蓮北方約 4 公里處登陸，越過中央山脈，由臺中港附近出海，繼續向西北西移動，於 4 日晨由金門北方進入大陸。

妮娜颱風中心登陸花蓮後，其環流結構即受中央山脈破壞，而迅速減弱，由強烈而中度再減弱成為輕度颱風，自生成至消失僅歷 3 天左右。

8 月 2 日上午 8 時，颱風中心位在北緯 22 度，東經 128.5 度，即在臺北東南東方約 840 公里的海面上，以每小時 22 公里的速度向西北進行，有侵襲本省的趨勢，因此本局於當天 8 時發佈第一號海上陸上颱風警報，以後每隔六小時發佈一次迄 4 日晨 4 時共發佈警報 8 次，警報維持時間共 44 小時。妮娜颱風中心之 24 小時位置預測，其平均向量誤差為 61.1 哩。

此次颱風期間，花蓮氣象雷達站，將所測得之中

心位置隨時與本局聯繫。圖 1 a-e 為颱風期間花蓮氣

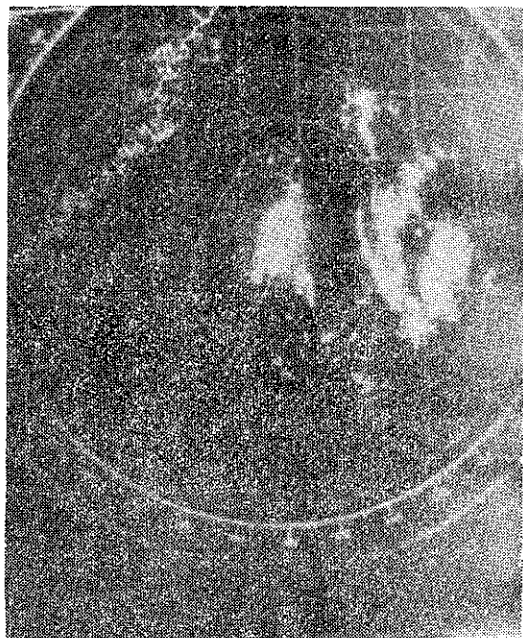


圖 1a. 64 年 8 月 2 日 18 時 50 分攝*
Fig. 1a. View of Hualien PPI radar
scope on, 1050Z, 2, August, 1975

* 時間為中原標準時，

象雷達站所拍攝的照片，本局將所得的各種資料加以分析，其結果隨時利用 166 錄音電話供民衆收聽最新颱風消息。

妮娜颱風侵襲期間，本局曾對風力及雨量加以預報，預報結果與實測的堪稱相符。預報及實測之風力，雨量如表 1 所示。

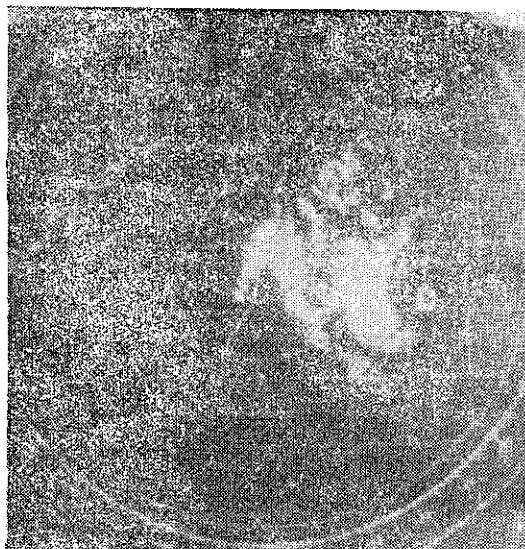


圖 1b. 64 年 8 月 2 日 22 時 50 分攝
Fig. 1b. View of Hwalien PPI radar scope on 1450Z, 2, August, 1975.

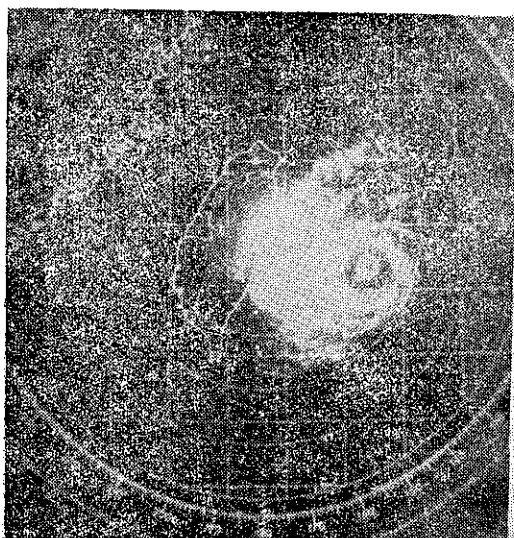


圖 1c. 64 年 8 月 3 日 02 時 50 分
Fig. 1c. View of Hwalien PPI radar scope on 1850Z, 3, August, 1975.

二、妮娜颱風的發生及其經過

7 月 29 日下午 2 時在西加羅林羣島北方，北緯 22.6 度，東經 129.5 度，有一熱帶性低氣壓發生，當

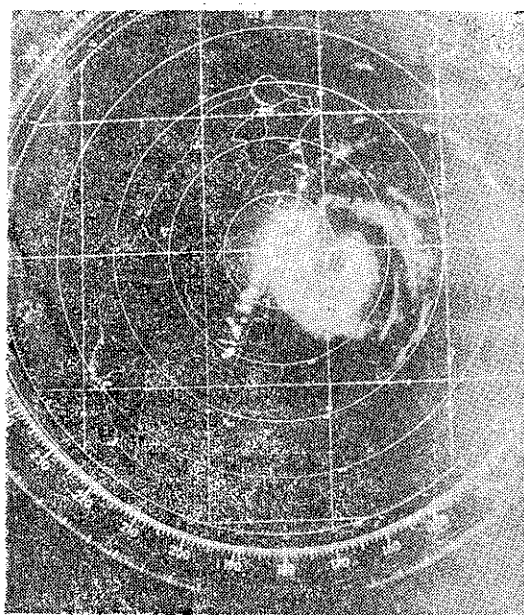


圖 1d. 64 年 8 月 3 日 9 時 33 分攝
Fig. 1d. View of Hwalien PPI radar scope on 0133Z, 3, August, 1975.

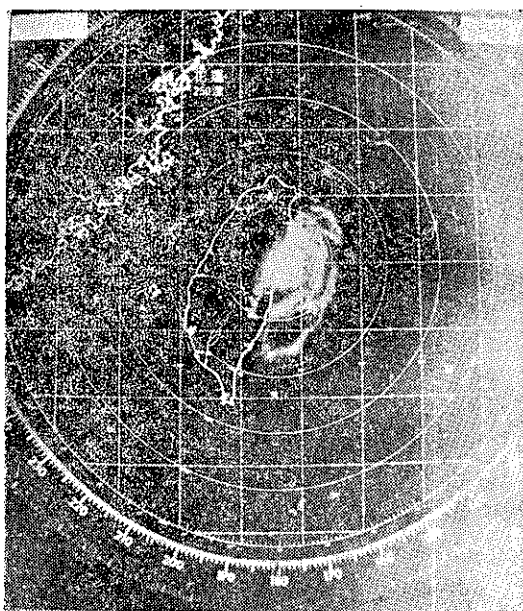


圖 1e. 64 年 8 月 3 日 10 時 58 分攝
Fig. 1e. View of Hwalien PPI radar scope on 0258Z, 3, August, 1975.

時衛星顯示環流尚不完整，但因該熱帶性低氣壓適位於西進副熱帶高壓脊線之南方，有發展的趨勢。7 月 31 日上午 8 時之衛星雲圖顯示出雲系較具規模。8 月 1 日 8 時熱帶性低氣壓的環流更形顯著，並增強為輕度颱風，命名為妮娜 (Nina) 為本年度第 3 號颱風

表 1. 本局發佈之最大風力及雨量之預報與實測之比較。

地 區	預報最大風力	實測最大風力	預 報 雨 量		實 測 雨 量	
			平 地	山 地	平 地	山 地
臺 灣 北 部	10-12級	11級	100-150公厘	200-300公厘	119公厘	187公厘
臺 灣 中 南 部	7-10級	11級	50-100公厘	500-600公厘	222公厘	536公厘
臺 灣 東 北 部	10-14級	13級	150-200公厘	300-400公厘	130公厘	456公厘
臺 灣 東 南 部	6- 8級	7級	50-100公厘	100公厘	83公厘	

，亦為第 1 次侵臺颱風。

8 月 2 日上午 2 時，妮娜颱風增強為中度颱風，當時中心附近最大風速為 35m/s，中心最低氣壓為 965 毫巴，當天下午 3 時增強為強烈颱風，至 3 日上午 2 時妮娜的強度已達極盛時期，當時中心最大風速為 68m/s，最低氣壓為 900 毫巴，3 日中午在花

蓮北方約 4 公里處登陸，越過中央山脈，其環流受中央山脈的影響，威力迅速減弱，由強烈颱風減弱成中度颱風，至 4 日 2 時，由金門北方登陸大陸，受地形影響，威力減弱為輕度颱風，於 4 日下午成為熱帶性低氣壓，其生命共 3 天。

妮娜颱風之全部路徑如圖 2 所示。

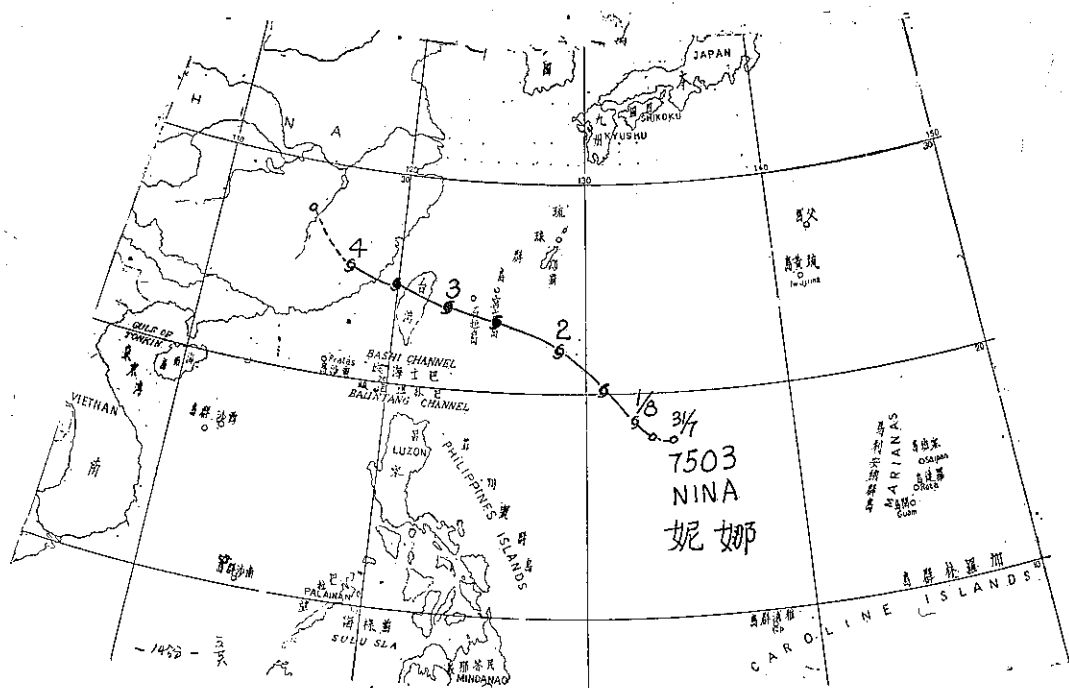


圖 2. 妮娜颱風之最佳路徑 (64 年 8 月 1 日—4 日)
Fig. 2. The best track of typhoon Nina (1-4, October 1975)

三、妮娜颱風路徑的討論

妮娜係西進颱風，其進行方向為西北西至西北，見圖 2。妮娜颱風生成時，位在副熱帶高壓的南面，受此高壓環流的導引，向西北西進行。在此颱風存在期間，雖有地面鋒及高空槽，但因此等鋒系及槽線所

在緯度甚高，其力量已成強弩之末，無法影響妮娜的動向，同時副熱帶高壓亦有西伸之勢，因此妮娜颱風全期均受副熱帶高壓環流的導引，直到消失為止。

圖 3，圖 4 為 8 月 3 日 8 時及 3 日 20 時之地面天氣圖及 700 毫巴天氣圖，由此兩圖可以看出颱風妮娜是受副熱帶高壓所導引的。

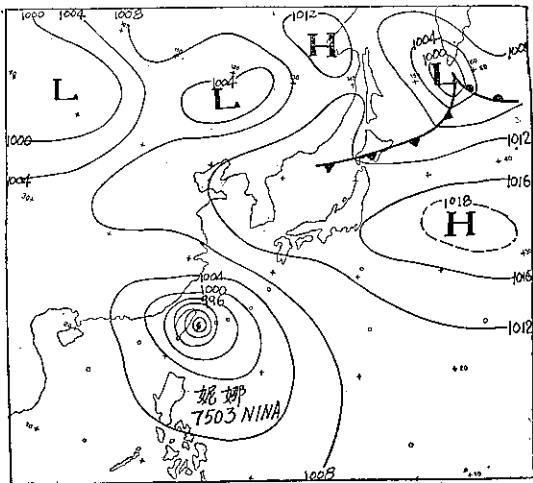


圖 3. 民國 64 年 8 月 3 日 08 時地面天氣圖
(時間為中原標準時)

Fig. 3. Sea level synoptic chart, 3, August, 1975. 0000GMT

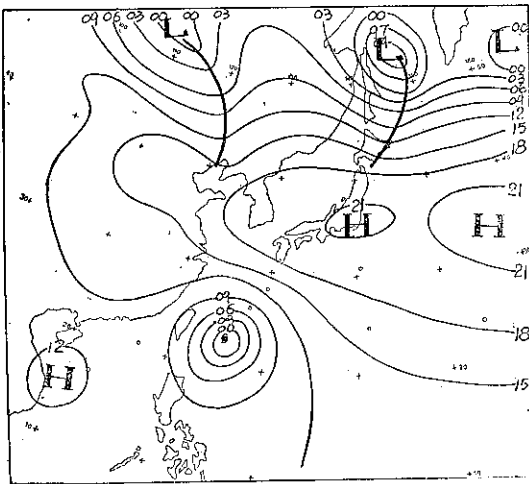


圖 4. 民國 64 年 8 月 2 日 20 時之 700 毫巴天氣圖
Fig. 4. 700mb Chart, 2, August, 1975, 1200GMT

四、妮娜颱風侵臺期間各地氣象情況

妮娜颱風為一強烈颱風，中心在花蓮北方約 4 公里處登陸，使花蓮地區遭受到很大的災害，茲將其侵襲期間之各項氣象要素分述如下：

(一) 氣 壓

妮娜颱風於 1 日生成後，中心氣壓下降十分緩慢，至 2 日晚 10 時達最低值，為 900mb，此種強度僅維持約 13 小時，至 3 日 11 時後，中心氣壓迅速上升。其中心氣壓之演變可參見圖 6。

在妮娜颱風侵襲期間，本省最低氣壓出現在花蓮

，為 946.5mb，其次為臺中 973.6mb，嘉義 978.0mb，新竹為 978.7mb，其他地區之最低氣壓見表 2。

圖 5 為妮娜颱風過境期間，花蓮所測得之最低氣壓及每小時之降水量分布圖，由圖中知約在 3 日 11 時，氣壓降至最低為 946.5mb。

本省出現最低氣壓之時刻，最早是花蓮之 3 日 11 時，大武 3 日 11 時，其次為新港 3 日 11 時 05 分

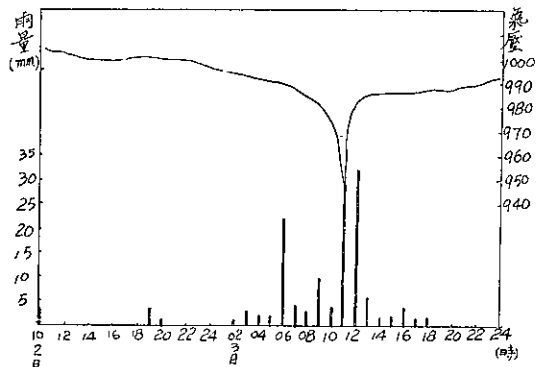


圖 5. 妮娜颱風過境時，花蓮測得之氣壓剖面圖及每時降雨量之分布

Fig. 5. Hourly rainfall distribution and pressure profile as recorded at Hualien Observatory during the passage of Typhoon "Nina" on August 2-3.

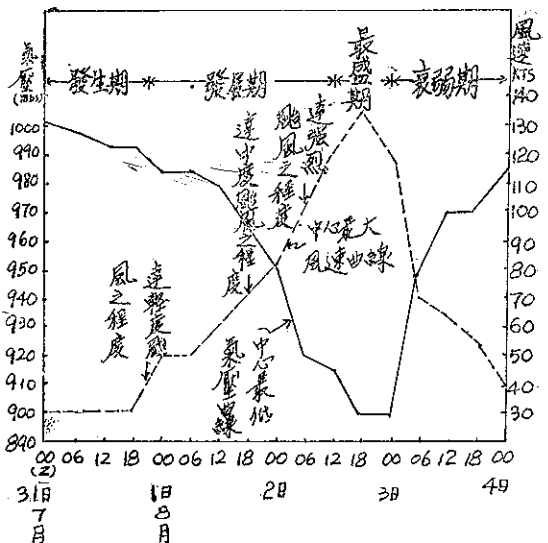


圖 6. 妮娜颱風之中心氣壓及最大風速演變圖
(實線為氣壓，虛線為風速)

Fig. 6. The variation of the pressure and maximum wind velocity of typhoon Nina (solid line—pressure, broken line—wind velocity)

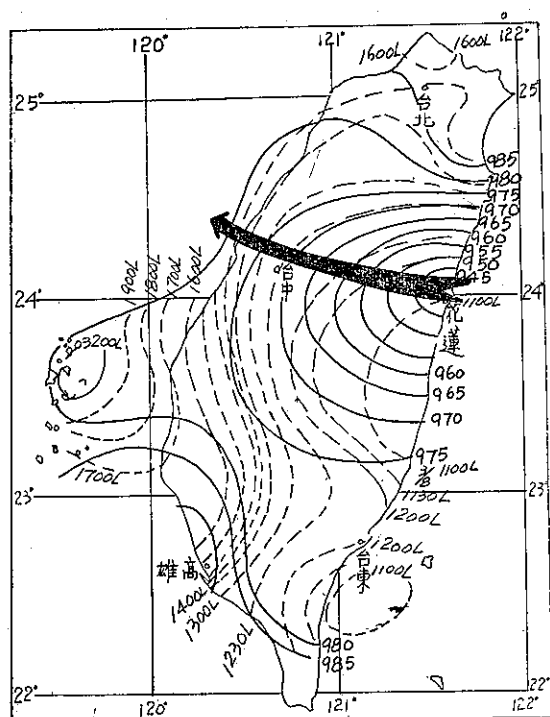


圖 7. 妮娜颱風經過期間，各地出現之最低氣壓及其同時線之分析

Fig. 7. The distribution of the lowest pressure and its isotimic analysis of Taiwan during Nina's passage.

，一般而論，在妮娜颱風過境期間，本省最低氣壓出現時刻由東向西延遲，因颱風係在臺灣東部登陸。各地最低氣壓出現時刻及其分佈如圖 7。

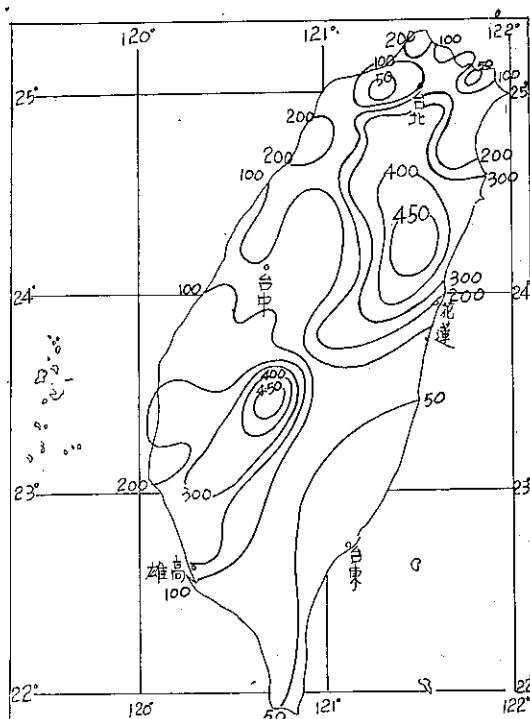
(二) 風

妮娜為一強烈颱風，中心最大風速曾達 68m/s，其中心最大風速與最低氣壓配合甚佳，參見圖 6。由圖中可知 1 日起，風速逐漸增加，而氣壓逐漸下降至 3 日晨 2 時，風速最大為 68m/s，氣壓也是最低，得 900mb。在颱風過境期間，本省所測得之最大風速為花蓮之 38.3m/s，瞬間最大風速亦為花蓮之 56.0 m/s，其次為蘭嶼 32.5m/s，瞬間最大風速為 36.3 m/s，其他各地風的情況，見表 2。

(三) 降 水

妮娜颱風所攜帶的水份，登陸前受中央山脈抬升，而導致本省東部的豪雨，俟颱風中心進入臺灣海峽後，因引進西南氣流，使南部地區產生豪雨，將颱風過境期間所帶來之雨量繪製成雨量圖，如圖 8 所示。由圖中可知，最多雨量中心集中在本省東部及中南部

地區。而全省雨量最多為阿里山 497.0 公厘，其次為花蓮之綠水有 483.6 公厘，玉山 326.3 公厘，其他降水量超過 200 公厘的地區有澎湖 291.5 公厘，新竹 223.8 公厘，臺南 222.1 公厘，鞍部 204.2 公厘，其餘可參見表 2。



蘭縣 5 間，基隆市 2 間，臺北縣 2 間，桃園縣 1 間，新竹縣 11 間，苗栗縣 2 間，臺中縣 8 間，南投縣 1 間，彰化縣 87 間，嘉義縣 54 間，雲林縣 91 間，臺南市 1 間，臺南縣 44 間，臺東縣 3 間，澎湖縣 4 間）。

半倒——2417 間（花蓮縣 1831 間，宜蘭縣 6 間，基隆市 2 間，臺北縣 2 間，桃園縣 3 間，新竹縣 5 間，苗栗縣 3 間，臺中縣 36 間，彰化縣 214 間，雲林縣 126 間，嘉義縣 132 間，臺南市 1 間，臺南縣 41 間，澎湖縣 14 間）。

傾斜——190 間（花蓮縣）。

損害——49 間（花蓮縣 34 間，臺中縣 9 間，臺東縣 6 間）。

6. 花蓮縣警察局廳舍全倒 33 間，半倒 47 間，損壞 222 間。

7. 苗栗縣警察局頭份分局石碑駐在所警員徐春榮救災殉職。

8. 搶救災民 4277 人（花蓮縣 293 人，新竹縣 16 人，苗栗縣 25 人，嘉義縣 2114 人，臺南縣 1800 人，屏東縣 29 人）。

六、處理經過

8 月 2 日上午 9 時，中度颱風妮娜，位於北緯 22.0 度，東經 128.5 度，即在臺北東南東方 840 公里的海面上，本局發佈本（64）年第 1 號海上陸上颱風警報。同日下午 3 時；妮娜之近中心最大風速繼續增強至每秒 51 公尺，達強烈颱風，其中心位置移至北緯 22.6 度，東經 126.6 度，即在臺北東南東方 606 公里之海面上，此時由於原本在大陸華中之分裂高壓，與趁機西伸之副熱帶高壓連結，成一強大的高氣壓帶，阻止了妮娜颱風向西北進行而偏向西北移動，增加了對臺灣地區的威脅。根據此項分析，乃發佈第 2 號海上陸上颱風警報，並預測有在臺灣東部宜蘭花蓮間登陸之可能。當 2 日晚 9 時，本局花蓮雷達站已可偵測到颱風眼的中心位置，在北緯 23.1 度，東經 125.2 度，即在臺北東南東方 450 公里之海面上，近中心最大風速再增強至每秒 65 公尺，超過 17 級風

，本局發佈第 3 號海上陸上颱風警報，除預測妮娜在臺灣東部，指宜蘭花蓮間之登陸時間為 3 日中午前後，並根據颱風運動路徑與颱風強度以及各項氣象資料對妮娜颱風侵臺期間各地風雨情況，加以審慎分析研判，預測各地風力及雨量如表 1。

並特電話通知曾文水庫管理局，告以西南部山區將有局部性豪雨。雨量可達 600 公厘以上。

3 日凌晨 2 時，妮娜進抵北緯 23.2 度，東經 123.5 度，即在臺北東南東方約 300 公里之海面上，發佈第 4 號海上陸上颱風警報，繼續呼籲臺灣及金馬地區，以及臺灣各海面應嚴加戒備，中南部山區將有 600 公厘左右的豪雨，應嚴加防範。並在明確判斷登陸地區將在花蓮附近。同時預測颱風越過中央山脈時，環流結構遭受破壞，威力將減弱。同日上午 8 時，強烈颱風妮娜移至北緯 23.7 度，東經 122.6 度，即在花蓮東方 120 公里的海面上，本局發佈第 5 號海上陸上颱風警報，並預測颱風經由臺中港附近進入臺灣海峽，其後強烈颱風妮娜中心於當（3）日上午 11 時，在花蓮以北 4 公里處登陸，此日上午 10 時起，花蓮地區風狂雨驟，強風增至 14 級以上，同時其他各地風力亦在增強，局部性豪雨隨之出現。3 日下午 2 時本局發佈第 6 號海上陸上颱風警報，妮娜颱風中心位置在北緯 24.2 度，東經 120.8 度，即在臺中附近，此時雷達偵測颱風任務轉由高雄雷達站接替監視。此時妮娜的近中心最大風速，環流結構因受地形影響與破壞，已減至每秒 35 公尺，成為中度颱風。本局預測妮娜 4 日晨由金門北方進入大陸，臺灣地區亦將逐漸脫離暴風半徑圈，由於颱風進入臺灣海峽引進西南氣流，繼續警告中南部地區將有局部性豪雨，應加強戒備。3 日晚 8 時，妮娜移至北緯 24.6 度，東經 119.8 度，即在臺中西北方 100 公里之海面時，威力再減，成為輕度颱風，本局發佈第 7 號海上陸上颱風警報，於 4 日晨解除臺灣地區陸上颱風警報。

4 日晨 2 時，輕度颱風妮娜進抵北緯 25.1 度，東經 118.3 度，即在金門西北方 90 公里處，由於妮娜第 2 次登陸，受東南丘陵地帶之地形阻擋，威力大減，於發佈第 8 號時，乃同時解除海上陸上颱風警報。

表 2. 妮娜颱風侵襲期間本局所屬各測站颱風紀錄綱要表

Table 2. The meteorological summaries of C.W.B. stations during Typhoon Nina's Passage

測站地名	最低氣壓 (mb)		瞬間最大風 (m/s)						最大風			強風 (10m/s)			最大降 水 量 (mm)						降 水 總 量			
	數值	日 時 分	風速	風向	日 時 分	氣壓	氣溫	濕度	風速	風向	日 時 分	日 時 分	至日 時 分	1小時 內	日 時 分	至日 時 分	10分鐘 內	日 時 分	至日 時 分	數量	日 時 分	至日 時 分		
彭佳嶼	989.7	03 16 00	33.0	E	03 14 00	898	28.8	86	26.7	ESE	03 22 00	02 08 00			14.8	03 09 27	03 10 27	7.6	03 09 30	03 09 40	34.1	02 18 02	03 22 12	
基隆	987.9	03 14 00	29.8	ENE	03 14 23	987.9	28.4	86	14.0	ENE	03 13 40	03 07 30	03 19 50	45.2	03 11 43	03 12 43	10.6	03 11 50	03 12 00	97.7	02 06 00	03 22 05		
鞍部	89.55	03 17 40							15.3	SSE	03 15 00	03 11 00	03 23 00	36.8	03 12 00	03 13 00	6.7	03 12 00	03 12 10	204.2	02 05 13	03 21 20		
淡水	985.0	03 15 50	24.4	ESE	03 16 10	985.1	29.0		16.7	ESE	03 16 10	03 08 30	03 22 10	21.3	03 12 00	03 13 00	6.8	03 12 40	03 12 50	118.5	02 14 03	03 19 20		
竹子湖	920.8	03 16 58							10.7	NNW	03 06 50			31.8	03 12 00	03 13 00	13.0	03 12 30	03 12 40	187.2	02 13 55	03 19 32		
臺北	985.5	03 13 40	32.9	NE	03 08 57	985.6	29.2	77	12.0	ESE	03 17 00	03 07 20	03 17 20	15.5	03 09 10	03 10 10	6.8	02 09 23	02 09 33	73.6	02 06 45	03 18 15		
新竹	978.7	03 13 30	25.8	NNE	03 10 05	986.7	26.2	97	12.0	NE	03 12 40	03 10 00	03 14 00	41.5	02 23 00	02 24 00	12.4	02 23 50	02 24 00	223.8	02 15 35	03 17 30		
臺中	973.6	03 12 30	26.4	N	03 11 50	975.5	25.9	96	14.3	N	03 12 30	03 09 00	03 12 30	30.0	03 07 20	03 08 20	8.5	03 07 20	03 07 30	90.2	03 00 03	03 21 05		
日月潭																								
澎湖	978.5	03 20 20	41.5	WSW	03 20 32	978.6	24.3	99	26.8	W	03 19 10	02 13 10	04 02 20	51.5	03 16 35	03 17 35	9.7	03 17 10	03 17 20	291.5	03 02 15	04 02 20		
嘉義	978.0	03 15 30	28.7	S	03 15 59	981.6	24.3	99	26.3	S	03 16 10	03 06 20	03 24 00	30.2	03 13 00	03 24 00	9.0	03 13 40	03 13 50	190.0	03 03 15	04 03 00		
阿里山	289.6	03 12 10	19.4	W	03 12 02	2902.9	15.8	99	16.7	W	03 12 10	03 10 20	03 13 50	57.3	03 13 00	03 14 00	11.8	03 13 50	03 14 00	497.0	02 16 20	04 08 30		
玉山	286.6	03 11 30							32.3	NW	04 04 00	02 07 30	04 10 00	57.0	03 12 10	03 13 10	13.0	03 12 10	03 12 20	326.3	02 16 40	04 06 00		
永康																								
臺南	987.6	03 16 22	30.4	WSW	03 16 38	988.0	25.1	95	15.0	WSW	03 16 32	03 10 40	03 19 20	30.5	03 16 30	03 17 30	9.5	03 16 40	03 16 50	222.1	02 18 53	04 08 00		
高雄	990.2	03 16 00	22.8	WSW	03 15 55	990.2	25.7	92	18.0	W WSW	03 13 00 03 16 10	03 06 30	03 20 20	8.0	03 10 20	03 11 20	3.5	03 10 20	03 10 30	52.6	02 17 50	04 04 20		
東吉島	984.3	03 17 00	30.3	SSW	03 16 42	985.9	24.3	98	27.0	SSW	03 18 00	02 15 00	03 23 00	11.2	03 17 00	03 18 00	7.8	03 17 30	03 17 40	83.3	02 20 50	03 23 00		
恆春	988.7	03 12 28	25.7	NW	03 11 07	989.2	26.7	97	16.7	NW	03 11 20	03 08 00	03 17 00	30.2	03 22 35	03 23 35	11.0	03 22 50	03 23 00	83.3	02 14 30	04 01 00		
蘭嶼	983.2	03 12 18	36.3	WSW	03 13 53	984.8	25.5	91	32.5	WSW	03 14 00	02 02 30	繼續中	3.4	02 18 47	02 19 15	2.1	02 18 50	02 19 00	4.6	02 18 47	03 22 40		
大武壠	978.3	03 11 00	17.3	SSW	03 13 35	979.5	29.3	64	9.7	SSW	03 13 20			4.0	03 20 18	03 21 18	12.0	03 20 23	03 20 33	10.6	03 07 16	04 03 50		
臺東	977.6	03 12 00	14.6	SW	03 11 20	978.4	31.0	66	10.0	SW	03 11 40			3.3	03 12 00	03 13 00	3.0	03 13 00	03 13 10	21.4	03 05 10	03 14 20		
新港	976.0	03 11 05	19.2	NNE	02 09 10	1004.1	25.0	95	13.7	NNE	02 08 40	02 08 30	03 13 05	10.4	02 08 40	02 09 30	5.5	02 09 00	02 09 10	40.2	02 08 40	03 15 10		
花蓮	946.5	03 11 00	56.0	WNW	03 10 56	971.2	25.1	90	38.3	NW	03 11 00	03 10 10	03 14 00	39.0	03 10 40	03 11 40	11.0	03 10 20	03 10 30	136.0	02 07 43	03 18 00		
宜蘭	986.6	03 14 00	19.5	ENE	03 08 20	988.8	27.6	86	16.3	ENE	03 10 30	03 07 00	03 14 00	19.5	03 05 40	03 06 40	13.5	02 09 00	02 09 10	113.6	02 06 57	03 21 50		

第二號颱風貝蒂

Report on Typhoon "Betty"

Abstract

Betty was the second typhoon which hit Taiwan in this year. This typhoon formed from the tropical depression in waters of Marianas on September 17. After forming, typhoon Betty was steered by the Subtropical high. The track of this typhoon was from westnorthwest to west.

At 2 p. m. September, 21, typhoon Betty was located at 22.5 degree N., 127.8 degree E. or in waters 700 kilometers eastsoutheast of Taipei. The Central Weather Bureau issued the first typhoon warning at 3 p. m. that day.

The intensity of typhoon Betty was not quite strong. The maximum wind speed near center was 48 m/s and the lowest central pressure was 950 mb when the intensity of Betty reached the strongest stage.

16 persons, were killed, 47 injured, and 4 missing. 957 units of houses were destroyed, 1798 units partly damaged during the typhoon Betty passage. These data were reported by the National Police Administration.

一、前言

貝蒂颱風 (Betty) 爲本 (64) 年內西北太平洋第 12 號颱風，亦是第 2 號侵臺颱風，雖然其強度未如妮娜颱風強勁，但與它使本省中南部及東部蒙受嚴重災害。

貝蒂爲一中度颱風，是由 9 月 17 日在馬利安那羣島海面上的熱帶性低氣壓發展而成，此颱風形成後，即受太平洋高氣壓影響，向西北西至西進行，直到消失爲止。

21 日下午 2 時，貝蒂的中心位置在北緯 22.5 度，東經 127.8 度，也就是在臺北東南東方約 700 公里的海面上，以每小時 26 公里的速度向西北西進行，預測可能侵襲本省，因此在當天下午 3 時，本局發佈海上陸上颱風警報，呼籲本省居民注意防範。

貝蒂颱風於 22 日下午 6 時 30 分左右在臺東附近登陸。當天晚上 9 時 30 分左右，由高雄附近出海，由於登陸後受中央山脈的阻擋，威力減弱，出海由中度颱風變成輕度颱風。23 日傍晚由汕頭北方進入大陸，其威力再度受地形摩擦影響，成爲熱帶低氣壓，對本省已無影響。本局於 23 日晚 8 時 30 分發佈

解除海上陸上颱風警報，警報維持時間約 36 小時。

圖 1a-f 爲颱風期間花蓮雷達站所拍攝的照片，由此照片可看出貝蒂的雨帶結構相當稠密。

本局對貝蒂颱風的中心位置曾作 11 次預測，其

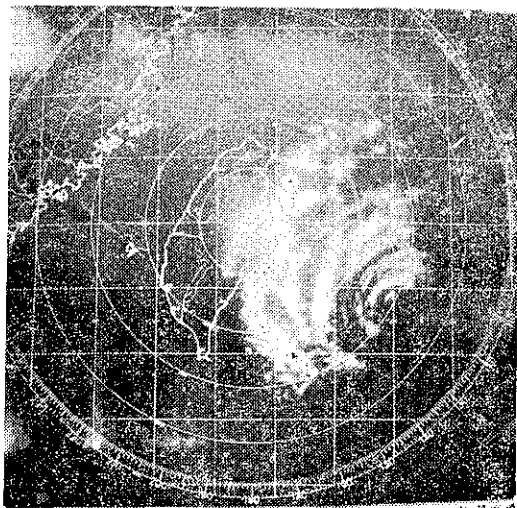


圖 1a. 64 年 9 月 22 日 05 時 00 分攝
Fig. 1a. View of Hualien PPI radar scope
on 2100Z, 21 September, 1975.

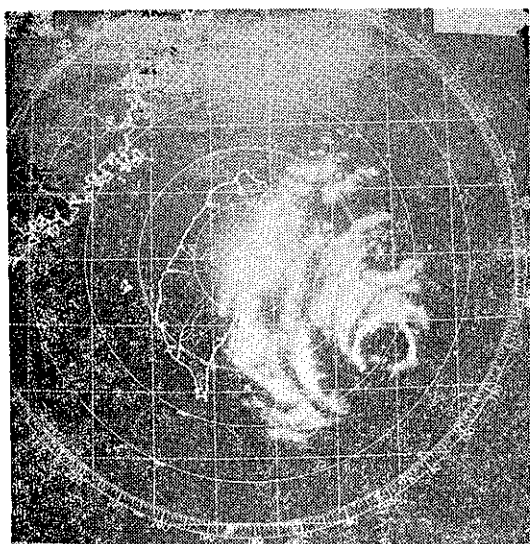


圖 1b. 64 年 9 月 22 日 06 時 00 分攝
Fig. 1b. View of Hwalien PPI radar scope
on 2200Z, 21. September, 1975.

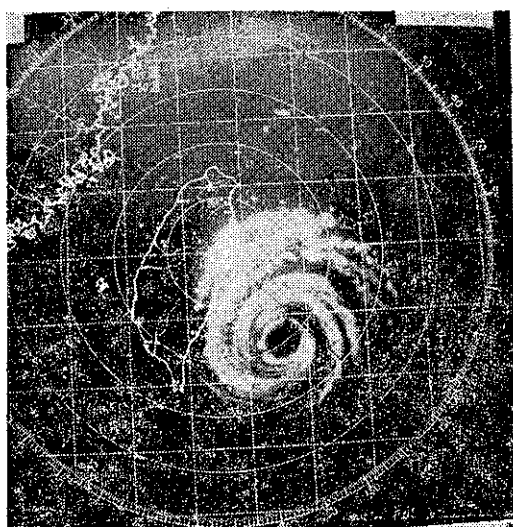


圖 1d. 64 年 9 月 22 日 13 時 00 分攝
Fig. 1d. View of Hwalien PPI radar scope
on 0500Z, 22, September, 1975.

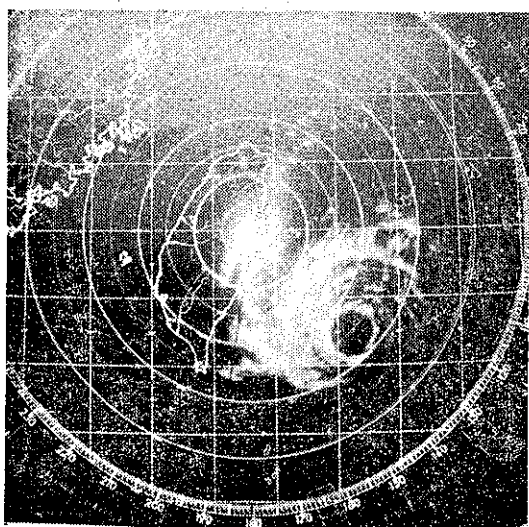


圖 1c. 64 年 9 月 22 日 9 時 00 分攝
Fig. 1c. View of Hwalien PPI radar scope
on 0100Z, 22, september, 1975.

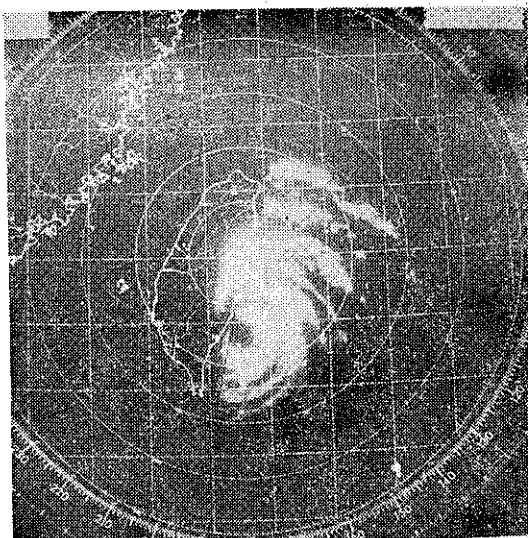


圖 1e. 64 年 9 月 22 日 16 時 50 分攝
Fig. 1e. View of Hwalien PPI radar scope
on 0850Z, 22, September, 1975.

結果平均向量誤差為 72.7 哩，最大誤差為 130.0 哩，最小為 5.4 哩。

二、貝蒂颱風的發生及經過

9 月 17 日下午 2 時，在北緯 16.3 度，東經 143.7 度，也就是在馬利安那羣島海面上，有一熱帶性低氣壓活動，根據實測結果，當時中心氣壓為 1006 毫巴，中心附近最大風速為 13m/s，由於此低壓位在副熱

帶高壓之南面，有發展的趨勢，至 18 日上午 8 時，此低壓已發展為輕度颱風，命名為貝蒂 (Betty) 颱風，為本年內第二次侵臺颱風。貝蒂生成後，繼續增強，至 21 日晨 3 時發展成中度颱風，22 日上午 8 時達到極盛時期，當時中心最低氣壓為 950mb，最大風速為 45m/s。中度颱風的強度維持至 22 日下午 3 時。此後威力逐漸減弱，23 日傍晚自汕頭北方進入大陸後即成為熱帶性低氣壓，其生命史約 6 天，但

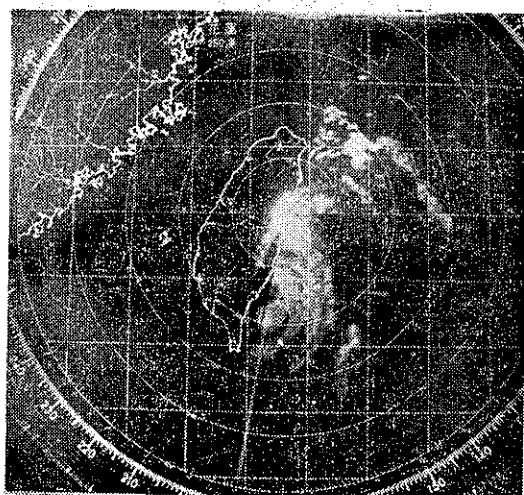


圖 1f. 61 年 9 月 22 日 17 時 50 分攝
Fig. 1f. View of Hualien PPI radar scope
on 0950Z, 22, September, 1975.

維持輕度颱風以上強度有 5 天。

貝蒂颱風全部生命的最佳路徑如圖 2 所示。

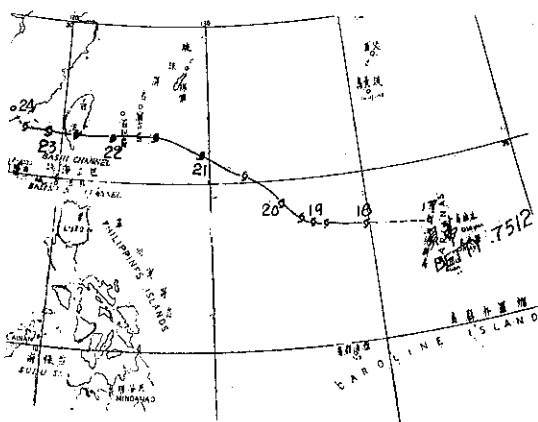


圖 2. 貝蒂颱風之最佳路徑 (64 年 9 月 17-24 日)
Fig. 2. The best track of typhoon Betty.
(17-24 September, 1975)

三、貝蒂颱風路徑與天氣圖形勢

貝蒂颱風為西進路徑，如圖 2 所示，主要原因是受太平洋高壓脊線影響。

當貝蒂颱風形成之初，太平洋高壓脊線呈東西走向，故貝蒂的路徑也呈西進。至 19 日晚上貝蒂已移至高壓中心的西南面，因此路徑轉為西北西進行，當時雖然在中高緯度有高空槽線及地面鋒面存在，但因緯度偏高，未能有效地導引貝蒂颱風中心轉向。21 日地面鋒面及高空槽線向東移出，太平洋高壓脊線再度

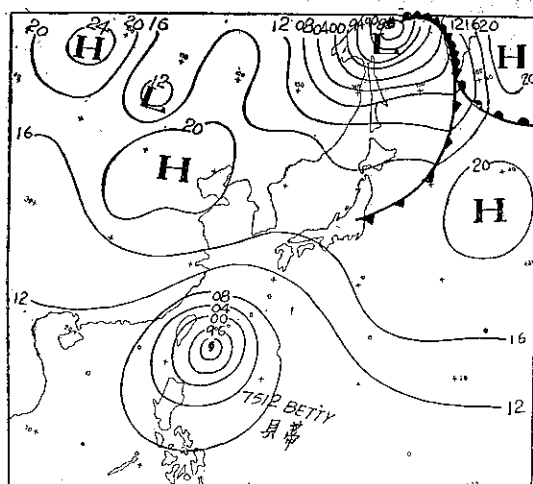


圖 3. 民國 64 年 9 月 22 日上午 8 時 (0000Z)
之地面天氣圖
Fig. 3. Sea level synoptic chart 00Z 22
Sept. 1975.

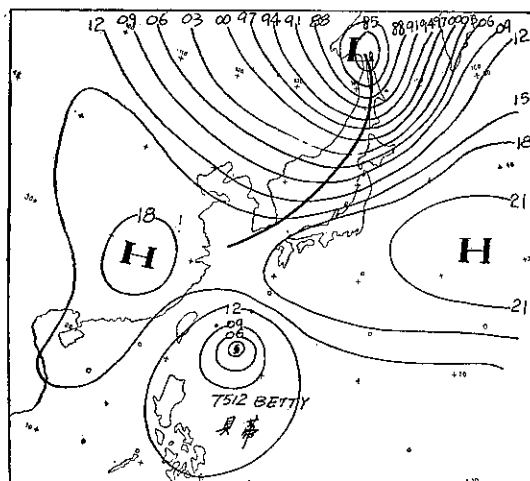


圖 4. 同上之 700 毫巴高空圖
Fig. 4. 700mb chart, 00Z 22 Sept. 1975.

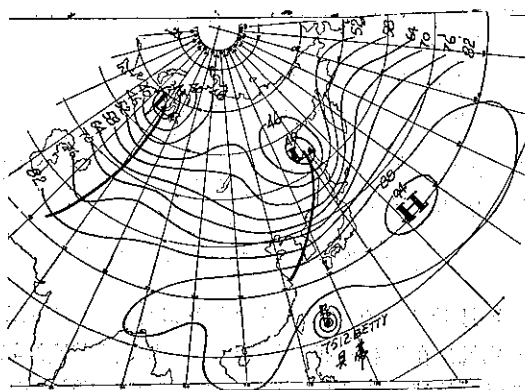


圖 5. 同上之 500 毫巴高空圖
Fig. 5. 500mb chart, 00Z 22 Sept. 1975.

西伸，使此颱風中心再轉向西進行。23 日下午，貝蒂的中心移至太平洋高壓西南面，因此受高空東南氣流的導引向西北進行，登陸大陸，結束生命。

圖 3 為 9 月 22 日上午 8 時 (0000Z) 之地面天氣圖，圖 4、5 分別為 20 時 (1200Z) 的 700mb 及 500mb 的高空圖。由此等圖可以看出颱風期間的態勢。

四、貝蒂颱風侵臺期間各地氣象演變

中度颱風貝蒂挾持風雨侵襲本省，茲將各種氣象

要素分述如下：

(一) 氣 壓：

貝蒂颱風於 18 日生成後，中心氣壓維持在 1000 mb 左右，直至 18 日 20 時起再逐漸下降，21 日晚上 12 時，貝蒂的中心氣壓達到最低值為 950mb，此種強度維持至 22 日 20 時，此後中心氣壓即逐漸上昇。其中心演變情況可參見中心氣壓變遷圖，如圖 6。

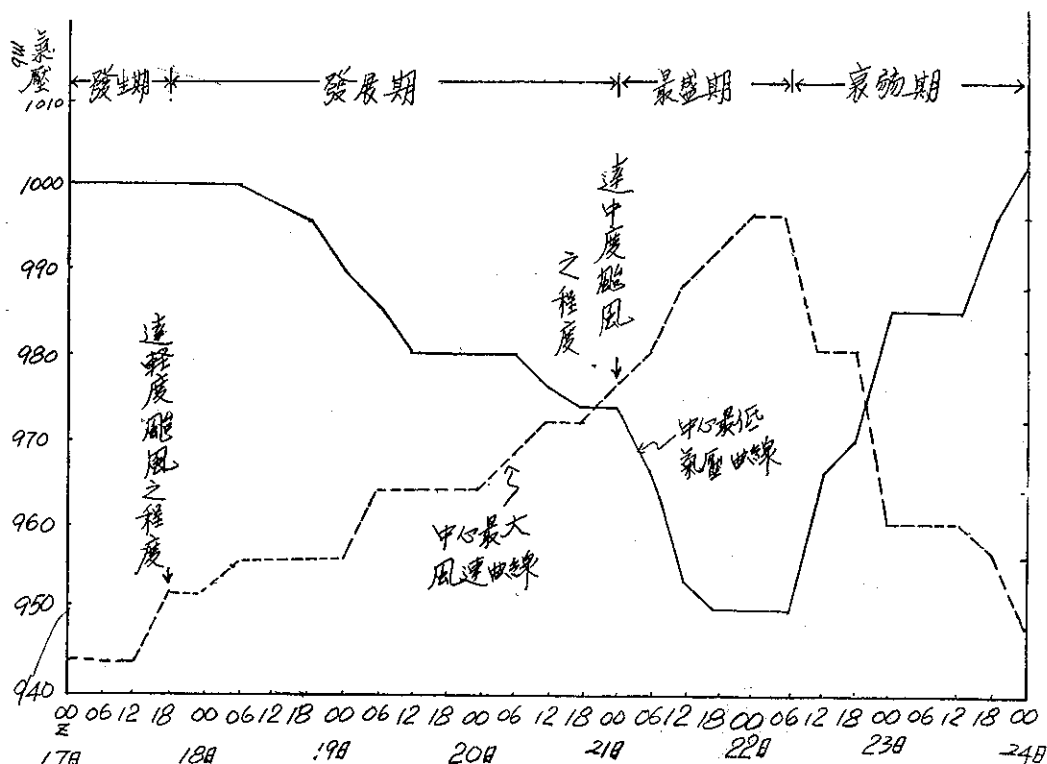


圖 6. 貝蒂颱風之中心氣壓及最大風速演變圖 (實線為氣壓虛線為風速)

Fig. 6. The variation of center pressure and maximum wind of typhoon Betty

在貝蒂颱風侵襲期間，本省最低氣壓出現在臺東，為 953.7mb，出現時刻為 22 日 18 時 17 分，其次為大武 967.4mb，出現時刻亦為 22 日 18 時 17 分，其他各地之最低氣壓見綱要表，如表 1。由此表可見南部比北部為低。

圖 7 為臺東測候所在貝蒂侵襲期間所測得之每小時雨量及氣壓情況，由此圖可以看出最大時雨量出現在 22 日 23 時最低氣壓出現在 22 日 18 時左右。

本省最低氣壓出現時刻最早為宜蘭是 22 日 14

時 15 分，其次為竹子湖是 22 日 15 時 45 分，而臺東及大武為 22 日 18 時 17 分，其餘的時間參見表 1。一般而論，貝蒂颱風過境期間，出現時刻由東部向西部延遲，各地最低氣壓出現時刻見圖 8。

(二) 風：

中度颱風貝蒂，中心最大風速達 48m/s，此正與最低氣壓 (950mb) 相對應，由此可知最低氣壓與最大風速配合甚佳。中心最大風速要最低氣壓的演變可參見圖 7 的變遷圖。

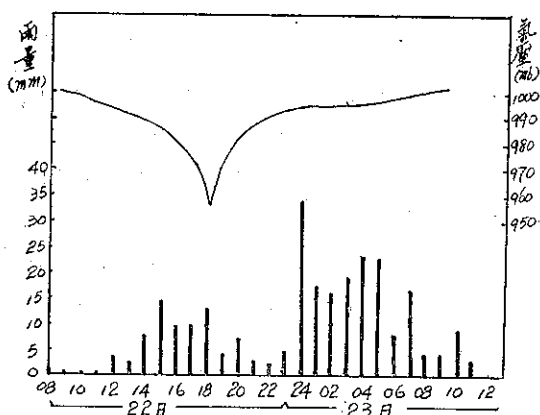


圖 7. 臺東測候所在貝蒂侵襲期間測得之每小時雨量及氣壓

Fig. 7. The sequence of pressure and hourly rainfall recorded by Taitung meteorological station.

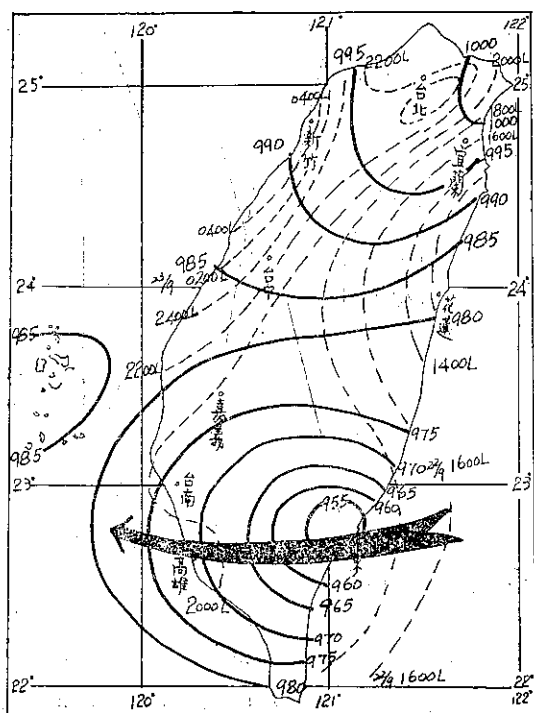


圖 8. 貝蒂颱風侵臺期間各地出現之最低氣壓及其時刻
Fig. 8. The distribution of the lowest pressure and its isotimic analysis of Taiwan during Betty's passage.

颱風過境期間，本省測得之最大風速為新港 38.0 m/s，瞬間最大亦為新港 51.3m/s，其次為蘭嶼 35.8 m/s，瞬間最大 40.4m/s，而東吉島為 35.5m/s，瞬間最大 40.5m/s，超過 20.0m/s 之地點很多，參見表 1。

(三) 降 水：

貝蒂颱風生成後，長途跋涉，攜帶豐沛水氣，登陸後受中央山脈抬升，雨量大都降在本省東部，但在華南區為熱低壓盤據，因此未能造成強烈的氣壓梯度和特多的雨量，反之若在華南區為高壓環流存在，則臺灣地區之氣壓梯度加強，當產生更多的雨量。

在颱風過境期間，本省測得雨量最多的是花蓮縣玉里鎮 581.7 公厘，其次為臺東的池上，491.1 公厘，光復為 469.8 公厘，壽豐 415.0 公厘，其他地區參見圖 9 及表 1。

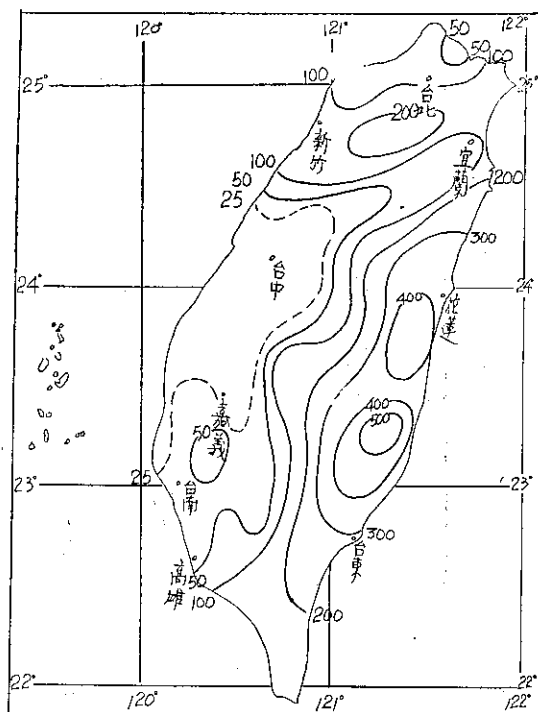


圖 9. 貝蒂侵臺期間之全省雨量分佈
Fig. 9. The distribution of rainfall in Taiwan during typhoon Betty's passage.

五、災 情

貝蒂颱風在臺東附近登陸，挾強風勁雨，橫掃全省，在全省各地，造成輕重不等的災害。根據警務處調查，其結果報告如下：

1. 死亡：16 人（臺東縣 4 人，花蓮縣 1 人，高雄市 2 人，高雄縣 4 人，臺南縣 1 人，臺南市 3 人，臺北市 1 人）。
2. 失蹤：4 人（高雄港 3 人，新竹縣 1 人）。
3. 重傷：18 人（臺東縣 9 人，高雄市 1 人，

高雄縣 2 人，高雄港 2 人，臺南市 2 人，嘉義縣 1 人，臺北縣 1 人）。

4. 輕傷：29 人（臺東縣 19 人，屏東縣 1 人，高雄市 2 人，臺南縣 3 人，臺南市 3 人，嘉義縣 1 人）。

5. 搶救災民：1174 人（臺東縣）。

6. 房屋：

全倒—957 間（臺東縣 716 間，花蓮縣 116 間，屏東縣 16 間，高雄縣 22 間，臺南縣 9 間，臺南市 3 間，高雄市 12 間，嘉義縣 48 間，雲林縣 14 間，苗栗縣 1 間）。

半倒—1798 間（臺東縣 1208 間，花蓮縣 228 間，屏東縣 14 間，高雄市 30 間，高雄縣 43 間，臺南縣 6 間，臺南市 162 間，嘉義縣 61 間，雲林縣 41 間，苗栗縣 1 間，新竹縣 1 間，臺北縣 2 間，基隆市 1 間）。

7. 提防損壞：170 公尺（臺東縣 10 公尺，花蓮縣 100 公尺，基隆港防波堤 60 公尺）。

8. 鐵路：花東鐵路鹿野至瑞源不通，甲豐至檳榔不通。花蓮縣鳳林至萬榮間鐵橋沖毀 21 公尺，路基流失 80 公尺。

9. 公路：花東公路中斷，南橫公路通到新武，橫貫公路不通。

10. 電訊電力：花蓮至臺東電線桿吹斷 300 根，有線電話全境中斷。

11. 漁船受損：21 艘（臺東縣 1 艘，高雄縣 10 艘，高雄港 10 艘）。

12. 東部南部地區：農作物，菓，菜受損約三萬公頃。

13. 其他：

①臺東縣海端鄉初來橋工地流失橋樑 6 支，發電機 2 部，抽水機 3 部，發動機 8 部。

②花蓮縣橫貫公路天祥附近坍方 30 公尺，公路客車及遊覽車等被困 28 輛，旅客 1 千餘人，已分別安置在文山招待所及西寶農場，並發動山胞另闢道路疏運。

③臺中縣臺中港 5-8 號碼頭，義力吹斷 20 根，約損失 200 萬元。

④苗栗縣埔頂里縱貫公路，22 日 13 時 20 分

，金龍號與遊覽車相撞，重傷 16 人，輕傷 66 人，均送醫中。

六、處理經過

9 月 21 日上午 8 時，中度颱風貝蒂位於北緯 21.8 度，東經 129.5 度，即在臺北東南東方約 930 公里的海面上，由於可能威脅臺灣各海面，因此本局發佈第 1 號海上颱風警報，同日下午 2 時，貝蒂的中心位置在北緯 22.5 度，東經 127.8 度，以每小時 26 公里，向西北西進行，逐漸接近本省東方海面，預計 21 日午夜後臺灣東方海面風力將加大，22 日晨起，臺灣東部及北部地區亦受其威脅，因此改發海上陸上颱風警報，此後每隔 6 小時發佈一次警報。21 日晚上 8 時起，貝蒂颱風由西北西偏向西進行，預計 22 日晨，本省陸上地區開始進入暴風圈，此颱風中心將在花蓮臺東之間登陸，貝蒂颱風環流受中央山脈影響，在本省東部、東北部地區及南部山區影響較大，有強風及豪雨，茲將預測之風力及雨量情況如下：

地 區	最大風級	總 雨 量 (公厘)	
東 部	11 至 13	200 至 300	
東 北 部	9 至 11	250 至 350	
北 部	9 至 11	平地	100 至 200
		山區	200 至 300
中 部	6 至 8	50 至 100	
南 部	6 至 8	平地	150 至 200
		山區	400 至 500

22 日 8 時，貝蒂已移至臺東東方 40 公里的海面上，繼續向西進行，本局預測於當天下午在臺東附近登陸，且預測颱風越過中央山脈，將於當天午夜在臺南，高雄間出海，且威力可能減為輕度颱風。23 日晚上 8 時，貝蒂已移至汕頭北方 70 公里處向西北西進行，且強度減弱為熱帶性低氣壓，對本省海上陸上威脅即告解除，因此，本局發佈海上陸上解除警報。在貝蒂颱風期間，本局共發佈 11 次颱風警報，警報維持時間約 36 小時。

表2. 貝帶颱風侵襲期間本局所屬各站颱風紀錄摘要

Table 2. Thp meteorological. Summaries of c. W. B. Stations during Typhoon Be Hy's Passage

測站地名	最低氣壓 (mb)			瞬間最大風(m/s)					最大風			強風(10m/s)			最大降水量(mm)						降水總量												
	數值	日	時分	風速	風向	日	時分	氣壓	氣溫	濕度	風速	風向	日	時分	日	時分	至日	時分	1小時 內	日	時分	至日	時分	10分鐘 內	日	時分	至日	時分	數量	日	時分	至日	時分
彭佳嶼	1001.5	22	1500	29.2	ESE	22	1855	1003.2	23.9	100	20.3	ESE	22	2000	22	0300	23	1100	28.2	22	1900	22	2000	8.0	22	1920	22	1930	81.1	22	1110	22	2310
基隆	999.5	23	0315	28.7	E	22	1947	1001.6	25.6	79	13.0	N	22	0420	22	2250	22	2320	21.2	22	1630	22	1730	13.5	22	1634	22	1644	48.5	22	0255	23	1257
鞍部	906.7	22	1920								19.8	SE	22	1920	22	0900	23	1600	22.9	22	1638	22	1738	11.3	22	1638	22	1648	117.7	21	2150	23	1250
淡水	998.0	23	0310	23.0	ESE	23	0030	998.5	28.6	71	14.0	ESE	22	2350	22	2000	23	1100	14.7	22	1600	22	1700	11.0	22	1640	22	1650	55.7	21	2155	22	2210
竹子湖	998.8	22	1545								10.0	NNW	22	0900					24.3	22	1600	22	1700	9.8	22	1630	22	1640	106.0	21	2146	23	1500
臺北	997.6	23	0206	28.6	E	23	0316	998.0	27.6	73	12.2	E	23	0210	22	1140	22	2330	30.5	22	1140	22	2300	10.0	22	1610	22	1620	76.2	21	2140	23	1930
新竹	991.1	23	0405	20.8	NE	23	0325	991.4	27.8	68	11.7	NE	22	2220	22	2000	23	0500	37.7	22	1100	22	1200	12.9	22	1010	22	1120	181.5	21	2320	23	0130
臺中	986.1	22	2200	20.5	N	22	1800	986.3	25.9	84	12.3	N	22	1800	22	1515	22	1835	1.3	22	0840	22	0940	0.3	22	0930	22	0940	7.6	22	0445	23	1025
日月潭	877.0	22	1850	24.0	ENE	23	0150	881.2	25.6	69	13.3	ENE	23	0250	22	1750	23	0430	3.6	22	1610	23	0430	1.2	22	1630	22	1640	24.5	22	0730	23	1240
澎湖	985.4	22	2100	39.0	N	22	1953	986.6	26.9	86	24.7	N	22	1900	22	0330	23	1625	9.2	23	0335	23	0435	4.7	23	1550	23	1600	28.7	22	1120	23	1620
嘉義	978.5	22	1100	35.0	N	22	1859	978.5	23.9	98	24.0	N	22	1850	22	1300	22	2120	3.9	23	0600	23	0700	1.2	23	0620	23	0630	23.8	22	0630	23	1400
阿里山	1898.3	22	1900	22.5	E	22	2135	2945.9	13.7	93	16.7	E	22	2110	22	1710	22	2300	14.1	22	1900	22	2000	4.6	22	1940	22	1950	118.5	22	0710	23	1740
玉山	2838.3	22	1905								21.7	ENE	23	0930	22	1800	23	1500	20.5	22	1700	22	1800	6.6	22	1730	22	1740	171.5	22	0425	23	1410
永康	981.6	22	1844	20.4	W	22	1832	982.6	26.5	92	13.3	W	22	1840	22	1900	22	2000	10.8	22	1900	22	2000	4.8	22	1915	22	1925	91.9	22	0725	23	1510
臺南	975.5	22	1938	41.3	N	22	1837	979.0	27.5	80	20.7	N	22	1903	22	1520	23	1020	10.4	23	1317	23	1417	4.0	23	1330	23	1340	30.0	22	0740	23	1520
高雄	973.7	22	2035	30.8	NNW	22	1845	977.4	27.4	84	22.3	NNW	22	1920	22	1400	23	1215	7.4	22	1950	22	2050	3.2	22	1950	22	2000	25.8	21	1720	23	1514
東吉島	980.7	22	2100	40.5	N	22	2011	981.6	26.4	86	35.5	NNW	22	2000	21	2300	23	2100	7.2	23	1921	23	1954	2.0	23	1921	23	1931	15.2	22	0811	23	2000
恆春	981.6	22	1844	20.4	W	22	1832	982.6	26.5	92	13.3	W	22	1840	22	1900	22	2000	10.8	22	1900	22	2000	4.8	22	1915	22	1925	91.9	22	0725	23	1510
蘭嶼	976.5	22	1730	40.4	SW	22	1740	976.7	24.7	100	35.8	SW	22	1750	22	0640			1.3	22	1200	22	1300	4.0	22	1155	22	1205	167.1	22	0452	23	1520
大武壠	967.4	22	1817	18.5	SW	22	1845	971.3	27.4	83	11.3	SW	22	1840	22	1600	23	0450	17.2	23	0440	23	0540	5.2	23	0520	23	0530	97.4	22	0645	23	1400
臺東	953.7	22	1817	31.6	SE	22	1850	962.7	24.9	100	18.7	SE	22	1855	22	1710	23	0400	34.0	22	2300	22	2400	10.6	22	2315	22	2325	274.4	22	0602	23	0900
新港	969.0	22	1735	51.3	NE	22	1740	969.5	24.5	99	38.0	NE	22	1740	22	0735	23	0500	31.0	22	1530	23	1630	10.0	22	1610	22	1620	269.7	22	0550	23	1945
花蓮																																	
宜蘭	999.5	22	1415	14.0	ESE	23	0358	1003.7	27.0	90	12.3	ESE	23	0145	23	0200	23	0300	28.5	22	0900	22	1000	9.5	22	0940	22	0950	99.0	22	0140	23	1157

第三號颱風艾爾西

Report on Typhoon "Elsie"

Abstract

Severe typhoon Elsie which affected Taiwan in this year was the third typhoon. This typhoon formed on October 9, and disappeared on October 14. Its maximum wind speed near center was 70 m/s, and the lowest central pressure recorded was 900mb when the intensity of Elsie reached the strongest stage.

Polar high was very weak during Typhoon Elsie invaded Taiwan. A few areas suffered lightly in damage: 5 units of houses collapsed and 10 units partly collapsed were reported.

一、前言

強烈颱風艾爾西 (Elsie) 為本 (六十四) 年內北太平洋第 15 號颱風, 亦為第 3 號侵臺颱風。此颱風係由 10 月 9 日在雅浦島北方海面之熱帶性低氣壓發展而成, 其強度很強, 結構亦很結實, 當她達到最強時期, 其中心最低氣壓為 900 毫巴, 中心附近最大風速為 70m/s, 惟獨暴風半徑不太大, 每時 30 哩之暴風半徑僅為 200 公里。

11 日 8 時此颱風位在北緯 18.4 度, 東經 127.5 度, 以每小時 25 公里之速度向西北西進行, 預計對本省海面構成威脅, 因此本局於當天 9 時 30 分發佈第 1 號海上颱風警報, 至 11 日 20 時艾爾西已至北緯 19.3 度, 東經 124.9 度, 即在恆春東南方 550 公里的海面上, 繼續向西北西快速進行, 逐漸逼近本省, 亦將對本省陸上構成威脅, 因此當天 21 時 15 分改發海上陸上颱風警報, 呼籲民衆注意防範。此後每隔六小時發佈一次警報, 至 13 日 14 時, 此颱風已移到北緯 21.8 度, 東經 118.3 度, 對本省陸上威脅解除, 但仍影響臺灣海峽南部及金門海面, 因此解除陸上警報, 改發海上警報。13 日 20 時, 此颱風已遠離本省附近海面, 解除了對本省附近海面的威脅。本局於 13 日 20 時 30 分發佈解除海上颱風警報。警報時間共維持約 59 小時。

本局對艾爾西颱風的 24 小時後中心位置曾作 10 次預測, 其結果平均向量誤差為 72.6 哩, 最大誤差為 109.1 哩, 最小為 17.8 哩。

二、艾爾西颱風發生的經過

由 9 日 6 時 49 分之飛機在雅浦島北方海面偵測

結果發現在該區有一熱帶性低氣壓向西北進行。此低氣壓於 10 日 8 時發展成輕度颱風, 命名為艾爾西颱風。當時中心附近最大風速為 18m/s, 中心最低氣壓為 1000 毫巴, 受太平洋高氣壓導引向西北進行, 至 11 日 0 時 30 分左右, 艾爾西已增強為中度颱風, 此後威力增強甚速至 11 日 20 時達強度颱風程度, 而 12 日 2 時達最盛時期, 當時中心最低氣壓為 900 毫巴, 最大風速為 70m/s, 向西北西進行, 1 日 14 時威力減弱為中度颱風, 而 14 日 20 時威力更弱而成為輕度颱風。14 日晚上於香港附近登陸大陸, 受地形影響, 成為熱帶性低氣壓結束其生命, 前後約 6 天。

艾爾西颱風全部生命的最佳路徑見圖 1 所示。

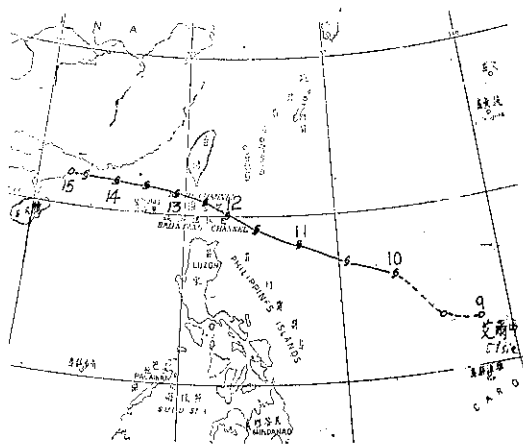


圖 1. 艾爾西颱風之最佳路徑 (64 年 10 月 9-15 日)

Fig. 1. The best track of typhoon Elsie, 9-15 Oct. 1965

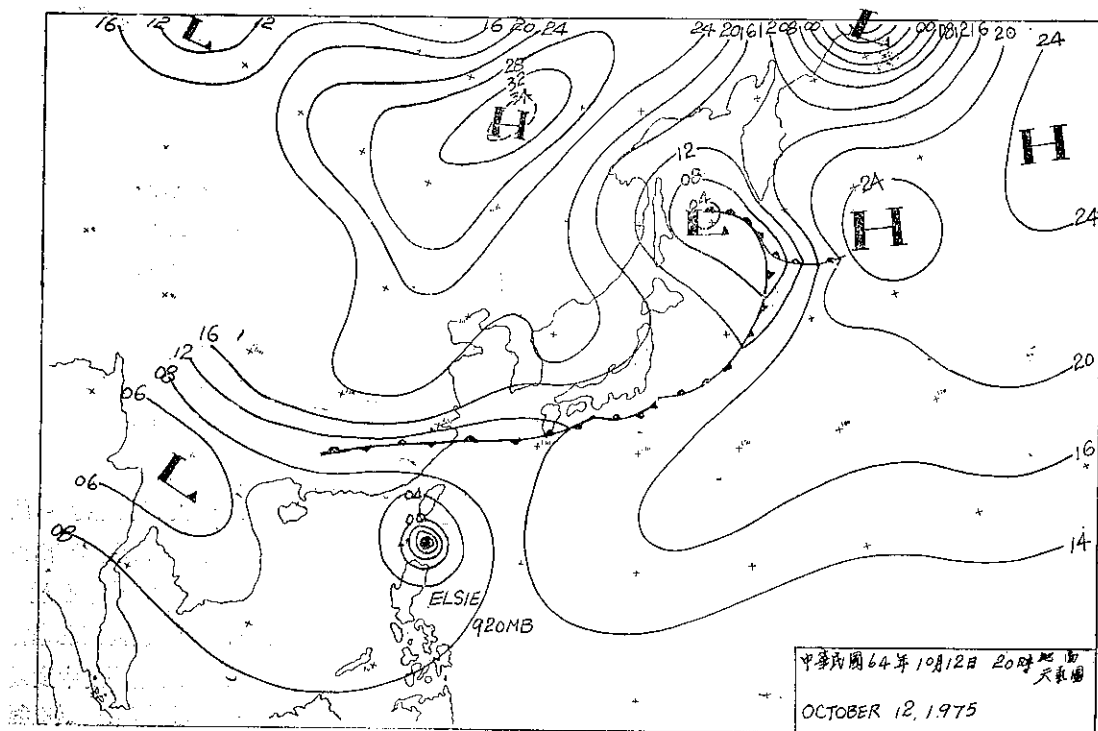


圖 2. 民國 64 年 10 月 12 日 20 時地面天氣圖

Fig. 2. Sea-level synoptic chart, 1200 GCT, 12 Oct. 1965.

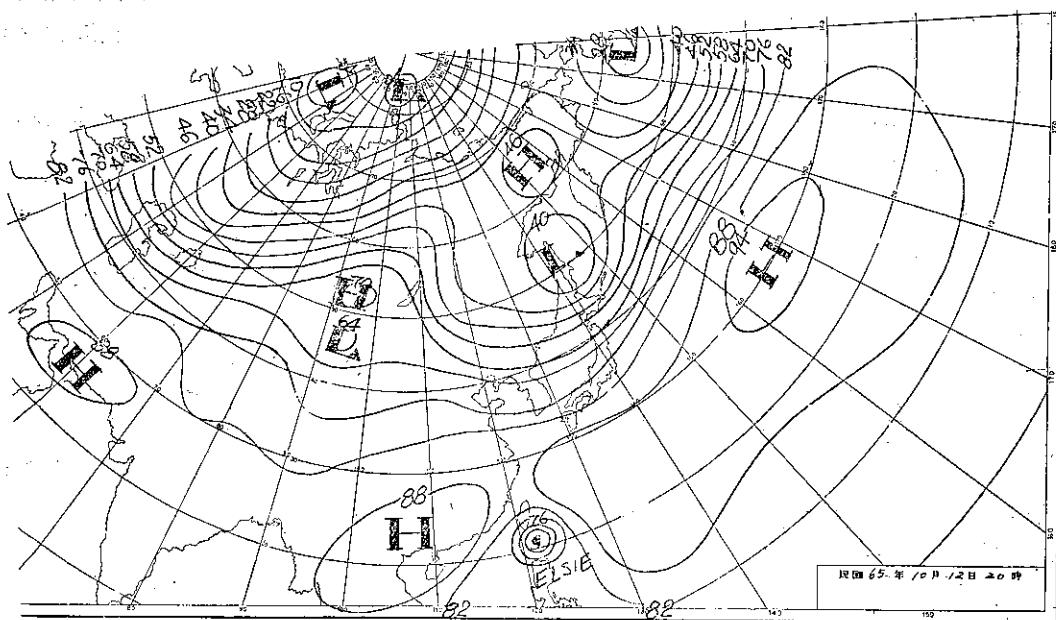


圖 3. 民國 64 年 10 月 12 日 20 時 500 毫巴圖

Fig. 3. 500mb chart, 1200GCT, 12 Oct. 1965.

三、艾爾西颱風路徑的討論

艾爾西颱風路徑為西北至西北西，參見圖 1。此颱風生成時位在副熱帶高壓之西南面，受此副熱帶高壓環流的導引，向西北至西北西進行。11 日 20 時後，此副熱帶高壓西伸，致使此颱風向西北西進行。13 日晚上，艾爾西，已移入大陸冷高壓之控制範圍內，受其影響路徑偏西，直至登陸大陸消失為止。

圖 2，圖 3 為 10 月 12 日 20 時之地面天氣圖及 500 毫巴天氣圖，由此二圖可以看出颱風艾爾西受到副熱帶高壓導引。

四、艾爾西颱風侵臺期間各地氣象演變

艾爾西颱風本身強度雖然很强，但因侵襲期間西伯利亞高壓不强，不能助長氣流之輻合及氣壓梯度之增大，因此各地風雨並不太大，茲將各種氣象要素分述如下：

(一) 氣 壓：

艾爾西颱風於 10 日生成後，氣壓即開始下降，至 12 日 8 時其氣壓值達到 900 毫巴，是此颱風的最低氣壓，此種強度維持約 12 小時，此後氣壓即逐漸回升，其中心氣壓之演變情況可參考中心氣壓變遷圖如圖 4。

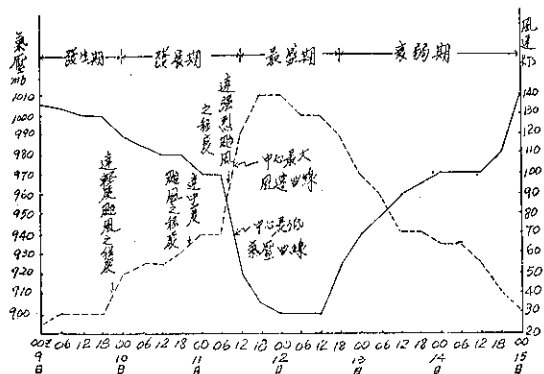


圖 4. 艾爾西颱風中心氣壓及中心最大風速演變圖
實線為氣壓虛線風速

Fig. 4. The variation of the central pressure and maximum wind velocity of typhoon Elsie (Solidline-pressure, broken line-wind velocity)

在艾爾西颱風侵襲期間，本省最低氣壓出現在東吉島，其值為 992.0 毫巴，其次為蘭嶼 993.5 毫巴，而臺南嘉義為 997.0 毫巴，其餘各地之最低氣壓見綱要表，如表 1。

本省最低氣壓時刻出現最早為蘭嶼，是 12 日 16 時 00 分，其次是臺東 12 日 18 時 00 分，一般而論，最低氣壓出現的時刻由東向西延遲，各地最低氣壓及其出現時刻見圖 5。

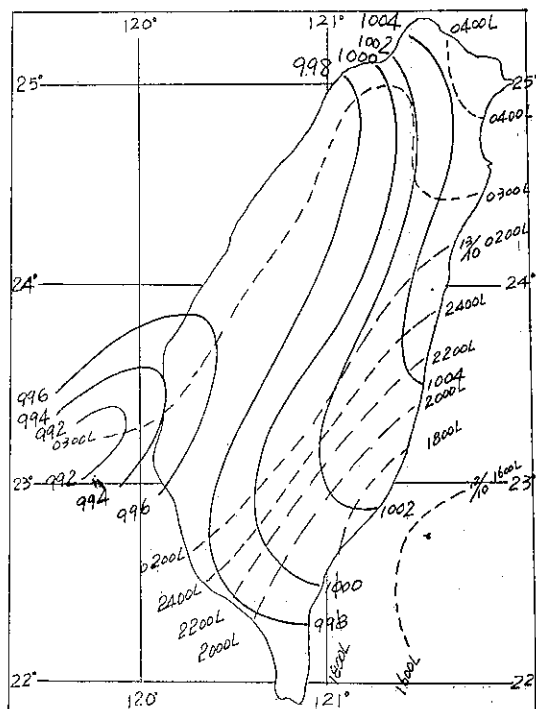


圖 5. 艾爾西颱風過臺灣近海時各地出現之最低氣壓及其同時線之分析

Fig. 5. The distribution of lowest pressure and its isotimic analysis of Taiwan area during Elsie's passage.

(二) 風：

艾爾西為一強烈颱風，中心附近最大風速曾達 70 m/s，中心附近最大風速與最低中心氣壓之配合甚佳，10 日起風速逐漸增強，而氣壓逐漸下降，至 12 日風速達最大為每秒 70 公尺，中心氣壓為 900 毫巴。在艾爾西颱風侵襲期間，本省各測候所測得之最大風速為蘭嶼 35.7m/s，瞬間最大風速為 41.0m/s，其次為玉山 22.7m/s，東吉島為 21m/s，其餘各地參見綱要表，如表 1。

(三) 降 水：

艾爾西過境期間，各地總雨量所繪製成之等雨量線形態，如圖 6。由圖中可以看出，主要降水區為臺灣東部，而臺灣西部却寥寥無幾，此乃受中央山脈阻擋的關係，在艾爾西過境期間，本省測得之最大降水

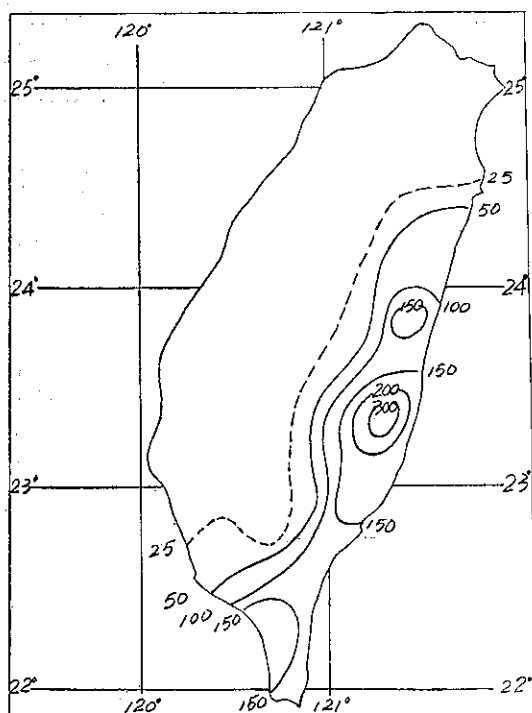


圖 6. 艾爾西颱風經過期間臺灣之雨量分析
Fig. 6. The rainfall distribution of Taiwan during typhoon Elsie's passage.

量為花蓮縣之玉里 314.0 公厘，其次為臺東縣之池上 196.6 公厘，屏東之車坡為 185.6 公厘，恆春為 174.3 公厘，其餘見表 1。

五、災 情

艾爾西颱風掠過臺灣南端，屏東、臺東兩地略有災情，茲敘述如后：

一、屏東縣

1. 屏東地區二期稻作被吹倒 1675 公頃，損失率 18.45%，折算無收穫面積為 309 公頃。
2. 房屋全倒 2 戶，半倒 10 戶。

3. 恆春地區農作稻田受損約 780 公頃，值 750 萬元。

4. 漁業方面流失竹筏 5 艘，損壞 6 艘，損失約 40 萬元。

5. 道路交通方面：恆春至山海路面損失萬餘公尺，值計損失餘 50 萬元。

二、臺東縣

1. 房屋全倒 3 間。
2. 水稻淹沒 17 公頃。
3. 南迴公路有兩處山崩及一處坍方，地點分別為 466.5 公里，452.5 公里，455.7 公里處。

六、處 理 經 過

10 月 11 日上午 8 時中度颱風艾爾西，位於北緯 18.4 度，東經 127.5 度，即在恆春東南方 860 公里的海面上，本局於 9 時 30 分發佈第一報海上颱風警報。同日晚上 8 時艾爾西之中心附近最大風速增強至每秒 60 公里，達強烈颱風，中心位置在北緯 19.3 度，東經 124.9 度，即在恆春東南方 550 公里之海面上，繼續向西北西進行，預計本省東南部地區於 12 日上午起將受其影響，因此本局於當晚 21 時 15 分改發海上陸上颱風警報，此後每 6 小時發佈一次海上陸上警報，至 13 日上午艾爾西颱風強度減弱，成為中度颱風，當天下午 2 時，中心位置在北緯 21.8 度東經 118.3 度，即在馬公西南方 240 公里之海面上，本省陸地已脫離暴風圈，因此本局發佈陸上警報解除，但因臺灣海峽南部及金門海面仍受其影響，海上警報仍繼續維持，當天晚上 8 時，颱風已移至北緯 21.7 度，東經 117.3 度，即在東沙島北北東方 110 公里的海面上，本省海面威脅解除，因此本局發佈海上颱風警報解除，此次颱風本局共發佈 10 次警報，警報維持時間共計 59 小時。

表 1. 艾爾西颱風侵臺時本局所屬各測站颱風紀錄綱要

Table 1. Meteorological summaries of CWB stations during Elsie's passage.

64 年 10 月 12-13 日

測站地名	最低氣壓 (mb)		瞬間最大風 (m/s)						最大風			強風 (10m/s)			最大降水量 (mm)						降水總量			
	數值	日時分	風速	風向	日時分	氣壓	氣溫	濕度	風速	風向	日時分	日時分	至日時分	至日時分	1小時內 值	日時分	至日時分	10分鐘內 值	日時分	至日時分	數量	日時分	至日時分	至日時分
彭佳嶼	1006.7	12 15 20	22.0	ENE	13 10 40	1009.6	26.2	98	13.5	E	13 09 00	12 14 00	13 14 00		30.2	13 05 00	13 06 00	15.0	13 05 30	13 05 40	63.0	12 18 00	13 13 25	
基隆	1005.0	13 04 25	18.0	NE	13 00 13	1007.0	26.5	78	6.5	NE	13 00 20				2.2	13 00 06	13 00 30	1.6	13 00 06	13 00 16	8.9	12 10 53	13 20 00	
鞍部	912.3	13 04 00							16.2	SE	13 04 00	12 16 00			3.5	12 16 30	12 17 00	1.0	12 16 40	12 16 50	7.1	12 12 55	13 04 40	
淡水	1002.5	13 13 00	22.7	ESE	13 14 25	1002.8	30.6	65	13.0	ESE	13 13 00	13 13 00	13 16 00		1.0	12 22 25	12 22 40	0.7	12 22 30	12 22 40	1.0	12 22 25	12 22 40	
竹子湖	1004.5	13 04 00							4.7	E	12 14 00				2.7	12 16 00	12 17 00	0.9	12 16 30	12 16 40	5.4	12 11 22	13 04 40	
臺北	1003.8	13 14 17	23.4	ESE	13 14 00	1004.2	29.7	64	11.2	ESE	13 11 40	13 13 00	13 12 10		0.7	12 23 00	12 24 00	0.3	12 23 30	12 23 40	1.1	12 21 23	13 15 05	
新竹	997.6	13 03 15	13.6	E	12 22 10	1000.7	28.5	71	7.7	E	12 22 30													
臺中	997.7	13 03 00	9.0	SSW	13 13 55	1007.9	30.4	73	4.3	SSW	13 13 50													
日月潭	889.7	13 03 00	22.0	SSW	13 06 50	892.5	26.0	46	11.3	SSW	13 07 00	13 06 20	13 11 30		1.4	13 07 30	13 08 30	0.4	13 07 50	13 08 00	1.6	13 17 12	13 08 40	
澎湖	997.0	13 03 20	21.7	NNE	13 04 20	998.6	27.4	85	14.0	NNE	12 21 50	12 15 00	13 06 10		0.2	13 13 00	13 14 00	0.1	13 13 50	13 14 00	0.3	13 03 45	13	
嘉義	997.0	13 02 25	6.7	W	13 14 00	1004.6	28.4	76	6.0	W	13 14 00				0.4	13 01 20	13 02 20	0.2	13 02 00	13 02 10	1.1	12 21 50	13 04 40	
阿里山	3068.0	13 03 00	158	SE	13 01 35	3068.7	130	90	97	SE	13 01 40				3.8	13 06 00	13 07 00	1.2	13 06 00	13 06 10	13.0	12 14 20	13 07 50	
玉山	3016.0	13 02 40							22.7	ESE	13 17 10	13 01 30	14 07 00		6.6	13 06 00	13 07 00	1.7	13 06 00	13 06 10	43.5	12 13 00	13 23 00	
永豐																								
臺南	996.5	13 02 30	15.9	SSE	13 13 40	1004.6	25.9	81	7.6	SSE	13 13 40				4.7	13 16 00	13 17 00	1.1	13 16 30	13 16 40	15.6	12 15 05	13 17 45	
高雄	997.3	13 02 00 03 00	17.0	SE	13 11 15	1003.7	26.1	78	11.3	SE	13 11 20	13 06 50	13 16 20		9.4	13 17 25	13 08 25	5.0	13 07 55	13 08 05	30.9	12 22 30	13 18 40	
東言島	992.0	13 03 00	25.5	NNE	13 02 52	992.0	26.8	91	21.0	NNE	12 21 00	12 11 00	13 09 00								00			
恆春																								
蘭嶼	993.5	12 16 00	41.0	ENE	12 21 58	995.7	23.8	90	35.7	ENE	12 22 03	11 18 40	13 08 10		8.8	12 09 27	12 10 27	3.4	12 09 40	12 09 50	32.7	12 05 48	13 00 40	
大武壠	998.4	12 18 32	25.0	NE	12 22 40	1000.7	24.4	97	14.3	NE	12 23 50	12 15 10	13 04 20		21.4	12 23 00	12 24 00	7.3	12 18 50	12 19 00	119.6	12 10 50	13 22 00	
臺東	1001.5	12 13 00	20.9	NE	13 02 43	1002.7	24.6	97	11.3	NE	13 02 50	12 11 10	13 02 50		21.3	13 01 50	13 02 50	7.4	13 02 20	13 02 30	110.7	12 11 40	13 21 00	
新港	1003.5	12 19 00	17.0	NNE	12 19 22	1004.5	26.8	85	12.0	NNE	12 16 05	11 08 10	12 23 35		42.5	12 19 55	12 20 55	23.0	13 05 26	13 05 36	152.6	12 10 10	13 20 20	
花蓮	1004.4	13 01 35	12.9	WSW	13 09 10	1010.1	24.8	94	8.3	WSW	13 09 10				3.5	13 02 00	13 03 00	4.0	12 22 10	12 22 20	56.3	12 12 08	13 19 12	
宜蘭	1004.7	13 03 30	9.5	ESE	13 13 40	1007.1	26.6	87	8.3	ESE	13 12 40				7.7	12 23 00	12 23 42	5.4	13 03 32	13 03 42	17.9	12 15 30	13 19 15	

Volume 22, Number 1, 2.

June 1976

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

- On the Upper Air Structure of the Typhoon
NINA during its Passage over Taiwan
..... *H. J. Chiang* (1)
- A Study of Typhoon Track Forecast with
Objective Analog Method *C. Y. Hu S. Y. Chen* (8)
- Study on Winds at Windy City
Hsinchu *H. L. Chu* (17)

Reports

- Report on Typhoon "Nina" (37)
- Report on Typhoon "Betty" (44)
- Report on Typhoon "Elsie" (51)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第○九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類

氣象學報

季刊

第二十二卷 第三期

目次

論著

- 地震活動度定量化之研究.....徐明同 (1)
- 雷達回波與降雨量之相關研究.....林瑞山 (7)
- 風徑圖之實例分析.....王崇岳 (21)
- 風城新竹風之研究(續).....朱學良 (29)

報告

- 民國六十四年西北太平洋颱風概述.....應用氣象組 (44)

氣象學報

季刊

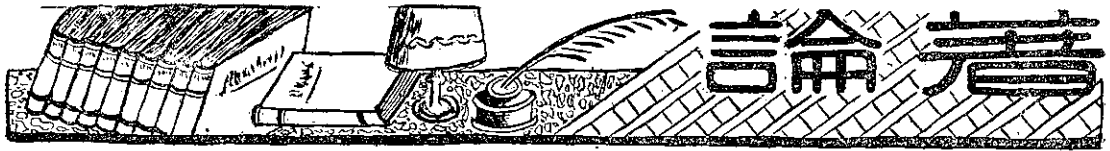
第二十二卷 第三期

主編者 中央氣象局氣象學報社
地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一(十線)

發行人 劉大年
社長 劉大年
電話：三一一〇八四〇

印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三三一四七二四

中華民國六十五年九月出版



地震活動度定量化之研究

On the Quantification of Seismicity

徐 明 同

Ming-Tung Hsu

Abstract

New codes of expressing seismicity of particular place or region are proposed in this paper. The idea comes from the chemical or climatological formulation. It consists Roman, Arabic and alphabet numerals in expressing the following set of parameters of seismicity and seismotectonics: (i) type of earthquake T, (ii) depth of earthquake D, (iii) mean energy release E, (iv) maximum earthquake magnitude M, (v) maximum MSK-scale intensity with its acceleration I, (vi) a, b values of the Gutenberg-Richter's magnitude-frequency relation, and (vii) remarks, as specified:

LOCATION/T/DDDD/EEEE/MMM/IIII/aaaa/bbbb/REMARKS

By using the new codes, a general grasp of the seismicity can be realized not only qualitatively but also quantitatively, as well as with certain relations between seismicity and geotectonics. Moreover, the seismicity at different places and in different time intervals would be able to compare with each other without any difficulties. The method of plotting these parameters on map is proposed for seismic map zoning of which are very useful in the field of seismicity and earthquake engineering.

一、前 言

地震活動(度)(Seismicity)一詞,在地震學及地震工程方面業已廣泛使用,但迄今並無明確的定義,僅模糊地表示地震活動旺盛程度之定性概念。然而各使用者之思想裏,雖不是很明確,但都存有一種定量概念。有時地震活動度指某地區某一段時間之地震次數,或這些地震釋放出來之能量,甚至於地震次數或能量之時間或者空間變化以及地震規模(Earthquake magnitude)之分布等等。總而言之,大家都想以此詞來表示地震活動之生態,並盼望也能定量地表示地震活動之狀況,特性及其旺盛程度。

從歷史上的發展而看,1900年 Montessus [1] 根據地震之發生次數和強度(Intensity),把地震活動度,大略分為三類,即穩定(stable, or aseismic)地區,準地震(penesismic)地區及地震(seismic)地區。在穩定地區如俄國或巴西,幾乎沒有地震發生,在準地震地區如瑞士有少數不強烈地震發生,而在地震地區如日本有很多地震包括許多強烈地震發生。此外他並定義地震線(Seismic lines)——每邊長度和 $\sqrt{pA/n}$ 成比例之正方形,n為地震次數,p為觀測年數,A為面積以 Km^2 為單位——想尋找這些線和區域地質之相關。

Sieberg [2] 於1904年,定義地震活動度a為

$$a = \sqrt{\frac{Sn}{N}} \dots\dots\dots (1)$$

上式中 S 為面積， N 為 n 年間觀測之地震次數。顯然地這種定義表示地震發生愈多，地震活動度愈小，故不太合理。因此 Knott [3] 於 1908 年提倡相反定義，即地震活動度 b^2 為

$$b^2 = \frac{N}{Sn} \dots\dots\dots (2)$$

上式表示地震活動度和平均地震次數成正比，較為合理。此外他亦使用極大地震加速度年總和 $\sum_{i=1}^n a_{i \max}$ 和 T 年間釋放之平均能量 $\sum E_i / T$ 等來表示地震活動度。

Byerly [4] 於 1942 年定義一種加權比指數 (Index number being a weighted ratio) I 為，

$$I = \frac{\sum_i p_i n_i}{\sum_i p_i} \dots\dots\dots (3)$$

上式中 n_i 為地震次數 p_i 為加權數。加權數的定義如下： $p_1=1$ 表示該地震強度不致於使可動物體移動者， $p_1=5$ 該地震比上述者強，但不致石造建築物發生災害者， $p_1=25$ 該地震致石造建築物發生災害者，而 $p_1=125$ 該地震在表面發生斷層者。他計算單位面積單位時間的這種指數，當做地震活動度指標而繪製美國加州的地震活動圖。

Gutenberg 和 Richter [5] 於 1949 年，出版著名的「Seismicity of the Earth」一書，廣泛地討論世界地震活動度，但對地震活動度並無明確地定義。Bullen [6] 和 Richter [7] 等之著作亦多處使用地震活動度，但也沒有明確定義。

Benioff [8] 計算應變釋放 (Strain release) 能量的平方根，為時間的函數，也被視為某特定地區，甚至於全世界的多年地震活動度。

Amand [9] 於 1956 年，提倡兩種地震活動度表示法。即比地震活動度 (Specific seismicity) S 和構造通量 (Tectonic flux) F 。 S 為某地區某段時間內，地震釋放能量之總和，

$$S = \frac{K}{AT} \int_A \int_T J dAdT \dots\dots\dots (4)$$

上式中 J 為能量， A 為所選定的面積， T 為觀測時間，而 K 為隨着所用單位而不同的常數。構造通量 F 為某地區某段時間內，地震釋放能量之平方根，

$$F = \frac{1}{AT} \int_A \int_T \sqrt{J} dAdT \dots\dots\dots (5)$$

根據 Benioff [8] F 和某地區之應變釋放率 (Strain

release rate) 成比例。Amand 上述兩種定義，事實上和 Bath [10] 的想法相同。

據 1960 年出版的 Webster 辭典 [11]，地震活動的定義如下：地震之狀態 (State)，性質 (Quality) 或程度 (Degree)；相對遭震率 (Relative liability to earthquakes)，明確地指某地區發生之地震頻率，用所紀錄地震總數和該地區面積 (單位為平方哩) 之比率表示。

Ullmann 和 Maaz [12] 於 1967 年，定義地震活動度 $S(Z)$ 為，

$$S(Z) = \sum_{i=1}^n S_i(Z) \approx \sum_{i=1}^n E_i p_i \dots\dots\dots (6)$$

E_i 為第 i 個地震的能量， $p_i(Z)$ 為在點 Z 第 i 個地震之分布密度 (Distribution density) 值，而此值由震央距離和觀測震度間之關係而定。

Stacey [13] 說，Seismicity 和 Seismic activity 完全相同，係指地震之地理學，特別是地震和地表面狀態以及地震規模 (或能量) 之關係。

另一方面在俄國 Riznichenko [14, 15, 16] 不但想定性地表示地震活動度，而且也想定量地表示。他以地震活動 (Seismic activity) 和震動能力 (Shakeability) 來表示整個地震活動度。震動能力的定義，為任意震度階級，其平均發生次數。地震活動 A ，反映震央密度之橫向分布。 A 表示地震規模範圍， $K=10 \pm 0.5$ ($K=\log E$ ， E 為能量，joule 為單位) 之地震，每年每 $1,000 \text{ Km}^2$ 發生之平均頻率。在俄國 $A \sim 0.01$ 程度區域，當做弱震區， $A \sim 0.1$ 程度為中震區，而 $A \sim 1$ 程度，為強震區。可能發生之最大地震 K_{\max} ，為平均地震活動 A 的函數，而由兩者相關關係求之。他以這些指數表示許多地方之地震活動狀況。此外他亦提倡地震「氣候」(Seismic climate) 及地震「天氣」(Seismic "weather") 等兩種概念，應用於區域地震活動之研究。

在日本方面有關地震活動度之研究，不勝枚舉。對於地震活動度都無明確定義，大都分研究例如 Tsuboi [17]，Hirono [18]，Tamaki [19]，Suzuki [20] 等，均討論地震之空間及時間分布，以及其規模或能量。最近的研究例如 Miyamura [21, 22]，Katsumata [23]，不但討論空間及時間地震分布，而且也考慮地震活與地體構造 (Geotectonics) 之關係。

最近 Terashima [24]，提倡地震活動度指數 (Seismicity index) S_T 為，

$$S_T = \left(\frac{\sum_{M \geq 6} N(M)}{T} \right)_{\Delta \leq 100 \text{ Km}} \dots\dots\dots (7)$$

上式中 T 為統計年數, $N(M)$ 為震央距離 Δ 在 100 Km 以內, 規模 M 大於或等於 6 之淺層地震次數。他以此 S_T 定量地表示地震活動, 並繪製日本地震活動度圖。

有關地震活動, 和地體構造關係之研究, 近年來很多。例如 Sykes [25], Hamilton 和 Gale [26], Hatherton 等 [27], Katsumata 和 Sykes [28], Miyamura [29] 及 Hsu [30, 31] 等等。

本文將創造一種新的地震活動綜合表示法, 將定性且定量地表示地震活動之生態, 旺盛之程度, 並言及地震活動與地體構造之關係, 藉以能使各地以及不同時期之地震活動度互相比較, 且便於繪製地震分區圖 (Seismic zoning map), 配合地震活動之研究及耐震工程設計之需要。

二、地震活動度之表現法

前面已述地震活動度, 必須能定性的且定量的表示某地點或某地區之地震活動狀況, 以及和當地地體構造的關係, 才能說完整, 故過去只用一箇指標不可能完整地表示。著者設計一種綜合表示法, 而此法係自 Köppen [32] 的氣候分類方法所暗示得來。

將表示某地點或某地區地震活動度, 必須先地震活動度參數分類或分級列出, 使各地地震活動之狀況, 能一目瞭然地看出才有意義。因此所表示的要素也就是地震活動度的參數, 應採用盡量簡單的, 容易記憶的, 而能定性的且定量的表示地震活動度者。此外也須考慮便於繪圖以及容易互相比較等條件。

為了比較起見, 代表某地點或地區, 必須採取相同面積, 例如以此點中心, 半徑 100 Km 之圓 [24], 或以此點為中心之面積 1,000 Km² [15]。關於統計時間以 30 年或 50 年即可。如果統計年數過短, 資料較少, 如過長不容易看出長期地震活動之變動。

以一段時間內, 在此區內發生的地震做基本資料, 而訂定此地點或地區的地震活動度。

表示個個地震的參數計有: (1)發震時, (2)震央位置, (3)震源深度, (4)地震規模或(5)震央最大震度等。即表示地震「天氣」, 上面的要素就夠了。如果要表示地震「天氣」之整體 (Totality), 也就是所謂地震「氣候」, 我們必須再考慮下面的問題。

(一)地震之型式 (以 T 表示) 和地體構造之關係, 例如地震是發生在島弧, 海溝或者海嶺等問題。

(二)地震之深度 (D): 此區地震是屬於極淺層、淺層, 中深度或深層地震等問題。

(三)地震能量 (E): 在此區單位面積和單位時間, 地震釋放之能量。

(四)過去發生之最大地震規模 (M)。

(五)過去發生之最大震度 (I)。

(六)地震規模與地震次數之關係: 據 Gutenberg 和 Richter [5], 地震規模 M 和地震次數 N 之關係式為,

$$\log N = a - bM \dots\dots\dots (8)$$

上式中 a 和 b 為常數而係表示地震活動特性的一種參數。即 a 表示規模零之地震次數的常用對數, 和統計年數及所考慮區域之面積大小有關, 而 b 表示較大地震和較小地震之比率, 如 N 軸取對數刻度, M 軸取普通刻度, b 表示兩者間直線之梯度。據 Miyamura [21] 和 Mogi [33], b 值和當地地體構造有密切關係。

有了上面所述情報, 我們就可以定性且定量地, 也就是完整地表示地震活動度。下面將詳述其表示法。

關於地震之型式 (T), 將採用 Santo [34] 之分類法。即

I 型: 海嶺型 (Ocean ridge type), 表示發生沿海嶺之正斷層 (Normal fault) 淺層地震。

II 型: 轉變型 (Transform type), 發生在海嶺錯開 (dislocate) 之地帶, 也就是破碎帶 (Fracture zone) 或者轉變斷層 (Transform fault) 上的淺層地震。

III 型: 下衝型 (Underthrusting type), 發生在沿海溝的淺層地震, 因海洋板塊 [Ocean plate] 向大陸板塊 (Continental plate) 下, 下衝, 而後者被前者拖曳而發生的逆斷層型 (Reversal fault type) 地震。

IV 型: 島弧型 (Arc-island type), 發生於海洋板塊向大陸板塊下衝的部分, 即沿海溝但靠大陸或緣海 (Marginal sea) 方面, 也就是 Benioff 面內深度較深的地震, 而最大應力或張力之方向和板塊平行。

V 型: 緣海型 (Marginal sea type), 發生的地方和 IV 型相同, 但深度較淺, 因蓄積在大陸板塊內應力所引起, 而應力方向和島弧或海溝成垂直。

VI 型: 孤立大陸型 (Isolated continental type), 孤立的發生在大陸內部, 震源深度大約 100

至 200 Km。最大應力軸大都為水平，發生機構尚不太明瞭。

Ⅶ型：分散型或塊狀型 (Dispersed type or Block type)，分散發生在大陸地殼內的地震，可能是大陸板塊本身橫方向不均勻而引起，以及許多較小地塊 (Block) 之間互相作用而引起之地震。

Ⅷ型：衝突型 (Collision type)，因兩個板塊突而引起之地震。

Ⅸ型：其他型式，不屬於Ⅰ至Ⅷ型之地震。

關於地震型式 (T)，有Ⅰ至Ⅸ型，可以使用一格而用一箇英文字來表示，代表性地震型式。表示地震型式之英文字如表一。

表 一

地震型式	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
英文字	R	F	U	A	M	I	D	C	E

(Ⅱ)項有關地震之深度 (D)，可以使用四格，而用四個英文字表示如表二。四格裏，第一格表示有沒

表 二

	極淺層地震	淺層地震	中深度地震	深層地震
地震之深度	0~33Km	34~70Km	71~300Km	301~700Km
英文字	N	S	I	D

有極淺層地震，有時即填 N，第二格表示有沒有淺層地震，有時即填 S，沒有時填一以填空格，以下類推，填到第四格。從這四個資料，可以看出該處地震隨着深度變化之情形。

(Ⅲ)項表示單位面積單位時間地震釋放之能量 (E)

地名	地震型式 T	地震之深度 D D D D	平均能量 E F E E	最大規模 M M M	最大震度 I I I I I	a 值 a a a a	b 值 b b b b	記 事
甲	U	N S I —	2 . 7 7	8 . 0	IX 0 . 3 1	8 . 0 2	1 . 1 2	1941-1970 年

即甲 /U/NSI-277/8.0/IX0.31/8.02/1.12/1941-1970 年

例二：設 Z 點位於華中，使用地震資料年數為自 1901 年至 1950 年，地震型式屬於Ⅶ型即分散或塊狀型，只有極淺層地震，沒有更深的地震，每年每平方公分釋放之地震能量為 1.5×10^4 ，過去最大地震規模為 6.6，過去最大震度為 MS K 震度階級Ⅶ，最大加速度不明，a 也不明，b 為 0.55。此例可寫

，以每年每平方公分 erg 為單位 ($\text{erg}/\text{cm}^2 \cdot \text{yr}$)。使用四格來表示，前三格填小數一位數字，後一格使用一箇數表示 10 之方數。例如該處平均地震能量為 $1.5 \times 10^7 \text{ erg}/\text{cm}^2 \cdot \text{yr}$ ，就用 1.57 表示。

Ⅳ項表示該處過去發生之最大地震規模 [M]，使用三格，填規模至小數一位，例如 7.5，8.0 等。

(Ⅴ)項表示過去發生之最大震度 (I)。震度階級將使用聯教組織於 1964 年所建議之 MS K 震度階級 [35]，共有Ⅰ至Ⅺ級。用一格以羅馬數字來表示。如知道加速度以 g (重力加速度) 為單位，填至小數二位，計再用四格，例如最大加速度為 0.45 g，就填 0.45。如果沒有加速度數值，這格中即填——記號。

(Ⅵ)項常數 a 及 b，各使用四格，填小數兩位數字。

此外最前面加該地地名，最後一欄加記事，填寫統計年數，或者其他事項。整個格式如下：

地名 /T/DDDD/EEEE/MMM/IIII/aaaa/
bbbb/ 記事

三、實 例

依照前節所規定的方法，表示某地的地震活動度，即可以知道定性且量化的地震活動，以及和地體構造之關係。下面將舉兩個例子。

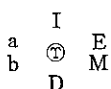
例一：設以甲點自 1941 年至 1970 年間發生的地震資料為基本資料，且甲點位於日本太平洋岸，地震型式屬於下衝型，有極淺層，淺層及中深度地震但無深層地震，每年每平方公分釋放之地震能量為 $2.7 \times 10^7 \text{ erg}/\text{cm}^2 \cdot \text{yr}$ ，過去最大地震規模為 8.0，過去最大震度階級為 MS K 震度階級Ⅸ級，最大加速度為 300gal (=0.31g)，a 為 8.02，b 為 1.12。這些情報將用前面所述的格式表示，可得

成，

乙 /D/N---/1.54/6.6/VII-----/---/
0.55/1901-1950

這種新表示法不但用上述形式，而且也可容易地繪在圖上。以圓圈表示地點，圓圈內 T 字表示地震式，上面 I 表示最大震度階級，必要時附加加速度

值，F 面 D 表示地震深度，右邊 E 表示平均地震能量，M 表示最大地震規模，左邊 a 值及 b 表示 a 值及 b 值。即如圖一。



圖一

如甲和乙點地震活動度，以這種方法表示在圖上，即如圖二和圖三。

IX (0.31)
8.02 2.7 × 10⁷
1.12 ⑩ 8.0

N, S, I

圖二 甲點

VII
— 1.5 × 10⁴
0.55 ⑩ 6.6

N

圖三 乙點

使用上述方法，把許多地點之資料，填在圖上，即可以繪製各種等值線並可做地震分帶 (Seismic zoning)，一目瞭然地了解各地的地震活動度。不但可以互相比較同一期間內各地之地震活動而且可以比較不同期間之某地地震活動度隨着時間之變化。

四、結 語

本文試用一種類似化學公式或氣候表示公式來表示地震活動，希能定性地且定量地甚至於表示地震活動與地體構造之關係。這種新的表示方式包括許多有關地震活動之重要參數，但方法簡單明瞭且很容易記憶。

過去描寫某地點或某地區之地震活動度僅用上述參數中之一小部分而已，不够詳細，且不能互相比較，其活動之程度。本文所用的表示法，已網羅所有有關地震活動之參數，故世界各地如果都採用這種方法表示，不但便於互相比較各地的或不同期間的地震活動度，而且也很容易繪製地震分區圖，對於地震活動之研究，以及耐震工程設計上有莫大參考價值。

本文中採用 Santo 之地震分類型式，表示地震活動與地體構造之關係。唯一值得再檢討者為這種分類型式，待將來有更進一步分類法時再修改。

未來的工作係把過去所做的臺灣地區地震活動使用這種方式得以完成，並盼望能推廣至世界各地。

參 考 文 獻

1. Montesus de Ballore (1900): Introduction à une description séismique du globe et mesure de la séismicite, Beitr. zur Geophys.,

4, 331-382.

2. Sieberg, A. (1940): Erdbebenkunde, 481.

3. Knott, C. G. (1908): The physics of earthquake phenomena, 180.

4. Byerly, P. (1942): Seismology, 256.

5. Gutenberg, B. and C. F. Richter (1949): Seismicity of the Earth, 303.

6. Bullen, K. E. (1947): An introduction to the theory of seismology, 381.

7. Richter, C. F. (1958): Elementary seismology, 768.

8. Benioff, H. (1955): Seismic evidence for crustal structure and tectonic activity, Bull. Seis. Soc. Am., Spec. Paper 62, 61-75.

9. Amand, P. st. (1956): Two proposed measures of seismicity, Bull. Seis. Soc. Am., 46, 41-45.

10. Båth, M. (1956): A note on the measure of seismicity, Bull. Seis. Soc. Am., 46, 217-218.

11. Neilson, W. A., et al. (1960): Webster's new international dictionary of the English language, 3194

12. Ullmann, W. and R. Maaz (1967): A new determination of seismicity, Gerlands Beitr zur Geophys., 76, 315-320.

13. Stacey, F. D. (1969): Physics of the earth, 324.

14. Ríznichenko, Y. V. (1969): On quantitative determination and mapping of seismic activity, Annali di geofisica, Vol. 12, 2, 227-237.

15. Ríznichenko, Y. V. et al. (1969): Seismic activity and shakeability of the Appenninian region, Boll. di Geof. Teorica ed Applicata, Vol. 11. No. 43-44, 227-238.

16. Ríznichenks, Y. V. (1969): Problems in detailed studies of regional seismicity (Translated by J. Büchner) Izv., Earth Physics, No. 7, 3-20.

17. Tsufoi, C. (1958): Seismic activities in and near Japan, Contribution in Geophys., 87-112.

18. Hirono, T. (1960): Seismicity of Japan, Proc. 2nd World Confon Earthq. Eng., 1511-1521.

19. Tamaki, I. (1961): Seismicity relation to the crustal structure, with the special reference to Japan area, Mem. Osaka Inst. Tech., A, 7, 95.
20. Suzuki, Z. and K. Suzuki (1965): On space distribution of earthquakes, Sci. Rep. Tohoku Univ., 5, 17, 9-23.
21. Miyamura, S. (1962): Magnitude frequency relation of earthquakes and its bearing on geotectonics, Proc. Japan Acad., 38, 27-30.
22. Miyamura, S. (1969): The seismicity of Japan and the surrounding area, (Translated by Bücher) Izv., Earth Physics, No. 7, 21-50.
23. Katsumata, M. (1970): Seismicity and some related problems in and near the Japanese Islands, Kenshinjiho, Vol. 35, No. 3~4, 75-142.
24. Terashima, T. (1972): Quantification of seismicity, Bull. Intern. Inst. Seis. Earthq. Eng., Vol. 11, 33-41.
25. Sykes, L. R. (1966): The seismicity and deep structure of island arcs, J. G. R., Vol. 76, No. 12, 2981-3006.
26. Hamiltors, R. M. and A. W. Gale (1968): Seismicity and structure of north Island, New Zealand, J. G. R., Vol. 73, No. 12, 3859-3876.
27. Hatherton, T. et al. (1969): The relationship between andeside volcanism and seismicity in Indonesia, the Lesser Antilles, and the other island arcs, J. G. R., Vol. 74, No. 22, 5301-5310.
28. Katsumata, M. and L. R. Sykes (1969): Seismicity and tectonics of the western Pacific: Izu-Mariana-Caroline and Ryukyu-Taiwan regions, J. G. R., Vol. 74, No. 25, 5923-5948.
29. Miyamura, S. (1969): Seismicity of the Earth, Geophys. Monograph, No. 13, The earth's crust and upper mantle, Am. Geophys. Union, 115-124.
30. Hsu, M. T. (1971): Seismicity of Taiwan and some related problems, Bull. Intern. Inst. Seis. Earthq. Eng., Vol. 8, 41-160.
31. Hsu, M. T. (1973): Seismicity and tectonics of Taiwan-Philippine Arc, Bull. Inst. Geophys., National Central Univ., Vol. 13, 1-25.
32. Köppen, W. (1931): Grundriss der Klimakunde, 338.
33. Mogi, K. (1963): The fracture of a semi-infinite body caused by an inner stress origin and its relation to the earthquake phenomena, Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ., 41, 585-614.
34. Santo, T. (1972): Classification of earthquakes into seven types from the view of plate tectonics, Bull. Intern. Inst. Seis. Earthq. Eng., 9, 1-10.
35. Willmore, P. L. (1970): Manual of seismological observatory practice, Intern. Seis. Centre.

作者通訊處：中央氣象局測政組

雷達回波與降雨量之相關研究

—臺灣北部地區之颱風降雨量判別分析—

The Study of Correlation between Radar Echoes and Precipitation

—*The Discriminant Analysis of Typhoon Precipitation on
the Northern Region of Taiwan.*—

林 瑞 山

Ruey-Shan Lin

ABSTRACT

In the recent years, meteorologists have increasingly been aware of the importance of method of discriminant analysis, which presents advantages to not only weather forecasting but also meteorological statistics.

In view of the fact that Taiwan frequently suffers from floods as a result of heavy rainfalls caused by impending typhoon, tropical depression or other meteorological factors, the author made use of the characteristics of radar echoes to analyze those of the associated precipitation in northern Taiwan in attempt to facilitate a dependable method for announcing heavy rainfall warning.

Based on the characteristics of radar echoes, sampled from ten typhoons which invaded Taiwan area in a six-year period (1967-1972), and the spontaneous rainfall records observed in northern Taiwan, a discriminant equation of rainfall rate were derived as below:

$$L = 0.1065857X_1 + 0.0079534X_2 - 0.016437X_3 + 0.021331X_4 + 0.0084055X_5 \text{ Where}$$

L = discriminant value

X_1 = total area of dispersive precipitation echoes displayed on PPI scope

X_2 = maximum intensity of echoes

X_3 = maximum height of the top of echoes

X_4 = distance from typhoon center to Taipei

X_5 = speed of Typhoon movement

If the obtained L value is greater than 0.054638290978727, the precipitation intensity in north Taiwan will be below 20 mm/h' otherwise, the precipitation intensity in northern Taiwan will be above 20 mm/h.

Test showed this equation achieved an accuracy of 74%.

一、前言

氣象統計法過去應用於天氣預報時，通常均使用週期分析法，最小自乘法或相關法等以分析各種分波之移動狀態或找出各種氣象預報因素之相關，而求其迴歸方程式者較多，這些方法對於天氣預報業務上雖然極有幫助，但在天氣預報之精度上則尚未能達到理想程度。例如在預報未來之降雨狀態時，對於降雨有無之判斷雖然尚相當滿意，但對降雨之定量預報，其精密度甚低。近年來在氣象學界上，仍逐漸瞭解判別分析法之重要性，不但能判斷天氣預報，且對於氣象統計上有極大之幫助。

筆者鑑於歷年來臺灣受到颱風。熱帶性低氣壓及其他氣象因素之影響豪雨成災，洪水為害，生命財產損失不計其數，乃利用雷達回波特性資料，分析統計本省北部地區降雨量之定量判別，期能藉此發佈豪雨警報為目的。

茲根據過去六年間（民國 56 年至 61 年止），颱風侵襲或接近本省在雷達探測範圍內顯出颱風眼中心之 10 個颱風回波特性資料與同時間內北部地區之實際降雨量，統計結果而求得降雨判別方程式如下：

$$L = 0.0106857X_1 + 0.0079534X_2 \\ - 0.0164378X_3 + 0.0213331X_4 + 0.0084055X_5$$

但每小時觀測所得雷達回波總面積為 X_1 ，回波最強強度為 X_2 ，回波最高高度為 X_3 ，自臺北颱風眼中心之距離為 X_4 ，颱風眼中心之移動速度為 X_5 。經檢定結果成績極良好，達到 74 % 之準確確率。今後似可利用上述降雨判別方程式，預報颱風侵襲或接近本省時之北部地區降雨量之多寡，以資發佈颱風豪雨警報之依據，提高預報準確率。

二、降雨量判別因素之選定

中央氣象局自民國 56 年起 61 年止，所發佈之颱風警報計有 32 次，除了 57 年度之颱風因花蓮雷達於吉達颱風侵襲本省時氣象雷達受損無法觀測而未能獲得 8 次颱風資料外，其他 24 次均列入調查統計對象。判別分析預報因素之選定，依據 ① 物理性質與氣象觀察 ② 判別預報之相關狀態 ③ 氣象各因素間之

同時關係等分別予以考慮之。經調查分析結果，符合上述觀念之颱風計有 56 年之葛業拉 (Clara)，瑪芝 (Marge)，吉達 (Gilda)，58 年之貝蒂 (Betty)，艾爾西 (Elsie)，芙勞西 (Flossi)，60 年之娜定 (Nadine)、艾妮絲 (Agnes)，貝絲 (Bess)，61 年之貝蒂 (Betty) 等 10 個颱風。

根據判別分析法之理論及上述所選定之雷達回波特性因數，我們已找出 5 個特性因素，即每小時觀測所得回波總面積為 X_1 ，回波最強強度為 X_2 ，回波最高高度為 X_3 ，臺北至颱風眼中心距離為 X_4 ，颱風眼中心移動速度為 X_5 。茲略述其處理方法如下：(1) 回波總面積可利用「修正極線測面器 (Compensating Polar Planimeter)」測定之。因 59 年 8 月 31 日 0900 Z 時以前之傳真圖格式係為颱風警報用略圖，雖然在比例上與現時所用之詳細圖有差別，但為符合統計一致起見，全部換算為現時所用之比例圖格式所表示之數值。颱風登陸本省或遠離本省而颱風眼在螢光幕上消失或移出，無法測出其眼中心時，雖然東部沿海尚有降雨回波存在，但因 X_4 及 X_5 已失去其意義，故不予考慮。利用「修正極線測面器」時，須要統一規定於最適當之：1:200 比例定點測量之，如是其所測出之 1 單位面積略等於實際面積 1080 平方公里。(2) 回波強度之測定，須利用雷達上之「衰減器 (Attenuator)」找出最強強度處，所得之強度均屬於 3db, 6db, 9db……等，即以 3db 為 1 階段測量表示之。但因回波強度與距離之平方成反比，需經修正之必要。一般都利用 Probert-Jones 所採用之雷達方程式：

$$\bar{P}_r = \frac{\pi^2}{2^{10} \log_e 2} \cdot \frac{P_t h}{\lambda^2 \theta_1^2} \cdot \frac{1}{r^2} \left| \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \right|^2 \Sigma D^6$$

經計算製成圖表換算之。又因所計出之降雨量單位為 inch/hour，為便與北部地區實際降雨量比較起見，均改為 mm/hour，在觀念上及統計上較方便。(3) 每次自雷達儀 RHI 電幕所測出之最高高度，須考慮地球曲率半徑，電波在一般標準大氣中進行時之彎曲率及電波波束之半角高度等因素，經過修正後始得到實際之回波最高高度。計算統計時以百呎為單位表示之。茲列舉其修正表如下：

距 離 (哩)	修 正 值 (呎)	距 離 (哩)	修 正 值 (呎)	距 離 (哩)	修 正 值 (呎)	距 離 (哩)	修 正 值 (呎)	距 離 (哩)	修 正 值 (呎)
5	-500	30	-2500	55	-3800	80	-4200	105	-3900
10	-1000	35	-2800	60	-3900	85	-4200	110	-3700
15	-1400	40	-3200	65	-4000	90	-4200	115	-3500
20	-1800	45	-3400	70	-4100	95	-4100	120	-3200
25	-2200	50	-3600	75	-4100	100	-4000	125	-2800

(4)北部地區與颱風中心之距離，亦與北部地區實際降雨量，有密切的關係。每次颱風侵襲時，自颱風眼中出現開始，測出每小時颱風眼中心與北部地區（可設臺北為中心）之距離，以哩為單位表示之。(5)颱風中心之移動速度，又是重要因素之一。例如 58 年 10 月 1 日美勞西颱風，其回波強度或回波總面積雖然較其他颱風沒有什麼特色，但由於其進行狀態特殊，有時旋轉，有時後退，有時滯溜等現象，進行極緩慢且變化多端，導致北部地區連續性豪雨造成甚大災害。可見颱風眼中心之進行速度對於降雨量有很大的影響。以上所選定之因素經整理結果獲得〔表一〕。

三、判別方程式之實際計算

首先根據〔表一〕所列資料，重新分組以北部地區實際降雨量 20 mm/h 以下者之 X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 為 A 組，20 mm/h 以上者之 X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 為 B 組。為統計方便起見 $X_1(A), X_2(A), X_3(A), X_4(A), X_5(A)$ 之各 n_1 個資料及 $X_1(B), X_2(B), X_3(B), X_4(B), X_5(B)$ 之各 n_2 個資料，均換算為對數 10g 表示以利統計。

根據上述資料，共有 149 組次觀測資料，經統計其平均值 $\bar{X}_1(A), \bar{X}_2(A), \dots, \bar{X}_5(A)$ 及 $\bar{X}_1(B), \bar{X}_2(B), \bar{X}_3(B), \dots, \bar{X}_5(B)$ 獲得如下：

$$\bar{X}_1(A) = \sum_{i=1}^{n_1} X_{i1}(A) / n_1 = 1.7203$$

$$\bar{X}_2(A) = \sum_{i=1}^{n_1} X_{i2}(A) / n_1 = 1.3947$$

$$\bar{X}_3(A) = \sum_{i=1}^{n_1} X_{i3}(A) / n_1 = 1.4996$$

$$\bar{X}_4(A) = \sum_{i=1}^{n_1} X_{i4}(A) / n_1 = 2.1513$$

$$\bar{X}_5(A) = \sum_{i=1}^{n_1} X_{i5}(A) / n_1 = 0.9916$$

$$\bar{X}_1(B) = \sum_{j=1}^{n_2} X_{j1}(B) / n_2 = 1.5500$$

$$\bar{X}_2(B) = \sum_{j=1}^{n_2} X_{j2}(B) / n_2 = 1.1221$$

$$\bar{X}_3(B) = \sum_{j=1}^{n_2} X_{j3}(B) / n_2 = 1.4957$$

$$\bar{X}_4(B) = \sum_{j=1}^{n_2} X_{j4}(B) / n_2 = 2.0357$$

$$\bar{X}_5(B) = \sum_{j=1}^{n_2} X_{j5}(B) / n_2 = 0.8817$$

尚須計算以 A 組及 B 組兩組各因素之平方和及乘積和，首先計算 A、B 兩組之平方和：

$$\therefore S_{KK} = S_{KK}(A) + S_{KK}(B) = \sum_{i=1}^{n_1} [X_{Ki}(A)$$

$$- \bar{X}_K(A)]^2 + \sum_{j=1}^{n_2} [X_{Kj}(B) - \bar{X}_K(B)]^2$$

$$\therefore S_{11} = S_{11}(A) + S_{11}(B) = 10.91960119$$

$$S_{22} = S_{22}(A) + S_{22}(B) = 34.74095510$$

$$S_{33} = S_{33}(A) + S_{33}(B) = 1.62238499$$

$$S_{44} = S_{44}(A) + S_{44}(B) = 5.71775494$$

$$S_{55} = S_{55}(A) + S_{55}(B) = 13.3182657$$

其乘積和之求法如下：

$$\therefore S_{K\ell} = S_{K\ell}(A) + S_{K\ell}(B) = S_{K\ell}(A) + S_{K\ell}(B)$$

$$= \sum_{i=1}^{n_1} [X_{Ki}(A) - \bar{X}_K(A)][X_{\ell i}(A)$$

$$- \bar{X}_\ell(A)] + \sum_{j=1}^{n_2} [X_{Kj}(B)$$

$$- \bar{X}_K(B)][X_{\ell j}(B) - \bar{X}_\ell(B)]$$

$$(但 K \neq \ell K=1, 2, 3, \dots, P)$$

$$\therefore S_{12} = S_{12}(A) + S_{12}(B) = 6.10767925$$

$$S_{13} = S_{13}(A) + S_{13}(B) = 1.13834355$$

$$S_{14} = S_{14}(A) + S_{14}(B) = 1.05075391$$

$$S_{15} = S_{15}(A) + S_{15}(B) = 0.77546580$$

$$S_{23} = S_{23}(A) + S_{23}(B) = 2.27180719$$

$$S_{24} = S_{24}(A) + S_{24}(B) = -2.75632089$$

$$\begin{aligned} S_{25} &= S_{52} = S_{25}(A) + S_{25}(B) = 2.39799006 \\ S_{34} &= S_{43} = S_{34}(A) + S_{34}(B) = -0.46437207 \\ S_{35} &= S_{53} = S_{35}(A) + S_{35}(B) = 1.29072068 \\ S_{45} &= S_{54} = S_{45}(A) + S_{45}(B) = -0.36319447 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} S_{11}\lambda_1 + S_{21}\lambda_2 + S_{31}\lambda_3 + S_{41}\lambda_4 + S_{51}\lambda_5 = \bar{X}_1(A) - \bar{X}_1(B) \\ S_{12}\lambda_1 + S_{22}\lambda_2 + S_{32}\lambda_3 + S_{42}\lambda_4 + S_{52}\lambda_5 = \bar{X}_2(A) - \bar{X}_2(B) \\ S_{13}\lambda_1 + S_{23}\lambda_2 + S_{33}\lambda_3 + S_{43}\lambda_4 + S_{53}\lambda_5 = \bar{X}_3(A) - \bar{X}_3(B) \\ S_{14}\lambda_1 + S_{24}\lambda_2 + S_{34}\lambda_3 + S_{44}\lambda_4 + S_{54}\lambda_5 = \bar{X}_4(A) - \bar{X}_4(B) \\ S_{15}\lambda_1 + S_{25}\lambda_2 + S_{35}\lambda_3 + S_{45}\lambda_4 + S_{55}\lambda_5 = \bar{X}_5(A) - \bar{X}_5(B) \end{cases}$$

上式係爲五元一次聯立方程式，其解法可利用行列式解之。即由上述 S_{KK} 及 S_{Kl} 等資料代入上式，首先求出 Δ , Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , Δ_4 , Δ_5 等行列式值，各可得如下：

$$\begin{cases} \Delta = 30644.73167418316 \\ \Delta_1 = 327.4602208725035 \\ \Delta_2 = 243.7301114399080 \\ \Delta_3 = -503.7332668578431 \\ \Delta_4 = 653.7472163542884 \\ \Delta_5 = 257.5842472292587 \end{cases}$$

其未知數 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ 可求得

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{\Delta_1}{\Delta} = 0.010685693852831 \\ \lambda_2 &= \frac{\Delta_2}{\Delta} = 0.007953409872576 \\ \lambda_3 &= \frac{\Delta_3}{\Delta} = -0.016437842308869 \\ \lambda_4 &= \frac{\Delta_4}{\Delta} = 0.021333102971987 \\ \lambda_5 &= \frac{\Delta_5}{\Delta} = 0.008405498536189 \\ \therefore L &= 0.0106857X_1 + 0.0079534X_2 \\ &\quad - 0.0164378X_3 + 0.0213331X_4 \\ &\quad + 0.0084055X_5 \end{aligned}$$

上式係根據過去 6 年間侵襲本省之颱風特性資料所求出之北部地區降雨量判別方程式。不過本方程式之信賴度如何，實際有必要檢討其平均值 $\bar{L}(A)$, $\bar{L}(B)$ 與標準偏差 $S \cdot D \cdot \{L(A)\}$ 之妥當性。按照判別方程式理論所求出之判別方程式 L ，係指 P 個氣象預報因素即 X_1, X_2, \dots, X_5 等所形成之 P 次元

今設判別方程式爲 $L = \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \lambda_3 X_3 + \lambda_4 X_4 + \lambda_5 X_5$ ，因式中之 5 個係數 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ 爲判別方程式 L 之各項係數，故其解法可先組成下列聯立方程式後求之。即：

空間，而盡量分離爲 A, B 兩組所劃出之平面。今設 n_1 個 A 組因素值爲 $X_{11}(A), X_{21}(A), \dots, X_{p1}(A)$ ，代入判別方程式 $L = \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \lambda_3 X_3 + \lambda_4 X_4 + \lambda_5 X_5 + \dots + \lambda_P X_P$ 式，而計算 $L_1(A), L_2(A), \dots, L_{n_1}(A)$ ，然後再求出其平均值 $\bar{L}(A)$ 與 $\bar{L}(B)$ 及其標準差。 $\bar{L}(A)$ 及其標準偏差 $S \cdot D \cdot \{L(A)\}$ 可寫爲如下：

$$\bar{L}(A) = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} L_i(A)}{n_1}$$

$$S \cdot D \cdot \{L(A)\} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} [L_i(A) - \bar{L}(A)]^2}{n_1}}$$

同理 B 組之 $\bar{L}(B)$ 及其標準偏差 $S \cdot D \cdot \{L(B)\}$ 亦可寫爲如下：

$$\bar{L}(B) = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} L_j(B)}{n_2}$$

$$S \cdot D \cdot \{L(B)\} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_2} [L_j(B) - \bar{L}(B)]^2}{n_2}}$$

若 $|\bar{L}(A) - \bar{L}(B)|$ 愈大而 $[S \cdot D \cdot \{L(A)\}]^2 + [S \cdot D \cdot \{L(B)\}]^2$ 愈小時，判別方程式 L 始能獲得良好的判別。今假定 $\bar{L}(A) > \bar{L}(B)$ 時，其判別值 $\bar{L}(A, B)$ 可由下式求出：

$$\bar{L}(A, B) = \frac{n_1 \bar{L}(A) + n_2 \bar{L}(B)}{n_1 + n_2}$$

由上式可知 $L > \bar{L}(A, B)$ 者均屬於 A 組而 $L < \bar{L}(A, B)$ 者均屬於 B 組。 $\bar{L}(A) < \bar{L}(B)$ 時可相反判定。

現在把上述各係數代入判別方程式時，所求出之 A, B 各組內之平均值 $\bar{L}(A), \bar{L}(B)$ 即得：

$$\bar{L}(A) = \lambda_1 \bar{X}_1(A) + \lambda_2 \bar{X}_2(A) + \lambda_3 \bar{X}_3(A) + \lambda_4 \bar{X}_4(A) + \lambda_5 \bar{X}_5(A) = 0.059053828330047$$

$$\bar{L}(B) = \lambda_1 \bar{X}_1(B) + \lambda_2 \bar{X}_2(B) + \lambda_3 \bar{X}_3(B) + \lambda_4 \bar{X}_4(B) + \lambda_5 \bar{X}_5(B) = 0.051823992447281$$

我們已知 $\bar{L}(A) > \bar{L}(B)$ ，其判別值 $\bar{L}(A, B)$ 可由下列式求得：

$$\begin{aligned} \bar{L}(A, B) &= \frac{n_1 \bar{L}(A) + n_2 \bar{L}(B)}{n_1 + n_2} = \frac{(58)(0.059053828330047) + (91)(0.051823992447281)}{58 + 91} \\ &= 0.054638290978827 \end{aligned}$$

因 $\bar{L}(A) > \bar{L}(B)$ ，即：

$0.059053828330047 > 0.051823992447281$ ，故本題所求出之判別方程式，可利用過去或未來之颱風資料代入後求其判別值 L ，若 $L > 0.054638290978827$ 者均可判別為 A 組，即其降雨量屬於 20 mm/h 以下者。若 $L < 0.054638290978827$ 者均可判別為 B 組，即其降雨量屬於 20 mm/h 以上者。茲將過去 6 年間所侵襲本省之 10 個颱風之每小時資料一一代入判別方程式，所得之分類與依本省北部地區同時間內之實際降雨量分類比較表，略列於〔表二〕：

四、判別成績及其檢討

判別	實況	A	B	計
A		41	22	63
B		17	69	86
計		58	91	149

上表係將最近 6 年來侵襲或接近本省時之 10 個颱風 149 次觀測資料代入判別方程式判別所得類別與本省北部地區同時間內實際降雨情況分類結果之成績對照表。即由判別方程式判別為 A 組而實際降雨情況又屬於 A 組者有 41 次。判別為 A 組而實況屬於 B 組者 22 次。判別為 B 組而實況又屬於 B 組者有 69 次之多。判別為 B 組而實況為 A 組者僅 17 次。由此綜合而言，依判別方程式所判定之準確率為

$$\frac{41+69}{149} = \frac{110}{149} \div 74\%$$

茲再進一步深入分析，將 10 個颱風個別按照上述判別與實況對應檢定，其結果，得如下表所示：

颱風名稱	判別成績
葛萊拉 (Clara)	$\frac{2+0}{2} = \frac{2}{2} = 100\%$
瑪芝 (Marge)	$\frac{9+0}{11} = \frac{9}{11} = 82\%$
吉達 (Gilda)	$\frac{14+0}{19} = \frac{14}{19} = 74\%$
貝蒂 (Betty)	$\frac{0+6}{8} = \frac{6}{8} = 75\%$
艾爾西 (Elsie)	$\frac{4+5}{13} = \frac{9}{13} = 69\%$

芙勞西 (Flossie)	$\frac{0+38}{42} = \frac{38}{42} = 91\%$
娜定 (Nadine)	$\frac{3+2}{10} = \frac{5}{10} = 50\%$
艾妮絲 (Agness)	$\frac{2+9}{15} = \frac{11}{15} = 73\%$
貝絲 (Bess)	$\frac{4+0}{12} = \frac{4}{12} = 33\%$
貝蒂 (Betty)	$\frac{3+9}{17} = \frac{12}{17} = 71\%$

由上表可知，10 颱風中判別成績較差者有 60 年 7 月 25 日之娜定颱風之 50% 及 60 年 9 月 22 日之貝絲颱風之 33%，實有檢討之必要。(A) 娜定颱風於 7 月 20 日 1800 Z 在馬利安那羣島西方海面生成為熱帶性低氣壓後，22 日 0600 Z 即變為中度颱風，至 23 日 1200 Z 時已發展為強烈颱風，以 300 km 之暴風半徑一直向西北進行。如果根據上述颱風報告，似乎很標準的颱風資料，不過尚無法知道降雨之多寡，實有依靠雷達回波特性分析之必要。此颱風眼中心於 7 月 25 日 0450 Z 出現於 PPI 電幕上，經偵測其中心位於 21.8°N 123.7°E 之海面上，一直向西北西進行，由臺東，新港之間登陸。根據回波特性資料判別時，在 10 次觀測資料中，5 次發生判別錯誤，大部份經判別為 B 組而實際則屬於 A 組。可見這回波特性資料雖屬於豪雨形之 B 組標準颱風，但實際上對本省北部則未形成豪雨。經查檢其雷達回波形態及其進行方向結果，得知這颱風降雨回波之大部份均通過東南部或中南部，對於北部地區並未構成威脅。這表示眼中心至臺北距離 X_4 因素一項，無法抵消其他 X_1, X_2, X_3, X_4 等因素所致。又判別成績中，判別 A 實際為 A 及判別 B 實際為 B 之次數為 2:3。可見此颱風俱有 A 及 B 組之因素，其因素可能位於 A 及 B 組之境界附近徘徊，實屬於難判別之颱風。(B) 貝絲颱風於 9 月 17 日 0000 Z 在馬利安那羣島東北方海面生成為熱帶性低氣壓後，170600 Z 為輕度 180000 Z 為中度，至 191200 Z 發展為強烈颱風以 300 km 之暴風半徑，一直向西北西進行，其颱風動態除了登陸地點為東北部之三貂角附近以外，其他資料完全與娜定颱風一致，可以認為侵襲本省北部之一代表性之強烈颱風。不過根據回波特性資料，實際找不出屬於 A 之因素，經查回波區始知其眼直徑大至 69.4 哩 ((128 公里)，為過去所罕見者。此颱風自本省東北角之三貂角登陸後，按照其移動

速度計算須經過約 5 小時，北部地區始可脫離其龐大之眼直徑，在這時間內實無法測出降雨量，這即影響判別為 B 組而實際為 A 組之判別不確之最大原因。

不管每小時之判別與實況之比較成績如何，茲試將由另一角度分析，以颱風為單位判別所得綜合預報成績如下表所示。

颱風名稱	判 別 結 果			實 際 狀 況		
	判別 A 組次數	判別 B 組次數	應屬於何組	實際 A 組次數	實際 B 組次數	應屬於何組
葛 萊 拉 (Clara)	2	0	A	2	0	A
瑪 芝 (Marge)	10	1	A	10	1	A
吉 達 (Giida)	19	0	A	14	5	A
貝 蒂 (Betty)	0	8	B	2	6	B
艾 爾 西 (Elsie)	8	5	A	4	9	B
芙 勞 西 (Flossie)	4	38	B	0	42	B
娜 定 (Nadine)	4	6	B	7	3	A
艾 妮 絲 (Agness)	6	9	B	2	13	B
貝 絲 (Bess)	4	8	B	12	0	A
貝 蒂 (Betty)	6	11	B	5	12	B

由上表可知，除了娜定颱風及貝絲颱風各屬於判別為 B 組而實際為 A 組之原因，已於如上述詳細分析過以外，我們尚發現到艾爾西颱風之判別為 A 組而實際為 B 組之逆現象問題。本來按照每小時觀測資料一一分析時，此颱風之判別成績尚達到 69%，不過判別為 A 組而實際又為 A 組與判別為 B 組而實際又為 B 組之比數為 4:5，似乎與娜定颱風之 3:2，略有相同現象。即此颱風之 A 組及 B 組之因素均存在，而位於 A、B 組之境界附近徘徊，屬於難判別另一個颱風例子。不過我們有應該將此颱風之回波圖詳細分析之必要。根據雷達回波圖可知，此颱風眼中心出現於 58 年 9 月 26 日 0255 Z 時，其暴風半徑看走來似乎來頭不小，有 350 公里之大。雖然如此，但至 0855 Z 應該要出現之後半降雨回波區，一直未有出現。至 1000 Z 雖然後半部回波逐漸開始出現，但僅露出一・二條螺旋帶以外，其他都是空虛的無降雨區，與一般之颱風形態完全不一樣。這即表示高度不高並且回波面積不大等因素影響判別為 A 組。為何如此屬於 A 組因素資料會導致本省北部地區之實際降雨量屬於 B 組呢？這即因上述之颱風後半部降雨區雖然僅有一・二條之螺旋帶，但自颱風眼顯

出起至登陸花蓮、宜蘭間止，此螺旋帶之流量均向北部地區集中，而成為 B 組豪雨之主因。這種情形實無法直接由資料形態察知。

綜合而言，列於成績最劣之娜定颱風、貝絲颱風及艾爾西颱風，經分析結果我們可知，勿論判別為 A 而實際為 B，或判別為 B 而實際為 A，判別後為慎重起見，應該重新查看回波形態及考慮其流向情形作為判別參考。

五、結 論

(1)根據過去六年間(民國 56 年至 61 年止)颱風侵襲或接近本省時進入雷達探測範圍內，顯出颱風眼中心 10 個颱風 149 次回波特性的資料與同時間內本省北部地區實際降雨量，經統計結果獲得如下判別式：

$$L = 0.0106857X_1 + 0.0079534X_2 - 0.0164378X_3 + 0.0213331X_4 + 0.0084055X_5$$

其檢定成績極良好，達到 74%之準確率。此後可利用此判別方程式預報未來任意之颱風侵襲本省時，北部地區降雨量之多寡，供預報單位作為豪雨預報之依據。

(2)花蓮雷達站因歷史尚短，過去所獲得回波特性資料雖然不多，但其分析統計過程甚複雜，並且須求至小數位第7位以下始能提高判別方程式之準確率。又因過去世界各國之雷達觀測法，未能統一執行，例如傳真圖之規格、回波強度之標準、距離或速度之單位、高度之修正法等，曾有數次之改變，為使方便統一計算起見，全部改為現行之標準值，故導致增加調查及統計之換算工作。

(3)所得判別方程式係以每小時之颱風回波特性資料代入於此式，判別本省北部地區降雨量之多寡。在颱風觀測進行中，雖然可隨時執行判別工作，不過每小時之前後判別結果未免有變動。最好還是以每小時連續判別後，以次數最多者可當該整個颱風之降雨量判別。

(4)判別結果勿論A組或B組，為慎重起見應該重新查看回波形態及考慮其流向情形作為判別參考。

表一：颱風侵襲本省時雷達回波特性及北部地區之實際平均降雨量表

Table 1: The table of radar echoes distinctive character and actual average precipitation on the northern region of Taiwan.

颱風名稱	觀測年月日時 (Z)	回波總面積 (1=1080km ²)	回波強度 (mm/h)	最高高度 (1=100feet)	眼中心至 臺北距離 (N. Mi)	進行速度 (KTS)	北部地區7處 平均降雨量 (mm/h)
葛萊拉 (Clara)	1967.07 101758Z	57.8	203.2	53.0	152	9	1.5
	101910Z	65.4	330.2	62.0	143	8	7.5
瑪芝 (Marge)	1967.08 290100Z	19.8	68.6	17.0	222	22	1.6
	290200Z	36.5	121.9	33.0	210	19	0.4
	290300Z	30.4	130.0	30.0	194	17	1.0
	290400Z	38.0	157.5	27.0	182	16	1.3
	290500Z	42.6	155.0	37.0	171	16	0.9
	290600Z	50.2	154.9	47.0	143	16	23.3
	291000Z	62.3	165.1	42.5	120	16	0.6
	291100Z	48.6	234.9	45.0	97	12	5.6
	291200Z	41.0	304.8	47.5	86	15	1.9
	291400Z	19.8	330.2	44.7	72	7	9.5
	291500Z	13.7	194.4	41.9	46	13	7.9
吉達 (Gilda)	1967.11 170700Z	114.0	76.2	33.0	231	6	6.2
	170800Z	118.6	43.2	26.0	225	6	7.2
	170930Z	121.6	43.2	34.3	210	7	7.4
	171000Z	107.9	50.4	28.5	210	0.1	10.2
	171100Z	95.8	38.1	29.5	208	7	5.4
	171200Z	115.5	53.4	27.0	206	6	10.0
	171300Z	112.5	76.2	26.0	202	6	16.6
	171400Z	120.0	25.4	29.0	199	6	14.0
	171500Z	109.4	66.0	27.0	195	6	9.8
	171630Z	114.0	53.3	26.3	187	7	10.0
	171700Z	104.9	40.6	25.5	183	5	10.4
	171800Z	101.8	38.1	26.5	164	7	8.5
	171900Z	95.8	27.9	27.5	155	6	5.6
	172000Z	112.5	35.6	32.0	139	11	20.5

	172100Z	120.1	45.7	28.2	129	12	34.0
	172200Z	114.0	129.5	30.5	121	12	25.6
	172300Z	94.9	101.6	35.5	111	11	16.8
	180000Z	112.5	119.4	34.0	100	11	42.4
	180100Z	101.8	71.2	34.0	90	12	35.4
貝 蒂 (Betty)	1969.08 071748Z	28.9	55.9	31.7	102	15	16.0
	071850Z	22.8	22.9	31.1	92	10	17.6
	071953Z	28.9	33.0	39.9	85	10	45.1
	072048Z	28.9	40.6	41.9	76	10	94.7
	072148Z	28.9	40.6	39.0	67	8	62.0
	072251Z	31.9	40.6	37.9	58	9	123.0
	072348Z	33.4	40.6	21.5	48	14	81.2
	080053Z	24.3	68.6	33.9	40	14	65.7
艾 爾 西 (Elsie)	1969.09 260255Z	72.0	43.2	25.9	190	19	2.4
	260400Z	80.0	50.8	26.1	182	18	12.9
	260447Z	77.0	33.0	33.2	174	11	21.3
	260550Z	83.0	33.0	34.7	171	9	11.3
	260656Z	75.0	33.0	36.2	165	8	9.8
	260753Z	79.9	27.9	31.4	155	13	34.0
	260855Z	75.0	11.7	33.2	139	16	41.5
	261000Z	68.0	11.9	30.4	127	9	49.3
	261105Z	66.0	55.9	26.8	111	9	89.4
	261155Z	76.0	35.6	22.0	97	20	100.8
	261253Z	71.0	53.3	37.6	81	12	95.1
	261412Z	73.0	20.3	21.0	74	19	90.9
	261523Z	33.0	15.0	33.5	55	18	119.7
芙 勞 西 (Filossie)	1969.10 012055Z	30.0	9.7	35.2	224	9	38.9
	012200Z	31.0	6.6	44.1	206	16	39.9
	012255Z	31.0	8.9	37.9	208	9	44.7
	020000Z	30.0	6.6	36.1	201	7	43.8
	020105Z	34.0	9.1	44.2	185	13	62.4
	020155Z	32.0	10.9	37.0	188	3	74.6
	020250Z	35.0	4.1	28.2	173	17	66.5
	020358Z	45.0	17.0	19.2	164	4	70.8
	020457Z	48.0	13.0	34.1	153	12	50.5
	020550Z	50.0	9.1	29.5	144	8	40.3
	020704Z	47.0	14.2	30.5	134	7	69.7
	020749Z	37.0	8.9	29.0	130	7	65.0
	020846Z	31.0	9.1	30.8	129	5	53.2
	020950Z	33.0	9.4	32.9	129	2	83.8
	021052Z	24.0	6.6	20.8	129	2	68.2

	021143Z	26.0	8.1	17.9	125	2	69.7
	021250Z	19.0	6.1	22.8	123	2	80.7
	021344Z	18.0	3.6	18.9	118	7	53.9
	021448Z	16.0	6.4	24.5	116	2	69.7
	021548Z	16.0	7.1	21.8	113	3	68.3
	021654Z	18.0	6.9	21.6	114	3	64.1
	021758Z	19.0	10.2	22.6	111	3	60.2
	022000Z	18.0	7.4	27.2	104	5	38.2
	022055Z	13.0	5.6	26.8	99	8	44.1
	022155Z	14.0	6.4	27.5	95	8	69.7
	022256Z	14.0	9.4	33.2	86	6	58.2
	022350Z	20.0	7.6	32.2	85	3	54.7
	030106Z	14.0	6.9	22.8	83	5	74.5
	030154Z	15.0	5.6	26.8	81	9	77.6
	030256Z	14.0	7.6	31.2	76	8	68.2
	030351Z	21.0	6.4	21.8	72	6	76.6
	030451Z	20.0	14.2	28.8	70	4	76.1
	030550Z	18.0	15.2	27.8	63	6	67.1
	030650Z	23.0	14.6	28.6	63	5	76.5
	030848Z	26.0	10.2	22.6	69	2	85.8
	030943Z	21.0	24.9	24.6	72	4	60.4
	031057Z	26.0	30.5	41.4	79	5	57.1
	031200Z	30.0	12.4	23.4	83	4	57.0
	031255Z	27.0	13.2	26.9	88	4	36.9
	031345Z	32.0	13.0	27.0	90	2	34.5
	031505Z	30.0	11.7	28.8	90	2	38.8
	031543Z	32.0	20.6	26.0	90	2	49.0
娜 定 (Nadine)	1971.07 250450Z	11.0	4.3	23.8	229	22	22.1
	250550Z	10.0	4.8	19.5	220	11	76.6
	250650Z	15.0	3.3	17.5	211	7	11.5
	250810Z	15.0	3.8	32.0	192	17	4.1
	250849Z	26.0	2.2	24.6	183	15	19.8
	250948Z	23.0	4.3	31.1	164	23	26.0
	251049Z	62.0	4.1	31.0	174	13	3.6
	251146Z	57.0	6.9	32.8	167	8	6.3
	251600Z	76.0	15.7	31.8	141	11	1.7
	251700Z	45.0	5.3	37.9	130	8	10.2
艾 妮 絲 (Agness)	1971.09 172000Z	57.0	18.0	33.1	169	10	31.0
	172100Z	60.0	9.4	34.1	158	11	8.7
	172200Z	58.0	10.2	37.1	134	13	10.8
	172300Z	54.0	17.8	37.4	141	5	33.5
	180000Z	51.0	16.5	43.6	134	11	60.5
	180100Z	42.0	14.7	38.2	137	2	82.2

	180200Z	51.0	6.6	34.8	144	16	53.8
	180300Z	57.0	9.9	56.1	118	22	70.5
	180400Z	47.0	11.4	47.3	111	6	63.1
	180520Z	66.0	14.2	45.4	99	8	80.6
	180600Z	57.0	12.7	40.0	107	19	139.9
	180700Z	53.0	10.7	53.0	100	7	71.7
	180800Z	50.0	15.7	37.3	88	9	83.4
	180900Z	48.0	20.8	37.3	65	10	71.2
	181000Z	43.0	40.6	55.8	44	12	91.8
貝 (Bess) 絲	1971.09 220300Z	61.0	1.8	29.9	187	12	3.7
	220400Z	59.0	4.1	29.1	181	9	0.8
	220500Z	81.0	3.6	31.9	174	5	0.1
	220600Z	73.0	27.9	33.9	141	29	5.3
	220700Z	75.0	4.1	32.2	143	0.1	19.9
	220800Z	80.0	4.3	30.5	127	16	19.2
	220905Z	79.0	5.3	33.0	111	18	2.1
	221000Z	89.0	4.6	31.4	109	0.1	2.6
	221100Z	73.0	5.3	29.3	90	20	5.4
	221200Z	64.0	6.6	34.4	63	25	18.0
	221300Z	65.0	16.5	39.6	44	20	12.0
	221400Z	42.0	17.8	31.5	32	13	16.0
貝 (Betty) 蒂	1972.08 152300Z	14.0	15.2	25.9	222	12	1.3
	160000Z	15.0	13.0	23.9	218	12	2.5
	160100Z	10.0	7.1	35.6	204	14	2.9
	160200Z	14.0	3.3	30.0	199	12	6.6
	160300Z	21.0	4.6	29.9	181	21	12.4
	160400Z	21.0	7.2	26.8	165	12	20.7
	160500Z	27.0	5.4	31.7	162	9	32.3
	160600Z	46.0	3.6	34.5	153	14	48.5
	160700Z	56.0	9.4	38.6	146	8	34.9
	160800Z	73.0	12.5	38.6	134	19	42.8
	160900Z	75.0	18.3	34.2	130	7	45.0
	161000Z	72.0	23.9	39.1	118	18	48.2
	161100Z	56.0	15.8	40.3	104	15	73.3
	161200Z	49.0	15.5	37.1	95	12	70.9
	161300Z	28.0	5.1	36.0	92	11	74.7
	161400Z	43.0	3.6	34.9	76	18	54.3
	161500Z	36.0	6.3	30.8	74	6	82.7

表二：由判別式所判別之分類與實際降雨量所分類比較表

Table 2: The classified comparative table of precipitation between the discriminant equation and actual observation.

颱風名稱	觀測年月日時 (Z)	依據判別方程式所求出 L 值與判別值 \bar{L} (A, B) 即 0.054638290978827 之比較	依判別式分類	依實際降雨量分
葛萊拉 (Clara)	1967.07 101758Z 101910Z	0.063404117918550> 0.063541048555382>	A A	A A
瑪芝 (Marge)	1967.08 290100Z 290200Z 290300Z 290400Z 290500Z 290600Z 291000Z 291100Z 291200Z 291400Z 291500Z	0.069575398639594> 0.68612096863092> 0.067526190047808> 0.069164165995210> 0.066811678622808> 0.064205708654739> 0.064524016105322> 0.061160012819050> 0.060583421497762> 0.055487275806487> 0.048519498025708<	A A A A A A A A A A A B	A A A A A B A A A A A
吉達 (Gilda)	1967.11 170700Z 170800Z 170930Z 171000Z 171100Z 171200Z 171300Z 171400Z 171500Z 171630Z 171700Z 171800Z 171900Z 172000Z 172100Z 172200Z 172300Z 180000Z 180100Z	0.068950938665509> 0.068633404940660> 0.06692604198040> 0.060891768419722> 0.066141591654275> 0.068154526142551> 0.069348691727160> 0.064935773638472> 0.068125264884256> 0.067938850578964> 0.065407405091945> 0.064983850747805> 0.062278151077044> 0.063986076123332> 0.065681467651059> 0.067884502910985> 0.063993863924471> 0.064681795590410> 0.061772099119969>	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	A A A A A A A A A A A A A B B B A B B
貝蒂 (Betty)	1969.08 071748Z 071850Z 071953Z	0.036235947957053< 0.051086185581385< 0.050936584914947<	B B B	A A B

	072048Z	0.050267120742093<	B	B
	072148Z	0.048796924097174<	B	B
	072251Z	0.048552748811177<	B	B
	072348Z	0.052671825000089<	B	B
	080053Z	0.048069063794208<	B	B
艾 爾 西 (Elsie)	1969.09 260255Z	0.068985565084978>	A	A
	260400Z	0.069384186797671>	A	A
	260447Z	0.063782515793174>	A	B
	260550Z	0.062922305095800>	A	A
	260556Z	0.061389494196528>	A	A
	260753Z	0.063257596073784>	A	B
	260355Z	0.054366875489701<	B	B
	261000Z	0.053660858679143<	B	B
	261105Z	0.061518647987106>	A	B
	261155Z	0.063692709449914>	A	B
	261253Z	0.054408129694084<	B	B
	261412Z	0.054200409266903<	B	B
	261523Z	0.048192076670558<	B	B
芙 勞 西 (Flossie)	1969.10 012055Z	0.056368725429602>	A	B
	012200Z	0.054607803064289<	B	B
	012255Z	0.054011625978949<	B	B
	020000Z	0.052937607962542<	B	B
	020105Z	0.054624930345945<	B	B
	020155Z	0.051082087041444<	B	B
	020250Z	0.054621080381981<	B	B
	020358Z	0.058566288680741>	A	B
	020457Z	0.057305811154561<	A	B
	020550Z	0.054258348480952<	B	B
	020704Z	0.055114703693079>	A	B
	020749Z	0.052469105025958<	B	B
	020846Z	0.049995682428401<	B	B
	020950Z	0.046581897103577<	B	B
	021052Z	0.047155196291000<	B	B
	021143Z	0.049014395723560<	B	B
	021250Z	0.04470388961267<	B	B
	021344Z	0.048311742492366<	B	B
	021448Z	0.043015478617042<	B	B
	021548Z	0.045444586925696<	B	B
	021654Z	0.046037093988084<	B	B
	021758Z	0.047071051086261<	B	B
	022000Z	0.045649438949691<	B	B
	022055Z	0.044541999066963<	B	B
	022155Z	0.044781409804574<	B	B

	022256Z	0,042792781595882<	B	B
	022350Z	0,041291180926520<	B	B
	030106Z	0,043413049244968<	B	B
	030156Z	0,043778056930948<	B	B
	030256Z	0,042405118960326<	B	B
	030351Z	0,044701742631795<	B	B
	030451Z	0,043500073795391<	B	B
	030550Z	0,044002658125220<	B	B
	030650Z	0,044131681890682<	B	B
	030848Z	0,042840948533077<	B	B
	030943Z	0,047052703227408<	B	B
	031057Z	0,046702651738616<	B	B
	031200Z	0,047974711637566<	B	B
	031235Z	0,047248435748597<	B	B
	031345Z	0,045632418481290<	B	B
	031505Z	0,044509488637586<	B	B
	031543Z	0,047492681069671<	B	B
娜 (Nadine) 定	1971.07 250450Z	0,055163630638499>	A	B
	250550Z	0,053622886656757<	B	B
	250650Z	0,052947067620042<	B	A
	250810Z	0,051490234540218<	B	A
	250849Z	0,053131961777251<	B	A
	250948Z	0,054627090334267<	B	B
	251049Z	0,056671191240477>	A	A
	251146Z	0,055524298585154>	A	A
	251600Z	0,059515512663154>	A	A
	251700Z	0,050164518079941<	B	A
艾 妮 絲 (Agness)	1971.09 172000Z	0,059698211155688>	A	B
	172100Z	0,057203418945167>	A	A
	172200Z	0,055807940169196>	A	A
	172300Z	0,054326305951883<	B	B
	180000Z	0,055111454384865>	A	B
	180100Z	0,048727000547792<	B	B
	180200Z	0,055590562752479>	A	B
	180300Z	0,053415235789749<	B	B
	180400Z	0,048915519971986<	B	B
	180520Z	0,051531531690298<	B	B
	180600Z	0,055249267189923>	A	B
	180700Z	0,048038503296990<	B	B
	180800Z	0,051333865397982<	B	B
	180900Z	0,049693102215676<	B	B
	181000Z	0,045669974066682<	B	B

貝 (Bess) 絲	1971.09 220300Z	0.054386108232745<	B	A
	220400Z	0.055918060741025>	A	A
	220500Z	0.053771162051696<	B	A
	220600Z	0.064396222333460>	A	A
	220700Z	0.046104049081190<	B	A
	220800Z	0.055977382606435>	A	A
	220905Z	0.055264269269366>	A	A
	221000Z	0.044961310053084<	B	A
	221100Z	0.054183340667244<	B	A
	221200Z	0.050694629716985<	B	A
	221300Z	0.048789138578819<	B	A
	221400Z	0.044132480937803<	B	A
貝 (Betty) 蒂	1972.08 152300Z	0.05754181781074>	A	A
	160000Z	0.057727501279077>	A	A
	160100Z	0.050859239615802<	B	A
	160200Z	0.050204264311784<	B	A
	160300Z	0.054720317324963>	A	A
	160400Z	0.053849569955313<	B	B
	160500Z	0.051601752201609<	B	B
	160600Z	0.053154511683248<	B	B
	160700Z	0.054104286333871<	B	B
	160800Z	0.058681062877748>	A	B
	160900Z	0.057061807591181>	A	B
	161000Z	0.059388665197177>	A	B
	161100Z	0.054541389672256<	B	B
	161200Z	0.052992045560795<	B	B
	161300Z	0.046157388776334<	B	B
	161400Z	0.047193982088781<	B	B
	161500Z	0.044934928829427<	B	B

參 考 文 獻

- (1) 中央氣象局颱風報告資料
- (2) 鈴木榮一 (1969): 氣象統計學, 地人書館株式會社發行, 日本
- (3) E. Suzuki (1962): "What is discriminant analysis" Note of meteorological Research vol. 13. No. 2.
- (4) E. Suzuki (1963): "statistical study on the amount of precipitation", part 1~part 14.
- (5) Jorda, C. L. (1960): "Spwinds for the eye wall of hurricane Daisy of 1958." Proc. 8th Weather Radar Conf. p. 219, 1960.
- (6) Boucker, R (1961): "The motion and

predictability of precipitation areas as determined from radar observations." Proc. 9th Weather Radar Conf, p. 37, 1961.

- (7) Slevens, J.A., Low, E.F. and Senn, H. V. (1961): A mathematical description of hurricane echo motion. Pro 9th Weather Conf. p. 410, 1961.

- (8) Gerrish, Harold P. (1966): "Radar aspects of the mid october 1965, deluge in South Florida." 12th Conf. on Radar Met.

- (9) Senn, H.V. (1966): "Radar hurricane Precipitation parterns as track indicators" Proc. 12th Conf. on Radar Met. 1966.

作者通訊處: 中央氣象局板橋探空站

風 徑 圖 之 實 例 分 析

The Case Study of Hodogram Analysis

王 崇 岳

Griffith C. Y. Wang

Abstract

Based upon the results obtained from the analysis of Hodogram we are able to determine the following facts which are useful for daily weather forecasting:

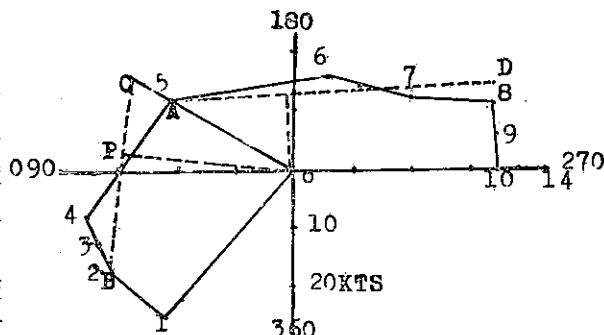
1. The strength, orientation, movement and type of a front.
2. The advective thickness tendency which is used to determine the vertical motion within an air mass.
3. The decrease of the amount of warm advection, or veering of the gradient winds from NE to SE, or the change of warm advection to cold advection at low levels are all indications of weather improving. Strong cold advection at low levels is the pre-requirement of cold-wave in the winter season.
4. Light NE-ly gradient winds with slight warm advection is a favorable condition for radiation fog; while light SW-ly gradient winds with fair weather in the winter half-year is the requirement of heavy advection radiation fog.

一、前 言

風徑圖是用以分析無線電測風報告之輔助圖，由此可直接計算大氣層中冷（暖）平流，估計氣流上昇（下降）運動；鋒面類別、方位，強度及其位移速度。由梯度風可確定地面等壓線之梯度及其方向。由上下兩大氣層暖冷平流之分佈，可確定大氣層之穩定。僅就風徑圖分析結果，即可預測未來二十四小時內天氣之演變，故美國芝加哥大學氣象系遠在三十年前 (WULF & OBLOY, 1944) 即介紹本法，但在我國至今尚未被人重視，筆者於此再就桃園（板橋）無線電探空報告，作一實例介紹，以證明其可行性。

二、風 徑 圖 繪 製 法

風徑圖內方位之排列與天氣學中常用者相反，原點上側為 180° ，下側為 360° ，其左側為 090° ，其右側為 270° ，如此可使氣流之方向與平流現象一致，



圖一 四十九年一月二十三日 1200 桃園風徑圖

Fig. 1. 231200Z Jan. 1960 Hodogram

如圖一。填繪時乃按測風報告之角度，並以一公分之長度，表示風速 10 KTS 之比例，由原點將東北風之向量繪入第三象限，東南風繪於第二象限，餘類推。1000 呎之風向量以 1 表示，2000 呎以 2 表示……，連接各向量末端之曲線即稱為風徑圖 (Hodogram)。風徑圖亦可謂各連續氣層間之風切向量，其方向與

大氣層間之平均等溫線平行，而其長度則與溫度梯度成正比；故於冷氣團內，低層大氣之風切向量與冷鋒平行，其長度表示鋒面強度。在北半球風切向量之左側氣溫較其右側者為低，即冷高壓中心位於該向量之左側。若風徑圖顯示風切微弱，則表示該測風報告地點位於高壓中心，或氣旋中心南側之暖區內。由微弱之風切無法研判鋒面之方位。

三、梯 度 風

接近地面大氣層中之風，因地面摩擦力之作用常較自由大氣層中為微弱。據艾克曼(EKMAN)之研究(1945)，在摩擦大氣層內之氣流速度，應隨高度之增加而增加，其方向在北半球呈順轉，當此風速接近自由大氣層時為最強，且呈順時鐘方向旋轉一周而進入自由大氣層，此種現象稱為「艾克曼螺線」，該螺線中心與原點間之向量是為梯度風，地面等壓線與此風向平行，兩等壓線間之距離與該風速成反比。唯在實測風報告中，按1000呎間距報導，故很難有螺線狀之理想情況出現。於桃園上空可以1500呎(1000/2000呎平均風)風作為梯度風，繪製風徑圖時由1000呎開始。

由梯度風與風切向量可確定高壓中心所在之位置，當700 mb面之風由地面高壓區上空外流時，表示下坡氣流，天氣將轉晴；反之，則雲層增厚，降水在望。

四、平流與上昇(下降)運動

當風向量隨高度上昇而呈反時鐘方向改變時，此氣流層屬冷平流，其厚度將減；反之，則屬暖平流，厚度將增，圖一所示者是民國四十九年一月二十三日十二時桃園測風報告。BC [δQg] 為2/5000呎大氣層內之平均風切，由原點O至BC之垂線OP代表該大氣層內之平均風向與風速，Cn，

$$\text{溫度平流} \frac{\Delta T^*}{\Delta t} = -f/k/n P_{2000}/P_{5000} \cdot [Cn\delta Qg],$$

$$\text{厚度平流} \frac{\Delta T^*}{\Delta t} \cdot k/n P_{2000}/P_{5000} = -f \cdot [Cn\delta Qg].$$

在通常風徑圖分析時，以計算厚度平流為方便，如將上式所用之 C. G. S 單位改成 "KTS"，小時，與 gpm，則桃園上空之

$$\text{厚度平流} = \pm 0.01 \times 0.62 \times Cn \times \delta Qg$$

圖一中之 Cn = 29 KTS, δQg = 33 KTS.

故 2/5000呎大氣層之

$$\text{厚度平流} = +0.01 \times 0.62 \times 29 \times 33 = 5.9 \text{ gpm/hr.}$$

因屬暖平流，故為正，即每小時厚度增加 5.9 gpm.

根據桃園 240000 Z 無線電探空報告，該站上空之暖平流與十二小時前幾相等，但240000 Z 850/1000 mb 面之厚度已由 231200 Z 之 1328 gpm 降至 1322，反減少 6 gpm，顯示低層大氣有顯著之上昇運動，該運動之強弱可由厚度平流值與實測厚度間之偏差成正比。通常暖平流區必伴有上昇運動，冷平流區則氣流下沉。

五、平流與鋒面及其附近之雲層

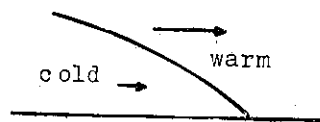
平流現象可作為研判鋒面接近與遠離之依據。當任何種類鋒面接近測站時，鄰近地面大氣層即有暖平流現象；如為暖鋒或回錐鋒，則暖平流現象可伸展至10/18,000呎之高空；如為冷鋒，則在冷鋒前200哩之範圍內，於6/15000呎之空間，即有微弱之冷平流現象，換言之，當強冷鋒接近臺灣本島時，於通過28°N時，臺北上空即有冷平流出現之可能，並有高積雲，此點對於預測冷鋒通過臺北之時間，有莫大助益。於冷鋒過境後，低層大氣中之冷平流表示冷氣團繼續南下，冷鋒遠離；如冷平流中止，表示冷高壓中心不再南移，氣溫已達最低點；繼之如有暖平流出現，則氣溫回升。



圖二 暖鋒剖面圖

Fig. 2. Warm front cross-section

鋒面附近雲層之厚薄與降水之強弱亦可由平流之分佈情形研判之。圖二是暖鋒剖面圖，當低層(3/5000呎)大氣無顯著平流現象，而其上層有旺盛之暖平流，則此暖鋒活動強，雲層厚(如有足夠水氣)，因冷氣團後退慢，暖氣團上昇快。反之，如低層大氣暖平流強，或高空風隨高度增加而減弱，則此類暖鋒弱，僅有稀薄之雲層。圖三屬冷鋒型，當鋒面上空氣流隨高度上昇而增強，且與鋒面垂直時，因高層氣



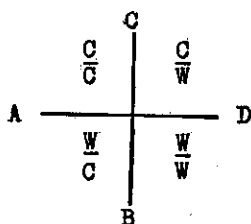
圖三 冷鋒剖面圖

Fig. 3 Cold front cross-section

流有下坡運動，故屬不活動冷鋒；如鋒面與高空氣流方向平行，甚至暖氣流由暖區吹越冷鋒至冷氣團上側，則屬活動冷鋒，雲層厚，雨水充沛。

六、穩 定 度

由風徑圖可研判大氣層之穩定趨勢，如圖一，BC 風切線由南向北，桃園西側為冷區，東側為暖區；而 AD 風切向量由西向東，其北側為冷區，南側為暖區，上下兩氣流層之組合如圖四，第一象限內低層溫度漸增而高層漸減，即上冷而下暖，大氣柱趨不穩定，地面等壓線呈氣旋式彎曲。第二象限屬冷氣團區，第四象限屬暖氣團區，第三象限區上暖而下冷，大氣層組合穩定，由此可知，於冬季臺灣東北季風時，基宜地區多雨而高屏地區晴朗之基本原因。

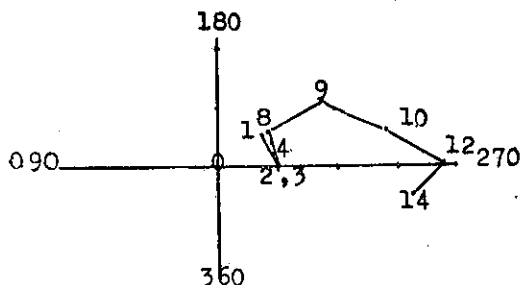


圖四 冷暖平流組合圖

Fig. 4. W. & C. advections

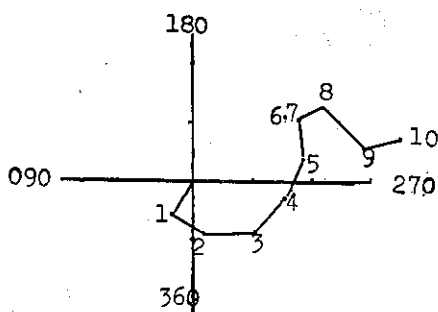
七、風徑圖分析實例

圖五是民國四十九年十二月二十八日 0000 時桃園風徑圖，冷鋒已接近臺灣本島北部海面，3/7000 呎大氣層內有微弱冷平流，乃為冷鋒接近桃園之象徵，8/14000 呎大氣層仍屬暖平流，晴空中已有高積雲出現。圖六，冷鋒已於是日中午通過臺灣北部，有微量雨，2/6000 呎大氣層屬冷平流，但並不旺盛，地面氣溫雖下降，但並不顯著，8/9000 呎大氣層屬暖平流，由此風徑圖，可知冷鋒呈西南/東北向，而 16000



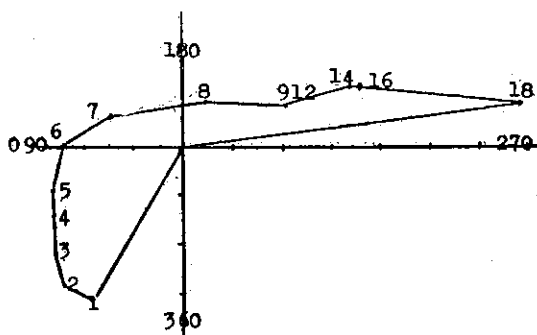
圖五 四十九年十二月二十八日 0000 桃園風徑圖

Fig. 5. 280000 Dec. 1960



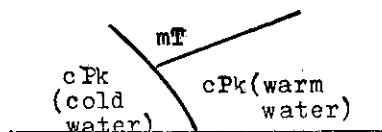
圖六 四十九年十二月二十八日 1200 桃園風徑圖

Fig. 6. 281200 Dec. 1960



圖七 四十九年十二月二十九日 0000 桃園風徑圖

Fig. 7. 290000 Dec. 1960



圖八 冷鋒型囚錮鋒剖面圖

Fig. 8. cold front type occlusion

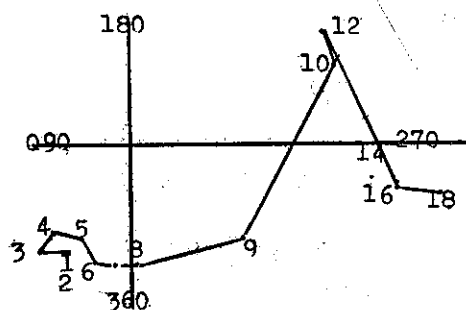
呎之風向與鋒面間有顯著之交角，且由高壓區吹向低壓區，故鋒活動微弱，僅有間歇小雨。至 290000 Z，圖七，桃園上空之低層冷平流轉爲暖平流，且向上延伸至 18000 呎之空間，乃爲標準暖鋒型態，此點如不分析風徑圖實無法了解。當冷鋒由北方海面接近臺灣本島北端時，因大屯山阻擋速度減緩，但其西側臺灣海峽上空部分，因地形影響氣流加速南移，而臺灣本島東側之冷氣團隨冷鋒繼續南移，並因黑潮影響急速增溫，於相當時間後，東西兩側之冷鋒於恆春附近會合，而於中央山脈西側形成一冷鋒型四綫鋒，其剖面圖如圖八。臺灣東北部於高空暖鋒影響下，有連續降水現象，山區飄雪，由此綿綿細雨之天氣轉變成晴朗之形態有二，冷平流之再出現與暖平流減弱是也，茲分別依次討論如下：

(一) 冷平流再出現

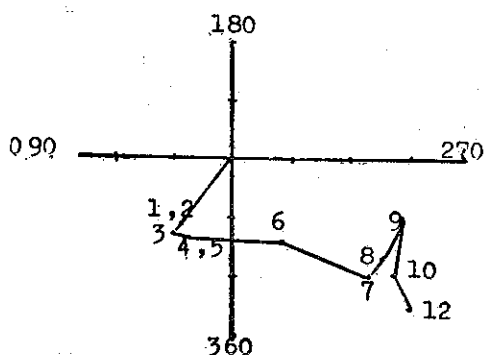
圖九所示之風徑圖較圖七者遲 12 小時，由 4000 至 12000 呎之空間盡為冷平流，除 12/18000 呎之空間為暖平流外，接近地面 2/4000 呎之低層大氣仍有微弱之暖平流，臺北市上空仍有層積雲，但降水已終止。於第四節中曾云冷平流大氣層中伴有沉降氣流，層積雲應消失，天氣轉晴，如發生於冬季，則因輻射旺盛，氣溫急降，山坡地有霜。

每當低層大氣中有冷平流出現時，無線電探空報告中之 850, 700 甚至 500 mb 面之水氣含量可能仍高，溫度與露點相同，由此可知風徑圖中低層大氣之冷平流於 12-24 小時前已顯示天氣將轉晴。

圖十為四十九年十二月卅日 0000 時桃園風徑圖，2/9000 呎為冷平流，9/12000 呎為暖平流，12000 呎以上並無平流現象，寒流來臨，臺北市氣溫降至 3°C (37 °F)，近二十年來罕見。



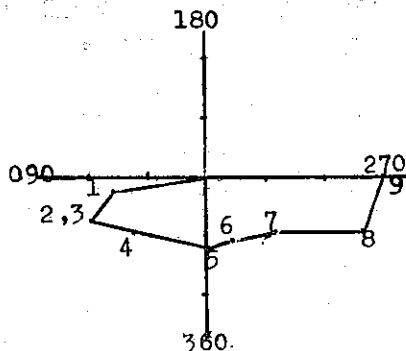
圖九 四十九年十二月二十九日 1200 桃園風徑圖
Fig. 9. 291200 Dec. 1960



圖十 四十九年十二月三十日 0000 桃園風徑圖
Fig. 10. 300000 Dec. 1960

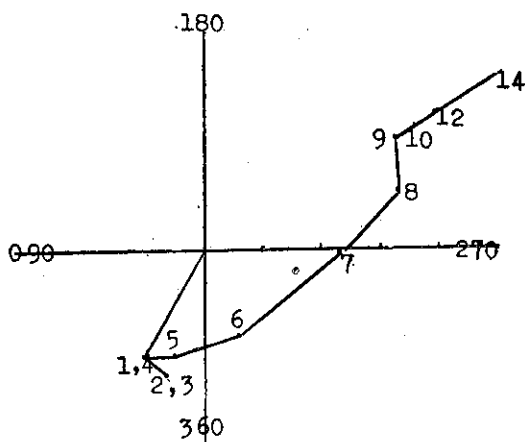
圖十一為四十九年十二月三十一日 0000 時桃園風徑圖，低層大氣仍屬冷平流，但 1/2000 呎高度之風向已由東北轉為東北東，由一測站上空風向隨時間

而有順轉之現象觀之，寒流應終止，氣溫將回昇。



圖十一 四十九年十二月卅一日 0000 桃園風徑圖
Fig. 11. 310000 Dec. 1960

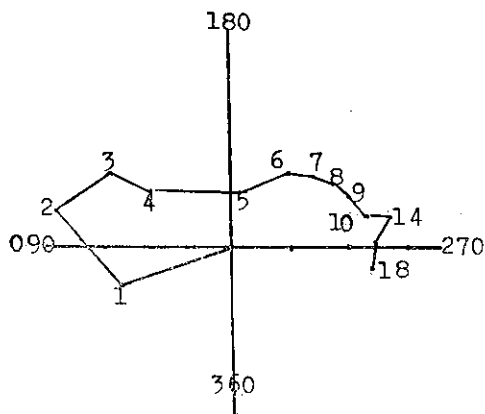
冷鋒通過臺灣北部後，其低層大氣由冷平流而轉為暖平流，乃為常見之現象，唯若大陸高壓中心位置偏低緯區，則當冷鋒過境後，臺北可繼續維持寒冷而又晴朗之天氣，其風切如圖十二，3/9000 呎之大氣層為冷平流，9000 呎以上之空間並無平流現象。



圖十二 四十九年一月一日 0000 桃園風徑圖
Fig. 12. 010000 Jan. 1960

(二) 暖平流轉弱型

圖一所示之風徑圖，其低層風切呈南北向，表示我國華南地區氣溫低，又根據東北梯度風，大陸高壓中心位於臺灣之西北方，如有分裂高壓自長江下游出海，則華中與華南地區氣壓下降，冷氣流終止南下，風切線由 BC 之南北方向轉為西南西/東北東，甚至西東向，圖十三，冷區位於臺灣之北方，鋒面北移，臺灣本島盡在暖氣團內，天氣轉晴，故若每日繪製桃園風徑圖，比較暖平流區面積之大小，即可預測未來二十四小時臺灣北部天氣之演變，若暖平流區由第三象



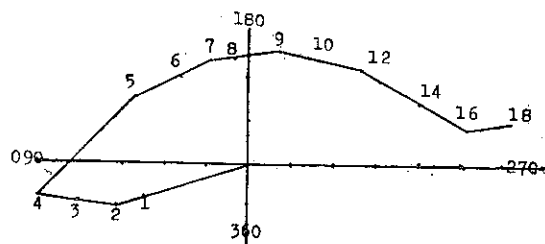
圖十三 四十九年四月十八日 0000 桃園風徑圖
Fig. 13. 180000 Apr. 1960

限經第二象限延伸至第一象限時，則臺灣北部天氣多雨，暖平流之面積愈大，雨勢愈強。當第一象限內之暖平流區縮小，或平流層高度降低，則高層雲或雨層雲趨薄或消失，降水將終止。又當第三象限內暖平流

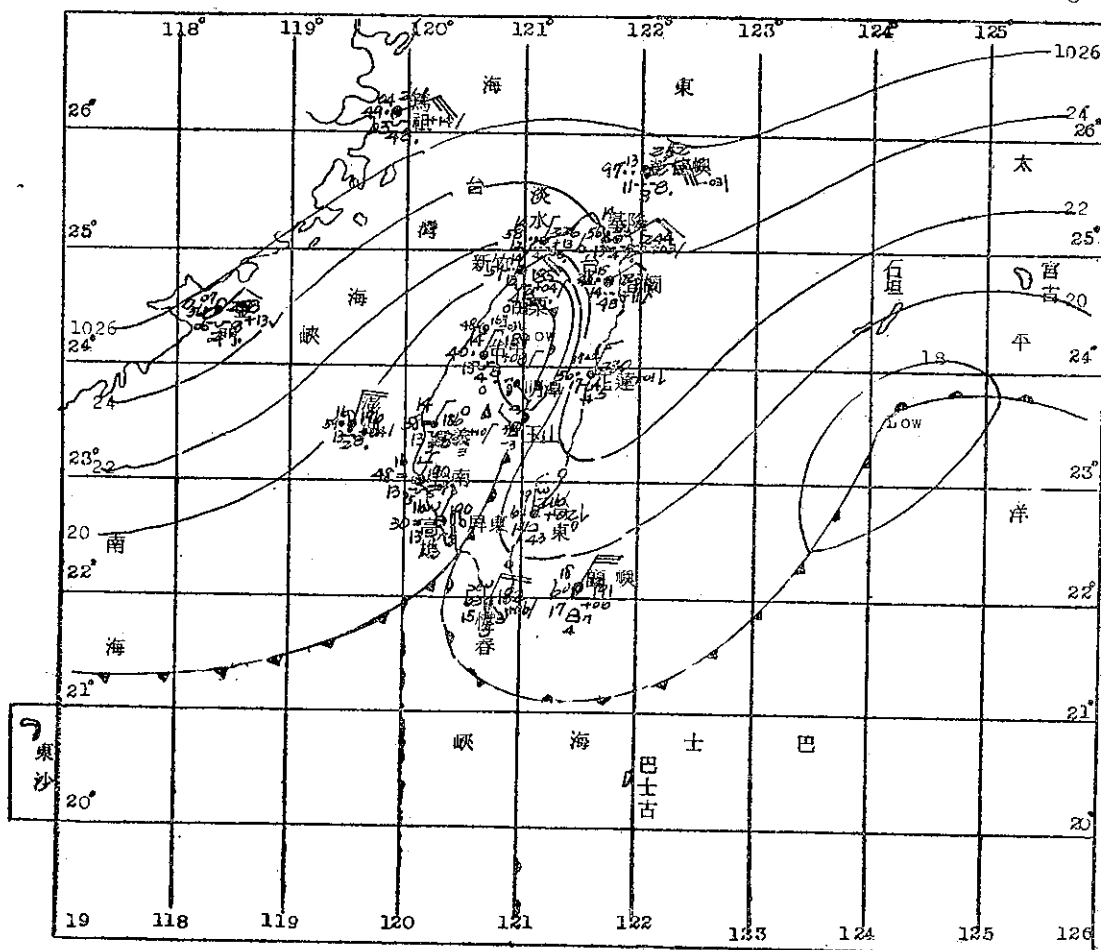
區縮小或向第二象限接近，且漸消失，則臺灣北部氣溫回升，天氣轉佳。若第三象限內之平流現象逆轉至第四象限，或經第四象限至第一象限，則氣溫下降，天氣轉晴。

八、臺灣低壓

臺灣本島之北方與東南方近海，時有臺灣低壓形成，但在西部平原地區亦有臺灣低壓出現之可能，圖十四是民國六十六年元月三日 1200 時板橋無線電測

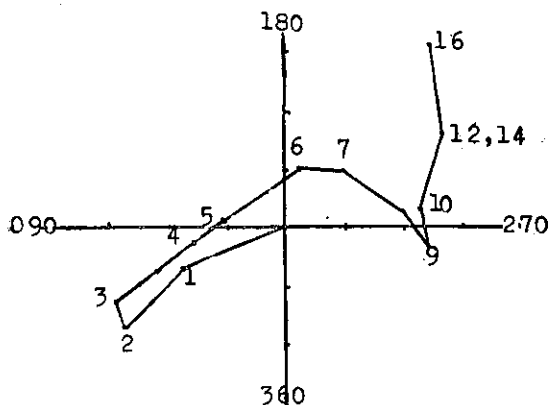


圖十四 六十六年一月三日 1200 板橋風徑圖
Fig. 14. 031200 Jan. 1977. Pan-chao Hodogram

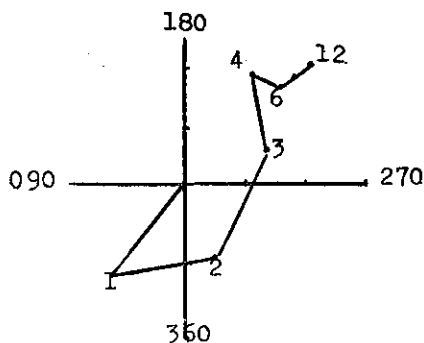


圖十五 六十六年一月四日 0000 地面圖
Fig. 15. 040000 Jan. 1977 Surface Map

風報告。2/4000 呎大氣層內之風切向量幾呈東西向，臺北南方是冷區，北側為暖區，此種冷暖顛倒之氣溫排列，非屬正常，僅當後由因鋼鋒前出現。圖十五是六十六年元月四日 0000 時地面圖，苗栗山區確有低壓中心，清泉崗地面氣壓報告是 1016.7 mb 雖不可靠，但過去三小時內氣壓下降 0.3 mb 應屬可能。低壓中心東北方連續降水，實非「地形雨」所能解釋。是日除恒春外全省有雨，山區降雪，陽明山日雨量高達 70 公厘，臺北 32 公厘，日月潭 28 公厘，如此廣大雨區，僅可以「臺灣低壓」與冷鋒型因鋼鋒解釋之。圖十六，元月四日 1200 時板橋測風報告，2/9000 呎之暖平流區縮小；9/16000 呎大氣層屬冷平流，伴有沉降氣流，雨層雲消失，元月五日臺北市上空僅有層積雲，降水已停止，與此測風報告完全符合。



圖十六 六十六年一月四日 1200 板橋風徑圖
Fig. 16. 041200 Jan. 1977. Pan-chao Hodogram

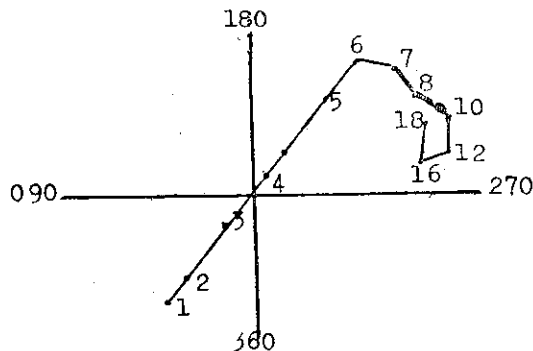


圖十七 四十九年五月十九日 0000 桃園風徑圖
Fig. 17. 190000 May 1960

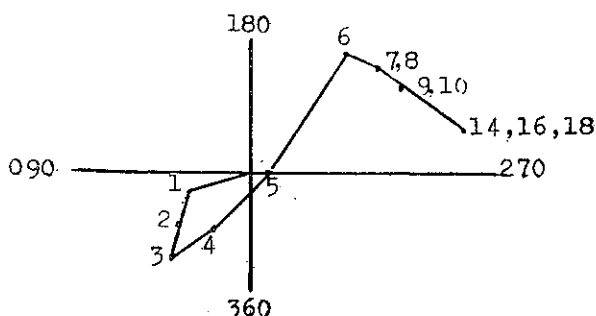
九、霪雨與滯留鋒

臺灣於五月至六月中旬屬霪雨期，滯留鋒於本島上空徘徊，連綿細雨中夾有陣性降水，時晴時雨，或斷或續，常可達二旬或一月之久。霪雨期間，冷鋒過

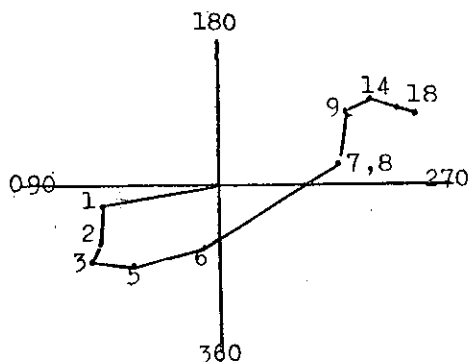
臺灣時有顯著之冷平流，如圖十七，1/4000 呎大氣層屬冷平流，4/6000 呎有微弱暖平流，冷鋒有向東南位移之趨勢，有小雨，是日雨量15為公厘；十二小時後，圖十八，1/6000 呎之風切線呈西南東北向，且貫穿測站上空，其西北方屬冷區，鋒面已在桃園東南方呈滯留；6/12000 呎大氣層屬暖平流，12/16000 呎為平流，16/18000 呎屬冷平流，中雲層頂可能高達 16000 呎，二十日臺北終日細雨；至 200000 Z，圖十九，1/6000 大氣層內有微弱冷平流，6/14000 呎大



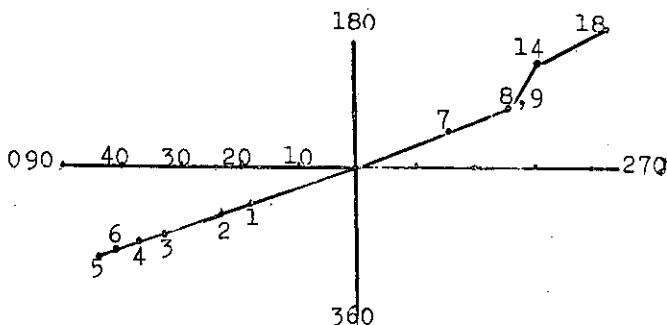
圖十八 四十九年五月十九日 1200 桃園風徑圖
Fig. 18. 191200 May 1960



圖十九 四十九年五月二十日 0000 桃園風徑圖
Fig. 19. 200000 May 1960



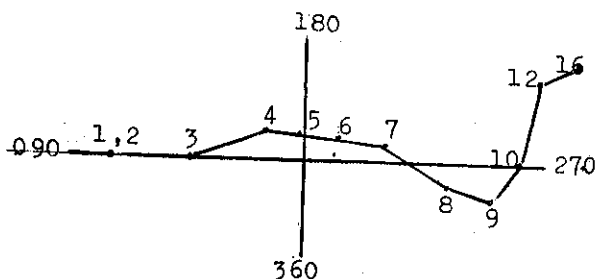
圖二十 四十九年五月二十日 1200 桃園風徑圖
Fig. 20. 201200 May 1960



圖二十一 四十九年五月二十一日 6000 桃園風徑圖

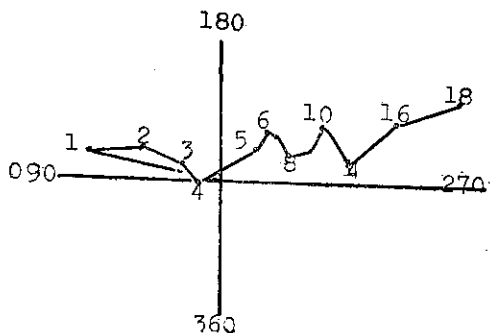
Fig. 21. 210000 May 1960

氣層幾與圖十八相同；201200Z 至，圖二十，桃園上空 1/9000 呎大氣層內有冷平流，表示滯留鋒向南南東緩慢移動，雨勢增強；至 210000 Z，圖二十一，鋒面再呈滯留，且鋒面上有波動現象，由該風徑圖知 1/5000 呎風切向量由東北東向西南西，桃園南方為冷區，其構造如圖十五，臺灣西部平原內有「臺灣低壓」，是日臺灣全省有雨，臺北松山機場日雨量達 97 公厘。至 211200Z，圖二十二，3/8000 呎大氣層屬微弱暖平流，表示滯留鋒有北移趨勢，變成暖鋒，因桃園 1/2000 呎風為 090/33 KTS，地面暖鋒仍位於桃園之



圖二十二 四十九年五月二十一日 1200 桃園風徑圖

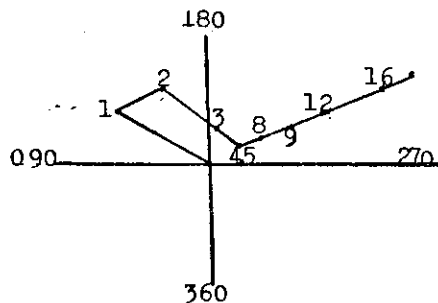
Fig. 22. 211200 May 1960



圖二十三 四十九年五月二十二日 0000 桃園風徑圖

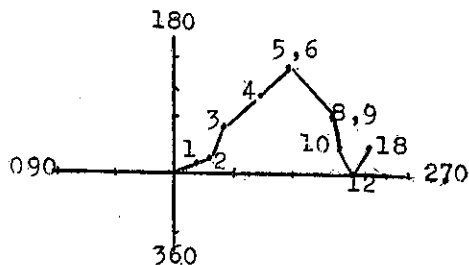
Fig. 23. 220000 May 1960

南方，臺北仍連續小雨，日雨量達 44 公厘，至五月二十二日，圖二十三與二十四，1500 呎之梯度風至由東轉為東南東至東南，且風力減弱，表示臺灣北方之大陸高壓中心已東移，暖鋒北移，遠離臺北，天氣轉晴至 230000 Z，圖二十五，西南氣流籠罩臺灣北部，天氣晴朗。



圖二十四 四十九年五月二十二日 1200 桃園風徑圖

Fig. 24. 221200 May 1960



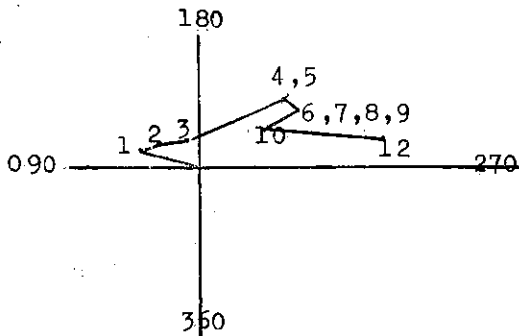
圖二十五 四十九年五月二十三日 0000 桃園風徑圖

Fig. 25. 230000 May 1960

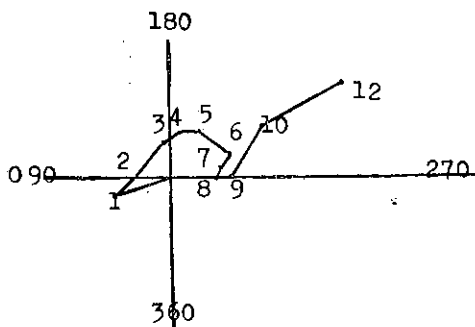
十、霧

霧是暖氣團中之產物，當 cPk 氣團變性成回歸極地氣團，或熱帶海洋性氣團時，臺灣北部多輻射或平流輻射霧，能見度可降至百公尺以內。輻射霧常發生於微弱而淺薄之地面東風層內，並須有輕微之低

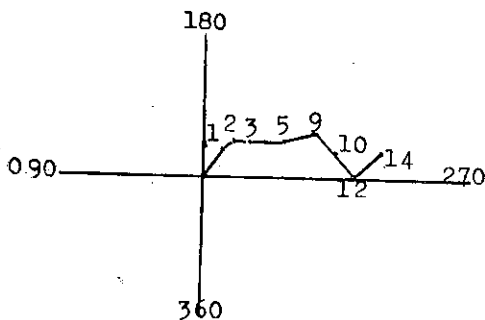
層暖平流，如圖二十六與二十七。平流輻射霧則形成於 mT 氣團中，地面已吹西南風，於暮冬初春時，臺灣海峽中之水溫可能較 mT 氣團底層氣溫為低，當西南氣流行經其上時，底層大氣已有 mTw 之特性，殆至日末後，地面散熱快，氣溫下降速，每於晚十時後即有薄霧形成，待過子夜，濃霧漫天，能見度可降至一；二公尺，如無鋒面過境，常至九或十時始行消散，形成此種濃霧之風徑圖如圖二十八與二十九。



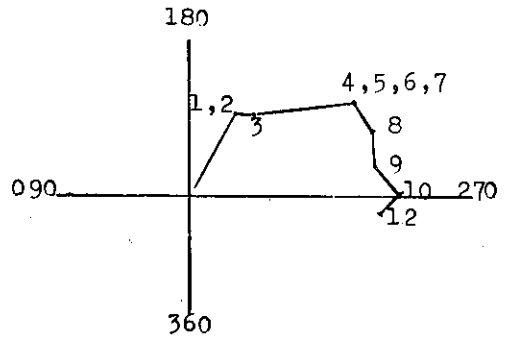
圖二十六 四十九年一月三日 1200 桃園風徑圖
Fig. 26. 031200 Jan. 1960 Hodogram



圖二十七 四十九年二月二十四日 1200 桃園風徑圖
Fig. 27. 241200 Feb. 1960 Hodogram



圖二十八 四十九年三月四日 1200 桃園風徑圖
Fig. 28. 041200 March 1960 Hodogram



圖二十九 四十九年三月八日 1200 桃園風徑圖
Fig. 29. 081200 March 1960 Hodogram

十一、結 論

由風徑圖之分析可獲得下列數種寶貴資料，有助於天氣預報之準確：

(一) 可確定鋒面性質、強度、方向與移動之速度；

(二) 由厚度平流值可估計大氣柱中上昇或下沉速率；

(三) 臺灣北部多半年之綿綿細雨是由冷鋒型因銅鋒前之高空暖鋒所致，暖平流愈強愈深厚，雨量亦愈大。當暖平流有顯著之減弱現象時，雨即停止；當梯度風由東北順轉至東南東時，臺灣北部天氣轉晴，氣溫急速回升，但好景不長，因冷鋒再接近而天氣轉壞。如低層大氣由暖平流轉為冷平流 (3/9000 呎)，臺灣北部天氣亦轉晴，唯氣溫下降，如於冬季，可能有寒潮。

(四) 當風力微弱，低層大氣有少量暖平流時，臺灣北部地區多輻射霧；若低層大氣為微弱之西南風，且天氣晴朗，即北部可能有平流輻射霧。

十二、參 考 資 料

(一) Wulf, O. R., and Obloy S. J. 1944, The Utilization of the Entire Course of Radiosonde Flights in Weather Diagnosis.

(二) Berry F. A., Bollay E. and Beers N. R., 1945, Handbook of Meteorology, p 454.

(三) Saucier W. J. 1968, Principles of Meteorological Analysis p 226
作者通訊處：臺灣大學大氣科學系

風 城 新 竹 風 之 研 究(續)

Study on Winds at Windy City Hsinchu (continued)

朱 學 良

H. L. Chu

七、新 竹 海 陸 風

海陸風乃氣溫日變對流現象之產物，通常海風視陸風為強，此因海陸風日間之氣溫和氣壓梯度，恒較

夜間為大，又因海面平滑，摩擦力較陸地為小。此外日間對流強盛，上下氣流混合所及高度較大，空氣移動速度亦快，致造成海風強而陸風弱之原因，海陸風發生之始，其動向約與海岸線垂直，此後風力漸增，

表十七 新竹一日中風向之變遷 (頻數)

(1961-1965)

時 間		風										向								總計
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C		
午	h. 1	3	55	74	18	14	2	3	1	7	9	11	1	1	—	1	3	163	366	
	2	5	62	72	16	14	2	2	1	8	8	13	1	—	—	2	—	160	366	
	3	6	60	71	14	13	1	2	1	13	8	15	1	—	—	2	—	159	366	
	4	6	60	67	11	14	8	2	3	5	8	15	—	—	—	—	1	166	366	
	5	6	54	77	15	22	4	1	5	4	11	11	2	—	1	—	2	151	366	
	6	3	56	82	9	19	6	3	3	8	14	8	1	1	—	—	1	152	366	
	7	3	61	79	12	17	5	1	6	6	14	14	2	2	—	—	2	142	366	
	8	5	64	79	13	18	2	1	3	16	15	24	5	2	—	3	—	116	366	
	9	14	72	83	12	17	2	3	2	5	10	39	10	5	1	7	—	84	366	
	10	22	84	82	9	3	1	2	—	6	6	27	28	20	9	20	12	35	366	
	11	22	90	74	8	3	—	2	—	2	1	26	30	27	9	23	28	21	366	
正午	12	30	93	64	7	1	—	1	1	1	1	23	29	37	11	31	26	10	366	
午	13	28	98	60	6	1	—	1	—	2	1	22	33	32	13	30	32	7	366	
	14	33	94	68	3	2	—	—	2	2	4	23	30	28	10	36	26	5	366	
	15	31	101	66	4	3	1	3	2	5	5	20	31	20	7	32	31	4	366	
	16	30	107	69	7	3	6	1	2	—	8	30	26	15	5	21	18	18	366	
	17	23	98	79	9	7	5	2	1	3	7	28	25	12	8	11	11	37	366	
	18	17	93	79	15	11	4	3	2	4	6	37	14	6	3	6	7	59	366	
	19	11	86	82	20	16	3	2	4	5	14	25	7	2	2	3	2	82	366	
	20	4	84	73	23	17	4	—	—	11	10	19	4	1	—	1	5	110	366	
	21	4	68	81	20	27	1	2	1	6	11	14	1	2	1	2	1	124	366	
	22	9	62	78	24	20	1	1	1	9	8	12	1	1	—	2	2	135	366	
	23	5	66	69	23	17	2	2	—	6	11	10	—	1	—	2	2	150	366	
子夜	24	2	65	70	17	24	3	2	—	7	6	9	1	1	1	1	2	155	366	
總 計		322	1833	1778	315	303	63	42	41	141	196	475	283	216	81	236	214	2245	8784	
平 均		13.4	76.4	74.1	13.1	12.6	2.6	1.8	1.7	5.9	8.2	19.8	11.8	9.0	3.4	9.8	8.9	93.5	366	

其風向隨地球自轉而偏向愈顯，北半球偏右，南半球偏左。實測風向當為盛行風與海陸風之合成風向，凡與盛行風一致或氣溫較差愈大的沿海地方，其海陸風必愈強烈，反之則弱，低緯熱帶海濱為海陸風特盛之區域，即因斯故。若就同一地區而論，晴日雲量少，輻射強，遂使氣溫日較差增大，又因晴朗天氣常示其接近反氣旋，氣壓梯度小，故海陸風於晴暖之日特別發達，陰天則隱而不顯。其與地形亦有很大關係，沿海地方如有平行於海岸線之臺地或丘陵，更助長風威。新竹具有形成海陸風之有利因素，乃為海陸風很發達之地方，茲分析如后：

(一)新竹海陸風的三種型式

在討論新竹海陸風之前，應先明瞭本區風向和風速之正常日變，新竹一日中風向之變化如表17所示，北與北北東之盛行期間常在白晝，約自9時至18時，

表十八 新竹風速之日變

	一月	七月	年		一月	七月	年
	h.	m/s.	m/s.	h.	m/s.	m/s.	m/s.
1	1.7	0.7	1.5	13	3.5	3.5	3.2
2	1.5	0.7	1.4	14	3.5	3.2	3.2
3	1.5	0.8	1.4	15	3.3	3.0	3.0
4	1.5	0.9	1.4	16	3.1	2.7	2.8
5	1.6	0.8	1.4	17	2.6	2.7	2.6
6	1.5	1.1	1.5	18	2.3	2.1	2.2
7	1.8	1.2	1.5	19	2.1	1.6	1.9
8	1.9	1.6	1.8	20	1.8	1.1	1.7
9	2.2	1.9	2.1	21	1.9	0.8	1.6
10	2.5	2.5	2.5	22	1.7	0.8	1.6
11	2.8	2.8	2.8	23	1.5	0.6	1.5
12	3.1	3.1	3.0	24	1.5	0.7	1.5
總計				52.4	40.9	49.1	
平均				2.2	1.7	2.0	

表十九 A 類海陸風一日中風向之變遷 (頻數)

(1961-1965)

時間	風向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
午前	1 h.	—	2	7	13	15	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	10
	2	—	2	4	12	16	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	31
	3	—	1	3	11	14	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	34
	4	—	—	3	12	20	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	30
	5	—	—	8	8	17	2	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	30
	6	—	1	6	11	16	4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	28
	7	—	1	10	7	14	8	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	25
	8	1	2	18	19	9	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	14
	9	2	5	27	11	3	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	12
	10	2	17	31	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	2
	11	2	25	28	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	3
正午	12	11	27	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—
午後	13	11	34	16	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
	14	10	33	20	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1
	15	10	34	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
	16	7	32	26	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
	17	1	24	34	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2
	18	2	10	37	13	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
	19	1	6	31	15	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9
	20	—	7	22	16	7	2	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	12
	21	—	4	20	13	14	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	14
	22	—	7	12	13	12	2	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	19
	23	—	4	11	12	13	2	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	23
子夜	24	—	3	8	10	11	4	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	30

北風最多時數在 14 時，北北東風則在 16 時，西北，北北西，西，西南西和西南風，亦皆盛行於晝間，吹襲時間與前同，各該風向時數的最高點均發生於 12 至 14 時。但東，東北東及東南東風之盛行時間皆在早晚，約自黃昏 18 時至翌晨 8、9 時，南和南南西風亦具同一現象；靜風時數亦以早晚為最多，18 時以後即見顯著增加，自 20 時至翌晨 8 時的靜風頻數或在 100 以上，足見本區早晚常為平靜無風狀態。無雲之際多為無風。至於本區風速之日變，由表 18 及圖 21 可知新竹一日中以早晚風速為最小，常為沉寂現象，但 9 時風速恆在日平均值以上，風力顯有增強，此後繼續增大，最大風速發生於 13—14 時，過此最高點後，風速漸趨減小，至 19 時風速已降到日平均以下，此乃本區風速日變化之正常現象。

經將新竹歷年氣象觀測紀錄調查分析結果，藉知

本區海陸風之變化，由於地形影響，實非如一般見解之單純，大致可分為如下三種型式：

(1) A 型：陸風為微弱之東北東或東風，海風常吹北北東風。

(2) B 型：陸風為東南東或東北東風，風速微小。海風午前吹西北風，午後轉為北北西風。

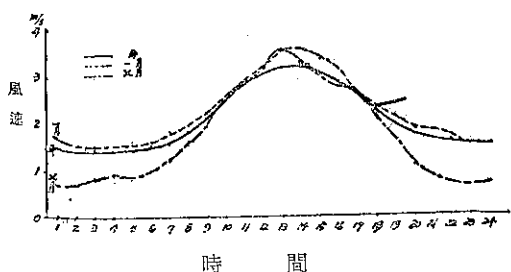


圖 21：新竹風速之日變化 (1961--1965)

表二十 B 類海陸風一日中風向之變遷 (頻數)

(1961-1965)

風向 時間	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
午	1	—	2	2	2	4	1	—	—	1	4	—	—	—	—	—	35	
	2	—	1	2	2	4	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—	35	
	3	—	—	2	1	4	3	—	—	1	2	1	—	—	—	—	37	
	4	—	—	1	—	4	3	—	—	2	3	—	1	—	—	—	37	
	5	—	—	—	—	6	—	—	—	2	1	—	1	—	—	—	41	
	6	—	—	—	—	5	5	—	—	3	—	—	—	—	—	—	38	
	7	—	1	—	—	5	5	—	1	3	—	—	1	—	—	—	35	
	8	—	2	2	1	10	1	—	—	1	—	—	—	3	—	—	31	
	9	4	—	5	1	2	—	—	2	—	1	2	1	5	—	—	1	27
	10	4	4	3	—	—	—	—	—	—	1	—	2	11	6	5	7	8
	11	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	5	16	9	2
正午	12	6	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	6	9	17	12	—	
午	13	6	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	7	18	17	—
	14	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7	18	15	—
	15	7	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	14	23	—
	16	13	6	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	24	1
	17	16	6	4	1	—	—	—	2	—	—	1	—	2	—	3	12	4
	18	9	10	4	2	—	1	—	2	1	—	1	—	2	—	2	4	14
	19	8	6	5	—	2	1	—	—	—	—	—	—	2	1	—	2	24
	20	1	1	6	2	3	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1	2	31
	21	1	1	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
	22	—	2	2	4	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
	23	1	3	2	1	5	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
子夜	24	1	2	2	—	4	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	39	

(3)C 型：陸風爲微弱之東南或南風，或南略偏西，海風爲西或西南西風。

察諸以上三型海陸風之變化得知新竹陸風多吹偏東風，風力微弱，海風以偏北風，或偏西風爲主，此與本區地形尚稱符合。

(二)各型海陸風日變之比較

1.按表廿二所示，A、B 二型北分風與東分風（即北來與東來之分向量）之日變化大體相似。比分風一日中有一高一低，最高點均發生於午後，唯B型較A型落後，最低點發生於早晨6,7時，極爲接近，但型變幅遠視A型爲大。東分風之日變化則不如A型之單純，一日中有兩高兩低，最高點皆發現於晨8時，B型仍較A型落後，最低點發生於清晨，仍以B型變幅較大。C型日變與A、B二型適成相反。東分風最高點發生於清晨，最低點發現於午後，北分風最

高點發生於凌晨，最低點發生於午前9時，東分風變幅遠比北分風爲大。

2.三型中東分風變幅以A型爲最小，其餘兩型堪稱伯仲，但均倍大於A型。北分風變幅以C型爲極小，未有顯著變化，A型則居各型之冠，B型略遜之，二者皆遠超於C型。故C型海風以東分風變化爲主，而且只有負值變化，遂使海風偏西特著，其風向變化常在第三象限內，多爲西或西南西風。B型東分風與北分風之變化較爲均衡，不如C型之極端，北分風以正值變化爲大，但東分風則以負值變化較大，午前二分力之絕對值相差無幾，午後北分風則較東分風爲大，故此型海風午前較西偏爲西北風，午後稍偏北多吹北北西風，均活動於第二象限內。A型北分與東分風咸屬正值變化，但以北分風變化較佔優勢，故此型海風常吹北北東風，活動於第一象限內。

表二十一 C 類海陸風一日中風向之變遷 (頻數)

(1961-1965)

時 間	風 向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
前	h. 1	1	2	—	—	1	2	1	—	5	3	1	—	—	—	—	—	25
	2	1	—	—	1	2	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	35
	3	—	—	1	—	2	—	—	1	3	1	—	—	—	—	—	—	33
	4	—	—	1	—	—	4	1	—	4	—	—	—	—	—	—	—	31
	5	—	—	—	—	—	4	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	33
	6	—	—	—	1	1	1	1	2	1	1	1	—	—	—	—	—	32
	7	—	—	—	—	1	1	1	1	2	3	3	—	1	—	—	—	28
	8	—	—	—	—	1	2	3	1	—	7	6	2	1	1	—	—	17
	9	—	—	—	1	1	2	1	—	2	4	11	2	8	1	—	—	8
	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	7	21	—	—	2	4
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	10	23	3	1	—	1
正午	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	6	26	4	1	—	—
午	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	27	5	—	—	—
	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	30	2	—	—	—
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	11	23	4	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	3	6	23	5	—	—	1
	17	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	4	11	11	2	3	1	5
	18	2	—	—	—	1	—	1	1	—	4	3	11	5	—	—	1	12
	19	1	—	—	1	—	—	1	—	1	4	4	6	4	—	—	—	19
	20	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2	4	1	2	—	—	—	30
	21	—	—	—	1	—	2	—	—	1	3	1	2	—	—	—	—	31
	22	—	—	—	1	—	1	1	—	—	3	1	2	—	—	—	—	32
	23	—	—	—	1	—	—	2	1	1	3	2	2	—	—	—	—	28
子夜	24	—	—	—	1	—	—	—	—	1	3	1	1	—	—	—	1	31

表廿二 A、B、C 三類海陸風平均風向之日變化

(1961-1965)

時 間	項 目 計 實 值	A 類		B 類		C 類	
		平 均 風 向 (0-360°)	百 分 率 (%)	平 均 風 向 (0-360°)	百 分 率 (%)	平 均 風 向 (0-360°)	百 分 率 (%)
上	1	72.1°	51	98.1°	15	110.0°	6
	2	49.1°	49	121.5°	13	124.6°	3
	3	81.3°	47	110.9°	16	147.0°	12
	4	81.9°	53	115.0°	12	137.4°	18
	5	78.0°	48	125.1°	11	142.4°	16
	6	73.7°	51	116.8°	21	155.7°	13
午	7	82.3°	53	38.9°	19	188.0°	22
	8	63.2°	67	100.4°	5	182.0°	35
	9	52.2°	71	348.0°	86	226.1°	53
	10	36.6°	89	46.1°	58	258.0°	79
	11	30.1°	87	310.5°	83	263.4°	92
正 午	12	25.3°	93	315.9°	88	265.7°	95
午	13	23.8°	94	320.1°	91	267.8°	97
	14	25.2°	91	324.6°	92	264.8°	97
	15	28.0°	83	334.3°	90	263.0°	96
	16	29.7°	94	347.0°	89	261.6°	88
	17	37.2°	93	356.0°	70	255.9°	69
	18	46.1°	90	6.3°	47	243.0°	47
	19	50.7°	81	15.1°	38	232.3°	37
	20	58.6°	73	51.3°	18	223.0°	19
後	21	63.1°	71	50.2°	14	189.7°	14
	22	65.7°	60	76.6°	26	193.0°	12
	23	69.5°	54	73.6°	23	204.2°	12
子 夜	24	77.6°	45	72.5°	13	229.0°	55

3. A、B兩型之海風咸於午後偏北漸甚，黃昏後再向東移。C型海風自南漸向西偏，午後風向偏西特甚且穩定少變，黃昏再向南旋。

4. 晨夜之際，A型之東分風較佔優勢，B型雖亦以東分風略先於北分風，但其勢力衰微，C型以北分風為主適成其反，然而B、C二型皆甚微弱而不足重視。尤以C型特小。故不論何型陸風之變位感不顯著，蓋因本區晨夜間常呈靜風現象，自夜入晨無風時間連續10餘小時之久，亦非罕見。觀諸表22得知夜間百分率特小，每致一蹶不振，足資為證。堪予注意者，各型平均風向之變化皆於早晨7時突趨明顯，而使偏東(A、B型)或南偏(C型)特甚，下午17時亦有相同情形發生，顯呈急趨東偏(A、B型)或南偏(C型)之跡象，此即海陸風交替之時，在此晨

昏兩交替時間，乃海風活躍之期，風向穩定少變，規律嚴整。

(三)各型海陸風之發生頻數及其盛行季節

以上三種海陸風，一年間發生總日數計達155天，幾佔全年總日數二分之一弱，平均每隔2至3天即可發生一次，其中屬於A型者佔63天，居三型之首，B型51天次之，C型41天屈居末位如表所示。若以各月發生頻數而言，A型以9月之12天為最，1月之11天次之，4月僅1天為最少；B型以8月10天為冠，5和9月祇1天退居末座；C型以7月佔12天為最多，1月竟無發現，11月亦僅有1天。就諸型一年總頻數論，7月達20天居首，8月之18天稍遜之，9月16天亦可謂不少，4月8天則為最少。

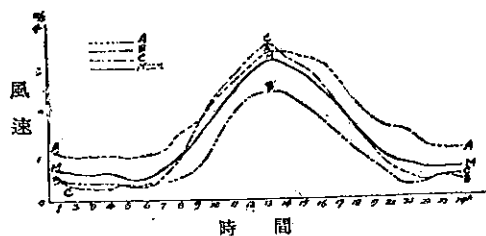
表廿三 A、B、C 各類海陸風發生日數

項 目 \ 月 別			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
A 類	月 別	日 數	11	2	5	1	8	5	3	2	12	7	4	3	63
		日 數	16			14			10			23			
	四 季	日 數	25.4			22.2			15.8			36.5			
		百分率													
B 類	月 別	日 數	3	5	3	4	1	5	5	10	1	5	4	5	51
		日 數	13			8			20			10			
	四 季	日 數	25.5			15.7			39.2			19.3			
		百分率													
C 類	月 別	日 數	—	3	3	3	3	3	12	6	3	2	1	2	41
		日 數	5			9			21			6			
	四 季	日 數	12.2			22.0			51.2			14.6			
		百分率													
總日數	月 別	日 數	14	10	11	8	12	13	20	18	16	14	9	10	155
		日 數	34			31			51			39			
	四 季	日 數	21.9			20.0			32.9			25.2			
		百分率													

若按季節發生日數而論，A型以秋季為最多，佔總頻數之 37%，冬季 16 天佔 25% 次之，春季 14 天佔 22% 又次之，夏季 10 天佔 16% 為最少；B 型以夏季 20 天為最多，佔總日數 39%，春季天佔 16% 為最少；C 型亦以夏季 21 天高居首位超過該型全年發生總日數之半，冬季 5 天佔 12% 為最少。

(四) 各型海陸風平均風速之比較

由於海陸間之溫度較差及氣壓梯度，白晝較夜間為大，又因海面摩擦力視陸地為小，故海風常視陸風為強。本區陸風微弱，早晚每成靜風狀態，A 型海風來自北北東，其最大平均風速為每秒 3.3 公尺，雖略遜於 C 型之每秒 3.5 公尺，但其日平均值大於 C 型，如表 24 所示，在三型中可算是風力最強，此因該型海陸風多發生於秋冬季節，而與斯時東北季風同向，故風力增強。C 型海風發自西或西南西，其平均風速僅次於 A 型，但其最大平均風速每秒 3.5 公尺不在 A



圖廿一 各型海陸風風速之日度

型之下，其發生頻率以盛夏為最高，是時因受西南季風影響，故風力亦強。B 型海風常吹西北與北北西風，為三型中風力最弱，盛行於夏季因與當時季風異向，致風力較弱。

表廿四 各型海陸風風速之日變 (1965)

時 間	A	B	C	平均	時 間	A	B	C	平均
上	h. m/s	m/s	m/s	m/s	下	h. m/s	m/s	m/s	m/s
	1	1.1	0.5	0.5		13	3.3	2.4	3.5
	2	1.0	0.4	0.3		14	3.3	2.4	3.2
	3	1.0	0.4	0.3		15	3.2	2.1	3.0
	4	1.0	0.4	0.3		16	3.1	1.8	2.6
	5	0.9	0.3	0.4		17	2.7	1.4	2.1
	6	1.0	0.3	0.3		18	2.2	1.1	1.6
	7	1.1	0.4	0.5		19	1.8	0.8	1.1
	8	1.5	0.5	1.0		20	1.6	0.5	0.7
	9	1.7	0.7	1.7		21	1.5	0.3	0.5
	10	2.3	1.3	2.5		22	1.2	0.9	0.4
午	11	2.6	1.9	2.8	午	23	1.1	0.5	0.5
正午	12	3.0	2.4	3.2	正午	24	1.1	0.4	0.5
總 計					44.3				
平 均					23.6				
					33.5				
					34.0				
					1.8				
					1.0				
					1.4				
					1.4				

表廿五 A、B、C 各類海陸風之
氣溫較差及風速之比較

	A	B	C	平均
氣溫較差 (°C)	10.0	10.2	9.1	9.8
平均風速 (m/s)	1.8	1.0	1.4	1.4

(五)各型海陸風風力與氣溫較差之關係

按所選天的海陸風日數中，求得其日平均氣溫較差，B型為 10.2°C 乃三型中之最大，A型為 10.0°C 與其相埒，C型之為 9.1°C 最小，如表廿五所示。足見海陸風乃發生氣溫較差較大之日，蓋較大氣溫較差實為海陸風發達之必要條件。每日最大風速常形成於氣溫最高之際，海陸風交替時間之靜風狀態每見於氣溫低降之時。

綜上所述本區海陸風之特色如下：

1.本區因受地形影響，依其風向變遷情形，可分為A、B、C三型海陸風。

2.各型海陸風風向變化互異，風速大小不一，陸風多吹偏東風，風力微弱，常造成晨夜間靜風現象；海風以偏北風或偏西風為主，平均風力約為2至3級，最大風速可達每秒5公尺以上，其最大風速每與最高氣溫同時發現。

3.較大的氣溫較差及施緩的氣壓梯度為海風生成之主要條件。A型海陸風發生於氣溫較差較大之日，其風速冠於其他二型。B型常見於氣溫較差最大之時，而其平均風速則為三型中之最小。C型生成之際，其氣溫較差為三型中之最小，其平均風速則介於A、B兩型之間如表24所示。

4.各型海陸風盛行於不同月份，A型以9月發生最頻，B型盛行於8月，C型則以7月最發達。若以各型發生總日數而論，仍推夏季為盛行期，共達51天之多佔總頻數之33%，倘與初秋發生日數併計，則高達43%。

5.海陸風發生頻數與雲量多寡成反比，晴暖之日海陸風特別發達，陰天隱而不顯，按本區雲量在5/10以下，海陸風發生日數計有71天高居首位如表26所示。

6.海風對於氣溫及濕度具有調節緩和作用，本區自不例外，但須風速較大時方見顯著。

7.本區海風侵入陸地之水平深度及其垂直厚度，均因資料貧乏，未能詳加探討。唯參證實際狀況推

測，本區海風侵入陸地當在15—20公里，其厚度約為700—800公尺。

表廿六 新竹海陸風發生日數與雲量之關係

雲 量	0-5.0	5.1-8.0	8.1-9.0	9.1-10.0
海陸風發生日數	71	49	21	14

八、侵襲新竹之颱風

臺灣因地理位置關係，正當北太平洋颱風經路之要津，每年夏秋之際，常因颱風侵襲致使公私財產蒙受許多損失，此種自然災害在當前太空科學發展新時代，以科學方法尚不能改變其路徑，或使其消滅於初成之時，時至今日吾人仍然無法避免此自然界所帶來的人類浩劫，對於颱風預報除由氣象工作人員力求研究發展，以提高預報準確率外，積極的防颱工作，在日趨繁榮的臺灣，是非常重要的。新竹地理條件較為優越，雖颱風中心未曾直接登陸，但歷年以來，遭受颱風侵襲頗為頻繁，曾造成相當災害，如無中央山脈為之緩衝，其災情可能更嚴重，爰將颱風侵襲新竹所造成風雨狀況闡述如下：

(一)颱風頻數之分配

依據36年來(民國27至62年)之紀錄統計，襲竹颱風中，瞬間最大風速大於每秒20公尺者共35次，平均每年約有一次，最早發生於6六月，最晚發生於11月，其中7月有9次，佔總次數之25%，8月共七次佔19%，9月次數急增，獨佔15次之多，為總頻數之42%而冠於全年各月，10月頻數急減祇有兩次，佔9%，11月僅一次只佔3%，唯查民國27, 28, 30, 39, 40, 43, 44, 46, 49, 53, 54, 55, 57, 59和61年等15個年均無發生，民國29和51年各有三次乃為次數最多的年份，連續發生年數最多為九年，但有連續三個年未發生此種程度的颱風。如表26所示。

瞬間最大風速達每秒25公尺以上的颱風，36年來累計次數有21次，平均每年僅0.6次，9月次數最多為9次，7月與8月各5次，6月和11月各僅1次，10月未有發現。一年中以出現兩次為最多，連續發生年數最多為六年，未發生每秒25公尺以上之風颱共19年。

瞬間最大風速達每秒30公尺以上的颱風，36年來本區共發生8次，平均每年僅0.2次，祇發生於

8, 9 兩月, 其中除八月發生 1 次外, 餘 6 次皆集中於 9 月, 佔總次數之 75 %, 7 月以前 10 月以後皆未發現, 一年中最多發現 1 次, 曾連續發生兩年, 未發生每秒 30 公尺以上之颱風共 28 年。

瞬間最大風速達每秒 35 公尺以上的颱風, 36 年來共發生 4 次, 平均每年僅 0.1 次, 均集中於 9 月, 其他各月皆未發現。民國 50 五十年之「波密拉」(Pamela) 颱風亦發生於 9 月 12 日, 其瞬間最大風速高達北北東風每秒 42.7 公尺, 造成本區歷年來風速最高紀錄之颱風, 故九月颱風非僅次數最多, 而且強度最大, 實足令人警惕。

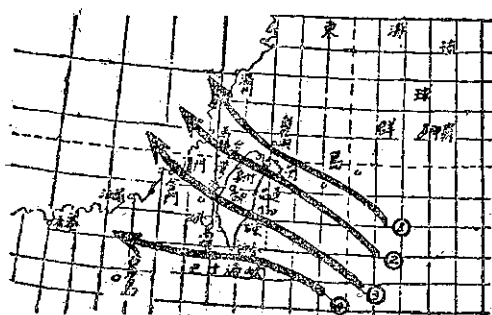
(二) 颱風來襲新竹之主要徑路

根據中央氣象局資料統計分析, 颱風侵襲臺灣路徑可分七類如圖 22 所示。但其中第一及第二類之颱風路徑, 對新竹威脅最大, 其他路徑影響較小。

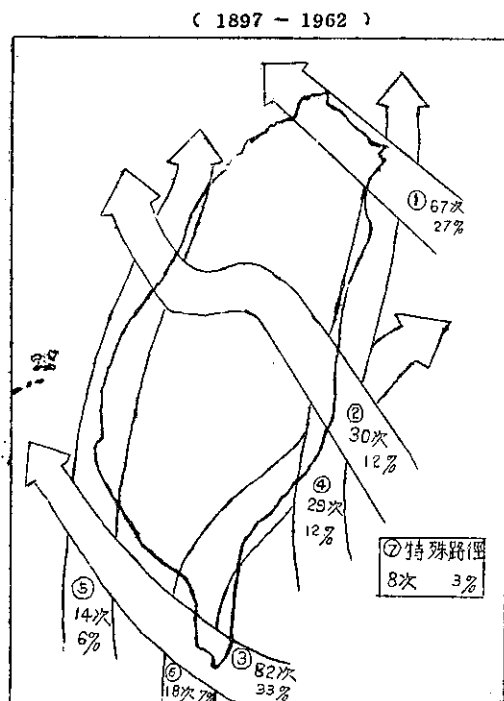
新竹東有中央山脈屏障, 西瀕臺灣海峽, 位於北迴歸線以北, 與宜蘭的緯度相若, 但因地理條件較為優越, 當颱風進襲時, 有賴中央山脈為之緩衝, 威力每致減弱, 所受災害因之減輕, 視之同緯度的宜蘭實有得天獨厚之福祉; 民國 50 年 9 月 12 日之「波密拉」及 51 年 8 月 6 日之「歐珀」等兩次強烈颱風, 曾在宜蘭地區造成慘重損失, 唯本區除因「波密拉」

颱風來襲, 蒙受若干損失, 然而較之同時受災的宜蘭相差遠甚。唯按上述統計分析, 瞬間最大風速達每秒 20 公尺以上的颱風, 卅六年共 35 次, 平均每年約有 1 次, 每秒 30 公尺以上的颱風, 共發生 8 次, 每年平均 0.2 次, 足見本地區仍是免不了颱風襲擊, 但一次颱風來襲威力之強弱以及受災程度的輕重, 除颱風的能量大小外, 常因其侵襲路徑而有顯著差別, 茲將對於新竹地區影響較大的颱風徑路, 並將各類路徑颱風來襲前後的風向和風力變化, 以及若干特殊情形分述如下:

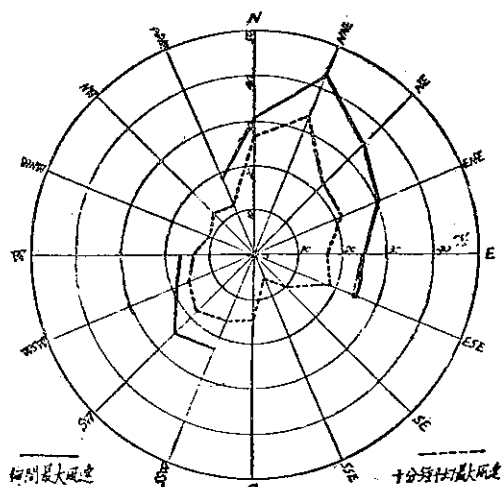
1. 第一種路徑: 颱風中心通過本省北部海面但未在本省登陸 (見圖廿三), 若按此路徑來襲的颱風, 本區最先吹刮東北風, 待其逐漸接近臺灣轉為北北東風, 此時風力亦漸增強, 而後風向漸次逆轉, 由西北而西北西, 此乃表示颱風中心正將通過臺灣北部海面, 當其進入北部海面後, 風向也就轉為西南, 而南南西, 因與此時西南季風同向, 常可發生強勁西南風。



圖廿三 侵襲新竹颱風的主要徑路圖



圖廿二 颱風侵襲臺灣路徑圖



圖廿四 新竹各風向的最大風速
(民國 27 年 ~ 51 年)

表廿七 新竹瞬間最大風速達每秒二十公尺以上的颱風 (民國 27~62 年)

月別	各月累計次數	侵襲日期 年 月 日	颱風名稱	最低氣壓		十分間平均最大風速			瞬間最大風速			降雨		颱風中心登陸地點或通過地區	備註
				重力值 (mb)	時間 日 時 分	風向	風速 (m/N)	時間 日 時 分	風向	風速 (m/N)	時間 日 時 分	日數	總量 (mm)		
六月	1	49 6 10	瑪麗 (Mary)	993.2	10 12 00	SW	15.8	10 12 53	SW	25.5	10 12 51	3	100.9	由香港附近登陸，掠過馬祖進入東海向東北推進襲擊日本。	
七月	1	29 7 7	—	969.1	07 16 22	NNE	21.7	07 15 10	NNE	29.2	07 15 12	3	64.6	在花蓮南方登陸，越山經臺中附近入海由金門進入大陸。	
	2	31 7 11	—	970.4	11 21 00	NNE	22.0	11 21 00	NNE	27.8	11 20 50	3	7.82	在新港附近登陸，越山過新竹入海，經馬祖進入大陸。	
	3	32 7 18	—	972.3	18 10 00	SSW	16.8	18 10 00	SSW	22.5	18 10 02	3	628.6	—	
	4	41 7 28	—	990.8	29 12 40	NE	16.2	28 20 05	NE	21.2	28 20 07	—	0.0	—	
	5	42 7 3	—	968.2	04 02 30	N	20.5	03 22 51	N	26.8	03 22 46	2	11.0	—	
	6	47 7 15	溫妮 (Winnie)	977.0	15 21 43	NE	17.0	15 21 10	NE	26.0	15 21 02	3	22.5	由成功登陸，越過中央山脈，經臺灣海峽再由廈門北方進入大陸。	
	7	52 7 16	范迪 (Wendy)	979.1	16 14 00	NNE	18.7	16 10 40	NNE	23.9	16 10 33	2	24.1	由花蓮北方登陸，穿過中央山脈經新竹南方附近入海進大陸。	
	8	58 7 27	衛歐拉 (Viola)	986.1	27 17 30	ENE	11.8	27 14 30	ENE	21.0	27 14 35	1	T	通過巴士海峽經汕頭西南方進入大陸。	
	9	60 7 25	挪定 (Nadine)	970.5	26 05 30	NE	18.3	25 21 25	NE	25.2	25 21 40	2	8.5	在臺東新港間登陸，經海峽，由金門附近進入大陸。	
八月	1	29 8 30	—	970.1	31 05 00	ENE	18.0	30 16 00	NNE	27.2	30 16 54	4	117.6	在新港花蓮間登陸，越山經新竹入海，由馬祖進入大陸。	
	2	33 8 13	—	970.4	13 22 22	NNE	22.5	13 22 00	NE	35.0	13 21 00	2	123.8	在花蓮南方登陸，越山經臺中入海，由金門附近進入大陸。	
	3	36 8 29	—	977.5	29 11 00	ESE	19.0	29 10 00	ENE	25.4	29 08 05	2	6.8	在大武附近登陸，越山經高雄入海，由金門附近進入大陸。	
	4	42 8 16	—	983.4	16 18 54	SSW	16.2	17 04 00	SSW	20.9	17 04 00	3	201.9	通過臺灣北部海面進入大陸。	
	5	48 8 30	瓊恩 (Joan)	965.6	30 03 52	ENE	19.2	30 00 45	NE	27.0	29 20 13	2	59.1	由成功附近登陸，越過中央山脈，入臺灣海峽再由廈門北方進入大陸。	
	6	51 8 6	歐珀 (Opal)	953.8	06 00 45	N	26.7	06 00 00	N	30.6	05 28 28	2	153.1	由宜蘭附近登陸，橫過臺灣北部，入臺灣海峽再由馬祖附近，進入大陸。	
	7	61 8 17	貝蒂 (Betty)	982.6	17 02 00	W	13.3	17 13 20	W	20.7	17 03 15	3	307.8	通過臺灣北部海面經馬祖北方進入大陸。	
九月	1	29 9 30	—	975.7	30 16 00	NNE	15.5	30 02 00	E	24.7	30 09 25	3	84.5	在臺東新港間登陸經臺南入海峽。	
	2	34 9 11	—	989.1	10 24 00	NE	20.8	11 02 00	NE	23.5	11 01 55	3	42.6	在新港附近登陸越山，經新竹入海，由馬祖進入大陸。	
	3	34 9 2	—	969.6	03 03 00	NNE	33.4	02 16 30	NNE	37.2	02 16 15	2	46.6	經臺灣南部海面進入臺灣海峽。	
	4	35 9 25	—	963.5	25 19 20	NNE	27.5	25 15 40	NNE	34.0	25 15 52	3	135.7	在臺東登陸，越山經臺中南方進入臺灣海峽。	
	5	37 9 17	—	977.1	17 16 00	NNE	20.2	17 13 15	NNE	27.2	17 13 39	4	178.2	在宜蘭登陸越山經新竹入海，由馬祖進入大陸。	
	6	37 9 6	—	982.6	06 07 08	E	16.7	06 07 00	E	21.4	06 07 11	2	36.9	在臺東登陸，越山經臺中南方進入臺灣海峽。	
	7	38 9 14	—	984.0	14 17 06	ENE	21.7	14 17 45	ENE	30.5	14 07 43	1	39.4	在花蓮北方登陸，越山經臺中北方入海，由金門進入大陸。	
	8	45 9 3	黛納 (Dinah)	972.3	03 15 40	N	21.5	03 07 28	N	31.3	03 17 22	3	229.6	在新港登陸，越山經新竹南方入海，由馬祖南方進入大陸。	
	9	47 9 4	葛瑞絲 (Grace)	987.3	01 02 00	WSW	16.0	01 03 00	SW	23.0	04 03 15	2	93.1	通過基隆東北方海面，入東海再由溫州附近，進入大陸。	
	10	50 9 12	波密拉 (Pamela)	961.3	12 04 07	NNE	33.4	12 04 10	NNE	42.7	12 03 56	2	132.9	由蘇澳附近登陸，橫過本省北部，由臺中附近入臺灣海峽，再由金門進入大陸。	
	11	50 9 28	泥莉 (Sally)	984.7	28 14 50	NE	16.0	28 10 20	NE	21.4	28 10 15	2	11.7	由大武登陸，越山後經高雄南方入臺灣海峽，向西推進，侵入香港海面。	
	12	51 9 5	愛美 (Amy)	959.8	05 10 53	NE	22.3	05 10 30	NE	27.6	05 10 25	3	55.6	由花蓮北方登陸，橫過本省北部，經新竹附近入臺灣海峽，再由馬祖南方進入大陸。	
	13	52 9 11	葛樂禮 (Gloria)	981.2	11 11 43	NW	15.3	11 08 00	NW	26.8	11 08 05	4	575.7	通過基隆東北方海面，由馬祖附近進入大陸。	
	14	58 9 26	艾麗西 (Elsie)	970.9	27 26 30	NNE	26.7	26 23 30	NNE	36.3	26 23 22	2	112.5	在花蓮南方登陸，越中央山脈，經海峽由金門附近進入大陸。	
	15	60 9 18	艾妮絲 (Agnes)	985.4	19 02 25	NNE	15.7	18 16 50	NNE	20.0	18 15 50	2	179.5	由花蓮宜蘭間登陸，經新竹臺中間入海，在馬祖南方進入大陸。	
十月	1	51 10 3	黛納 (Dinah)	985.6	03 05 20	ENE	15.3	03 08 40	ENE	22.3	03 08 40	4	53.4	通過巴士海峽後，再由汕頭南方進入大陸。	
	2	62 10 9	娜拉 (Nora)	995.2	9 17 45	ENE	14.3	09 16 20	ENE	23.0	09 16 25	4	29.7	經巴士海峽，越臺灣海峽，由金門附近進入大陸。	
十一月	1	56 11 18	吉達 (Gilda)	993.3	18 12 35	NE	15.0	18 04 30	NE	25.8	18 04 20	1	15.2	在花蓮南方約公里處登陸，經新竹進入海峽後逐漸消失。	

2.第二種路徑：颱風中心登陸宜蘭附近或花蓮以北地區後，橫過臺灣北部，經臺灣海峽而進入我國大陸（圖廿三）。此種路徑的颱風，對於本區威脅最大，尤其是當颱風中心取道宜蘭附近登陸時，更構成嚴重威脅。此時本區最先表現東北風，迨其接近臺灣東部，則由東北轉為北北東風，風速亦漸加強，在整個颱風行程中乃以東北風持續時間最長，至中心登陸東部之際，北北東風勢力隨即增強，每可造成本區之最大風速，此最大風速通常發生於中心越過山岳之先，但如登陸後威力大減，本區最大風速亦有發生於颱風中心迫近東部沿海之時，越山後因地形摩擦影響，威力往往急激減弱，稍後風速漸減，如有發現南風，乃即表示颱風中心已跨過山岳正向臺灣海峽推進。迨其移入海峽後即轉為南南西風，此後本區威脅亦漸告解除。「波蜜拉」及「歐珀」颱風即按此路徑來襲。

3.第三種路徑：颱風中心在臺東附近或花蓮以南地區登陸後，橫越臺灣中部，經臺灣海峽而進入我國大陸。其來襲前後的風向變化與上述第二種路徑的徑路大致相似，唯因颱風中心通過地區與新竹相距較遠，故其風力不如前者強烈，當其通過新竹以南地區，偶有東北東風出現，然後由南而南南西風；至颱風中心移到海峽後，威脅漸減。例如民國 48 年之「瓊恩」颱風即是。

以上第二及第三種路徑的颱風，當其中心進入東部沿海或接近登陸東部之時，由於中央山脈地形影響，東部因氣流會聚而氣壓升高，背風面的西部氣壓減低，致在中央山脈西側一帶，常可誘發一副低氣壓，亦即副颱風中心也。如依第二種路徑進襲的颱風，其副中心常在新竹或臺中附近形成，按第三種路徑行進的颱風，其副低壓發生地點大多位於臺中以南地區，此僅就通常狀況而論，但也有例外情形發生。當此副中心形成於新竹附近或掠過時，其對本區雨量影響，乃視風力為重要。

颱風中心登陸東部後，其威力常因地形摩擦而減弱，並按上述得知新竹最大風速的發生時間，多在其中心登陸後及越山前之間，因新竹最大風速每較同緯度而相距約 100 公里之宜蘭為小，例如「歐珀」颱風，宜蘭所曾測得瞬間最大風速為東風每秒 66.0 公尺，但新竹僅為北風每秒 30.6 公尺，前者較後者高達一倍以上，除係地形摩擦影響外，又因當時中心與新竹相距較宜蘭為遠，但有時由於登陸後未見顯著減小，致使本區最大風速與宜蘭相差無幾，例如民國

50 年 9 月 12 日的「波密拉」颱風，宜蘭的瞬間最大風速為東北風每秒 44.8 公尺，而新竹亦達每秒 42.7 公尺之紀錄，足見其風力並未因地形摩擦影響而有顯著削弱，視一般情況有異。

四第四種路徑：颱風中心西進，通過巴士海峽或呂宋北部而入南海，或在我國大陸登陸後即行消滅。當颱風中心通過臺灣南部海上時，本地區即由東北風轉為東北東風，因與東北信風合併且受地形影響，風力強勁，但於其通過後，風力隨即趨減。此種路徑之颱風，常在新竹附近造成焚風現象，當於本文另節討論「焚風」加以闡述。

(三)歷年侵襲颱風，新竹各風向之最大風速

在 35 次瞬間最大風速達每秒 20 公尺以上的颱風中，其風向屬於北北東風達 10 次，居各風向之冠，次為東北風 9 次，東北東風為 5 次，北風 3 次；東，西南及南南西風各為 2 次，西北風 1 次。其瞬間最大風速達每秒 30 公尺以上之 8 次中，北北東風 4 次為最多，佔總次數之 50%，北風 2 次，東北和東北東風各 1 次，如圖 24 所示。歷年來新竹瞬間最大風速之最高紀錄，係 50 年 9 月「波密拉」颱風所造成北北東風 42.7 每秒公尺，其次則為 34 年 9 月 2 日的颱風，在新竹測得每秒 37.2 公尺，最高及次高風速紀錄均係北北東風。按圖 24 可知第一象限內各風向之風速均較強，尤以北北東風風速特大，凌駕各風向之上，但東北風亦常逞強，北及東北東風亦不示弱，第三象限由西南及南南西風的威力也不可忽視。圖中第一象限各風向的最大風速，視之其他象現顯見特出，每秒 30 公尺之最大風速均集中於第一象限之內，第三象限內西南和南南西風的風速亦曾超過每秒 20 公尺，但第四及第二象限內的風速均遠遜之，尤以東南及南南東風疲弱乏力，向未超過每秒 10 公尺，顯較其他風向的風力為弱，乃成本區風信之一特徵，此因本區東南方高山大嶺綿互不絕而受地形影響之所致。

(四)經新竹出海之颱風

按 47 年至 55 年登陸本省颱風總次數共 18 次，其中經新竹出海之颱風為 9 次佔總次數之 50%，頻率甚高，9 次中在花蓮北方登陸的（宜蘭附近登陸的併計在內）共有 8 次之多，如表 27 所示，即由新竹附近入海的颱風 10 次中有 9 次來自花蓮北方登陸的，在花蓮以南登陸的僅有 1 次。

表廿八 經 新 竹 出 海 颱 風 之 分 析 (民國 47 年至 56 年)

日 期	颱 風 名 稱	十 分 間 平 均 最 大 風 速						瞬 間 極 大 風 速					
		登 陸 前		登 陸 中		出 海 後		登 陸 前 後		出 海 後		登 陸 前 後	
		風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分	風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分	風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分	風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分	風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分	風 速 (m/s)	發 生 時 間 日 時 分
年 月 日	輕 度 颱 風 (未 有 名 字)	WSW 2.8	28 09 00	NNW 5.5	29 14 00	E 4.0	30 18 00	NNW 7.8	29 14 2	E 5.3	30 18 15		
47 8 29	魯 依 (Louis)	NE 10.0	3 10 00	NE 14.7	3 21 30	SSW 14.5	4 13 40	NE 19.5	3 21 02	SSW 19.2	4 13 37		
48 9 3	雪 莉 (Shirly)	NNE 13.3	31 17 33	NNE 6.7	31 20 00	SSW 10.0	1/8 09 35	NNE 19.6	31 17 10	SSW 14.3	1/8 09 12		
49 7 31	波 密 拉 (Pamela)	NNE 21.3	12 03 00	NNE 33.4	12 04 10	SW 2.7	12 14 03	NNE 42.7	12 03 56	SW 5.3	12 13 37		
50 9 12	凱 蒂 (Kate)	S 4.0	21 19 40	NNW 1.2	22 15 00	SW 12.0	23 23 00	S 4.4	22 23 55	SW 15.0	23 22 52		
51 7 23	歐 珀 (Opal)	NE 9.7	5 09 00	N 26.7	5 24 00	SSW 14.7	6 05 00	N 30.6	5 23 28	SSW 24.5	6 13 02		
51 8 5	愛 美 (Amy)	NNE 17.2	5 09 00	NE 22.3	5 10 30	SSW 10.3	5 00 00	NE 27.6	5 10 25	SSW 15.3	5 09 05		
51 9 5	范 迪 (Wendy)	NNE 15.0	16 09 00	NNE 18.7	16 10 40	S 16.7	16 22 00	NNE 23.0	16 10 33	S 20.6	17 00 48		
52 7 16	瑪 麗 (Mary)	NNE 8.3	18 21 00	NNE 5.3	19 05 00	SW 7.7	20 12 40	NNE 19.8	18 15 55	SSW 15.0	19 17 25		
54 8 19	葛 拉 (Ciara)	NNE 4.7	10 14 00	NNE 3.3	11 13 00	SSW 8.3	12 12 50	NNE 7.3	10 12 40	SSW 1.4	12 12 40		
56 7 11													

降 雨 情 況		最 低 氣 壓		登 陸		出 海 時 間		登 陸 與 出 海 時 間 之 差		備 註		
登 陸 前 後	雨 出 海 後	總 計		重 力 值	發 生 時 間	地 點	時 間	月 日 時	月 日 時	月 日 時	月 日 時	
雨 量 (mm)	雨 時 (h)	雨 量 (mm)	雨 時 (h)	雨 量 (mm)	雨 時 (h)	(mb)	日 時 分					
39.8	4.3	30.2	8.2	70.0	12.5	992.4	29 17 00	花蓮北方	8 29 13	8 29 19	6小時 ¹	1.威力弱影響不大。 2.登陸後主中心減弱消失另在新竹附近誘發一副中心。 3.登陸後威力未顯著減弱且行速加快迅速推進入海。 4.主中心通過恆春附近至本省東部沿海減弱消失，同時在臺灣海峽北部誘發一副中心向北推進。 5.主颱風在宜蘭沿海減弱消失，另在花蓮附近及新竹臺中間誘發副颱風各一。
4.0	4.0	26.5	19.5	30.5	23.5	983.3	3 22 30	花蓮南方	9 03 20	9 04 01	5小時	
43.1	18.3	207.2	23.4	250.3	41.7	982.9	1/8 03 00	花蓮北方	7 31 20	1/8 03 00	7小時 ²	
88.7	10.5	44.2	8.1	132.9	18.6	961.3	12 04 07	宜蘭附近	9 13 04	9 12 08	4小時 ³	
1.2	1.8	247.5	28.8	242.7	30.6	981.0	23 04 35	通過恆春附近	7 22 00	7 23 02	9小時 ⁴	
31.4	14.8	121.7	13.4	153.1	28.2	954.1	6 00 45	宜蘭附近	8 05 22	8 06 02	4小時	
36.5	20.3	16.7	22.4	63.2	42.7	959.8	5 10 53	花蓮北方	9 05 10	9 05 14	4小時	
1.6	3.4	22.5	19.7	24.1	23.1	975.3	16 14 00	花蓮北方	7 16 10	7 16 16	6小時	
102.1	21.6	25.2	8.7	127.3	30.3	988.2	19 08 00	未登陸（主中心在宜蘭沿海減弱消失）	(8 19 05)	副中心出海 8 19 05	— ⁵	
33.4	5.9	40.6	7.3	74.0	13.2	990.1	11 19 22	花蓮北方	7 11 14	7 11 20	6小時	

新竹與宜蘭緯度相若，花蓮雖較新竹緯度約少 1 度，新竹與花、宜兩地大略可視作一個等腰三角形，腰長約 110 公里，按表廿八示自颱風登陸以至由新竹入海，最少需 4 小時，平均行速約為每小時 28 公里；最多則需 6 小時，其平均時速為 18 公里；故由陸入海全部所需時間約 4 至 6 小時之久，若在本區附近誘發副中心者則另作別論，此副中心常生成於主中心登陸減弱或消失之同時，旋即西移入海，就一般情形而論，颱風進抵本省東部沿海時，行速常減慢，登陸越山後，隨即迅速推進入海，新竹濱海甚近，市區距海僅 5 五公里，颱風自新竹入海常是一眨眼之事。在本區附近誘發之副中心，因初生成平淺虛弱，其對風力影響乃視雨量為小。一次來襲颱風降水量之多寡，雖須視颱風本身所含溫濕空氣之量而定，但地形因素亦不可漠視。在整個颱風來襲過程中，自登陸之先以迄完成登陸之後，這一段時間內，東北風雖逞強，但其雨量未必甚大，而大部雨量常降於出海後西南風之中，此際降水強度每達到最高點，視登陸前後期為大，降雨時間亦以斯時持續較久，但與颱風行速快慢有關。

根據若干氣象學家證知一個成熟颱風的旋流可能貫穿對流層，至少可達 10 公里，甚至更高，故颱風於東部登陸後，強度雖因陸上溫濕空氣之不足，以及地面摩擦作用而趨於衰弱，但高層旋流仍能繼續存在，所以翻山越嶺後仍有加強可能。例如前述「波密拉」颱風於宜蘭登陸跨山後下部氣流雖被切斷，而其上部旋流尚能重行發展，以致造成本區歷年來風速之最高紀錄，此次最低氣壓宜蘭為 971.3mb，而新竹為 961.3mb，反較前者為低，足見該次颱風的威力於越山後並未減弱，其中心反有加深現象，通常颱風登陸東部後，威力減弱，當其越山通過新竹附近時，中心往往已告填塞，故最低氣壓係於登陸稍後發生，並非形成於中心通過本區之際。倘主中心登陸後消失，而誘發副中心於本區附近者，其最低氣壓則見諸由新竹出海之時。

九、蹂躪新竹之龍捲風

龍捲風 (Tornado) 是一種自然界威力最強的風暴，其直徑甚小，通常約自十餘公尺以至五十公尺不等，但最大的亦可達四百公尺，自生成以至消失時間甚短，最長不過數小時而已，唯其風速甚強可達每秒二，三百公尺，遠較一個強烈颱風為大。龍捲風發生最多地區，首推美國，澳洲次之，臺灣各地發生頻數

雖遠較美澳為少，但歷年來時遭侵襲。就本區而言，以民國 44 年 7 月 18 日 13 時 32 分發生於新竹市區之龍捲風為最具威力，損失頗重。按當時觀測實況，積雨雲先向西面移至海上，再轉向東北侵入市區，旋即發生龍捲風，可見斯時海上之對流作用，更較陸上強烈，該測站雷電現象自 13 時 4 分始，13 時 18 分開始降雨，時斷時續，迨龍捲風發生時，雷雨轉強，14 時雨量為 26.8mm，15 時雨量更豐達 40.2mm。當日上午僅有少量積雲，風速約為每秒 1 公尺風力微弱，風向為東北東，至 12 時方見大量濃積雲生成。龍捲風發生前吹北北東風，發生後轉為南南西風，赤道輻合帶乃於此時通過新竹地區而向北推進，該測站雖與龍捲風發生地點，相距不足 1 公里，唯其 10 分間平均最大風速僅為每秒 6.5 公尺，(14 時)，瞬間最大風速亦少於每秒 10 公尺，其他氣象紀錄亦無顯著變化，故在龍捲風中心各項氣象要素之變化實況，實難以推測。

依據是日 (7 月 18 日) 0000Z 地面天氣圖如圖 25 所示，「葛萊拉」(Clara) 颱風於 14 日經臺灣東北海面，進入東海，繼續向西北推進，赤道輻合帶隨之北移。至 18 日 0000 Z「葛萊拉」颱風已成強弩之末，進抵黃海，變為溫帶氣旋，另有兩個熱帶性氣旋，一在華南沿海，一在硫磺島附近，太平洋高壓位於日本東方海面，其勢力及於琉球羣島北部，琉球羣島北部為東北風，南部吹微弱東南風，而菲律賓北部為南風，中國南海則西南風盛行，在琉球南部氣流輻合甚顯，赤道輻合帶連結此兩熱帶氣旋而經過本省北端，臺灣地區完全為熱帶海洋氣團所控制。據上分析，得知在臺灣北部地區低層氣流之輻合至為顯著，

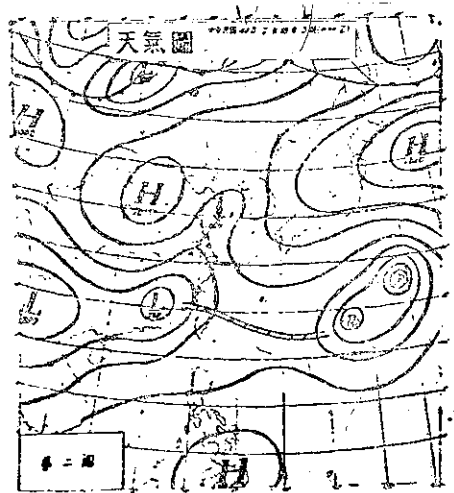


圖 25

且在福建沿海有一熱帶性低氣壓，故此地區必有氣旋性環流存在，又因赤道輻合帶經過本省北部，熱帶海洋氣團隨之北移，整個臺灣均在其控制之下，致有溫高濕重而不穩定的空氣，侵入本省上空，遂造成茲次龍捲風之主因。

民國 53 年 8 月 14 日下午 4 時許在新竹湖口鄉亦曾發生龍捲風，但因其所經路徑短，時間暫，災害輕微。

十、吹襲新竹的焚風

焚風 (Foehn) 係氣流受高山阻碍，被迫上升，是時水汽因膨脹冷却凝結為雨而降於向風面，及其越過山岳，遂成乾燥空氣而下降，此時背風面空氣由於絕熱壓縮而增溫，乃成乾暖之氣流。其至也，氣溫因之升增，相對溫度為之劇降，天氣非常燥熱，農作物將因之枯萎，積雪遇之融化，且易致火災。此種現象，多產生於歐洲阿爾卑斯山及北美洛磯山之山麓。臺灣中央山脈作南北走向，故焚風多發生於東西兩側，又因臺灣焚風之起，多由於颱風或低氣壓通過南部，巴士海峽，或通過臺灣北部海面，所以焚風之分布乃在臺灣中部之東西兩麓，以臺中、臺東及新竹較為顯著。本省民衆所謂「火燒風」及「火颶」即指此

焚風而言。

歷年來吹襲新竹的焚風，擇其較為顯著的製成表廿九，依據表中所示，可獲以下研判結果：

(一)新竹焚風多產生於颱風或低氣壓通過臺灣南部或巴士海峽之時，當其環流有足夠之深度與強度之際，發生頻率更高。

(二)當颱風通過巴士海峽或臺灣南部時，本區在其環流風系內應吹東北風，按歷年新竹所觀測紀錄，焚風發生時，新竹多吹東北東，東風或東北風，但以東北東風為頻。

(三)按新竹歷年紀錄，焚風發生期最高氣溫為 38.7 °C 發生於民國 53 年 8 月 7 日艾達颱風通過呂宋北部沿海之時；最小相對濕度為 40 % 亦發生於同一日期。

(四)焚風期蒸發量特大，高達 11.7mm 發生於民國 38 年 9 月 14 日，民國 52 年 9 月 5 日之 11.5mm 亦甚大。

(五)焚風吹襲本區之持續時間，最長約有兩天之久，最短亦達 7 七小時，通常多為十餘小時，其風向多為東北東或東風。

(六)焚風吹襲本區時，農作物受害甚大，受災程度須視其持續時間，強度，及氣溫高低而有不同。

表廿九 吹襲新竹的焚風

日 期	十分間平均最大風速			瞬間最大風速			最高氣溫				最小濕度		蒸發量 (mm)	焚風 吹襲時間	說 明
	風向	風速 (m/s)	時 間 日 時 分	風向	風速 (m/s)	時 間 日 時 分	示度 (°C)	時 間 日 時 分	其時風向	其時風速	示度 (°C)	時 間 日 時 分			
年 月 日															
38 9 14	ENE	21.7	14 17 45	ENE	30.5	14 17 43	32.6	14 21 32	E	11.7	52	21 00 00	11.7	連續45小時	颱風由新港北方登陸越中央山脈入海進大陸。
50 9 28	NE	16.0	28 10 20	NE	21.4	28 10 25	31.5	28 16 20	ENE	11.7	52	28 16 18	(55)	連續7小時	颱風 Sally 在大武登陸越山經高雄南方入海侵香港。
51 8 31	ENE	13.7	31 02 30	ENE	17.8	31 02 25	33.7	30 13 18	NE	6.0	56	31 08 40	(8.7)	連續17小時	颱風 Wanda 通過巴士海峽。
52 9 5	NE	10.8	05 08 00	NE	14.2	5 08 35	38.2	5 14 00	E	6.7	41	05 14 40	11.5	連續38小時	颱風 Faye 經巴士海峽。
53 8 7	E	6.5	7 19 20	ENE	12.0	7 18 02	38.7	7 12 15	SW	1.3	40	7 14 10	(9.5)	連續7小時	颱風 Ida 經呂宋北部入南海。
58 7 27	ENE	11.8	27 04 30	EaE	21.0	27 14 35	35.4	27 13 20	ENE	10.0	52	27 13 20	8.3	連續40小時	颱風 Liola 通過巴士海峽。
60 7 20	E	11.7	20 16 10	ENE	16.1	20 13 35	36.3	20 16 10	ENE	8.3	44	20 16 00	10.5	連續16小時	颱風 Lucy 通過巴士海峽。

十一、結 論

本文係根據新竹測候所觀測紀錄及其他資料，對於「風城」新竹之風，詳加研究分析，獲得如下結論：

(一)新竹因地形關係，東北及西南季節風甚為顯著，其季風期及轉變期如下：

東北季風期…九月中旬至四月下旬，計七個多月。

季風轉變期…五月上旬至五月下旬，計一個月。

西南季風期…六月上旬至七月下旬，共兩個月。

季風轉變期…八月上旬至八月下旬，計一個月。

(二)各風向降雨可能性，夏秋以偏南風較大，冬季以東北東及東北風為大，偏東風亦不弱。一年中以六月總雨時達 100.5 小時為最多，該月降雨可能性以東南風特大達 44%，東南東風為 42% 及東風之 37% 次之。平均降水強度以西北風為最大，南風次之。

(三)各風向成霧可能性以南南東風為最大，東南東及東南風次之。

(四)本區因受地形影響，海陸風依其風向變遷情形，可分為 A、B、C 三型，各型風向變化互異，風速大小不一，陸風多偏東風，風力微弱，常造成晨夜間颶風現象，海風則以偏北風或偏西風為主，一日中最大風速常與最高氣溫同時出現。A 型發生日數以秋季為最多，B 及 C 型以夏季為多。

(五)新竹歷年平均強風日數（風速達 10.8m/s 以上者）年共 35.6 天，以 11 月之 5.8 天為最多，4 月之 1.2 天為最少，按一年總日數而言，除基隆、恒春及外島外，居全省各地之冠。歷年來最多強風日數達 83 日發生於 1949 年，最少僅一日發生於 1963 年。

(六)颱風登陸宜蘭附近或花蓮以北地區，西行橫越臺灣北部，而來襲本區時，對於新竹威脅最大。歷年來瞬間最大風速之最高紀錄為北北東風 42.7m/s，即由於 1961 年 9 月 20 日之「波密拉」(Pamela) 颱風採此路徑所造成。

(七)颱風或低氣壓通過巴士海峽或其附近時，本區常有焚風發生，是時多吹東北東或東風，氣溫劇升，濕度低降。對於農作物影響甚大。1964 年 8 月 7 日

「艾達」(Ida) 颱風通過臺灣南方時，本區因發生焚風而造成 38.7°C 之最高氣溫紀錄。

(八)新竹各風向頻率，全年以東北風所佔 24.8% 為最大，但靜風亦高達 24.5%。至各月風向頻率，東北風均佔優勢，6、7、8 月西南風頻率始見增大，各月靜風頻率最高達 30% 以上，最小亦在 20% 上下。

參考文獻及主要資料

1. 新竹測候所歷年氣象觀測紀錄。
 2. 臺灣省氣象所編印「臺灣歷年氣象報告」及中央氣象局編印「氣象報告續篇」。
 3. 正中書局印行「中國氣象總論」。
 4. 交通部交通研究所與中央氣象局合印之「中國之氣候」。
 5. Kueppe, Delong: Weather and Climate.
 6. Keith: Smith Principles of Applied Climatology.
 7. Glem T. Trewartha: The Earth's Problem Climates.
 8. 鄒豹君等著：新竹新志。
 9. 萬寶康：臺灣分區氣候與天氣之研究、氣象學報第二十卷第一期。
 10. 鄭子政：臺北盆地的氣候，氣象學報第十四卷第三期。
 11. 李瑞靄：陽明山的雨，科學月刊民國六十三年四月號。
 12. Erwin R. Biei: Climatology of the Mediterranean Area. The University of Chicago Press. (p.23-p.30).
 13. Hirata: Land and Sear Breezes in Chempulpo. Journal of the Meteorological Society of Japan Vol. 30, No. 8.
 14. 石田雅生：濱田地方之海陸風，日本氣象學會刊行氣象集誌，創刊三十年紀念號。
 15. 朱學良：新竹海陸風之研究，氣象學報第十四卷第二期。
 16. 張月娥：臺北市氣候氣象學報第七卷第三期。
 17. 朱學良：初夏雷雨與新竹雨量，中國氣象學會通訊第二期，民國五十五年十二月。
- 作者通訊處：中央氣象局技術組



民國六十四年西北太平洋颱風概述

A Brief Report on Typhoons in the Northwestern Pacific during 1975

Abstract

There were 20 tropical storms occurred in the western Pacific during 1975, among which fourteen of them reached typhoon intensity. The statistics shows that the annual average of tropical storms within the past twenty-eight year is 27.9 times among which 17.5 of them reach typhoon intensity. In comparing the case of this year with those of the past, it is discovered that both of the storms and the typhoon intensity of this year were lower than the normal average.

The tracks of these storms in this year can be roughly divided into 5 categories, i. e., 9 westward without recurvature, 5 in recurvature, 3 eastward or northeastward, 2 northward and 1 special.

According to the report of Taiwan Police Departments it is revealed that a total of 41 persons was killed, 8 missing and 215 injured, 1948 houses totally collapsed and 4215 partially collapsed.

一、總 論

(一) 本年內颱風發生之次數與侵臺次數：

民國六十四年（以下簡稱本年）在北太平洋發生的颱風共有 20 次，其中屬熱帶風暴（即輕度颱風，中心附近最大風速每秒 17 至 31.5 公尺或每小時 34 哩至 63 哩）者共有 6 次，佔總數的 30%，中度以上颱風有 14 次，其中達強烈颱風者有 5 次。在此 20 次颱風中，構成影響臺灣附近海面或本土，而由本局發佈警報者 5 次，其中僅發海上警報 1 次，即 10 月之芙勞西 (Flossie)，發海上陸上颱風警報者 4 次，即 8 月之妮娜 (Nina)、婀拉 (Ora)，9 月之貝蒂 (Betty)，10 月之艾爾西 (Elsie) 颱風，其中以妮娜、貝蒂及艾爾西列為本年內侵臺颱風，而以妮娜颱風的威脅最大。

妮娜颱風是 7 月 31 日位在呂宋島東方海面之熱帶性低氣壓發展而成，生成後受太平洋高氣壓影響，成為西進颱風。妮娜雖然命短，但發展甚速，在登陸花蓮前，其強度達最高峯，當時中心最大風速為 68 m/s，中心最低氣壓為 900mb，因此首當其衝的花蓮

地區受害慘重。

貝蒂颱風為 9 月 18 日誕生於關島西北方海面上，受太平洋高壓導引，向西穩定進行，於 22 日 19 時 30 分在臺東附近登陸，由高雄附近出海進入臺灣海峽，臺灣受其影響以南部災情為重。

艾爾西颱風是由 10 月 9 日在雅浦島北方海面的熱帶性低氣壓發展而成，強度很強，結構結實，其路徑亦受太平洋高氣壓影響，呈西北至西北西進行，在侵襲期間，西伯利亞高壓強度不大，不能助長氣流之輻合及氣壓梯度之增大，因此本省各地風雨不大，僅臺灣南端屏東、臺東等地略有災情。

茲將侵臺颱風作成綱要表 1，如表所示。

(二) 本年內颱風發生之月份分配。

本年內發生 20 次颱風，其各月分配如圖 1 所示。1~7 月中，僅 1 月及 7 月各發生 1 次各佔全年總數之 5%，而 2~6 月份沒有颱風產生，8, 9, 10 月各發生 5 次，佔 25%，11 月有 3 次，佔 15%。圖 2 為本年內各月份颱風發生次數與過去 28 年平均數之比較圖。

表1. 民國六十四年侵臺颱風綱要表

Table 1. The summary of typhoon which invaded Taiwan in 1975.

颱風名稱	妮娜 (Nina)	貝蒂 (Betty)	艾爾西 (Elsie)
侵臺之日期	8月3日	9月22日	10月12日
本省測得最低氣壓 (mb)	946.5 (花蓮)	953.7 (臺東)	992.0 (東吉島)
本省測得之10分鐘最大風速 (m/s)	38.3 (花蓮)	38.0 (新港)	35.7 (蘭嶼)
本省測得之瞬間最大風速 (m/s)	56.0 (花蓮)	51.3 (新港)	41.0 (蘭嶼)
本省測得之最大總雨量 (公厘)	497.0 (阿里山)	581.7 (玉里)	314.9 (玉里)
進行方向	WNW-NW	W	WNW
進行速度 (每時公里)	24	25	20
通過地點	臺灣東部	臺灣東部	巴士海峽
登陸地點	花蓮	臺東	

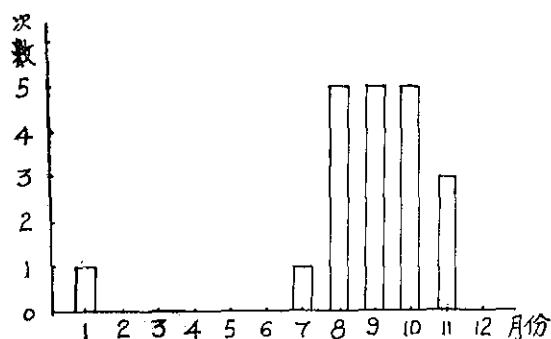


圖1. 民國六十四年北太平洋西部及南海地區所發生颱風之逐月分配圖

Fig. 1. Monthly distribution of the frequency of occurrence of tropical cyclones in the western north Pacific and south China sea in 1975

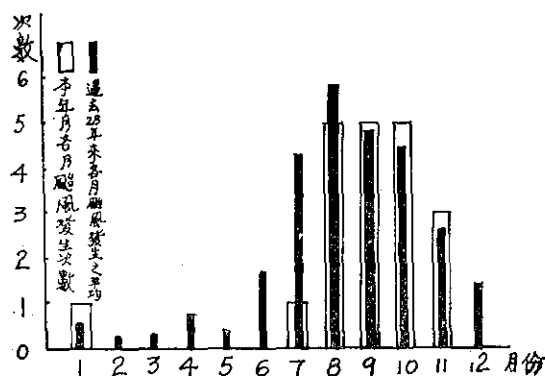


圖2. 過去28年與今年各月發生颱風(含輕度)次數之比較

Fig. 2. The comparison of typhoon monthly occurrence within western north Pacific ocean and south China sea in 1975 with the averages since 1947.

本年內颱風達中度以上強度的有羅拉、妮娜、妮拉、費莉絲、莉泰、蒂絲、溫妮、艾麗絲、貝蒂、寇拉、艾爾西、芙勞西、艾達、裘恩等 14 個颱風，其餘 2 次僅達輕度颱風，即瑪美、蘇珊、衛歐拉、都麗絲、葛瑞絲、海倫颱風等。

茲將本年內各月西太平洋出現的颱風與過去 28 年的情況作一比較，如表 2 所示。

(三)本年內颱風發生地區及強度。

本年內颱風發生的地區，大部份集中在北緯 10 度至 25 度，東經 125 度至 140 度左右，在馬利安納羣島西方海面至菲島東方海面有 8 次颱風發生，佔總數之 40%，其次在南海有 3 次，馬利安納羣島東方海面有 2 次，琉璜島附近海面有 2 次，臺灣東方海面有 2 次，加羅林羣島南方海面 1 次，南島島東北方及西北方海面各 1 次，其分佈情形如圖 3 所示。

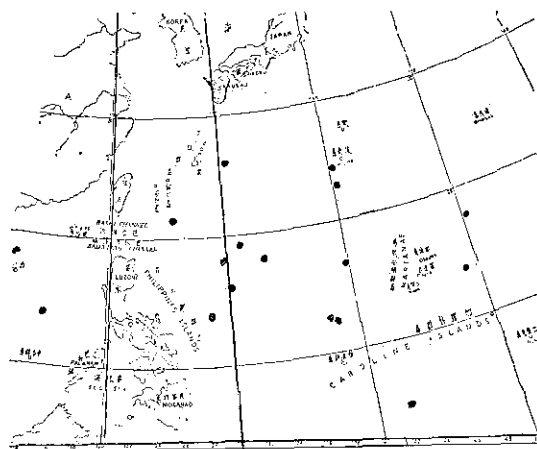


圖3. 民國 64 年西北太平洋及南海地區熱帶風暴初生地點之分布圖

Fig. 3. The location of tropical storms first appeared on synoptic charts.

表2. 1947 來北太平洋西部各月颱風次數統計表
Table 2. The Summary of typhoon occurrence in Western North Pacific since 1947.

月 份 年 度	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			11 月			12 月			全 年		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
1947	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	3	0	0	2	2	1	4	2	0	6	4	1	3	3	0	1	1	0	22	14	4
1948	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	1	1	4	1	—	8	2	0	6	4	2	6	1	0	4	2	0	2	1	0	36	14	3
1949	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6	2	1	3	2	0	5	3	2	3	1	1	3	1	0	2	1	0	24	11	4
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	2	1	1	5	1	0	18*	2	0	6	4	0	3	2	1	3	1	1	4	1	0	44	13	3
1951	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0	3	1	0	3	2	1	2	2	1	4	3	1	1	1	0	2	2	0	21	13	3
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	1	1	5	2	0	3	3	1	6	5	0	3	3	2	4	3	0	27	20	5
1953	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	6	5	2	4	1	1	4	4	0	3	1	0	1	1	0	23	16	5
1954	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	5	3	1	5	5	1	4	3	0	3	3	2	1	0	0	21	16	4
1955	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	7	5	0	7	3	1	3	3	0	3	2	0	1	1	0	1	1	0	28	19	1
1956	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2	0	5	4	1	6	5	3	1	1	0	5**	5	0	1	1	0	24	20	5
1957	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	4	2	0	5	5	1	4	3	0	3	3	0	0	0	0	22	13	2	
1958	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	3	2	0	7	6	1	5	7	1	5	3	1	3	3	0	2	2	0	2	0	0	31	21	3
1959	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	6	4	3	4	3	1	4	3	1	2	2	1	2	2	0	23	16	7
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3	3	1	3	2	1	9	8	3	4	0	0	4	4	0	1	1	0	1	1	0	27	21	6
1961	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2	1	3	1	0	5	3	1	3	3	2	7	5	2	4	3	0	1	1	0	1	1	0	29	20	6
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	5	4	1	8	8	2	3	2	1	5	4	1	3	3	0	2	0	0	29	24	5
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	3	0	4	3	1	3	3	0	5	4	1	4	4	0	0	0	0	3	1	0	24	19	2
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	7	6	0	6	3	0	7	5	0	6	3	0	6	3	0	1	1	0	37	25	0
1965	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	1	3	2	1	5	4	1	7	4	1	6	3	0	2	2	0	2	1	0	1	0	0	34	18	3
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	1	1	0	5	3	0	8	6	1	7	4	2	3	2	0	2	0	0	1	1	0	30	20	4
1967	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	6	5	1	8	4	1	7	4	0	4	3	1	3	3	1	1	0	0	35	22	4
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	3	2	1	8	6	0	3	3	2	6	5	0	4	4	0	0	0	27	23	3	
1969	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	4	3	1	3	3	1	3	3	1	2	1	0	1	0	0	19	15	4
1970	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	0	6	4	0	5	2	1	5	4	0	4	1	0	0	0	0	26	13	1
1971	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	0	4	1	0	2	2	0	8	6	0	4	3	0	6	5	2	4	3	0	2	1	0	0	0	0	35	24	4
1972	1	1	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	5	5	0	5	3	1	5	4	0	5	4	0	2	2	0	3	2	0	30	23	1
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	1	5	2	0	2	2	0	4	3	1	3	0	0	0	0	0	21	12	2
1974	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	3	1	0	5	2	1	5	2	0	5	3	1	4	4	1	4	2	0	2	0	0	32	15.0	3.0
總數	14	5	0	7	2	0	12	4	0	22	15	2	31	23	3	48	32	7	119	102	16	166	98	23	133	92	27	124	85	10	75	51	7	40	21	0	781	500	97
平均	0.5	0.2	0	0.3	0.1	0	0.4	0.1	0	0.8	0.5	0.1	1.1	0.8	0.1	1.7	1.1	0.3	4.3	3.6	0.6	5.9	3.5	0.8	4.3	3.3	1.0	4.4	3.1	0.4	2.7	1.8	0.3	1.4	0.8	0	27.9	17.9	3.5
1975	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	4	1	5	4	1	5	3	1	3	2	0	0	0	0	20	14	3

註：I. 為輕度級及以上之颱風次數（亦即包含「熱帶風暴」在內，中心最大風速在每秒 17 公尺級以上者）。
 II. 為中度級及以上之颱風次數（亦即正式達於颱風強度，中心最大風速在每秒 32 公尺級以上者）。
 III. 為颱風（包括輕度）侵襲之次數（中心登陸或風暴侵襲臺灣而有災情者）。
 * 此 18 次均為小型之輕度颱風，為時短暫。其中有名稱者僅 4 次，此 4 次可能抵達颱風強度。惟根據美軍之統計資料（參閱 U. S. Asian. Military weather Symposium, 1960）該月正式達颱風強度者 2 次，故此為據。詳細情形可參閱本專題研究報告第 85 號。
 ** 過去本局為 4 次，今據美軍資料（同上）及颱風名稱英文字母次序更正為 5 次。

就範圍而言，東西向約自東經166度至東經113.5度佔52.5度，較去年(58.6度)稍窄，但較前年(51.1度)稍寬。南北向約自北緯5.3度至北緯35度，佔29.7度，較去年(26.0度)及前年(17.9度)為寬。初生地最靠近東方者為9月之溫妮(Winne)颱風，最西者為10月之都麗絲(Dorris)颱風，最北者為8月之蘇珊((Susan)颱風，最南者為11月之葵恩(June)颱風。

本年內出現的颱風以11月的葵恩颱風為最強，中心最大風速為80m/s，最低氣壓為875毫巴，時速每小時30哩之暴風半徑為450公里，時速50哩之暴風半徑為250公里，為一超級颱風，其次為10月之艾爾西颱風，中心最大風速為70m/s，中心最低氣壓為900毫巴，每小時30哩，暴風半徑為250公里，每小時50哩之暴風半徑為100公里。

以生命史之久暫而言，維持熱帶風暴(即輕度颱風)及以上強度最久者，以9月之蒂絲(Tess)計8天，最短的為10月的都麗絲(Doriss)颱風，維持時間約24小時。

例本年內颱風路徑型式及轉向點。

本年內之颱風路徑以向西北或西北西者較多，有9次，其次呈拋物線之路徑有5次，向東或東北進行者有3次，向北進行有2次，呈不規則路徑的有1次，即蘇珊颱風。

本年內轉向颱風在30-35°N者有1次，在25~30°N者有1次，20-25°N者有3次，轉向點最高為9月之溫妮颱風，約在北緯34度，最低者為11月之艾達颱風，約在北緯20度。

二、各月颱風概述

本年內共發生20次颱風，其中達中度以上之颱風有14次，其餘6次為輕度颱風，茲將各月份颱風的活動情況分述如下：

(一)一月：本月份只發生過1次颱風，為22日8時在雅浦島西南方海面之熱帶性低氣壓發展而成，此低壓於22日14時左右發展成為輕度颱風，命名為羅拉(dola)，是本年內第一個颱風，當時中心最低氣壓為996毫巴，而最大風速為20m/s，羅拉颱風生成後即向西北進行，至24日上午2時左右，強度增強為中度颱風，當時中心最大風速為33m/s，中心最低氣壓980為毫巴，6小時後，即24日8時，達最盛期，但最大風速僅35m/s，最低氣壓975毫巴，此種

強度僅維持數小時而已，此後即慢慢減弱，最後消失於西沙羣島之近海，其生命史，維持輕度颱風以上強度者有6天，而維持中度颱風僅1天而已，本月份之颱風路徑見圖4。

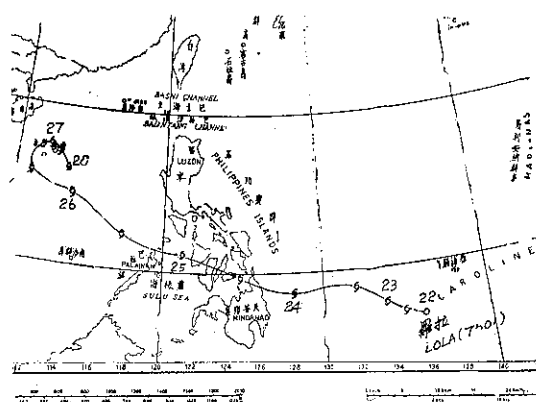


圖4. 64年1月份颱風路徑圖

Fig. 4. Typhoon track in January, 1975.

(二)七月：羅拉颱風消失後，在北太平洋地區寧靜了5個月之久，至7月27日11時15分，在北緯22.7度，東經142.2度，即在琉璣島東南方海面上出現了一個熱帶低氣壓，向西北西進行，據28日上午2時之飛機偵察，此低壓已發展成輕度颱風，命名為瑪美(Mamie)，為本年內第二個颱風。瑪美生成後，即向西北西穩定進行，於30日消失於日本九州南方海面，其生命僅2天。

瑪美颱風為輕度颱風，其強度很弱，在其最盛期，其中心附近最大風速僅18m/s，最低氣壓為994毫巴。圖5為7月份之颱風路徑圖。

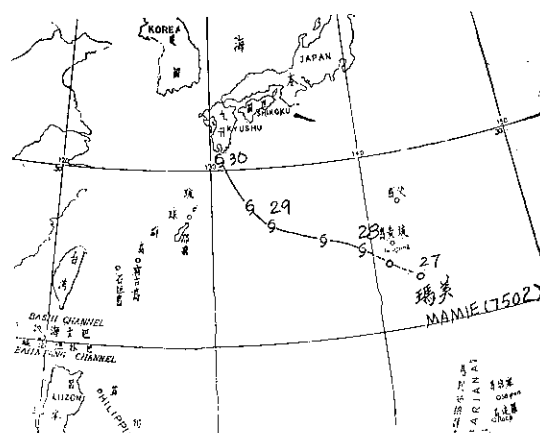


圖5. 民國46年7月份颱風路徑圖

Fig. 5. Typhoon track in July, 1975

(三)八月：本月份共發生 5 次颱風，1 次輕度，2 次中度及 2 次強烈，在此 5 次中，妮娜列為侵臺颱風，本局也發佈了海上陸上警報，另一颱風阿拉 (Ora) 雖未侵臺，但對本省亦構成威脅，因此本局發佈了海上陸上颱風警報，在此等颱風中，生命史最長者為費莉絲 (phyliss)，計達 5 天之久，最短的為阿拉颱風，2 天而已，茲將各次颱風概述如下：

7 月 31 日在呂宋島東方海面有一熱帶性低氣壓，根據 8 月 1 日 6 時 09 分飛機偵察報告，知此低壓已發展成輕度颱風，命名為妮娜 (Nina)，為本年內北太平洋內第 3 次颱風，亦為第 1 次侵臺颱風。

妮娜颱風為一西進颱風，生成至登陸福建，均受其北方之太平洋高壓導引，向西北偏西北西進行，妮娜生命雖短，但發展甚速，在 3 天中，最低氣壓曾降至 900mb，中心附近最大風速曾達 68m/s。妮娜颱風於 3 日中午 12 時左右於花蓮北方登陸，造成花蓮嚴重災害。有關妮娜颱風之詳情見第一號侵臺颱風報告。

9 日 14 時約在北緯 20 度，東經 126 度，有一熱帶性低氣壓醞釀，由 10 日 14 時之飛機偵察報告得知，此低氣壓已發展成輕度颱風，是為本年內第 4 號颱風，命名為阿拉 (Ora)。阿拉颱風生成後即向西北進行，11 日 8 時發展成中度颱風，當時中心附近最大風速為每秒 33 公尺，中心最低氣壓為 998 毫巴，向北進行至 11 日 20 時達到最盛期，當時中心最低氣壓為 975 毫巴，中心附近最大風速為每秒 35 公尺，12 日 2 時其威力稍減，進行方向轉為北北西，12 日後其進行方向轉為西北西至西進行，2 日下午登陸大陸，13 日已變成低氣壓，生命史約 3 天。

阿拉颱風因生成後離臺灣不遠，對本省海上陸上有威脅，本局於 10 日 17 時發佈颱風警報，12 日 16 時發佈解除警報。

12 日 8 時 45 分在北緯 12.7 度，東經 137.9 度有一熱帶性低氣壓向西北進行，由當天 10 時 47 分之報告中知此低壓已發展成輕度颱風，命名為費莉絲 (phyliss)。向西北西進行，14 日 6 時 48 分費莉絲颱風發展為強烈颱風，15 日轉向北北西進行，16 日 11 時威力減弱成中度颱風，17 日中午登陸日本九州，因受地形影響，威力再減成輕度颱風，18 日登陸韓國，威力再度減弱而成溫帶氣旋結束生命過程，生命約 6 天之久。

莉泰 (Rita) 颱風 19 日在那霸東方海面向北北西進行，20 日在那霸島一度打轉後向東北進行，21

日 20 時，威力增強成中度颱風，22 日晚上登陸日本本州南部，威力減弱，23 日成輕度颱風，繼續向東北進行，23 日 20 時，此颱風已移至北緯 41.8 度，轉至 143.3 度，緯度相當高，而變成溫帶氣旋，生命史共 4 天。

26 日在南鳥島附近有一低氣壓向北進行，此低壓於 29 日 8 時發展成輕度颱風，命名為蘇珊 (Susan)，此後路徑呈不規則，先向東北進行再轉為北至西北，最後向北進行。至 2 日此颱風消失於日本北海道東方海上，結束其生命過程，生命史約 7 天。

本月份之颱風路徑見圖 6

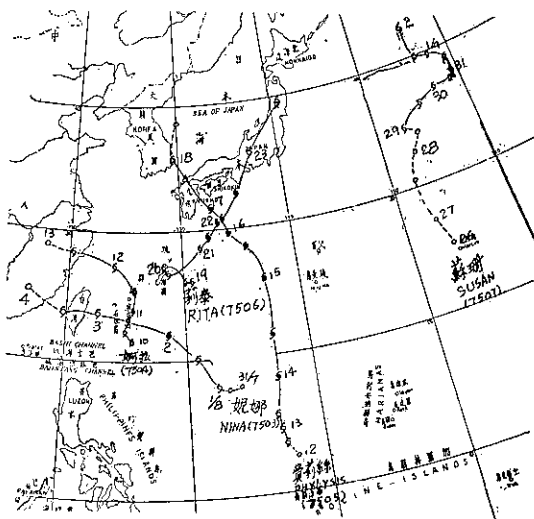


圖 6. 民國 64 年 8 月份颱風路徑圖

Fig. 6. Typhoon tracks in August, 1975.

四九月：本月份共發生 5 次颱風，即蒂絲 (Tess)、衛歐拉 (Viola)、溫妮 (Winnie)、艾麗絲 (Alice)、及貝蒂 (Betty) 等颱風，其中貝蒂被列為侵臺颱風，茲將各次颱風概述如下：

蒂絲颱風為 9 月 2 日 8 時發生於北緯 17.8 度，東經 150.2 度，即在馬利安納羣島東北海面上，向西北西進行，3 日 8 時轉向東北進行，20 發展成中度颱風，當時中心氣壓為 980 毫巴，中心附近最大風速為每秒 35 公尺，轉向北進行，4 日路徑轉向西北進行，但 6 日 2 時此颱風再度轉向北進行，7 日後轉向北北東至東北進行至消失為止。蒂絲於 9 時威力減弱成輕度颱風，10 時 20 威力再度減弱成溫帶氣旋，結束生命共約 8 天之久。

5 日在菲律賓東方海面有一熱帶性低氣壓向西北移動，至當天 20 時，此低壓發展成輕度颱風，即為衛歐拉颱風，衛歐拉生成後，即向北北東進行，至

7 日 20 時，威力減弱成爲熱帶低壓，其生命極爲短暫，共約 2 天。

9 日 8 時在南島東方海面有一熱帶低壓向北進行，14 時此低壓即發展成爲輕度颱風，命名爲溫妮颱風。溫妮颱風生成後，即向北至北北西進行，10 日 8 時溫妮之威力再度增強成爲中度颱風。10 日 20 時路徑轉向北，11 日向北北東進行至消失爲止，其路徑成一拋物線型，12 日 20 時消失於日本北海道之東北方洋面上，生命史共 3 天。

16 日 8 時在北緯 13.8 度，東經 129.7 度，即在菲島東方海面有一熱帶性低氣壓向西北西進行，14 時發展成爲輕度颱風，命名爲艾麗絲颱風，艾麗絲於 17 日 20 時威力增強成爲中度颱風，繼續向西北西進行，18 日早上登陸呂宋島，19 日 2 時威力減弱成爲輕度颱風，19 日晚上登陸海南島，20 日晚上登陸越南，威力減弱成爲熱帶低壓，結束生命，共 5 天之久。

貝蒂爲本月份最後一次颱風，亦爲本年內第二次侵臺颱風，她是 17 日 14 時在馬利安那羣島上之熱帶低壓發展而成，此低壓於 18 日 8 時發展成爲輕度颱風，因受太平洋高壓影響向西進行，19 日轉向西北進行，21 日 2 時，貝蒂成爲中度颱風，向西北西進行，21 日 20 時因受太平洋高壓脊西伸影響向西進行，22 日晚上 7 時 30 分左右，在臺東附近登陸後，在高雄附近出海。登陸後因受地形影響，威力減弱成爲輕度颱風，24 日登陸大陸，威力再度減弱成爲低壓，結束 7 天的生命。有關貝蒂颱風的詳細情況，詳

見第二號侵臺颱風報告。

本月份之颱風路徑見圖 7。

(五)十月：本月份共發生五次颱風，即寇拉(Cola)，都麗絲(Dorris)，艾爾西(Elsie)，芙勞西(Flossie)及葛瑞絲(Grace)等颱風，在此五次颱風中屬於強烈者有寇拉及艾爾西颱風，中度爲芙勞西颱風，其中都麗絲及葛瑞絲兩個爲輕度颱風。其中艾爾西本局發佈過海上陸上颱風警報，而芙勞西發佈過海上颱風警報，艾爾西爲本年第三次侵臺颱風，茲將本月內各次颱風概述如下：

1 日 8 時在北緯 13.0 度，東經 134.0 度，即在雅浦島西北方海面有一熱帶低氣壓向西北移動，至 2 日 14 時，此低壓才發展成爲輕度颱風，即寇拉颱風，生成後，向北北西進行，至 3 日 11 時，此颱風威力增強達中度颱風，當時中心氣壓爲 975 毫巴，最大風速每秒 35 公尺，繼續向北北西進行，4 日，路徑轉爲北北東進行，是日 14 時，其威力增強成爲強烈颱風，中心氣壓爲 945 毫巴，最大風速爲每秒 51 公尺，4 日 20 時，寇拉颱風之強度達最盛期，當時中心氣壓尙爲 945 毫巴，但最大風速爲每秒 53 公尺，路徑亦轉爲向東北，5 日後轉爲東北東，路徑型式呈拋物線型，而生命史共約 5 天。

4 日 20 時，在西沙島西方海面，形成一個輕度颱風，即爲都麗絲颱風，向北北東進行，至 6 日在大陸東南沿海減弱成爲熱帶性低氣壓，而結束爲期 1 天半的生命。

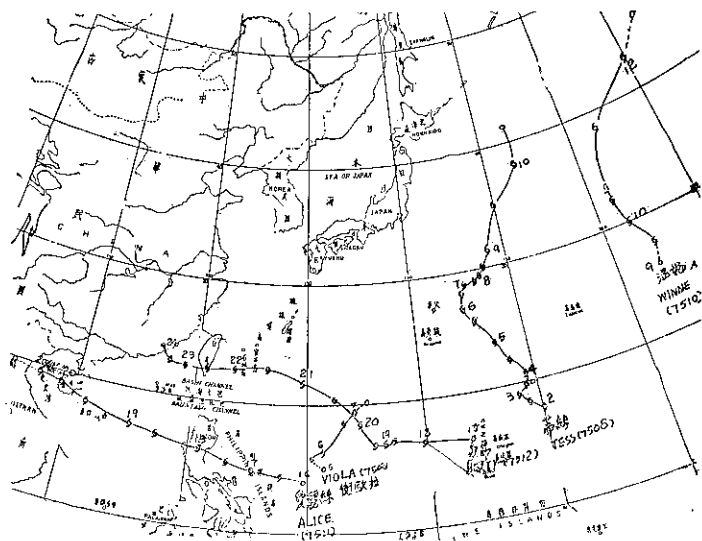


圖 7. 民國 64 年 9 月份颱風路徑圖
Fig. 7. Typhoon tracks in September, 1975

由 9 日 6 時 49 分之飛機在雅浦島北方海面偵測，結果發現在該區有一熱帶性低氣壓向西北進行，於 10 日 8 時發展成為輕度颱風，命名為艾爾西颱風，當時中心附近最大風速每秒 18 公尺，中心最低氣壓為 1000 毫巴，受太平洋高壓導引，向西北進行，至 11 日 0 時 30 分左右，艾爾西颱風的威力增強為中度颱風，此後威力增強甚速，至 11 日 20 時達強烈颱風程度，12 日 2 時達最盛期，當時中心最低氣壓為 900 毫巴，最大風速為每秒 70 公尺，向西北西進行，13 日 14 時，其威力減弱為中度颱風，14 日 20 時威力再度減弱為輕度颱風，14 日晚上於香港附近登陸，受地形影響成為熱帶性低氣壓，而結束其生命，生命史共 6 天。有關艾爾西颱風之詳情見第三號侵臺颱風報告。

19 日有一熱帶低氣壓在呂宋島西方海面醞釀着，21 日 2 時此低壓發展成為輕度颱風，命名為芙勞西 (Flossie)，生成後向東北轉北進行，22 日 14 時發展成為中度颱風，此後向西北西至西北進行，23 日登陸中國大陸，受地形影響，減弱為輕度颱風，隨後變成熱帶性低氣壓，結束生命，約 4 天。

由於芙勞西颱風生成後向東沙島進行，對於東沙島海面作業船隻有影響，本局於 21 日 21 時 15 分發佈海上警報，22 日 15 時 05 分，解除海上警報，警報期間約 41 時 50 分。

28 日在那霸東方海面有一熱帶性低氣壓向西至西南西進行，至 29 日晚上轉向北進行，30 日 8 點左右，發展成為輕度颱風，即為葛瑞絲颱風，向北北東至東北方向進行，11 月 2 日 14 時，此颱風移至琉璜島北方海面時，威力減弱成為熱帶性低氣壓，結束生命，共約 5 天。(見圖 8)

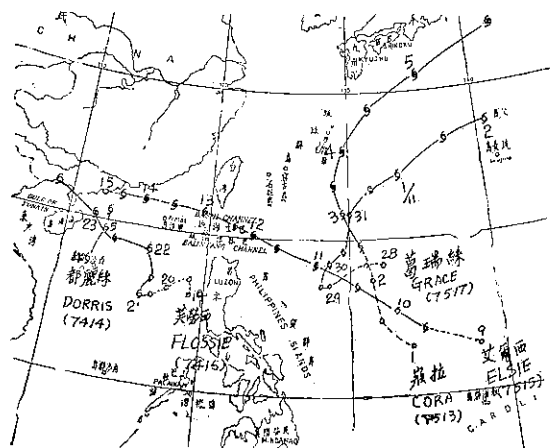


圖 8. 民國 64 年 10 月份颱風路徑圖
Fig. 8. Typhoon tracks in October, 1975.

內十一月：本月份共發生 3 次颱風，即海倫 (Hellen)、艾達 (Ida) 及裘恩 (June) 颱風，其中海倫屬輕度颱風，艾達屬中度，裘恩為強烈，其最大風速高達每秒 80 公尺，中心最低氣壓 875 毫巴，為一超級強烈颱風，茲將此三個颱風概述如下：

3 日在南沙羣島北方海面有一低壓醞釀，至當天 14 時，此低壓發展成為輕度颱風，即為海倫颱風，海倫生成後即向西進行，3 日 20 時，進行方向轉為西南西進行，4 日 8 時後再度轉為西進，4 日晚上登陸越南，威力減弱為熱帶性低氣壓，生命僅 1 天多而已。

7 日 8 時，地面天氣圖上顯示，在北緯 12.7 度，東經 148.5 度，亦即在關島東方海面向西北西移動，7 日 20 時此低壓已發展成為輕度颱風，即為艾達。艾達生成後，繼續向西北西進行，8 日 20 時轉為西北至北北西進行，10 日 2 時輕度增為中度，當時中心最低氣壓為 970 毫巴，中心附近最大風速為每秒 33 公尺，向北北西至北北東方向進行，直至減弱成為溫帶氣旋為止，生命期為 5 天。

16 日 14 時在北緯 7.2 度，東經 140.9 度，有一熱帶性低氣壓存在，當時中心最大風速僅每秒 13 公尺，向西進行，17 日 2 時飛機偵察報告，得知此低壓已成輕度颱風，即為裘恩，17 日 12 時裘恩轉向西北西進行，18 日 2 時，裘恩再度發展成為中度颱風，繼續向西北西進行，18 日後其路徑由西北西轉向北北西至北進行，至 19 日 8 時，威力增強為強烈颱風，當時中心最低氣壓僅 905 毫巴，中心附近最大風速為每秒 53 公尺，暴風半徑已擴展至 350 公里，威力相當大，此後裘恩威力不斷地增強，其進行方向乃為北北西，約在 20 日 2 時其威力達最盛期，當時中心最低氣壓降至 875 毫巴，而最大風速增至每秒 80 公尺，為一超級強烈颱風，22 日裘恩已移至副熱帶高壓的西緣，受其導流，向北北東進行，23 日進入太平洋高壓北方的西風帶中，加速向東北至東北東進行，同時 23 日，裘恩威力已減弱，由強烈颱風變成中度颱風，此後其威力逐漸減弱，最後併入溫帶氣旋中，生命共 8 天。

由於裘恩強度大，暴風半徑廣，當時又逢大陸高壓南下，在臺灣地區造成甚大的氣壓梯度，而成一強烈之寒潮爆發，凍死許多魚類，損失相當可觀。(本月路徑見圖 9)

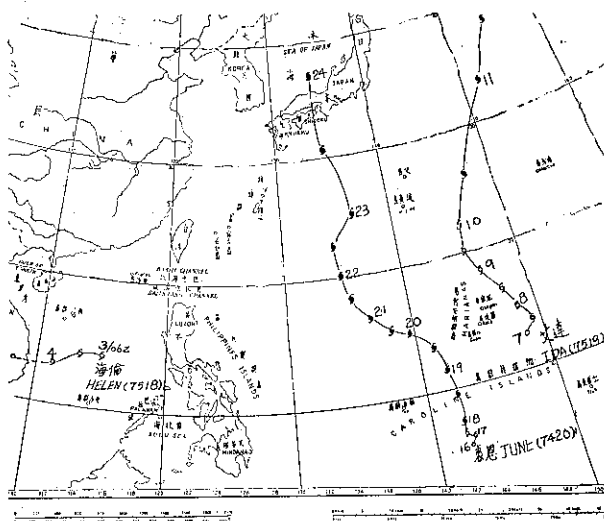


圖 9. 民國 65 年 11 月份颱風路徑圖

Fig. 9. Typhoon tracks in November, 1975.

三、本年內發佈颱風警報概況

本年內共發佈 5 次颱風警報，其中有 1 次為海上警報，4 次為海上陸上颱風警報。而實際上侵臺颱風有妮娜，貝蒂及艾爾西，其他颱風均有影響本省附近各海面。警報維持時間最長為 9 月份的貝蒂颱風，為時計 60 小時，其次為 10 月份之艾爾西，為時計 59 小時 30 分，最短為 11 月之芙勞西，維持 17 小時 50 分。

本年內所發佈之警報，有妮娜、婀拉、貝蒂、艾爾西及芙勞西等五個颱風，其中妮娜、貝蒂及艾爾西列為侵臺颱風。艾爾西颱風雖本身強度很強，但因侵襲期間，西伯利亞高壓強度不强，不能助長氣流之輻

合及氣壓梯度的增大，因此各地風雨不大，屏東、臺東略有災情外，其他各地均安然無事。而妮娜及貝蒂颱風分別在花蓮及臺東登陸，對臺灣各地造成嚴重災害。其他颱風雖未侵臺，但本省各海面均受影響。根據本局對本年內之颱風中心預報，最大誤差為 227.0 哩，最小誤差為 5.4 哩，平均誤差為 86.1 哩，表 3 為本年內本局對影響臺灣地區之颱風中心預報誤差。

表 3. 民國 64 年本局發布颱風中心位置預報之誤差綱要表

Table 3. The summary of vector errors of forecasting of typhoon center positions issued by C.W.B. during, 1975.

颱風名稱	預報次數	最大誤差 (哩)	最小誤差 (哩)	平均誤差 (哩)	備註
妮娜 (Nina)	8	146.0	23.7	61.1	24 小時預報
婀拉 (Ora)	8	227.0	59.0	152.6	24 小時預報
貝蒂 (Betty)	11	130.0	5.4	72.7	24 小時預報
艾爾西 (Elsie)	10	109.1	17.8	72.6	24 小時預報
芙勞西 (Flossie)	3	135.0	13.0	71.7	24 小時預報

第一號侵臺颱風妮娜，第一次發佈警報的時間為 8 月 2 日 9 時 00 分，中心最接近本省為 3 日 12 時，相隔時間為 27 小時。第二號侵臺颱風貝蒂，第一次發佈警報的時間為 9 月 21 日 9 時 30 分，中心最接近本省為 22 日 19 時 30 分，相隔時間為 34 小時。而第三次侵臺颱風艾爾西，第一次發佈警報的時間為 10 月 21 日 21 時 15 分，中心最接近本省為 12 日 23 時，相隔時間約為 25 小時 45 分。表 4 為本年內本局發佈颱風警報之綱要表。

表 4. 民國 64 年本局發佈颱風警報綱要表

Table 4. The summary of typhoon warnings issued by the Central Weather Bureau in 1975.

次	強度	警報種類	颱風總號及名稱	發佈日期	解除日期	發佈號數	備註
1	強烈	海上、陸上	7503 號 妮娜 (Nina)	8 月 2 日 09 時 00 分	8 月 4 日 05 時 00 分	8	3 日 12 時在花蓮附近登陸，由臺中附近出海，並由金門北方進入大陸，花蓮地區災情慘重。
2	中度	海上、陸上	7504 號 婀拉 (Ora)	8 月 10 日 17 時 00 分	8 月 12 日 16 時 00 分	8	由宮古島南方向北進行通過宮古島後轉向西，由溫州北方進入大陸。
3	中度	海上、陸上	7512 號 貝蒂 (Betty)	9 月 21 日 09 時 30 分	9 月 23 日 21 時 30 分	11	22 日 19 時 30 分在臺東附近登陸後，由高雄附近進入海峽，並於 23 日傍晚由汕頭北方進入大陸，南部有災情。
4	強烈	海上、陸上	7515 號 艾爾西 (Elsie)	10 月 11 日 09 時 30 分	10 月 13 日 20 時 00 分	10	掠過本省南端進入南海，南部農作物有災情。
5	中度	海上	7516 號 芙勞西 (Flossie)	10 月 21 日 21 時 15 分	10 月 22 日 15 時 06 分	3	在南海向北進行，於東沙島西南方轉向西北西進行。

表5. 民國64年北太平洋西部及南海地區颱風綱要表

Table 5. The summary of typhoon data within the area of western North Pacific Ocean and South China Sea in 1975.

月 份	當 月 次 序	本 年 編 號 (西 元)	颱 風 名 稱	起 迄 時 間			誕 生 地 點	輕度颱風 發生地點		最大 風速 m/s	暴風半徑		中心 最低 氣壓 mb	最大 移行 速度 KTs	颱風 分類	警報 階段	附 註
				全部起迄	輕度以上	中度以上		北緯	東經		30 KTs	50 KTs					
1	1	7501	羅 拉 (Lola)	22/1 ~ 28/1	22/1 ~ 28/1	24/1 ~ 24/1	雅浦島西南方海面	7.5	134.8	35	300	100	975	20	中度	海上 陸上	侵 臺
7	1	7502	瑪 美 (Mamie)	27/7 ~ 30/7	28/7 ~ 30/7		琉璜島東南方海面	24.4	140.2	35	200		994	25	輕度		
8	1	7503	妮 娜 (Nina)	31/7 ~ 4/8	1/8 ~ 4/8	2/8 ~ 3/8	呂宋島東方海面	18.2	132.5	68	300	75	900	16	強烈		
8	2	7504	炳 拉 (Ora)	10/8 ~ 13/8	10/8 ~ 13/8		那霸東南方海面	21.5	125.5	35	300	125	970	9	中度		
8	3	7505	費莉絲 (Phyliss)	12/8 ~ 18/8	12/8 ~ 18/8	14/8 ~ 17/8	雅浦島西北方海面	12.8	137.6	55	250	75	920	18	強烈		
8	4	7506	莉 泰 (Rita)	19/8 ~ 24/8	19/8 ~ 24/8	21/8 ~ 22/8	那霸東方海面	26.0	130.6	40	350	100	965	30	中度		
8	5	7507	蘇 珊 (Susan)	27/8 ~ 2/9	29/8 ~ 2/9		南烏島西北方海面	35.0	152.7	28	200	25	985	15	輕度		
9	1	7508	蒂 絲 (Tess)	2/9 ~ 10/9	2/9 ~ 10/9	3/9 ~ 8/9	馬利安納羣島東北方海面	17.8	150.2	45	300	175	945	25	中度		
9	2	7509	衛歐拉 (Viola)	5/9 ~ 7/9	5/9 ~ 7/9		菲律賓羣島東方海面	15.8	130.2	28	150		996	10	輕度		
9	3	7510	溫 妮 (Winnie)	9/9 ~ 12/9	9/9 ~ 12/9	10/9 ~ 11/9	南烏島東北方海面	27.8	164.1	33	250	75	980	20	中度		
9	4	7511	艾麗絲 (Alice)	16/9 ~ 20/9	16/9 ~ 20/9	17/9 ~ 18/9	菲律賓羣島東方海面	16.9	128.4	35	200	50	965	17	中度	海上 陸上	侵 臺
9	5	7512	貝 蒂 (Betty)	17/9 ~ 23/9	17/9 ~ 23/9	21/9 ~ 23/9	關島西北方海面	16.9	139.8	45	250	50	950	15	中度		
10	1	7513	寇 拉 (Cola)	1/10 ~ 6/10	2/10 ~ 6/10	3/10 ~ 6/10	雅浦島西北方海面	19.3	131.1	58	175	50	940	15	強烈		
10	2	7514	都麗絲 (Dorris)	4/10 ~ 7/10	4/10 ~ 5/10		西沙羣島附近海面	18.5	112.2	25	150		990	9	輕度		
10	3	7515	艾爾西 (Elsie)	9/10 ~ 15/10	10/10 ~ 15/10	11/10 ~ 14/10	雅浦島北方海面	12.5	138.3	70	200	100	990	15	強烈	海上 陸上	侵 臺
10	4	7516	芙勞西 (Flossie)	19/10 ~ 23/10	21/10 ~ 23/10	23/10 ~ 23/10	呂宋島西方海面	13.5	129.0	35	300	100	970	13	中度		
10	5	7517	葛瑞絲 (Grace)	28/10 ~ 2/11	30/10 ~ 2/11		菲島東方海面	18.2	129.8	30	200	50	985	21	輕度		
11	1	7518	海 倫 (Hellen)	3/11 ~ 4/11	3/11 ~ 4/11		南沙羣島北方海面	14.0	115.0	18	200		995	15	輕度	超 級 風	
11	2	7519	艾 達 (Ida)	7/11 ~ 11/11	7/11 ~ 11/11	10/11 ~ 11/11	關島東方海面	13.8	148.9	40	275	100	950	25	中度		
11	3	7520	裘 恩 (June)	17/11 ~ 24/11	17/11 ~ 24/11	18/11 ~ 24/11	雅浦島東南方海面	6.3	142.3	80	400	200	875	60	強烈		

四、本年內颱風災情概述

(一)妮娜颱風

- 甲、人員傷亡：(1)死亡： 25 人
(2)受傷： 168 人
(3)失蹤： 4 人
- 乙、房屋倒塌：(1)全倒： 991 間
(2)半倒： 2,417 間
(3)傾斜： 190 間
(4)損害： 49 間

丙、挽救災民：4,277 人

(二)貝蒂颱風

- 甲、人員傷亡：(1)死亡： 16 人
(2)受傷： 47 人
(3)失蹤： 4 人
- 乙、房屋倒塌：(1)全倒： 957 間
(2)半倒： 1,798 間

丙、交通：

- (1)公路：花東公路中斷，南橫公路通到新城，橫貫公路不通。
- (2)鐵路：花東鐵路鹿野至瑞源不通，甲豐至檳榔不通，花蓮縣鳳林至萬榮間鐵橋沖毀 21 公尺，路基流失 80 公尺。

(2)漁船受損 21 艘：

丁、電訊電力：花蓮至臺東電線桿吹斷 300 根有線電話全境中斷。

戊、農作物損失約三萬公頃

(三)艾爾西颱風：

- 甲、農作物損失約 2472 公頃
- 乙、房屋全倒 5 戶，半倒 10 戶
- 丙、漁業方面流失竹筏 5 艘，損壞 6 艘。
- 丁、交通：

(1)恆春至山海路面損失萬餘公尺，價值約 50 餘萬元。

(2)南迴公路有兩處山崩，一處塌方，地點分別為 466.5 公里，452.5 公里，455.7 公里處。

五、本年內颱風的特點

(一)本年內颱風發生總次數為 20 次，低於過去 28 年之平均值，到達中度颱風者有 14 次，亦低於過去 28 年之平均值，可見本年內颱風較往年不活躍。

(二)全年颱風，上半年除元月份發生一次外，其他月份均沒有颱風發生，7 月份亦低於平均值，8~11 月恢復正常。

(三)本年內侵臺颱風有 3 次，比過去 28 年之平均值 3.5 次稍低。

(四)本年內在西太平洋上誕生的颱風以菲島東方海面為最多，全年勢力最強者為 11 月份之裘恩，中心風速達 80m/s，中心最低氣壓為 875 毫巴。

(五)本年內侵臺颱風三次均屬西進颱風。

(六)本年內颱風路徑大致為西至西北西進行，有 9 次，轉向 5 次，向東或東北 3 次，北進 2 次，特殊 1 次。

(紀水上執筆)

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究爲目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言爲主體，每篇以五千字爲佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負，詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

保密防諜。

人人有責。

匪諜自首。

既往不究。

氣象學報補充稿約

一、來稿須用稿紙（以 25×24 之稿紙爲原則）。

二、來稿字數以不超過 15,000 字，即連同圖、表，英文摘要以不超過 10 印刷頁爲原則。

三、圖及表之分量以不超過全文之 $1/3$ 爲原則。

四、英文摘要之字數以不超過 1,000 字爲原則。

五、關於表格之注意點：

(一) 表格須另用白紙繕製。

(二) 表格上方須有標題，並加表 1 表 2 等冠號。

(三) 表格中之項目，內容應儘量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。

(四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。

(五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。

(六) 統計分析表中顯著處，以 * 號（顯著）及 ** 號（極顯著）表之。

(七) 表幅應考慮適合本刊版幅爲準。（寬度勿超過 13.5cm）。

(八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

(一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。

(二) 插圖下方須有標題，並加圖 1 圖 2 等冠號。

(三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用 120—150 磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。

(四) 統計圖原圖幅面應在 12—15cm，以便縮版。

(五) 模式圖原圖幅面應在 15—20cm，以便縮版。

(六) 分佈圖原圖幅面應在 30cm 左右，以便縮版。

(七) 繪製線條粗細應能供縮小至 $1/8$ 之程度，但不能超過縮小 $1/2$ 之程度。

(八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至 $1/8$ 之程度。

(九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。

(十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

(一) 照片用紙一律採用黑白光面紙。

(二) 照片幅面應在 12—15cm，以便縮版。

(三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮少至 $1/2$ 時尚能清楚之程度。

(四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

(一) 參考文獻以經本人確曾查閱者爲限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。

(二) 作者姓名以後爲發行年份，加以括號，然後爲雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。

(三) 文字敘述中提及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿剌伯字，加以括號，如 (1) (2) (3) 等插入文中。

十、文字敘述之號次以下列爲序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號 1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中之數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以 m (公尺)、cm (公分)、mm (公厘)、 m^2 (平方公尺)、 m^3 (立方公尺)、cc (立方公分)、l (立升)、g (公分)、kg (公斤)、mg (公厘)、 $^{\circ}C$ (攝氏度)、% (百分之一)、ppm (百萬分之一份) 等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字第一字母大寫，其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名爲原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。

Volume 22, Number 3

September 1976

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

- On the Quantification of Seismicity *Ming-Tung Hsu* (1)
- A Study of Correlation between Radar Echoes and
Precipitation *Ruey-Shan Lin* (7)
- The Case Study of Hodogram Analysis *Griffith C. Y. Wang* (21)
- Study on Winds at Windy City Hsinchu (*Cont.*) *H. L. Chu* (29)

Report

- A Brief Report on Typhoon in the Northwestern
Pacific during 1975 *Applied Meteorological Division* (44)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei
Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台記字第C九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類

氣象學報

季刊

第二十二卷 第四期

目次

論著

中期預報之天氣類型法及其在電子

計算機上之比擬選擇……………吳宗堯、戚啓勳、胡仲英、鄭俠（1）

衛星圖照對臺灣及鄰近地區氣象

系統之分析與預報之應用……………徐寶箴、劉子敬、曾振發（23）

用電腦繪製天氣圖之研究……………徐月娟、胡仲英（32）

報告

民國六十五年颱風調查報告侵臺颱風（7613號）畢莉……………應用氣象組（39）

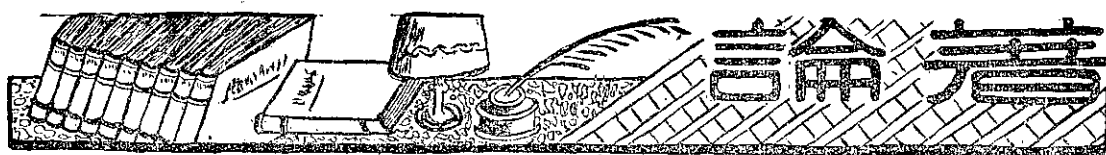
氣象學報

季刊

第二十二卷 第四期

主編者 中央氣象局氣象學報社
地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一（十線）
發行人 劉大年
社長 劉大年
電話：三一一〇八四〇
印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三三一四七二四

中華民國六十五年十二月出版



中期預報之天氣類型法及其在 電子計算機上之比擬選擇

*Research on Medium Range Weather Forecasting in
Taiwan by Weather Types and Its Analog
Selection with Computer*

(第二階段：夏季型)

(Second Phase: Summer Types)

吳宗堯 戚啓勳 胡仲英 鄭俠
Tsung-Yao Wu Ke-Hsun Chi Chung-Ying Hu Hsia Cheng

Abstract

This report refers to second phase of the whole project which deals with summer period. A primary test shows that the weather of Taiwan area is highly controlled by both Pacific high and Indian monsoon low. Hence two main surface types are supplemented to the classification in winter according to the intensity and location of above systems. Correspondingly, the criteria of upper air main types are based upon the position of axis of subtropical high and flow patterns over the plateau of Tibet. Those subtropical types are also combined with the mid-latitude patterns which had presented in the previous report.

The surface and 500 mb charts (0000GMT) of May to September during the period 1960-68 had been numeric alphabetically set. Eighteen random cases are tested by computer analysis as objective analog techniques. According to the average, samples chosen are very resemble to the similarity of following seven successive days. Statistics also shows some closed relationships between the upper air pattern and its associated weather type over Taiwan region. Some patterns show a correlation in occurrence of significantly high and low probabilities for rain and or thunderstorm. This study seems to be a valuable tool for extended weather forecasting.

一、前言

本計畫承國家科學委員會之經濟支援，從民國63年12月至64年11月已實施一年，研究之對象為

冬季型。研究報告除已呈送國科會而外，分為三部分發表（戚 1975，吳、鄭 1976，胡 1976）。此項研究計畫之進行方向究竟是否準確，實際此報告第二年成果之先，有先行檢討之必要。

中期預報一般來說，係指預測未來兩天以上至七天之天氣。此種預報如能奏效，對任何計畫之決定最具參考價值，故自二次大戰期間以來，各方競求發展，但由於大氣行為涉及之因素過於複雜，短期預報尚且無充份把握，中期預報截至目前為止，不僅成效不著，益且未有普遍同意之發展途徑，完全依據動力及熱力定律來製作此種預報，迄今猶待開拓，部份原因在於熱帶及洋面之資料過少，難以得出作為模式起點之初值情況。另一原因則在我人對主環流之行為，實在知道得不够透澈。

大多數氣象機構目前應用之中期預報技術，不外乎下列方法之綜合運用：

1. 比擬法
2. 外延與運動法
3. 綜觀持續性與發展
4. 循環與波動之研究
5. 氣海相互作用
6. 遠地關聯

前三種為預測 5-30 天，甚至一季展望之主要方法，雖然氣海相互作用亦佔重要之地位 (Barry and Perry, 1973)。可見本計畫以比擬法作為主體，再輔以綜觀持續性與發展之研究，應屬準確之方向。

比擬法之理論基礎在於：當前形勢之未來發展，應與選出過去類似情況之隨後發展相仿，由此可比照得出未來之天氣。此種方法自較「碰機會」為佳。然問題在於我人所欲比較之參數，必須與預報參數之物理過程發生關聯，如此則比擬法對不可能澈底瞭解全部控制因素之問題，能提出一直接而具體之答案，即過去最接近情況之重現。

比擬法具有兩項優點：第一，具有充份之客觀性，毋需理解物理法中既複雜而又敏感之各種因子。第二，比擬法能自動包含預報所需考慮之每一地點氣候特性。此種方法能否成功，部分須視已處理資料之完整性。近世由於資料貯存改用洞卡及磁帶，已能容納多種參數，但問題仍在於如何針對兩張或以上之天氣圖，量度彼此之相似性。

比擬法可劃分為主觀技術與客觀技術兩類。前者以天氣系統之形勢作為分類依據；後者包括緯流指數之計算，以及利用電子計算機之比擬選擇等等。主觀法與客觀法各有其優點，但亦有其缺陷，故本研究決定兼用二者，以期能收相輔相成之效，在方法上似亦為合理遵循之途徑。

二、夏季地面大天氣型分類之着眼點

冬季地面大天氣型之研究中，一共分為：1. 超極軸高壓型，2. 緯向穩定高壓型，3. 高壓出海型，4. 低槽型，5. 移動低壓型，6. 準滯留鋒型，7. 颱風型等七種主型，其間顯然以極地大陸高壓作為主體。夏季則控制東亞天氣之氣壓系統迥異，但後面四種仍可應用，有時尚可能出現高壓出海型。可見如何劃分夏季之地面大天氣型，先應討論歐亞大陸與太平洋西部夏季環流形勢，以及活動中心之消長。

根據東亞學者之研究 (Chu, 1962)，亞洲大陸上之夏季風由三種基本氣流組成：中緯度西風、西南季風、以及駕凌西南季風上之東風氣流。約在五月底或六月初，喜馬拉雅山南麓上空之南支西風噴流突然向北撤退，西太平洋高壓脊向北移至北緯 22-23 度；同時西藏高原上空出現高壓中心，南亞上空建立東風噴射氣流。此時，印度西南風侵入，長江流域之梅雨即告開始。夏季風前鋒之雨帶大約在六月十日前後開始移至長江流域。

由此可見，六月份代表夏季風開始，在月平均地面圖上，大陸高壓已不復存在，阿留申低壓僅存殘跡；另一方面則印度北部之低壓中心向中國大陸擴張，整個中國落入移向東北之廣大低壓槽內，太平洋上之副熱帶高壓突然增強。

夏季副熱帶高壓之活動，對中國天氣顯然具有控制功能，倘西進而穩定，中國廣大地區將為持續之晴熱乾旱天氣，一旦衰退則常造成天氣之顯著轉變。與其相呼應者為印度季風低壓之盛衰，以其操縱西南氣流之進退，足見夏季地面大天氣型之分類，在原則上除利用冬季型之部分類型以外，應以此兩活動中心為着眼點。

根據王紹武之研究 (王, 1962)，東亞若干地點月平均溫度及平均總雨量之多年變化，與同月份活動中心強度及位置之偏差具有良好之相關。以代表夏季之七月而言，若干地點之月雨量偏差，顯然受此太平洋高壓及印度低壓平均位置之影響。王氏以 1004 毫巴在 75°E 線上之交點作為印度低壓之北界，此等壓線在 30°N 線上之交點作為其東界。另以 1016 毫巴在 150°W 線上之交點作為太平洋高壓之南界，而以此線在 40°N 上之交點為其西界。

在月平均地面圖上，此兩活動中心之邊界及強度偏差既能控制東亞若干地點之月溫及雨量偏差，然則在逐日天氣圖上似亦應反映出此種情形，理由極為簡

單，但實際情況却遠較複雜。縱然如此，只要有跡象可尋，即可以此作為夏季逐日地面天氣圖劃分類型之基準。

初步進行該項試驗，因考慮及逐日定時天氣圖上等壓線之彎曲極不規則，硬性規定其與某一經度或緯度線上交點作為界限，可能會經常有極不合理之情況產生，甚至並不相交，故而改用影響臺灣天氣較為重要之經度帶或緯度帶之各該等壓線平均位置作為其進退之判據。

今以 1964 年之夏季（5-9 月）作試驗，太平洋高壓之範圍以 1016 毫巴線作基準，西界取其在 20-40°N 緯度帶內之支配性位置。南界取其在 130-160°E 經度帶內之情況。印度低壓之範圍以 1004 毫巴線為基準，東界仍取 20-40°N 緯度帶內之情況，北界取 70-100°E 經度帶內之情況。如此即可獲得此一年夏季內太平洋高壓之西界與南界，以及印度低壓北界與東界之逐日進退曲線。

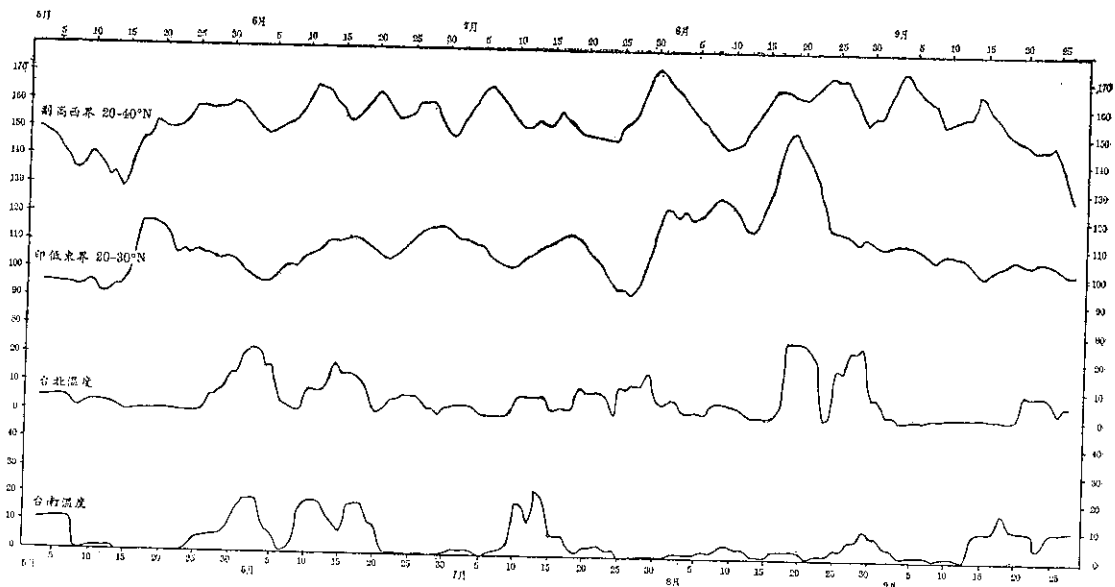
最初採用逐日進退曲線（圖略）顯示非常零亂，難有規律可尋。經改用五日滑動平均（running mean）後才能看出其進退趨勢。除副熱帶高壓之南界因太平洋上報告較少，故而缺少代表性外，其餘三條邊界均有相當顯著之進退週期。

圖一為 1964 年 5-9 月副熱帶高壓西界及印度低壓東界五日滑動平均之演變，與同一段時期內臺北及臺南五日合計雨量滑動平均曲線之比較。自上兩曲線之概略趨勢，大致可以看出彼此進退之相互呼應，即副熱帶高壓東退時，印度低壓有向東伸展填補其空缺之趨勢。相反而言，當副熱帶高壓西進時，印度高壓同時後退，僅少數例外，或時間上稍有參差。

下面兩條曲線為臺北及臺南之逐日雨量五日滑動平均。仔細比較，亦可找出與此兩活動中心進退之相關。例如五月中旬，副熱帶高壓向東衰退，旺盛之西南氣流乘隙侵入，故在六月初，臺北及臺南均有豐沛之雨量。七月底屬同樣之情況，八月中臺北有豪雨。

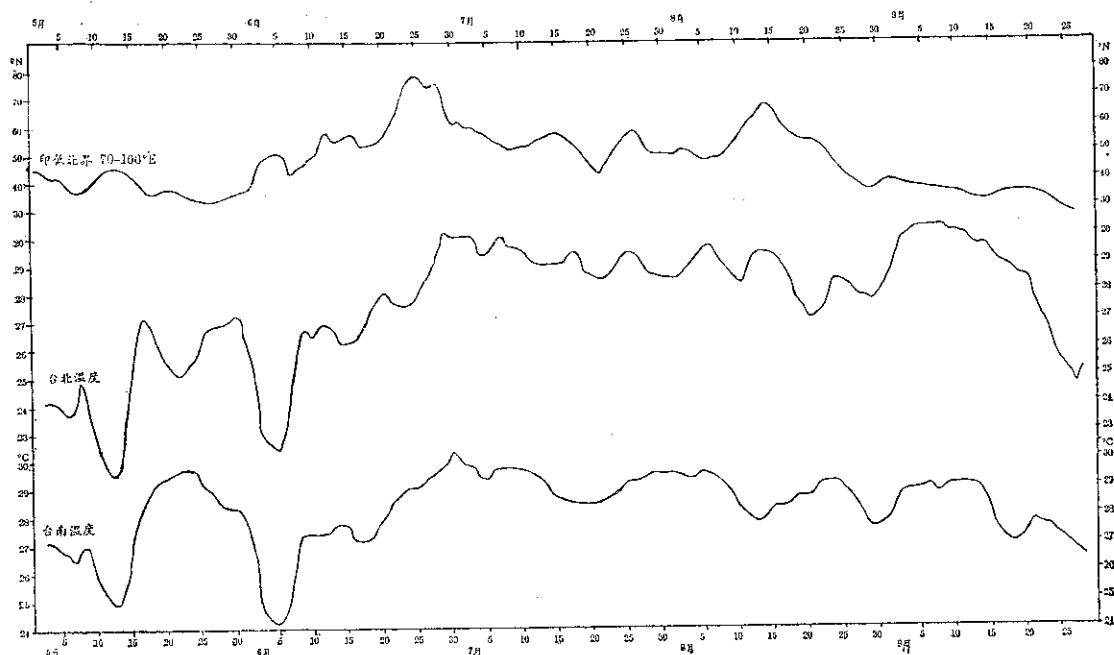
今再探討印度低壓北界與臺灣地區溫度之相關。同樣取五日滑動平均，以臺北及臺南兩地作代表，如圖二所示。圖中可以看出；當印度低壓之北界向北伸展時，熱帶空氣向高緯度長驅直入，臺灣地區之溫度隨之升高。相反之情況則溫度降低。

然我人應知臺灣溫度受降雨之控制作用極為顯著，尤以夏季為然，所謂「一雨變成秋」，足見溫度曲線勢必受雨量曲線所修正，因而有時候或上述相關可能會失去其顯著性。例如圖二中，六月上旬溫度之特低，顯然受連綿陰雨之影響。



圖一 1964 年 5-9 月副熱帶高壓 (1016 mb) 西界及印度低壓 (1004 mb) 東界五日滑動平均之演變與臺北及臺南五日雨量滑動平均之比較

Fig 1. The variation of 5 days running mean of western boundary of Pacific high and eastern boundary of Indian low, compared with 5 days total rainfall running mean of Taipei and Tainan. (May-Sept. 1964)



圖二 1964 年 5-9 月印度低壓 (1004 mb) 北界五日滑動平均之演變與臺北及臺南五日溫度滑動平均之比較

Fig 2. The variation of 5 days running mean of northern boundary of Indian low compared with 5 days temperature running mean of Taipei and Tainan (May-Sept 1954)

三、夏季地面圖接活動中心之分型

以上之分析，證知夏季地面天氣圖之分型，副熱帶太平洋高壓與印度季風低壓之盛衰及進退應居重要之地位。至於究應如何劃分，似宜以各月準平均氣壓圖作為依據，蓋以上節分析，顯有缺點存在，以 1004 mb 線作為印度低壓之邊界，以 1016 mb 線作為副熱帶高壓之邊界，實際上從五月至九月，彼此盛衰消長相差懸殊，決不能硬性採用一定範圍作為標準。

根據美國氣象局出版之標準海平面天氣圖 (U. S. Weather Bureau 1952)：五月份，季風低壓尚局限在印度北部，六月份東西向大為擴展，1005 mb 線從阿拉伯向東至華中，低槽已伸至黑龍江；七月份，低壓在南北方向更加寬，東界已抵中國海。八月份則南北向寬度大為縮減，但東西向仍能大致保持原先長度，及至九月，低壓突然萎縮至僅佔印度東北部一小地區。

太平洋上副熱帶高壓之疆界雖遠不及印度低壓之明顯，然季節性之消長仍能辨察，尤以長軸位置之推移為明顯，大致五月在 25°N ，六月逆轉約 30° ，七月返回至 25°N ，八、九月則北進至大約 30°N 。

地面天氣型之劃分，既然重點在於與準平均之偏離，故而以各該月之準平均為據，夏季地面大天氣型配合冬季型，另增 8, 9 兩主型，分別代表副熱帶高壓與印度低壓，由於準平均圖每 5 mb 一條線，故分別以 1015 及 1005 mb 線作為彼此之範圍，按其進退及脹縮分成若干副型，即：

8. 副熱帶高壓

- 位置近似正常
- 位置偏向西北
- 位置偏向西南

因分析圖限在 180° 以西，所以只考慮西邊一半

- 擴張 (指向西)
- 萎縮 (指局限在圖之右上緣或消失)

9. 印度低壓

- 位置近似正常
- 位置偏向東北
- 位置偏向東南
- 位置偏向西北
- 位置偏向西南
- 擴張
- 萎縮

此處所謂「擴張」或「萎縮」，均以大約經度或緯度 10 度作為量度標準。

根據此項分型標準再配合冬季型之標準，已完成 1960-1968 九年夏季 (5-9 月) 之地面圖 (每日 00Z) 分型。為省篇幅，僅舉 1964 年一年如表一。

表一 1964 年度夏季逐日歐亞及西太平洋地面大天氣型之劃分

Table 1. The Grosswetter classification of Eurasia and western Pacific area in May-September, 1964

日期日/月	型 式	日期日/月	型 式
1/5- 3	8b+9f+3b	24-25	8a+9b
4- 5	8b+9b	26-27	8a+9g+7a
6- 9	8b+9c+4b	28-31	8e+9g+7a
10-11	8a+9f+3b	1/8 -3	8b+9a+7a
12-14	8d+9b	4- 5	8a+9b+7a
15-18	8d+9b	6- 8	8d+9b+7c
19-28	8b+9c+7c	9-11	8d+9b
27-4/6	8b+9a+5c	12-13	8a+9d
5- 7	8d+9b	14-15	8a+9b+7a
8-11	8b+9a+4b	16-17	8a+9f+7a
12-15	8e+9a+5a	18-21	8b+9f+7a
16-17	8b+9f+5b	22-24	8e+9a+7a
20-21	8a+9a+5a	25-29	8b+9a
22-25	8a+9b	30-31	8d+9a
26-27	8e+9b+7a	1/6 -5	8b+9f+5b
28-30	8b+9a+7c	6- 8	8e+9f+7a
1/7- 3	8b+9f+7c	9-14	8b+9a+5b
4- 5	8e+9b+7a	15-16	8a+9a+7c
6-10	8a+9a+5b	17-22	8b+9f+7c+3a
11-16	8c+9a	33-24	8d+9a+3a
17-19	8a+9a+3a	25-27	8a+9a+3a
20-23	8b+9g+5b	28-30	8b+9a+3a

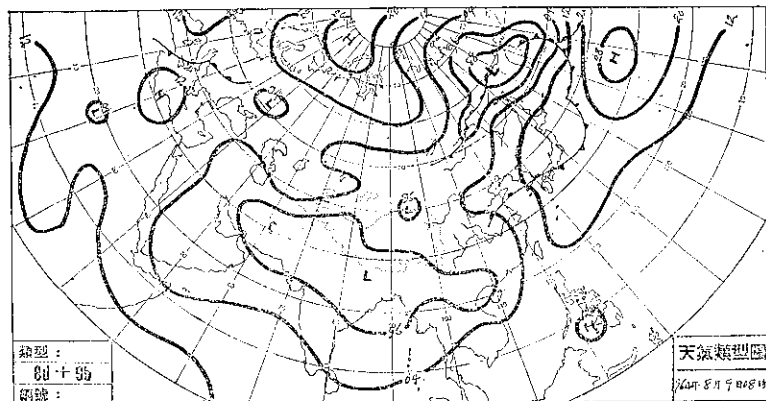
四、地面大天氣型之分例研究

此種分型依據，雖非盡善盡美，例如從八月至九月，印度低壓之萎縮非常突然，八月底已近九月，以八月份之標準圖分型似欠合理；同理，九月初近八月，以九月份標準圖為據也不恰當，但一般而論，用簡單符號表出廣大範圍地面天氣圖之重要特性，頗能切合中期預報之目標。茲舉例說明如下：

1964 年 8 月 9 日 00Z 之地面天氣圖概略形勢，如圖三所示。將八月份標準圖重合在此圖上，顯示北太平洋高壓向西伸展，印度低壓則向東北伸出，一直到達西北利比亞之東北部。中緯度並無其他系統在短期內足以影響本區天氣，故而當天之地面天氣圖分型為 8d+9b。

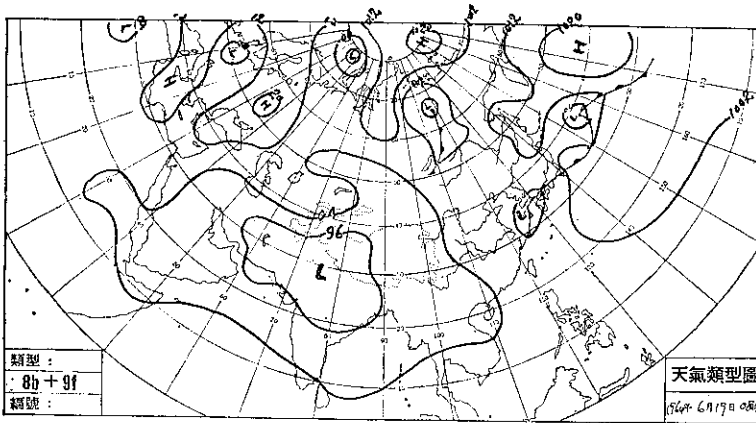
此種形勢顯然表示：來自印度洋之暖濕氣流極為旺盛，直趨西伯利亞之東北部，而副熱帶高壓又向西伸展，臺灣正好受西南氣流與迴流東南風之夾攻，天氣惡劣不問可知，故自七日至十日各地陰雨，九日東部有雷雨，十日則北部及中部均有雷雨，十日則北部及中部均有雷雨。

又 1964 年 6 月 19 日 00Z 之地面天氣圖如圖四所示。將六月標準圖重合在此圖上，顯示副熱帶高壓較正常偏向西北，印度低壓則較正常稍見擴張，太平洋上並無颱風，中緯度亦無足以影響本區天氣之系統，故此圖分類為 8b+9f。由於 1004 mb 線離本區尚遠，太平洋高壓亦偏向西北，對本區失去控制力，黃海小型高壓甫越過，伸出之冷鋒殊弱，後方無高壓尾隨，本區及其鄰近形成「真空」地帶，故而本省全境當天為多雲天氣。



圖三 1964 年 8 月 9 日 00Z 之地面圖經分型為 8d+9b

Fig. 3. The surface synoptic chart of 00Z, 9 Aug. 1964 had been classified as 8d+9b.



圖四 1964 年 6 月 19 日 00Z 之地面天氣圖分型為 8b+9b

Fig. 4. The surface synoptic chart of 00Z, 19 June, 1964 had been classified as 8b+9f

五、夏季地面線觀天氣主型之持續性與轉變

根據 1960-1968 年九個夏季 (5-9 月) 之逐日地面天氣圖主觀方法分型，副熱帶高壓與印度低壓特徵之持續天數，統計結果如表二所示。

表二 夏季副熱帶高壓與印度低壓特徵之持續統計 (1960-1968)

Table 2. The persistence of characteristics of Pacific high and Indian low in Summer (1960-1968)

持續天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
次數	44	187	125	58	33	18	3	4	1	1
百分比%	9.3	39.5	26.4	12.2	6.9	3.8	0.1	0.1	0.2	0.2

表內可以看出此兩活動中心之特徵，能維持兩天至三天者約佔 56%，超過三天之機率銳減，超過六天者可謂絕無僅有，此種統計結果對展期預報不無參考價值。

進一步當統計此兩活動中心各種特徵之出現頻率以及彼間之配合，所得結果如表三。

表內可見：此九年夏季中，除位置近似正常者 (8a) 最多，佔 35.8%，一共出現 493 天而外，其次即為位置偏向西北 (8b)，佔 28.0%，共出現 385 天；再次為高壓萎縮，共 259 天，佔 18.8%；位置偏向西南 (8c) 者最少，僅佔 6.7%。印度低壓亦以位置正常者最多，共出現 434 天，佔 31.5%；其次為位置偏向西北 (9b)，計 385 天，佔 28.0%。再次為低壓擴張 (9f)，計 331 天，佔 24.1%。偏向西南 (9e) 及萎縮 (9g) 者均甚少，偏向西北 (9d) 者亦僅 2.8%而已！

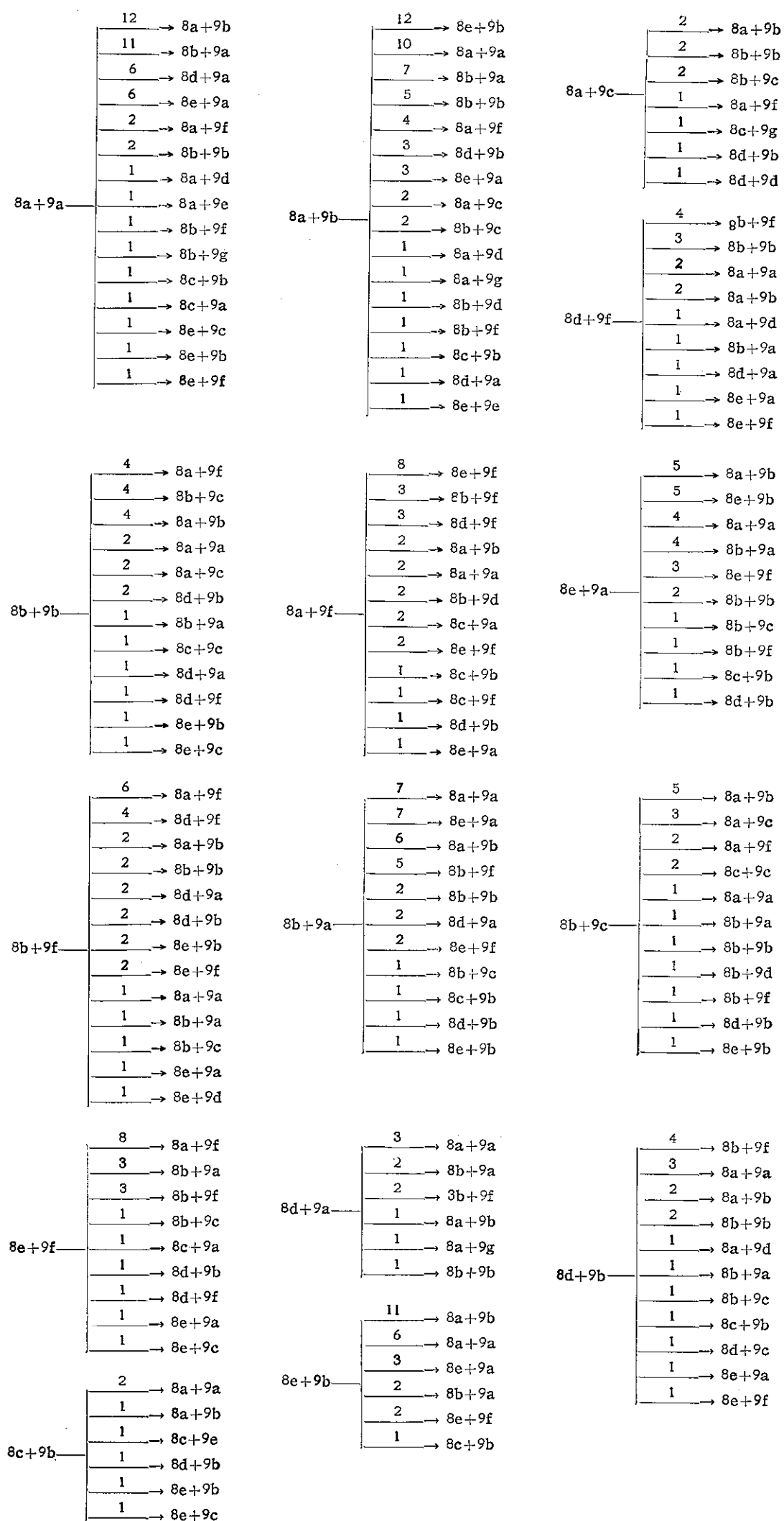
表三 副熱帶高壓與印度低壓各種特徵之出現頻率及其相互間之配合 (1960-1968)

Table 3. The frequency and correlation of characteristics of Pacific high and Indian low in Summer (1960-1968)

天數 (%)		副熱帶高壓 (8)					
		a	b	c	d	e	合計
印	a	169 (12.3)	116 (8.4)	25 (1.8)	36 (2.6)	88 (6.4)	434 (31.5)
	b	161 (11.7)	64 (4.6)	32 (2.3)	56 (4.1)	72 (5.2)	385 (28.0)
	c	34 (2.5)	53 (3.9)	8 (0.6)	9 (0.6)	24 (1.7)	128 (9.3)
	d	7 (0.5)	16 (1.2)	0 (0)	4 (0.3)	12 (0.9)	39 (2.8)
度	e	2 (0.1)	7 (0.5)	5 (0.4)	3 (0.2)	6 (0.4)	23 (1.7)
	f	109 (7.9)	113 (8.2)	19 (1.4)	39 (2.8)	51 (3.7)	331 (24.1)
	g	11 (0.8)	16 (1.2)	3 (0.2)	0 (0)	6 (0.4)	36 (2.6)
	合計	493 (35.8)	385 (28.0)	92 (6.7)	147 (10.7)	259 (18.8)	1376 (100.0)

此兩活動中心特徵之相互配合，如所預期，彼此正常者，出現機率較大，佔 12.3%。其次為副熱帶高壓正常，印度低壓偏向東北。8b+9a，8a+9f，8b+9f 三種型式出現之機會近乎相等，大致在 8% 上下；再次即為 8e+9a。8c 與 9d 及 8d 與 9g 則彼此從未同時出現過。

此外，型式之轉變對展期預報而言，頗具參考價值，茲將此九年之資料整理成圖五。



圖五．夏季地面天氣型之轉變 (1960-1968)

Fig. 5. The frequency of transition of surface weather types in Summer (1960-1968)

圖內可以看出：8a+9a 以轉變為 8a+9b 型者最多，約佔 25%，其次為 8b+9a，約 23%。8a+9f 以轉為 8e+9f 最多，幾佔 30%，8a+9b 以轉為 8e+9b 最多，佔約 22%。8e+9b 轉為 8a+9b 者佔 44%之多，8e+9f 轉為 8a+9f 亦佔 40%。8d+9a 轉為 8a+9a 雖佔 30%，但次數太少，似無代表性，其餘不再贅述。

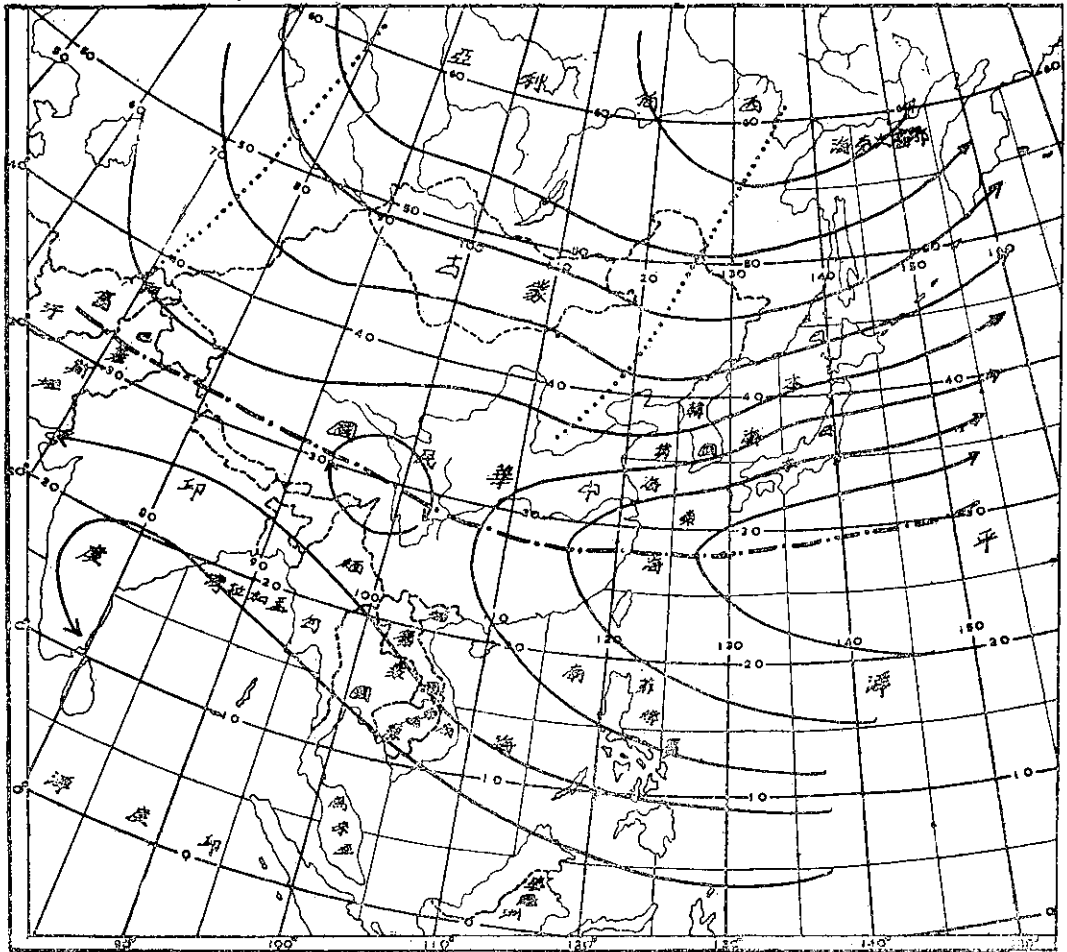
六、夏季高空圖之分型依據

第二節一開始時曾指出：亞洲大陸上之夏季風由三種基本氣流組成：中緯度西風、西南季風，以及駕凌西南季風上之東風氣流。七月份 500 mb 面上之平均氣流如圖六所示。圖中值得注意者，一為太平洋暖性高壓之軸線位置；一為西藏高原附近之封閉反氣旋；另一為西伯利亞東部向西南伸至黃河下游之主槽

。此三項特徵一旦偏離平均位置，甚至高原上空之反氣旋變為低槽或封閉氣旋形環流，上述之三種基本氣流亦必偏離正常情況。易言之，以高空而論，太平洋高壓、印度洋之西南風、以及中緯度系統主宰本區夏季之天氣。

在 500mb 圖上，太平洋高壓之範圍可以用 5880 gpm 線圈出，由此獲得軸線之平均位置在臺灣附近大致為 25°N，以此作為偏南或偏北位移之標準。在此軸線上，倘 5880 線向西到達 100-120°E 範圍內者作為西進，120-140°E 者屬正常，退至 140°E 以東者為東退。

西藏高原上之氣壓系統決定西南季風之盛衰，大致可以劃分為氣旋形(L)、反氣旋形(H)及鞍式(或緯流)三種型態。中緯度之類型仍可採用冬季之區分。相互組合成各種可能之高空大天氣型，如表四所示。

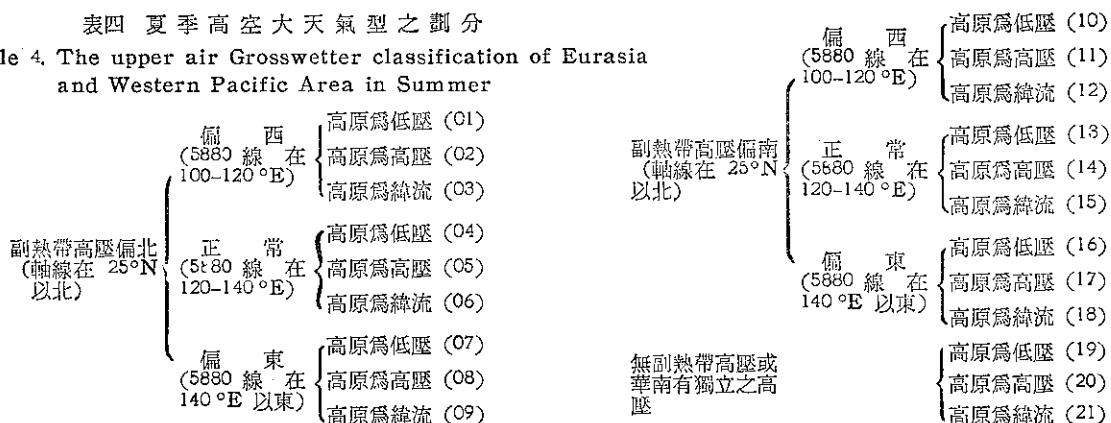


圖六 七月份 500 毫巴面上下平均氣流 (1951-1955)

Fig. 6. The mean air-flow on 500mb surface in July (1951-1955)

表四 夏季高空大天氣型之劃分

Table 4. The upper air Grosswetter classification of Eurasia and Western Pacific Area in Summer



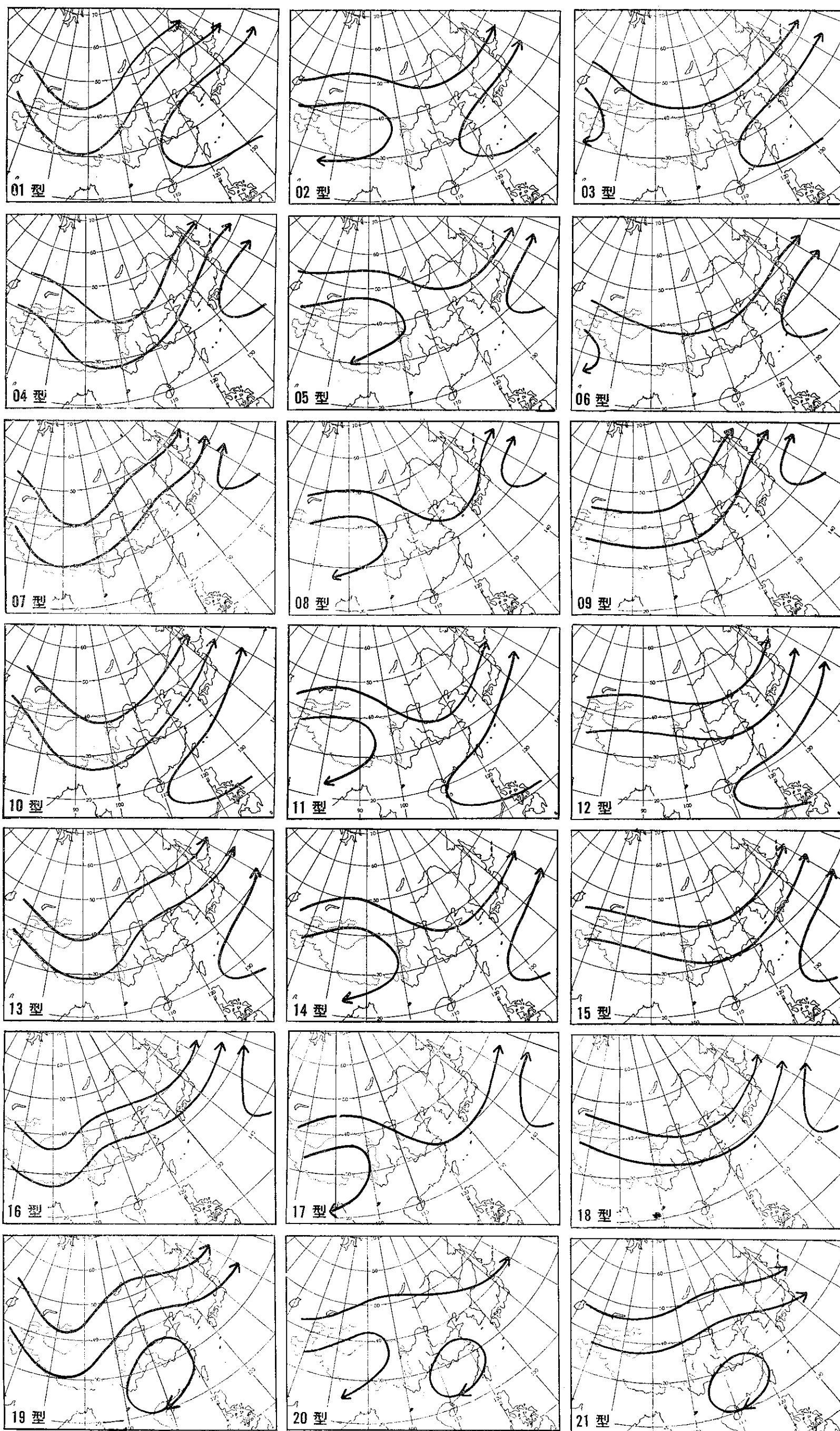
如此組合成 21 種型式，後面括號內之數字即為編號。高原上緯流包括鞍式在內。此 21 種低緯度高空型作為主型，其簡化構想圖為圖七。

另以冬季型中緯度之八種型式 (吳、鄭 1976) 作為副型，相互配合，可以得到一百多種型式 (因為有些主副型之配合從未出現過)。

表五 主型與副型配合出現總天數統計

Table 5. The combinations of main type and subtype of upper air charts (May - Sep, 1960-1968)

主型 \ 副型	A	B	C	D	E	F	G	H	總天數	百分率 %
01	27	21	9	0	1	22	6	0	86	6.3
02	21	33	41	0	25	59	22	0	201	14.6
03	30	33	32	8	22	52	25	3	205	14.0
04	3	1	3	0	0	1	5	0	13	0.9
05	16	20	0	0	1	2	2	0	41	3.0
06	1	8	8	0	11	14	4	0	46	3.4
07	1	0	0	8	2	0	0	0	11	0.8
08	0	3	0	0	0	0	3	0	6	0.4
09	1	1	0	0	13	3	0	0	18	1.3
10	10	31	2	2	2	0	29	0	76	5.5
11	22	22	0	0	0	1	5	1	51	3.7
12	55	18	22	0	2	0	22	0	119	8.7
13	5	16	11	3	3	0	3	0	41	3.0
14	7	5	0	1	7	2	7	2	31	2.3
15	15	21	10	1	2	2	26	0	77	5.6
16	3	11	3	0	3	0	1	0	21	1.5
17	6	5	0	0	1	0	12	0	24	1.7
18	2	2	0	0	0	0	6	0	10	0.7
19	21	33	23	3	8	18	8	1	115	8.4
20	5	16	16	0	1	16	1	1	56	4.0
21	12	39	21	0	10	16	23	4	125	9.1
合計	263	339	201	26	114	208	210	12	1373	100.0
平均	19.2	24.7	14.6	1.9	8.3	15.1	15.3	0.9	100.0	



圖七 高空低緯度大天氣型之簡化圖
Fig. 7. The scheme diagram of low-latitude 500mb Grosswetterlage

七、高空型之出現頻率持續性及轉變

統計 1960-1968 年 5-9 月內高空主型與副型相互配合之出現總天數，如表五。表內可見高空主型以 03 及 02 型出現機會最多，分別為 14.9 及 14.6%，其次為 21、12、及 19 型，分別佔 9.1、8.7、8.4%。出現最少為 08、18、07、04 型。副型中以 B 型佔首位，佔 24.7%，其次為 A 型，佔 19.2%；最少為 H 型，僅佔 0.9%。相互配合者，最多為 02+F、12+A、及 03+F。此種統計顯示出高空圖以何種型式出現機會最多，何種最少，主型與副型之配合又以何種較多。

其次當然要瞭解高空各主型之持續性，以其對中期預報極具參考價值，統計結果見表六。表內可以看出各主型中 02 型最富有持久性，九年夏季中總共出現 46 次，持續 3 天以上者達 30 次之多，佔總次數之 65.2%。其次為 19、21、12 及 20 型，分別佔總次數之 55.6、51.3、50.0 及 47.8%。04 型最難持久。能持續超過一週以上者只有八種型式，即 01、20、03、10、12、13、19、20，大致可獲得合理解釋（請核對表四）。各型合計中可以看出：隨着持續天數之增加而出現次數銳減。從四天至五天之突減，與上面分析型式轉變之平均期相吻合。同理，七天至

表六 高空主型之持續性（天數）（1960-1968, 5-9 月）

Table 6. The persistence of main types of upper air charts (May--Sep, 1960-1968)

類	型	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天	八天	九天	十天及以上	總次數	三天以上出現總次數	佔 %
	01	18	7	4	2	2	0	1	0	1	0	35	10	28.6
	02	10	6	7	8	5	5	3	0	0	2	46	30	65.2
	03	16	17	5	6	1	2	3	2	1	1	54	21	38.9
	04	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	05	10	6	2	3	0	1	0	0	0	0	22	6	27.3
	06	5	9	2	3	1	0	1	0	0	0	21	7	33.3
	07	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1	25.0
	08	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	6	2	33.3
	09	6	6	0	0	0	0	1	0	0	0	13	1	16.6
	10	12	12	1	2	1	1	0	0	0	1	30	6	20.0
	11	7	7	3	5	1	0	0	0	0	0	23	9	39.0
	12	11	8	5	6	2	2	2	1	1	0	38	19	50.0
	13	6	9	2	0	1	0	0	0	0	1	19	4	21.0
	14	12	4	2	1	1	0	0	0	0	0	20	4	20.0
	15	14	11	7	3	0	1	0	0	0	0	36	11	30.5
	16	11	2	3	0	0	0	1	0	0	0	17	4	23.5
	17	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	12	3	25.9
	18	6	5	3	1	1	0	0	0	0	0	16	5	31.2
	19	4	8	5	6	1	1	0	1	0	1	27	15	55.6
	20	9	3	3	3	2	1	0	0	9	2	23	11	47.8
	21	14	4	8	6	3	1	1	0	0	0	37	19	51.3
合	計	184	136	67	55	23	15	13	4	3	8	508	188	

八天又一次銳減。凡此對擔任中期預報工作者，無異為一極有用之提示。

今再討論高空型之轉變，低緯型及中緯型分別加以統計。低緯型如圖八。縱列代表出現頻率之多寡次序，斜向右下方者為各該型轉變成之型式最多及次多。旁邊註字均為九年夏季中出現次數。例如低緯度

高空型以 03 型出現最多，總共出現 54 次，且以轉為 02 型者最多，計 21 次 (38%)；轉為 01 型者居其次，計 11 次 (20%)。出現次多為 02 型，共計 46 次，此型轉為 03 者較多，計 17 次 (37%)，轉 01 型者居次，計 14 次 (30%)，餘不贅述。圖中可以看出各型之轉變大致有一定之規律，實有助

於預報之參考。

高空(500mb)型之出現頻率及轉變見圖九。圖中可見中緯型以 B 型出現機率最高，共計 137 次，其中轉 A 型者 44 次 (32%)，轉 G 型者 31 次 (23%)。出現機率次高者為 A 型，共計 114 次，轉為 B 型者 62 次 (55%)，佔絕對優勢。

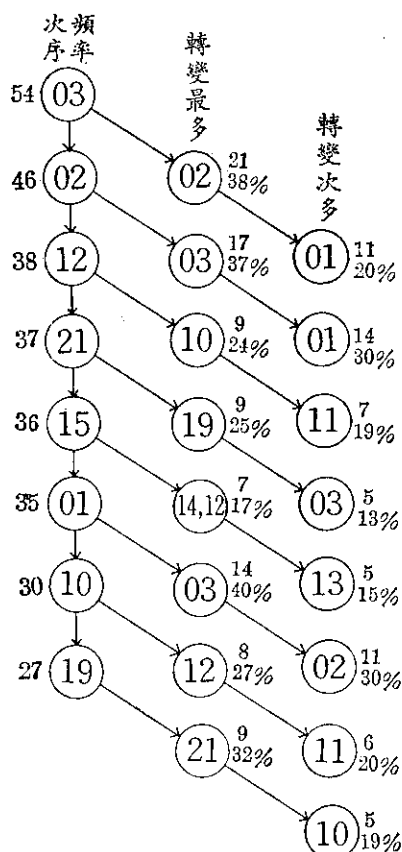
可見此種統計資料亦有助於利用天氣型作中期預報之參考。

八、高空型與地面型之配合

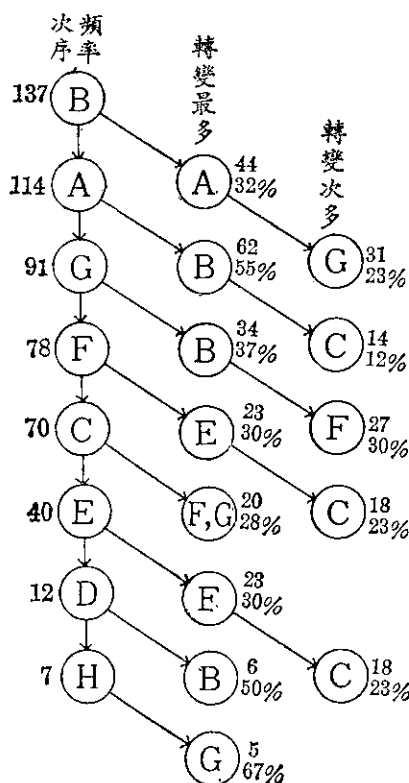
巴雷與庇萊 (Barry and Perry, 1974) 在其合著之綜觀氣候學 (Synoptic Meteorology) 中曾經指出：很少綜觀天氣的分類，地面和高空的關聯問題能夠得到滿意的結果。可見關於此問題，我人不應懷有過奢之期望。但統計 1960-1968 年九年夏季中地面天氣圖型主觀分類與高空圖型主觀分類，彼此能配合者佔 59%，不能配合者佔 41%，實已令人相當滿

意。其中配合兩天者佔 36%，連續三天配合者佔 13%，連續四天均配合者佔 6%。超過四天者，配合之機率銳減 (表略)。

如果再進一步分析何種地面型最能與高空型相配合，我人發現以 8a+9b、8a+9a 及 8b+9f 最容易和高空型相合，各佔約 10%，其次則為 8b+9a、8a+9b、8b+9b 以及 8e+9b，各佔約 5%。就 8a+9b 型而言，配合高空 02 型者佔 16%，03 型者 13%，12 及 01 型各 11%，20 及 15 型各 8%。再以 8a+9b 型而言，配合高空 03 及 02 型者各佔 15%，06 型者佔 9%。至於 8b+9f 之地面型，與高空 03 型相配合者，佔 43%之多，其次為 02 型，也佔 19%。另 8b+9a 型與高空 19 型相配合佔 19%，與 12 型配合佔 14%，與 11 及 20 型配合者各佔 10%。1960-1968 年 5-9 月全部地面型與高空型之配合表見附錄。



圖八. 高空 (500mb) 低緯度型(主型)之出現頻率及轉變
Fig. 8. The frequency and transformation of main types of upper air charts (May-Sep, 1960-1968)



圖九. 高空 (500mb) 中緯度型(副型)之出現頻率及轉變
Fig. 9. The frequency and transformation of sub-types of upper air charts (May-Sep, 1960-1968)

上項配合當然均有其物理上之意義，本報告為避免佔篇幅太多，也不再作個別之論述。將來在實際應用時，預報人員可作進一步之分析與理解。

九、電子計算機上之客觀比擬選擇

夏季中期預報之電子計算機上客觀比擬選擇，在作業上大致仍與第一階段相同（胡，1976），但今年增加了各種高空型臺灣出現天氣利用電子計算機作統計分析，所得結果相當令人滿意，茲分析如下：

首先將 1960-1968 九年夏季（5-9 月）地面及高空（500 mb）圖上讀得之資料打成卡片，再儲存在磁帶上，包括各高低壓中心位置、強度、鋒面之走向等資料，後面附加每一天（0000 GMT）地面及高空圖主觀分型之編號，臺灣各區全日天氣之代碼。

今模擬實際作業，任意從資料中選出 18 個日期作客觀比擬選擇，經選出最近似之地面天氣圖型後，比較當天至延後七天之臺灣天氣相似性，仍仿照冬季之計分法，號碼完全相同為 100 分，相差一級為 75 分，兩級為 50 分，三級及以上均作零分。為節省篇幅，僅將北部（臺北）及南部（臺南）之總成績列如表七。

此種得分亦可代表天氣之相似率，請注意：雷雨為 5，雨為 4，小雨為 3，陰為 2，多雲為 1，晴為 0。準確率之鑑定可謂相當嚴格，平均成績獲得如此高之得分，實非始料所及。另外一點值得吾人之注意：當天天氣的相似率平均高達 73.6 分，亦即相差不過一級，南部 61.0 分，相差在一級與二級之間，從當天至第三天，相似率逐漸低減，此後又增加，至延後五天，出現另一高峯，平均得分 68.1，甚至還超過當天之相似率，南部更加顯著，是否為活動中心周期性浪動所致，必須作進一步之研究。

表七 客觀比擬選擇實例中北部及南部之總得分

Table 7. The average scores of objective analog selection within 18 cases

	當 天	延 後 天 數						
		1	2	3	4	5	6	7
北 部	73.6	68.1	66.7	55.9	56.9	66.7	55.6	61.1
南 部	61.0	62.5	47.2	52.8	56.5	69.4	55.6	51.4
平 均	67.3	65.3	57.0	54.9	56.5	68.1	55.6	56.3

若干個別模擬試驗所得之成績，當然要比平均成績為高。由此可見：此種電子計算機上之客觀比擬選擇，如果再加上些主觀衡量之成份，成績必可更加提高。茲舉兩實例如下：

例 1.

1964, 7, 20 2714 603 5555 1555 0310 1155
1152 4155 3151 1551

1966, 6, 9 1120 115 4444 4444 4444 3444
2344 2122 2222 1111

說明：第一列為試驗日期，第二列為電子計算機內選出天氣圖形勢最相似之日期，日期後面之第一碼為地面圖主觀分型編號（見表八），第三碼為高空圖之主觀分型編號（第一碼為中緯度型，自 1 至 8 分別代表 A 型至 H 型，第二及第三碼直接以低緯度型之號碼編入）。以下各碼分別為當天，延後一天、二天……之臺灣天氣，第一數字為東部，第二數字為北部，第三數字為中部，第四數字為南部。本例顯示天氣圖型相似，前面兩天彼此之天氣也很類似，第三天相差較大，第五天又很相似，以後相差又較大，與前述平均情況相一致。

表八 地面大天氣型之電子計算機上編號

Table 8. The Code number of surface Grosswetter types

第 一 碼	北太平洋高壓	第 二 碼	印 度 低 壓	第 三 及 第 四 碼									
1	8a	1	9a	01	3a	C8	4b	15	5c	22	6d	29	7e
2	8b	2	9b	02	3b	09	4c	16	5d	23	6e	30	7f
3	8c	3	9c	03	3c	10	4d	17	5e	24	6f		
4	8d	4	9d	04	3d	11	4e	18	5f	25	7a		
5	8e	5	9e	05	3e	12	4f	19	6a	26	7b		
		6	9f	06	3f	13	5a	20	6b	27	7c		
		7	9g	07	4a	14	5b	21	6c	28	7d		

註：3213 為 8c+9b+5a，如有四種型式，最後一種省略。

例 2.

1960, 9, 27 1609 101 1021 0025 0021 0021 4021 3101 1311 3311
 1960, 9, 4 5614 101 0011 0015 0015 0111 1123 1153 1155 1455
 1960, 8, 9 2325 102 3445 2445 3343 3453 3115 1431 4435 1325

說明：第一列爲試驗日期，第二及第三列則爲電子計算機抽出地面圖資料最相似之日期，前者之高空型因與試驗日期相合，故而選用前者而剔除後者。結果當天至延後三天，臺灣各區之天氣均甚近似，四天后相差稍大。

進一步用電子計算機試驗主觀分類之高空型與臺灣各地區天氣之配合情形。先試驗低緯度之 21 種主型。爲簡化起見，僅求雨及雷雨，包括日數及機率。雨日含雷雨日，另外再計算雷雨日及其機率，因夏季

雷雨之預測佔極端重要之地位。爲節省篇幅，表內僅列北部及南部（見表九）。表內可以看出：低緯度高空型以第 02 型出現之天數爲最多，總共有 175 天，北部下雨（含雷雨）等 78 天，機率爲 0.45，南部下雨 94 天，機率 0.54。03 型出現天數也高達 165 天，北部及南部之下雨機率大致與 02 型相仿。北部下雨機率最高者爲 05 型，達 0.83，其次爲 08 及 17 型。下雨機率最低者爲 07 型，僅 0.33。南部下雨機率最高者爲 04 型，得 0.80，最低者亦爲 07 型，僅 0.22。

表九 高空主型與臺灣有雨及雷雨之關係 (1960-1968 年 5-9 月)

Table 9. The relationship between upper air main synoptic types and rain days in Taiwan (May-Sep, 1960-1969)

高 空 主 型			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
出 現 總 天 數			80	175	165	10	41	37	9	9	20	82	59	119	44	19	51	25	12	28	89	59	91
有 雨	{北部}{天機	數率	33 0.41	78 0.45	66 0.40	7 0.70	34 0.83	25 0.68	3 0.33	7 0.78	10 0.50	53 0.65	28 0.47	79 0.66	30 0.68	11 0.58	36 0.71	16 0.64	9 0.75	17 0.61	41 0.45	30 0.51	56 0.62
		數率	40 0.50	94 0.54	89 0.54	8 0.80	26 0.63	22 0.59	2 0.22	5 0.56	7 0.35	33 0.40	25 0.42	56 0.47	27 0.61	9 0.47	31 0.61	13 0.52	7 0.58	13 0.46	33 0.37	20 0.34	36 0.40
有 雷 雨	{北部}{天機	數率	18 0.22	11 0.06	18 0.11	2 0.20	5 0.12	4 0.11	0 0.00	1 0.11	1 0.05	12 0.15	4 0.07	16 0.13	3 0.07	3 0.15	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.11	5 0.06	9 0.15	14 0.15
		數率	24 0.30	48 0.29	48 0.29	4 0.40	12 0.29	8 0.22	0 0.00	2 0.22	3 0.15	7 0.09	7 0.12	19 0.19	10 0.23	2 0.11	13 0.25	5 0.10	1 0.08	6 0.21	14 0.16	13 0.22	19 0.21

北部雷雨之機率以 01 型及 04 型較高，07、15、16、17 型均無雷雨出現。南部則 01 至 05 型出現雷雨之機率均較高，07、09、17 型則機率較低。

高空低緯度主型與中緯度副型相互配合，由於型式之增多，爲避免將過長之表列入。次數較少者另外表達，剔除出現次數不足 20 天之各型後，高空複合型臺灣與北部及南下部下雨機率之關係列如表十。

表內可以看出：北部下雨機率最高者爲 0.68，最低者爲 0.23；南部下雨機率最高者爲 0.70，最低者爲 0.24，差距非常接近。有雷雨之機率，北部最低者爲 0，最高者爲 0.19；南部最低者亦爲 0，但最高者達 0.40。可見根據某些天氣型來預報南部有無雷雨，不失爲一種可行之方法。由於次數之少於 20 次者已予剔除，故而無法與單獨根據低緯型者相比較。

十、結 論

本研究計畫第二階段之對象爲夏季之大天氣型，包括主觀分類（地面與高空）及客觀比擬選擇，由於夏季氣壓系統遠不及冬季之顯著，氣壓梯度也弱，加之低緯度海上及印度西藏一帶資料較少，原以爲在處理上必感困難，而且不易得到令人滿意之結果。經初步分析後，決定掌握印度季風低壓及太平洋高壓之盛衰進退作爲地面分型之主要依據，並以 500 毫巴面上副熱帶高壓軸線位置及西藏高原上空之氣流員爲高空分型之依據，對九年夏季（5-9 月）地面圖及高空圖作主觀分型，並存儲客觀資料，用電子計算機作比擬選擇，分析各種高空型與臺灣天氣之關係，各區有雨及（或）雷雨之機率。再分析各型之持續、轉變、地面與高空之配合，均能獲得意外之成績，實是令人鼓舞，對今後從事中期預報具有莫大之助益。

後記：本研究助理人員計有：任立渝、陳文恭、陳正改、紀水上、黃培霖。

參 考 文 獻

1. 戚啓勳，1975：中期預報之冬季地面大天氣型，研究發展月刊 3 卷 10 期 p. 46-62.
 2. 吳宗堯、鄭 俠，1975：中期預報之冬季高空大天氣型，氣象學報 21 卷 4 期 p. 7-18.
 3. 胡仲英 1975：天氣類型法之電子計算機上客觀比擬選擇，氣象學報 21 卷 4 期 p. 42-49.
 4. Barry, R. G. and Perry, A. M. 1973, Synoptic Climatology p. 381-382.
 5. Chu Ping-hai, 1962: Climate of China, U. S. Government Translation Research & Microfilm Publications, p. 48-50.
 6. 王紹武，1962：大氣活動中心的多年變化
 7. U. S. Weather Bureau, 1952, Normal Weather Charts for the Northern Hemisphere
 8. Barry, R. G. and Perry, A. H. Synoptic Climatology p. 145.
- 作者通訊處：中央氣象局

五月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
地面類型	←	8b+9b+7f	→	←	8a+9C+6C	→	←	8d+9d	→	←	8d+9b	→	←	8d+9b+4f	→	←	8d+9c	→	←	8d+9b	→	←	8b+9f	→	←	8a+9f+4f	→	←	8a+9b	→						
高空類型	←	B10	→	←	B12	→	←	G10	→	←	F10	→	←	B10	→	←	E10	→	←	G10	→															
六月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
地面類型	←	8b+9a	→	←	8a+9a	→	←	8a+9b	→	←	8a+9f	→	←	8c+9b	→	←	8a+9a	→	←	8a+9b	→	←	8b+9a	→	←	8e+9f+4f	→									
高空類型	←	E02	→	←	A11	→	←	A20	→	←	A12	→	←	A21	→	←	D10	→	←	B12	→	←	A12	→	←	A19	→	←	A12	→	←	A21	→	←	A12	→
七月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
地面類型	←	8a+9b	→	←	8c+9a	→	←	8b+9f+7a	→	←	8d+9b	→	←	8a+9a+4b	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→	←	8a+9f+7a	→
高空類型	←	D12	→	←	C02	→	←	C02	→	←	F02	→	←	C02	→	←	G02	→	←	G05	→	←	G20	→	←	F03	→	←	F02	→	←	F06	→			
八月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
地面類型	←	8c+9f	→	←	8c+9c+7a	→	←	8a+9a+7b	→	←	8c+9b+7c	→	←	8a+9b+4b	→	←	8a+9b	→	←	8d+9b	→	←	8a+9a+7b	→	←	8b+9a+4b	→	←	8b+9f+7b+4c	→						
高空類型	←	D05	→	←	D03	→	←	D01	→	←	C03	→	←	C21	→	←	F21	→	←	F01	→	←	B12	→	←	B11	→	←	B20	→	←	A12	→	←	A21	→
九月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
地面類型	←	8b+9f+7a	→	←	8b+9f+4f	→	←	8e+9f	→	←	8d+9f+4b	→	←	8a+9f	→	←	8a+9f	→	←	8a+9a	→	←	8d+9a+4b	→	←	8a+9a+7a	→									
高空類型	←	A03	→	←	B05	→	←	B02	→	←	B11	→	←	B11	→	←	B20	→	←	B02	→	←	B20	→												

衛星圖照對臺灣及鄰近地區中氣象系統 之分析與預報之應用*

Satellite Cloud Imagery Applied to Mesoscale Analysis and Forecasting for Taiwan and Neighboring Area

徐 寶 箴
Pao-Chin Hsu

劉 子 敬
Tze-Ching Liu

曾 振 發
Cheng-Fa Tseng

Abstract

By using colour Digicol Density Analyzer and comparison of VIS and IR satellite picture the satellite imageries of the year 1973-1975 were used to analyse and test the relations between the cloud patterns and the movement of typhoon, the occurrence of thunderstorm and the distribution of fog for Taiwan and neighboring area.

The patterns of Center Dense Overcast and Arc Cloud as well as the orientation of high cloud lines or bands were found to be as a good indicator for movement of typhoons over Taiwan area.

The morning NOAA pictures were shown as a good tool for predicting local afternoon thunderstorm occurred due to day time warming and sea breeze ascending as well as caused by tropical depression or typhoon or front stationary to the north of Taiwan or approaching slowly from north.

The use of satellite picture for prediction of fog dissipation was discussed. Because the overall feature of occurrence and distribution of fog can be clearly shown by satellite picture and so it is very useful for navigator and fishermen.

一、前言

由於氣象衛星之快速改進，衛星探測大氣之資料，亦隨之增多與改善。美國施放之最新自 1974 年開始之 NOAA 組系衛星，日間能以可見光 (VIS) 及紅外光 (IR) 同時拍攝雲照片，夜間亦能以紅外光拍攝全球之雲照片。其地球同步衛星 (SMS/GOES) 亦能同時拍攝可見光與紅外光照片，利用此種照片，作衛星氣象之研究，甚多改進，其在對中範圍系統之分析與預報上之應用，尤有顯著之成效。

本文着重以上述同時攝照之可見光及紅外光照片之比較，及以明暗度切取儀 (Electronic Image Enhancement Digicol Model 403) 作亮度之分析，及討論研究，希求對臺灣及鄰近地區之中範圍氣象系統之分析與預報提供有用之結論。颱風移動，雷雨發生及霧之消失等是為主要課題。

二、本研究之地區，時間範圍及所用之衛星照片

1. 地區範圍：着重在北緯 15°N~30°N，及東經

* 本文完成曾獲得國家科學委員會之補助

115°E~130°E 之間。

2. 時間範圍：爲配合現有衛星照片，時間爲1969~1971年及1973~1975年。
3. 衛星照片：1969年~1971年爲 ESSA 9, ITOS 及 NOAA 1 之可見光 SR 數位化照片 Scanning digitized picture. 1973~1975年爲 NOAA2-4 可見光照片，後兩年有日間及夜間之紅外光 SR 數位化照片。

三、衛星照片在預報颱風上之應用

颱風之行向及發展或消滅，爲各層氣流及其內部熱力等因素綜合作用之結果，衛星照片所顯示之雲系型式，是上述各種因素過程之直接產物，故由雲系之某些特種型式，可以推知其進行方向及發展情況，雲系由某種型式之改變，也可以推知其行向或發展情況之改變，其中心密雲之形態更關重要。有關颱風中雲系形態及其變化，亦視季節日時，地理環境與氣團性質等因素而有不同。

侵入本研究地區範圍之颱風雲系與颱風行向之關係，作者曾按 1969~1971 年之可見光照片，作出初步結論 (1976)⁽¹⁾。本文以 1973~1975 三年中侵入本研究地區之颱風爲對象，後兩年之照片有日間與夜間之紅外光照片，可以作可見光與紅外光照片之比較研究，亦可應用明暗度切取儀，分析高中低雲層氣流之分佈情況。

在此 1973~1975 三年中，曾進入本研究地區之颱風有 36 個，如下表一所示。其中臺灣東方轉向者 10 個，南方經過者 19 個，穿越臺灣者 3 次，北方經過者 2 次，西方經過者 2 次，經閱讀各颱風之可見光衛星照片，其行向與衛星雲系之關係，與作者上次研究之結論⁽¹⁾各點相同。惟上次研究之三年颱風中，並無臺灣西方經過之颱風，此次研究之 36 個颱風中，有 62 年 7 月之魏達 Wilda 及 63 年 8 月之露西 Lucy 在臺灣西方經過。按此兩個颱風，均發生於間熱帶輻合帶 ITC 向北凸出部份之西方，亦即發生於倒 V 形雲系之西方。初爲副熱帶低壓，漸漸發展而成爲颱風，初期因其尚爲 ITC 之一部份，故隨 ITC 系統而行動。待向北漸移，已脫離 ITC 範圍後，即隨高空氣流而行。衛星照片中，其東北邊緣之密雲走向，及中心密雲區之形態，均可作爲判別高空氣流行向之參考。

經應用可見光與紅外光照片相互比較及亮度分析

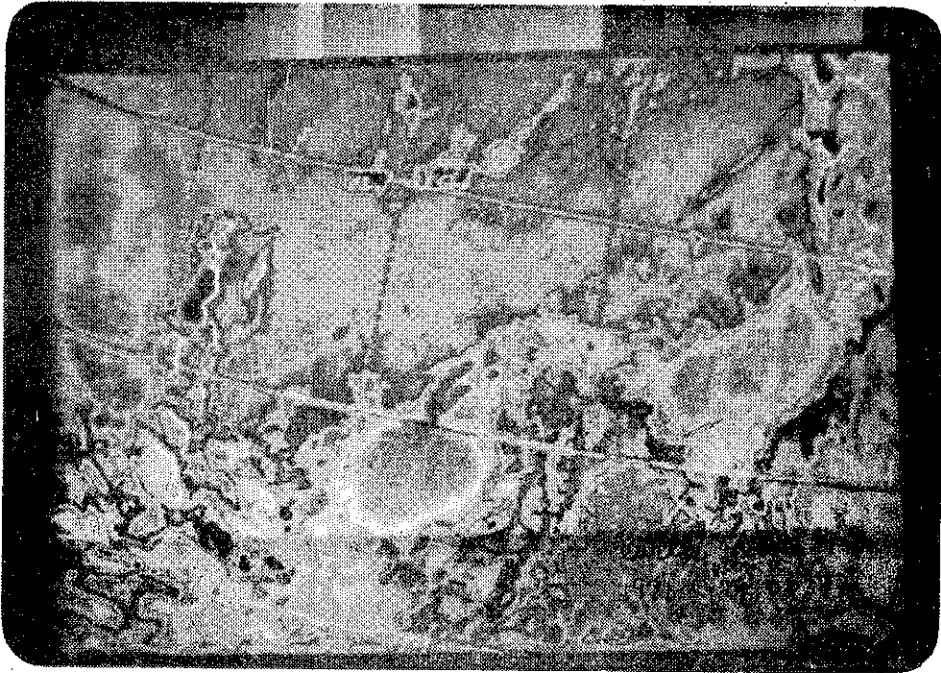
後，發現衛星照片在颱風預報上之應用，除去年研究所得結論各點外，尚發現以下各點，可以利用作參考：——

- (一) 將可見光與紅外光同時拍攝之照片比較，或用紅外光照片作亮度分析，可以明顯分別出高雲與低雲之分佈，及高中低雲重疊出現之地區。由此種雲況中，可以推知高低層空氣流之動向，因而可推估颱風發展或消滅過程情況，對颱風強度變化之預報頗爲有用。
- (二) 颱風四週之高雲面積廣大，即有廣大卷雲自中向外伸展而成反氣旋彎曲時，表示高空輻散強，颱風仍在發展中。
- (三) 進入雲帶面積廣大而具對流性，表示低中空之注入暖空氣多而強盛，是爲初期颱風急速發展增強之徵兆。
- (四) 中心密雲區向某一方向，有葉片狀雲條伸出而略帶反氣旋狀彎曲，表示該颱風之上方有輻散氣流，惟風力不大，且該颱風有被導引向該方向行。第 1 圖爲 1971 年 5 月 19 日解拉颱風之可見光照片，雲系按光之亮度由明暗度顯出，照片上方色帶之左方深色代表最亮之雲，爲反射率最大之雲，多屬厚雲層或爲濃密之卷雲或積雲。向右上各色表示亮度漸減，最右方之色，代表反射率最小之海面。解拉颱風之中心密雲區，也就是高厚之中心雲區，以深色表示，在該區之東北方，有葉片狀高厚雲系向東北向伸出，表示高空有該方向之氣流，惟風力不大，此亦可作爲判斷颱風行向之徵兆。
- (五) 前後二張衛星雲系照片比較，可作爲判斷該颱風之行向或轉向之用。

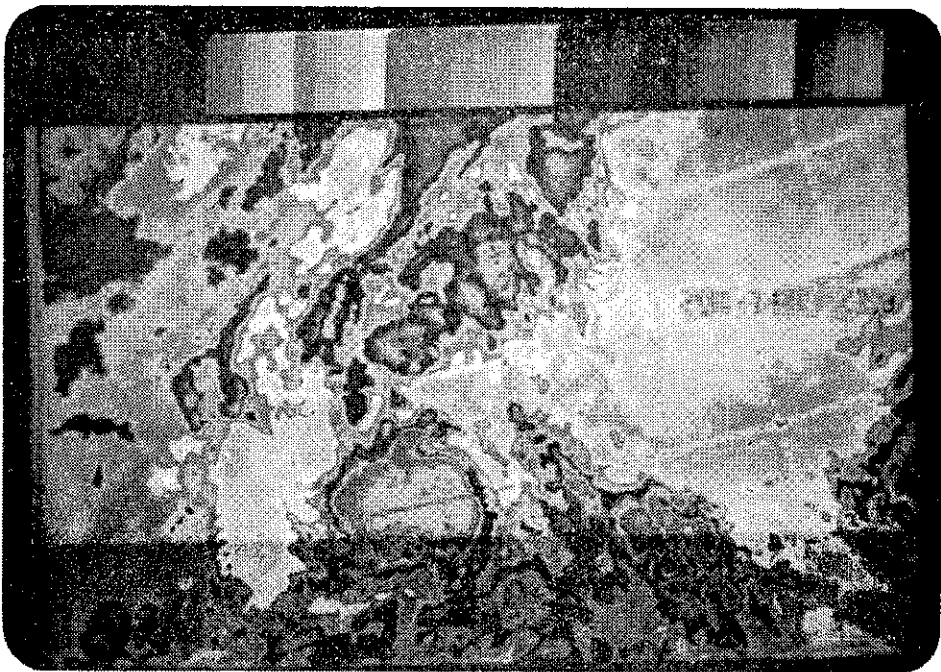
颱風雲系之中心密雲區及各種雲帶之形態，均可予以利用，而中心密雲區尤爲重要，第 2 圖爲 Della 颱風之例，此照片 NOAA 4 攝於 1974 年 10 月 22 日，用紅外線拍攝，時間約爲 00Z GMT，照片上方色帶，右方深色代表溫度最低之雲頂，左方淺色代表溫度最高之海面。照片似橘子形之深色區爲 Della 颱風之中心密雲區，當時該颱風之行向爲西北，如箭矢所示。第 3 圖爲該 Della 颱風第二天照片，即 1974 年 10 月 23 日所拍攝之紅外線照片，拍照時間約爲 0109Z GMT。其代表中心密雲區之深

色區域形式，與前一日（即22日）者仍相似，惟其移行方向已變改。橘子之長軸原為東西向者，現已改為南北向。查23日該颱風之行向，亦已改為西南向，故

由颱風中心密雲區之形態改變方向，亦可作為預報颱風改向用之，此為良好例子。



第1圖 Carla NOAA 1971 年 5 月 19 日 VIS



第2圖 Della NOAA 4 1974 年 10 月 22 日 IRD



第3圖 Della NOAA 4 1974 年 10 月 23 日 IRD

四、衛星照片在預報雷雨之應用

(一) 臺灣地區之雷雨

以下第 2 表爲 1973~1975 年中央氣象局所屬臺灣十一測站雷雨發生次數統計表。第 3 表爲 1973~1975 年上述十一測站雷雨發生各月份分佈統計表。(爲配合衛星照片，故取用此三年資料)。十一個測候所之地點爲：基隆、宜蘭、花蓮、臺北、新竹、臺中、嘉義、臺南、澎湖、高雄、恆春、臺東等處上午與下午發生之雷雨分開統計，地方時上午〇至十二時發生者屬上午類，下午 13 時至 24 時發生者屬下午類。

由第 2 表可知，三年中雷雨發生次數最多者爲嘉義，次多者爲宜蘭、臺中及臺南。發生次數最少者爲澎湖，次少者爲臺東；十一測站中，除澎湖外，下午發生雷雨次數均較上午爲多，可知臺灣發生之雷雨，受日間增溫及因增溫而起之海風之影響很大。尤可注意一點，澎湖發生雷雨次數爲十一測站中最少之一站，且上午發生之雷雨比較下午者爲多，可見澎湖地方因爲海島之故，日間增溫之作用不大，夜間因爲受臺灣及大陸陸風之影響，可以使該地方之對流比較日間

爲強，或爲上午多雷雨之主要原因。

由第 3 表知臺灣雷雨發生次數以六、七、八三月爲最多，三年中 12 月無雷雨，11 至 2 四月中，共發生雷雨 8 次。除 3 月外，其他 4 至 10 月之七個月，下午發生之雷雨，均比上午發生者爲多，亦可說明地方性之熱雷雨成分比較多。3 月之下午雷雨比較少，該月之雷雨當多屬鋒面性之雷雨。

(二) 由衛星照片預測雷雨之發生

雷雨多與積雨雲相伴，積雨雲在衛星照片中可明顯看出來，如果有 IR 與 VIS 之照片比較更易識辨，對於正在發展中之地方性熱雷雨積雨雲，尤爲明亮可辨。發生雷雨之雲團或雲帶，如與鋒面、熱帶氣旋，或颱風，或強大西南氣流等氣壓系統相伴隨者，預報其來臨或發生，須配合氣壓系之移行，如預報時間較長，即更須預報氣壓系統之發展或其強度變化。本研究計劃，欲以 NOAA 衛星之早晨照片，預報下午臺灣地區之雷雨，着重較短時間之預報。

1. 下午熱雷雨預報

美國 NOAA NESS 之應用組 Application group 曾發展一種以早晨衛星照片預報下午熱雷雨

表一 侵入本地區之颱風統計 (1973 年 7 月~1975 年 10 月)

颱風名稱，出現年月日及經過地區

編號	英文名稱	中文名稱	出現年份	月 日	經過地區	備 考
1	Wilda	魏 達	62 年 (1973)	7. 1~ 7. 3	西 方 經 過	共 36 個
2	Billie	畢 莉	" "	7.13~ 7.19	東 方 轉 向	東方轉向 10 個
3	Dot	戴 特	" "	7.14~ 7.20	北 方 經 過	後 2 年東方轉向 7 個
4	Fran	芙 安	" "	7.29~ 7.30	東 方 轉 向	南方經過 19
5	Georgia	喬 琪 亞	" "	8. 9~ 8.12	南 方 經 過	西方經過 2
6	Iris	愛 莉 絲	" "	8.10~ 8.17	東 方 轉 向	北方經過 2
7	Joan	瓊 安	" "	8.18~ 8.20	南 方 經 過	穿越臺灣 3
8	Kate	凱 蒂	" "	8.24~ 8.26	南 方 經 過	
9	Louise	魯 依 絲	" "	9. 3~ 9. 7	南 方 經 過	
10	Marge	瑪 芝	" "	9.12~ 9.14	南 方 經 過	
11	Nora	娜 拉	" "	10. 2~10.10	南 方 經 過	
12	Patsy	白 西	" "	10. 6~10.15	南 方 經 過	
13	Ruth	魯 絲	" "	10.11~10.19	南 方 經 過	
14	Dinah	黛 娜	63 年 (1974)	6. 8~ 6.14	南 方 經 過	
15	Emma	鶯 瑪	" "	6.13~ 6.18	東 方 轉 向	
16	Gilda	吉 達	" "	6.30~ 7. 7	東 方 轉 向	
17	Jean	琴 恩	" "	7.17~ 7.20	東 方 轉 向	
18	Ivy	艾 威	" "	7.17~ 7.22	南 方 經 過	
19	Lucy	露 西	" "	8. 9~ 8.11	西 方 經 過	
20	Mary	瑪 麗	" "	8.11~ 8.26	北 方 經 過	
21	Rose	羅 絲	" "	8.28~ 8.31	南 方 經 過	
22	Shirley	雪 莉	" "	9. 4~ 9. 9	東 方 轉 向	
23	Wendy	范 尼 迪	" "	9.24~ 9.30	穿 越 臺 灣	
24	Bess	貝 絲	" "	10. 8~10.14	南 方 經 過	
25	Carmen	卡 門	" "	10.14~10.19	南 方 經 過	
26	Della	黛 拉	63 年 (1974)	10.21~10.27	南 方 經 過	
27	Elaine	艾 琳	" "	10.24~10.31	南 方 經 過	
28	Gloria	葛 樂 禮	" "	11. 3~11. 9	南 方 經 過	
29	Nina	妮 娜	64 年 (1975)	7.31~ 8. 3	穿 越 臺 灣	
30	Ora	婀 拉	" "	8. 9~ 8.12	東 方 轉 向	
31	Alice	艾 麗 絲	" "	6.16~ 9.20	南 方 經 過	
32	Betty	貝 蒂	" "	9.18~ 5.23	穿 越 臺 灣	
33	Cola	寇 拉	" "	10. 1~10. 5	東 方 轉 向	
34	Elsie	艾 爾 西	" "	10. 9~10.14	南 方 經 過	
35	Grace	葛 瑞 絲	" "	10.28~11. 2	東 方 轉 向	
36	Flossie	芙 勞 西	" "	10.20~10.23	南 海 西 進	

第2表 1973~1975年中央氣象局所屬臺灣十一測站雷雨發生次數統計表

測 站	年 次 數	1973			1974			1975			三年合計		
		上午	下午	總計	上午	下午	總計	上午	下午	總計	上午	下午	總計
基隆	隆	9	15	24	4	20	24	6	28	34	19	63	82
臺北	北	8	26	34	9	18	27	7	49	56	25	93	118
新竹	竹	7	20	27	4	20	24	9	54	63	20	94	114
臺中	中	15	40	55	8	25	33	5	38	43	28	103	131
嘉義	義	11	35	46	10	68	78	8	66	74	29	169	198
臺南	南	17	27	44	11	20	31	19	32	51	47	79	126
澎湖	湖	11	11	22	6	3	9	12	3	15	29	17	46
恆春	春	4	8	12	17	11	28	17	23	40	42	45	87
臺東	東	4	10	14	5	24	29	5	10	15	14	44	58
宜蘭	蘭	9	25	34	7	31	38	6	54	60	22	120	142
花蓮	蓮	11	18	29	8	19	27	1	29	30	20	66	86

第3表 1973~1975年十一測站，各月雷雨次數統計表

	一 月		二 月		三 月		四 月		五 月		六 月		七 月		八 月		九 月		十 月		十一月		十二月	
	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午	上午	下午
基隆	—	—	—	—	1	—	3	4	3	11	2	19	3	15	3	6	2	6	2	2	—	—	—	—
臺北	—	—	—	—	2	—	9	11	4	7	1	18	2	20	4	7	2	18	1	6	—	—	—	—
新竹	—	1	—	—	2	1	6	5	3	4	4	10	—	24	3	21	1	14	1	14	—	—	—	—
臺中	1	1	1	—	1	—	7	3	6	6	6	25	2	9	3	29	1	22	—	8	—	—	—	—
嘉義	—	—	—	—	1	—	5	8	6	11	10	29	6	39	—	43	1	24	—	15	—	—	—	—
臺南	—	—	—	1	—	—	3	1	7	4	15	12	4	20	11	19	6	15	1	7	—	—	—	—
澎湖	—	—	—	—	1	—	7	3	2	4	4	—	5	2	3	6	6	2	1	—	—	—	—	—
恆春	—	—	1	—	3	—	3	5	10	7	5	5	7	7	8	10	4	8	1	3	—	—	—	—
臺東	—	—	—	—	—	—	2	5	1	12	4	5	2	5	2	8	2	5	1	4	—	—	—	—
宜蘭	—	—	—	—	—	—	5	10	4	21	1	24	3	26	3	15	2	18	4	6	—	—	—	—
花蓮	—	—	—	1	1	—	5	8	—	9	3	7	2	14	6	13	1	10	1	4	1	—	—	—
小計	1	2	2	2	12	1	55	63	45	95	54	154	36	186	46	177	28	142	13	68	1	—	—	—
總計	3		4		13		118		140		208		222		223		170		81		1			

發生之方法，並以地球同步衛星所拍攝之照片，製成電影予以推廣應用，此種方法之要點為：早晨有雲之陸地，下午無雷雨，惟該有雲陸地四週之無雲地區，下午常會有雷雨，蓋有雲地區，因為下午增溫不够，不易生雷雨。無雲之四週因受熱增溫可生雷雨。目前在軌道中工作之美國繞極衛星，有 NOAA 4 及 5 號，每日經過臺灣兩次，各為上下午本地時間約 8 時左右，早晨一次經過時，有可見光與紅外光同時拍攝之照片，下午 8 時經過一次只拍攝紅外光照片。惟上述方法並不宜適用於臺灣地區，因臺灣並非廣大之陸地，再本地區亦缺廣大之雲層。惟其基本觀念仍可引用。

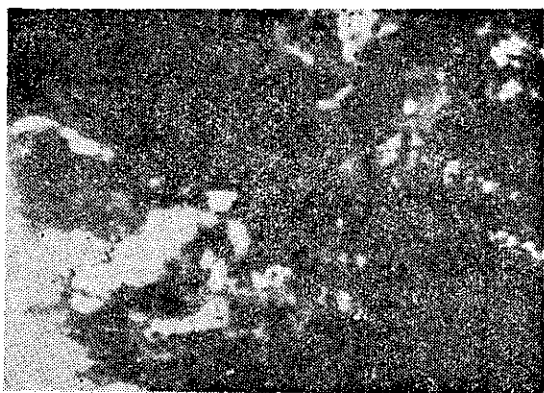
臺灣為一島嶼，四週環海，夏季時如早晨島上無雲，即下午地面增溫高，造成地面空氣層之不穩定，加以下午之海風上升山地，更加强上坡運動，如氣團原為對流性不穩定者，即下午成雲後極易發生雷雨。早晨之衛星照片中，如發現沿海有濃積雲或積雨雲存在，表示夜間海上對流強，氣團不穩定。此種對流係由夜間陸風使島上空氣下沉及使海上高空有輻散所促成，故夏季時，如果早晨衛星照片中，發現臺灣本島無雲，而在海上有濃積雲或積雨雲時，下午臺灣必有雷雨。由此種情況發生之雷雨，當屬地方性熱雷雨，每年以六、七、八三月出現為最多。茲以 64 年 7 月之紀錄為例，按本月之天氣圖所示，本月內除 9 及 10 兩天，在臺灣與非島中間之東方海面及 13 與 14 兩天

在臺灣西方有熱帶低壓外，全臺灣均在副熱帶高氣壓區勢力之下，無其他鋒面，熱帶低壓或颱風等之影響，故本月臺灣出現之雷雨多屬熱雷雨性質。在本月內上述十一測站下午出現之雷雨紀錄如第 4 表所示，雷雨出現最多者為臺北、臺中、嘉義三地，均有 15 天以上。本月全臺灣只有 2, 3, 4 及 27, 28, 29 等 6 天無雷雨。檢閱此 6 天之 NOAA 衛星之 VIS 及 IR 照片，臺灣晨間均有中高雲或低雲，而臺灣四週海上或小島上，無濃積雲或積雨雲，此種早晨臺灣有雲而四週無濃積雲或積雨雲之情況，可用以預測夏季下午無雷雨之參考。

本月中除去 6 天無雷雨及 4 天有熱帶低壓影響外，其他 21 天均有熱雷雨。檢閱此 21 天之 NOAA 衛星之 VIS 及 IR 照片，發現臺灣上空早晨均無雲，或僅有稀少之低或高雲，而在臺灣四週之某一方向之海上或小島上一定有濃積雲或積雨雲。南部近海或島上有濃積雲或積雨雲時，南部地區下午有陣雨；反之晨間北部近海及島上有濃積雲或積雨雲時，北部地區下午有雷雨。第 4 圖為 NOAA-4 衛星，1975 年 7 月 20 日晨間紅外線照片，由照片知該日上午地方時 8 時左右全臺灣無雲。惟在臺灣之西南方海上，則有明亮之濃積雲或積雨雲。表示該處對流強及空氣不穩定。該日下午臺灣西海岸中南部之新竹、臺中、嘉義及臺南等處均有雷雨。

第 4 表 1975 年 7 月下午各測站（十一處）出現雷雨次數統計表

地點	1.	2	3.	4	5.	6	7.	8	9.	10	11.	12	13.	14	15.	16	17.	18	19.	20	21.	22	23.	24	25.	26	27.	28	29.	30	31	合計	
基隆	✓						✓									✓						✓				✓						✓	6
臺北							✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓						16
新竹							✓						✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓						✓	11	
臺中	✓						✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓						✓	16	
嘉義							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓				✓						15
臺南							✓	✓	✓						✓	✓		✓	✓	✓		✓								✓	✓		11
高雄							✓		✓		✓			✓	✓			✓	✓	✓		✓							✓				10
澎湖							✓							✓	✓			✓				✓									✓		6
宜蘭	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					12
花蓮								✓	✓							✓		✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓			✓		12
臺東							✓				✓										✓									✓			4

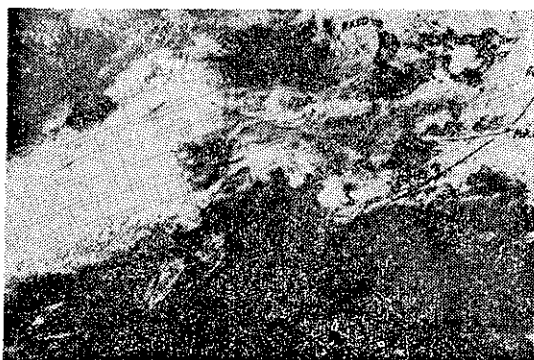


第4圖 NOAA-4 1975年7月20日 IRD

2. 其他雷雨之預報

按照本研究之三年紀錄及天氣圖資料知臺灣地區之雷雨，可因強大西南氣流，熱帶低壓及鋒面等氣象系統而發生，此種非熱雷雨性質之雷雨，亦可自衛星照片中窺知其徵兆；利用晨間之衛星照片，作同日下午雷雨預報。因為上午衛星拍攝照片時間約為 8:00，距離下午雷雨出現時間，約有 4-8 小時，對此種短時間之氣象系統之位移及強度預報比較可靠。如在上午之衛星照片中，有將侵入之熱帶低壓或鋒面伴有濃積雲或積雨雲，即可預測下午臺灣有雷雨，由於地形抬高或下午日晒增溫而使原有之雷雨更增強，或原本無雷雨者將激發新生雷雨。以下為三個實際之例：

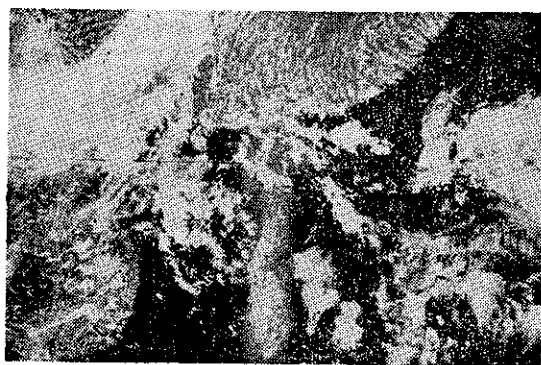
(1) 因強大西南氣流而生之雷雨：第5圖為美國空軍 DMSP 1973年6月28日 0334Z VIS 照片由照片知該日臺灣海峽無雲，臺灣及其西南方與東北方海面上有線狀中低層之雲，為強大西南流所造成，查該日 1200Z 之 850 mb 天氣圖，因全臺灣及大陸東南沿海各省均盛行西南風，風速在 20 至 35 KTS 之間。該日下午在基隆、宜蘭、臺北、臺中、嘉義各地均有雷雨。以上各地之雷雨，當為西南氣流上升山嶺加上下午日晒增溫之結果。



第5圖 DMSP 1973年6月28日 0334Z VIS

(2) 因熱帶低壓侵入而發生之雷雨

第6圖為美國空軍 DMSP 衛星 1973年8月5日 1131Z 之 -VIS 拍攝照片，其拍照之時間約相當於本地時間下午5時31分。由照片可知熱帶低壓中心約在恆春東南方約 100 哩之海上，該日下午在花蓮、臺中、嘉義、臺南等處有雷雨。此種雷雨係由熱帶低壓侵入所引起，檢視該日 NOAA 2 約 0050Z 之照片，臺灣全部天氣良好，惟在臺灣之東南方海上有濃積雲或積雨雲，此時在非島東方近海有熱帶低壓。依照此張 NOAA 之早晨照片言，熱帶低壓稍北移，使臺灣之南部進入其範圍內，再加地形影響，故可使臺灣之南部地區發生雷雨。即使該熱帶低壓並不向北移。臺灣地區亦可因日晒增溫及海風之影響，可以引發雷雨，故有此種情況時，臺灣南部有雷雨之可能性極大。



第6圖 DMSP 1973年8月5日 1131Z VIS

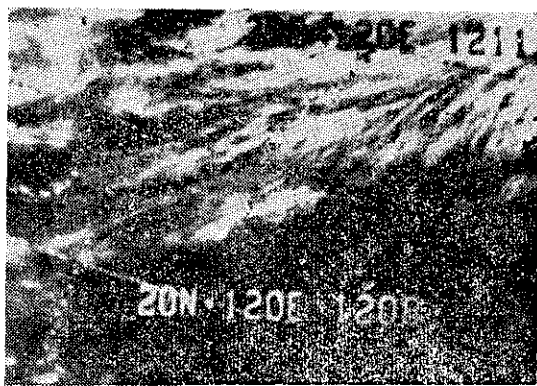
(3) 鋒前雷雨

每年之四、五、六月間，當有冷鋒緩慢南下抵達臺灣前，或在臺灣之北方海面滯留時，臺灣地區常可發生雷雨。第7圖為 NOAA 4 1975年6月24



第7圖 NOAA 4 1975年6月24日 0118~0122Z VIS

日 0118~0122Z VIS 照片，由照片知臺灣除西方及南方沿海有少許雲外，其他各地均天氣良好，惟沿長江一帶，很明顯有鋒面雲帶。查閱該日同時之 IR 照片，即見有濃密之高中雲及卷雲帶沿江浙一帶向南伸展，鋒面有向南移近之趨勢。第 8 圖為 NOAA 4 1975 年 6 月 24 日 1200Z~1211Z 紅外線拍攝之照片，即為第 7 圖同日下午之 IR 照片，如以明暗度切取儀之彩色表示，在臺灣地區雲之亮度比較附近者為明亮，與鋒面雲帶之亮度相似。查該日下午臺灣有臺北、臺中、嘉義、宜蘭等地有雷雨。有此情況時，可作鋒前雷雨預報之參考。



第 8 圖 NOAA-4 1975 年 6 月 24 日 1200Z~1211Z IRD

五、衛星照片在對霧之分佈及其消散預報之應用。

Gurka J. J. (1974) 曾發展一種方法：用早晨衛星照片上霧之明暗亮度，預報霧之消滅時間。其方法係先求出衛星拍攝霧照片上霧之亮度與其持續存在時間之關係。如果將霧照片之明亮度以彩色表示，即可按不同之顏色，表示出各地霧消滅之不同時間。

臺灣地區之濃霧，多於冬春季之午夜或早晨開始出現，其持續存在之時間，多僅有數小時，目前本地區尚無地球同步衛星，無法取得短時間隔之衛星照片，繞極衛星照片之間隔時間為 12（紅外線）或 24 小時（可見光），故對於短時內霧之消失預報，須有待地球同步衛星資料之應用。一地區霧之分佈，惟有衛星照片，才能窺見其全貌，故早晨 NOAA 衛星之照片，對船艦之航海及漁船之作業，均有極大應用價值。

結 論

應用繞極衛星 NOAA 同時攝製之 VIS 及 IR 照片相互比較，或用 IR 照片作亮度分析，均可分別出高低雲之分佈，對高低層氣流之分佈，大氣動力情

況，颱風之行向與強度變化之測估及地方性雷雨之預報等均極為有用。將來有地球同步衛星每 30 分鐘間隔之 VIS 及 IR 照片，即在天氣分析與預報上之應用將更多。

參 考 文 獻

1. Anderson, R. K. 1971: Supplement to ESSA Technical Report NESCS1, NOAA.
2. Brand, S & Bleloch, J. W. 1974: Changes in Characteristics of Typhoons crossing the island of Taiwan M. W. R Vol. 102 No. 10 1974.
3. Carl O. Erickson. 1972: "Evaluation of a Technique for the analysis and Forecasting of Tropical Cyclone Intensities from Satellite pictures" NOAA TM NESS 42
4. Dvorak, U. F. 1972: "A Technique for Analysis Forecasting of Tropical Cyclone Intensities From Satellite pictures" NOAA TM NESS 36
5. Fett R. W, and Brand S. 1975: "Tropical cyclone movement Forecasts based on observation from satellites" J. of A. M. Vol. 14 No. 4.
6. First weather wing pamphlet, U. S. A. F 1974: "Tropical cyclone position & intensifying analysis using satellite data"
7. Gurka J. J. 1974: "Using Satellite Data for forecasting Fog and Stratus Dissipation.
8. Purdon J. F W 1974: "Satellite Imagery Applied to the Mesoscale Surface analysis and forecasting" Fifth Conference on weather forecasting and analysis.
9. "The Effect of Early Morning Cloud cover on afternoon Thunderstorm Development" as above
10. Parmenter F. C 1974: "Observing and Forecasting Local Effects from Satellite Data" as above.
11. Ramage C S 1974: "The Typhoons of October 1970 in South China Sea" J. of A. M Vol. 13 No. 7
12. 徐寶箴 1975 「颱風經過臺灣及鄰近地區時之衛星雲系」氣象學報 21 卷 3 期

作者通訊處：中央氣象局

用電腦繪製天氣圖之研究

A Study of Drawing Weather Map by Computer

徐 月 娟 胡 仲 英

Y. J. Hsu

C. Y. Hu

Abstract

This paper describes how to draw a weather map through the computer from a set of meteorological data points which have been interpolated on grids. First, to find out intersections of the isolines and grids, then by applying the theory of spline under tension to fit a smooth curve through these intersections. The weather map produced by this method is smooth and reasonable. This method derived in this paper can be used to draw contours, isotherms, 24-hr isallotherms, isallohypsies on each of mandatory level, thickness, 24-hr thickness-change charts as well as prognostic charts. All isolines can be plotted by either solid line or dash line. And the size of the map and the color of the isolines are optional for the user.

一、前 言

天氣圖繪製是否正確，嚴重影響預報作業，由於預報員由手工繪製天氣圖常偏於主觀，致使一張天氣圖難有完全一致的繪法。同時每日預報員需繪製數十張各層定壓面的高度及溫度等值線圖，工作相當繁鉅。美、日等氣象先進國家，皆利用繪圖機，連接電腦，利用設計的等值線繪圖程式，繪製客觀天氣圖，不但精確，客觀一致，且迅速完成爭取時效。中央氣象局目前正在研究發展「預報電腦化」作業，租用一套高性能小型電腦 (GA-SPC 16/45)，由即時處理系統 (Real Time Operation System)，每日接收臺北——東京點間通信，空軍氣象中心，美軍及北平等氣象電路電碼，進行譯碼、偵錯、分類、填圖、繪圖及數值模式預報等一貫作業。

本篇討論如何將已內插到網格點上的天氣資料，利用小型電腦及繪圖機，正確迅速地繪製客觀天氣圖，同時如將網格點上的資料，輸入數值預報模式，可求出 12-72 小時預報值，利用本篇繪圖方法，可立即繪出預報圖，提供分析預報作業應用。目前中央氣象局所使用的平板式繪圖機為全國最大型之一，其尺寸為 34 吋 × 54 吋，有兩枝繪圖筆，可繪不同顏色的線條

，繪圖機的解析能力為 0.0025 吋，速度為每秒 16 吋，可以連接電腦作線上作業 (On-Line Plotting)，也可以將控制繪圖機指令先寫在磁帶上，再由磁帶將這些指令送到繪圖機，而不經過電腦 (Off-Line Plotting)。

二、圖類及日期之標示

先輸入一組網格點上的資料，並輸入一張代表該網格資料的標題卡，含有六個實數，依次為年、月、日、時、定壓面及圖類別，由定壓面及圖類別選擇等值線之數值與間隔 (Interval)。700 毫巴面及以下之等高線間隔為 30 重力公尺，各等高線數值均為 30 之倍數。500 毫巴面之等高線間隔採用 60 重力公尺，各線數值均為 60 之倍數。300 毫巴面及以上之等高線間隔採用 120 重力公尺。500 毫巴面及以上等溫線間隔為攝氏 5 度，各等溫線數值均為 5 之倍數，700 毫巴面及以下間隔為攝氏 3 度，各線數值為 3 之倍數等等。以上完全符合中央氣象局天氣預報標準作業程序的規定。開始繪圖時，先控制繪圖筆到天氣圖的右上方，寫上日期、定壓面及圖形類別，然後繪各等值線。

三、等值線繪製邏輯

(一)尋找等值線的起點：

假定我們現有網格點資料為 $Z(M, N)$ ，對某等值 (VL) 而言，圖上可能有一根以上的等值線，也可能沒有一根。第一步我們從上下邊界找起，先看下方，當 $Z(I-1, 1) < VL < Z(I, 1)$

表示必存在一根線的起點在這兩點之間，由線性內插

$$(I - \frac{Z(I, 1) - VL}{Z(I, 1) - Z(I-1, 1)})$$

決定起點位置。再看上方，當 $Z(I, N) > VL > Z(I+1, N)$

表示必存在一根線的起點在這兩點之間，由線性內插

$$(I + \frac{Z(I, N) - VL}{Z(I, N) - Z(I+1, N)})$$

確定起點位置，從左向右繼續找。第二步我們從左右邊界找起，先看右方，當 $Z(M, J-1) < VL < Z(M, J)$ 表示可以找到一根線的起點在 $(M, J - \frac{Z(M, J) - VL}{Z(M, J) - Z(M, J-1)})$

位置。再看左方，當 $Z(1, J) > VL > Z(1, J+1)$ 表示可以找到一根線的起點在

$(1, J + \frac{Z(1, J) - VL}{Z(1, J) - Z(1, J+1)})$ 位置。從下繼續向上找。第三步我們看封閉曲線，其起點在網格中間，從下往上，並自左至右找尋，當 $Z(I-1, J) < VL < Z(I, J)$ 可以決定起點在

$$(I - \frac{Z(I, J) - VL}{Z(I, J) - Z(I-1, J)}, J)$$

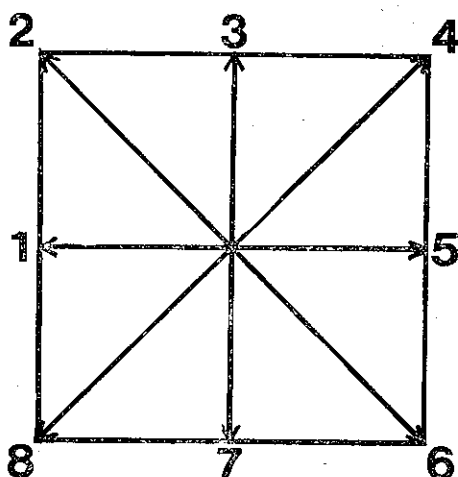
位置。於起點位置標註等高線數值至十位數，例如9480重力公尺，就標註 948。等溫線值標註則至個位數，例如 9°C ， -15°C 就標註 9，-15 等等。

$$(I - \frac{Z(I, J) - VL}{Z(I, J) - Z(I-1, J)}, J)$$

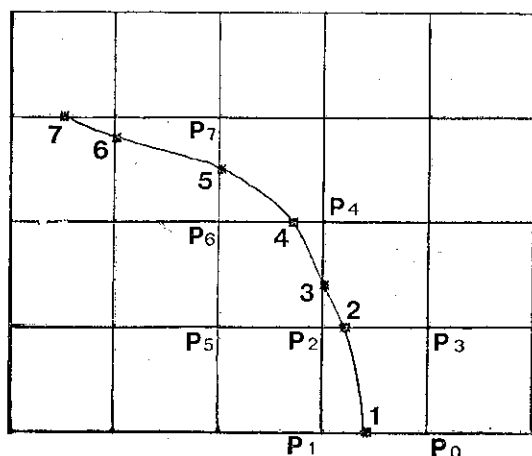
位置標註等高線數值至十位數，例如9480重力公尺，就標註 948。等溫線值標註則至個位數，例如 9°C ， -15°C 就標註 9，-15 等等。

(二)找出等值線與網格各交點

以某個網格點為原點，與鄰近的八個網格點有八個不同方向，從左向起，順時鐘向依次為第一、第二、……、第八方向（圖一），相對於原點的位置是 $(-1, 0)$ ， $(-1, 1)$ ， $(0, 1)$ ， $(1, 1)$ ， $(1, 0)$ ， $(1, -1)$ ， $(0, -1)$ ， $(-1, -1)$ 。若起點在下方邊界或網格中間，以最靠近起點右邊的網格點為繪圖原點 P_0 （圖二），以 P_0 為原點，循第一方向找到相關點 P_1 ，起點必在 P_0 與 P_1 之間。再順著第二方向找到 P_2 ， $VL > Z(P_2)$ ，但第二方向朝左上方與網格沒有交點。繼續循第三方向找到 P_3 ， $VL < Z(P_3)$ ，將原點移到 P_3 。然後沿著第八方向找到 P_1 ， $VL > Z(P_1)$ ，但第八方向朝左下方與網格也沒有交點。再依第一方向找到 P_2 ， $VL > Z(P_2)$ ，第一方向是向左，因此在 P_2 與 P_3 之間找著等值線與網格的第二個交點。繼續根



圖一 尋找網格與等值線各交點的八個方向
Fig 1. Eight Directions of searching for intersections of curve and grid.



圖二 尋找網格與等值線各交點的實例
Fig 2. An example of searching for intersections of curve and grid.

據第二方向找到 P_4 ，因 $VL < Z(P_4)$ ，將原點挪到 P_4 ，然後反方向找。順著第七方向找到 P_2 ， $VL > Z(P_2)$ ，第七方向是向下，就在 P_2 與 P_4 之間找著第三個交點。再依第八方向找到 P_5 ， $VL > Z(P_5)$ ，但第八方向朝左下方，與網格沒有交點。然後循第一方向找到 P_6 ， $VL > Z(P_6)$ ，且第一方向是向左，因而在 P_4 與 P_6 之間找著第四個交點，如此繼續下去，直到再達邊界為止。若是封閉曲線就檢查是否又回到起點。假使起點在上方邊界，則以最靠近起點左邊的網格點為繪圖原點，開始方向是第五方向（向右）。

若起點在右方邊界，就以最靠近起點上面的網格點為原點，開始方向是第七方向（向下）。如果起點在左方邊界，就以最近起點下面的網格點為原點，開始方向是第三方向（向上）。

(三)應用張力法選擇適當曲線函數 (Curve Fitting Using Splines Under Tension)

由前述得到的各交點，淘汰掉過於接近的點（兩點距離小於 0.07 個網格距）。其餘各點座標為 $\{x_i, y_i\}, i=1 \cdots n$ ，令通過各交點的曲線函數為 f (Spline Under Tension)，我們找到有一個量 $f'' - \sigma^2 f$ （必須連續）在每一區間 $[x_i, x_{i+1}]$ 內成線性改變。 σ 稱為張力因子 (Tension Factor)，令 $\sigma \neq 0$ ，依 $f'' - \sigma^2 f$ 在每一區間的線性性質得到：

當 $x_i \leq x \leq x_{i+1}$

$$f''(x) - \sigma^2 f(x) = [f''(x_i) - \sigma^2 y_i] \frac{(x_{i+1} - x)}{h_i} + [f''(x_{i+1}) - \sigma^2 y_{i+1}] \frac{(x - x_i)}{h_i} \quad (1)$$

其中 $h_i = x_{i+1} - x_i, i=1, \dots, n-1$ 。 $f''(x_i)$ 和 $f''(x_{i+1})$ 是未知數。如加上兩個邊界條件 $f(x_i) = y_i$ 與 $f(x_{i+1}) = y_{i+1}$ ，可以求出(1)式的解：

$$f(x) = \frac{f''(x_i)}{\sigma^2} \cdot \frac{\sinh[\sigma(x_{i+1} - x)]}{\sinh(\sigma h_i)} + [y_i - \frac{f''(x_i)}{\sigma^2}] \frac{(x_{i+1} - x)}{h_i} + \frac{f''(x_{i+1})}{\sigma^2} \cdot \frac{\sinh[\sigma(x - x_i)]}{\sinh(\sigma h_i)} + [y_{i+1} - \frac{f''(x_{i+1})}{\sigma^2}] \frac{(x - x_i)}{h_i} \quad (2)$$

其中 $x_i \leq x \leq x_{i+1}$ 。在一組固定值 $\{f''(x_i), i=1 \cdots n\}$ 之下， f 必須連續，所以於區間 $[x_{i-1}, x_i]$ 和 $[x_i, x_{i+1}]$ 內，(2)式的微分（即斜率）在 x_i 點必須相同。微分(2)式得：

$$f'(x) = -\frac{f''(x_i)}{\sigma^3} \cdot \frac{\sigma \cosh[\sigma(x_{i+1} - x)]}{\sinh(\sigma h_i)} - [y_i - \frac{f''(x_i)}{\sigma^2}] \cdot \frac{1}{h_i} + \frac{f''(x_{i+1})}{\sigma^3} \cdot \frac{\sigma \cosh[\sigma(x - x_i)]}{\sinh(\sigma h_i)} + [y_{i+1} - \frac{f''(x_{i+1})}{\sigma^2}] \cdot \frac{1}{h_i} \quad (3)$$

然而(3)式從 x_i 點的左邊趨近和右邊趨近其值應相等，即為：

$$[\frac{1}{h_{i-1}} - \frac{\sigma}{\sinh(\sigma h_{i-1})}] \cdot \frac{f''(x_{i-1})}{\sigma^2}$$

$$+ [\frac{\sigma \cosh(\sigma h_{i-1})}{\sinh(\sigma h_{i-1})} - \frac{1}{h_{i-1}}] \cdot \frac{f''(x_i)}{\sigma^2} + [\frac{1}{h_i} - \frac{\sigma}{\sinh(\sigma h_i)}] \cdot \frac{f''(x_{i+1})}{\sigma^2} = \frac{y_{i+1} - y_i}{h_i} - \frac{y_i - y_{i-1}}{h_{i-1}} \quad (4)$$

其中 $i=2, \dots, n-1$ 。現在我們有 $n-2$ 個方程式，含 n 個未知數 $\{f''(x_i), i=1 \cdots n\}$ ，所以我們再代入兩個邊界條件。若兩端點的斜率 y'_1 和 y'_n 為已知，我們要求 f 也滿足條件 $f'(x_1) = y'_1$ 和 $f'(x_n) = y'_n$ 。代入(3)式得：

$$[\frac{\sigma \cosh(\sigma h_1)}{\sinh(\sigma h_1)} - \frac{1}{h_1}] \cdot \frac{f''(x_1)}{\sigma^2} + [\frac{1}{h_1} - \frac{\sigma}{\sinh(\sigma h_1)}] \cdot \frac{f''(x_2)}{\sigma^2} = \frac{y_2 - y_1}{h_1} - y'_1 \quad (5)$$

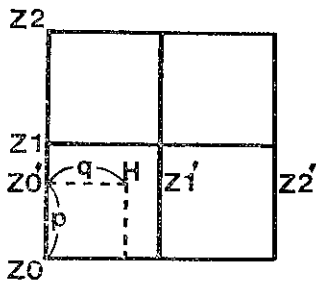
$$\text{和 } [-\frac{1}{h_{n-1}} - \frac{\sigma}{\sinh(\sigma h_{n-1})}] \cdot \frac{f''(x_{n-1})}{\sigma^2} + [\frac{\sigma \cosh(\sigma h_{n-1})}{\sinh(\sigma h_{n-1})} - \frac{1}{h_{n-1}}] \cdot \frac{f''(x_n)}{\sigma^2} = y'_n - \frac{y_n - y_{n-1}}{h_{n-1}} \quad (6)$$

如此可由 n 個方程式解 n 個未知數 $f''(x_i)$ ，由於該聯立方程組為 $f''(x_i)$ 的線性函數，故可由消去法直接求解。由所求解 $f''(x_i)$ ，代入(2)式即可求得各區間 $[x_i, x_{i+1}]$ 的 f 值。 f 為 x 之函數，由 $(x_1 + i\Delta x, f(x_1 + i\Delta x))$ 定出曲線上各點的位置， $(i=1, \dots, m, \Delta x = \frac{x_n - x_1}{m})$ ， m 視曲線長短而定。將各點依次連成一段所要的曲線。若繪虛線，則每隔兩點繪連線。

四、決定高低壓中心，冷暖區或正負區

繪完所有等值線後，我們先將網格點資料作一次平滑處理 (Shuman 1957 九點修勻法)，以避免出現太多不必要的標示。任一個網格點 (I, J) 的資料， $(I=2, \dots, M-1, J=2, \dots, N-1)$ ，比鄰近八個網格點的資料都低或都高，我們認為這一個網格點附近有極低值中心或極高值中心，用二度空間線性內插法找著極值中心的位置 H (圖三)，根據所繪圖形的類別，給予適當的標註。在一張定壓面的高度圖上標示 L 或 H ，溫度圖則標示 C 或 W ，若是變壓圖就標示 $-$ 或 $+$ 。中心極端值則用 Newton's

Forward Difference Formula，由附近九個網格點值內插而得（圖三）：



（圖三）H 點為極端值中心的位置，由附近九個網格點值內插而得。

fig 3. The value of the extreme point H is interpolated from nine neighbor grids.

$Z0' = Z0 + p \cdot (Z1 - Z0) - 0.5 \cdot (1-p) \cdot p \cdot (Z2 - 2 \cdot Z1 + Z0)$ 同理，求出 $Z1'$ 及 $Z2'$ ，再由

$H = Z0' + q \cdot (Z1' - Z0') - 0.5 \cdot (1-q) \cdot q \cdot (Z2' - 2 \cdot Z1' + Z0')$ 求出，中心極端值標註至個位數。

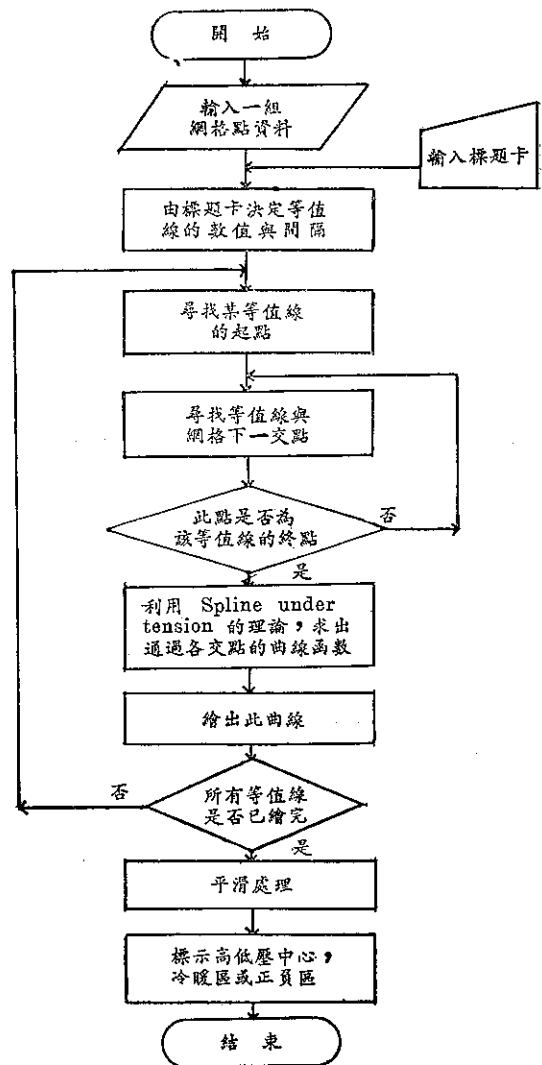
以上繪製天氣圖的步驟參看繪製實際與預報天氣圖之流程圖（圖四）。

五、實例實驗

等高線分析圖與等溫線分析圖，我們選用 65 年 10 月 5 日 0 時 500 毫巴高空資料當作例子。從磁碟輸入已內插到網格點上的資料，利用本篇方法繪製客觀天氣圖，等高線分析圖因為等值線較密，大約需要 5 分鐘（圖五），等溫線分析圖較簡單，只需 3 分鐘（圖六）。但人工繪圖由於經驗不同，等高線分析圖約需 20 分鐘，等溫線分析圖約需 13 分鐘。另 66 年 2 月 16 日 0 時 500 毫巴的高度變差圖約需 4 分鐘（圖七）。

六、結 論

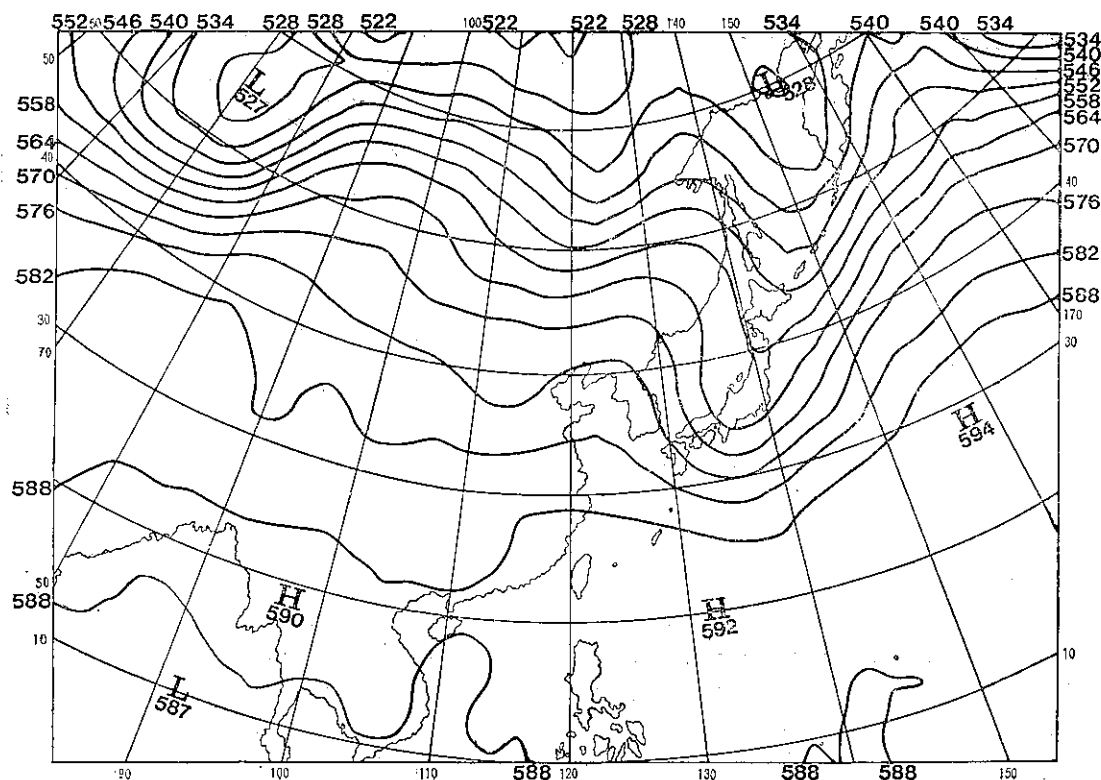
曾有學者嘗試利用網格點資料找出等值線與網格的各交點，再將每一個網格分成更細的網格，用內插法求出更細網格點之資料，此時這些資料已帶有計算誤差，假使用同樣方法找到等值線與更細網格之交點，逐點作聯線，這樣繪成的等值線，含有許多小波動，不僅費時且不够平滑。本篇係利用網格點上資料，找出每一等值線與網格的各交點，然後應用 Spline Under Tension 的理論，作出通過各交點之曲線函數（圖八）。其中張力因子 σ 越小，所繪曲線曲率越大，當 $\sigma=0$ 為 Cubic Line，當 σ 小於 0.001 類似 Cubic Line；而 σ 越大所繪曲線越平



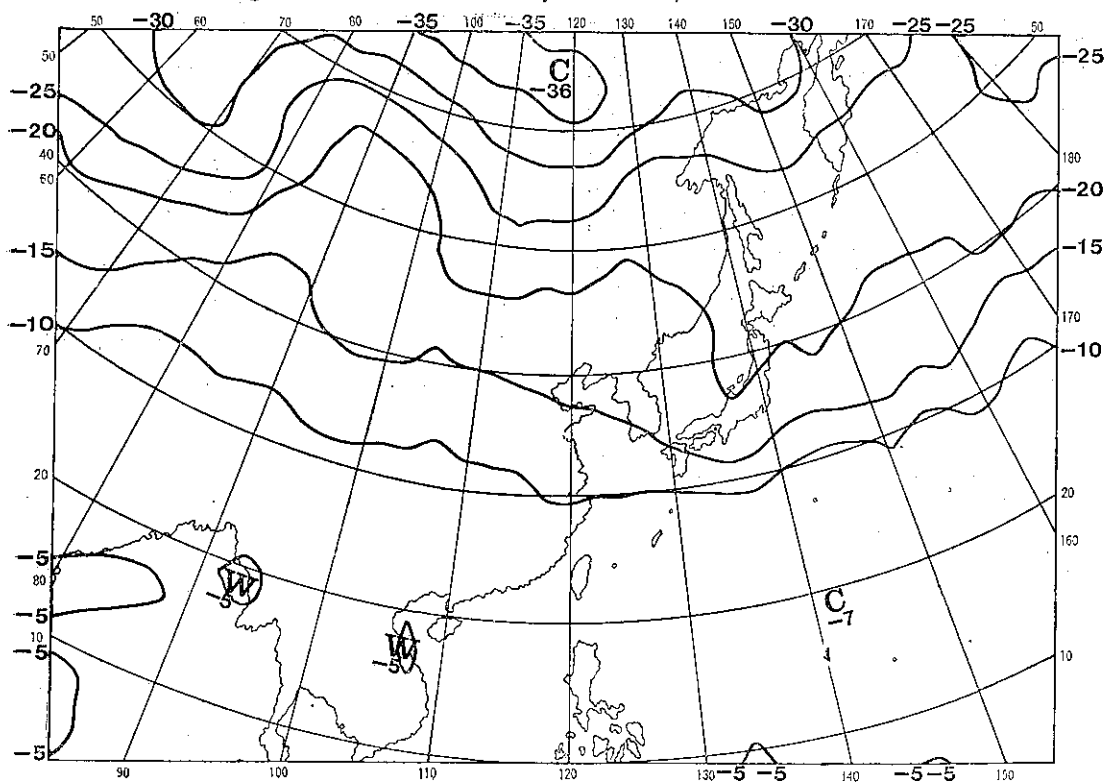
圖四、繪製實際與預報天氣圖流程圖

Fig 4. Flow chart on plotting actual and forecasts weather map.

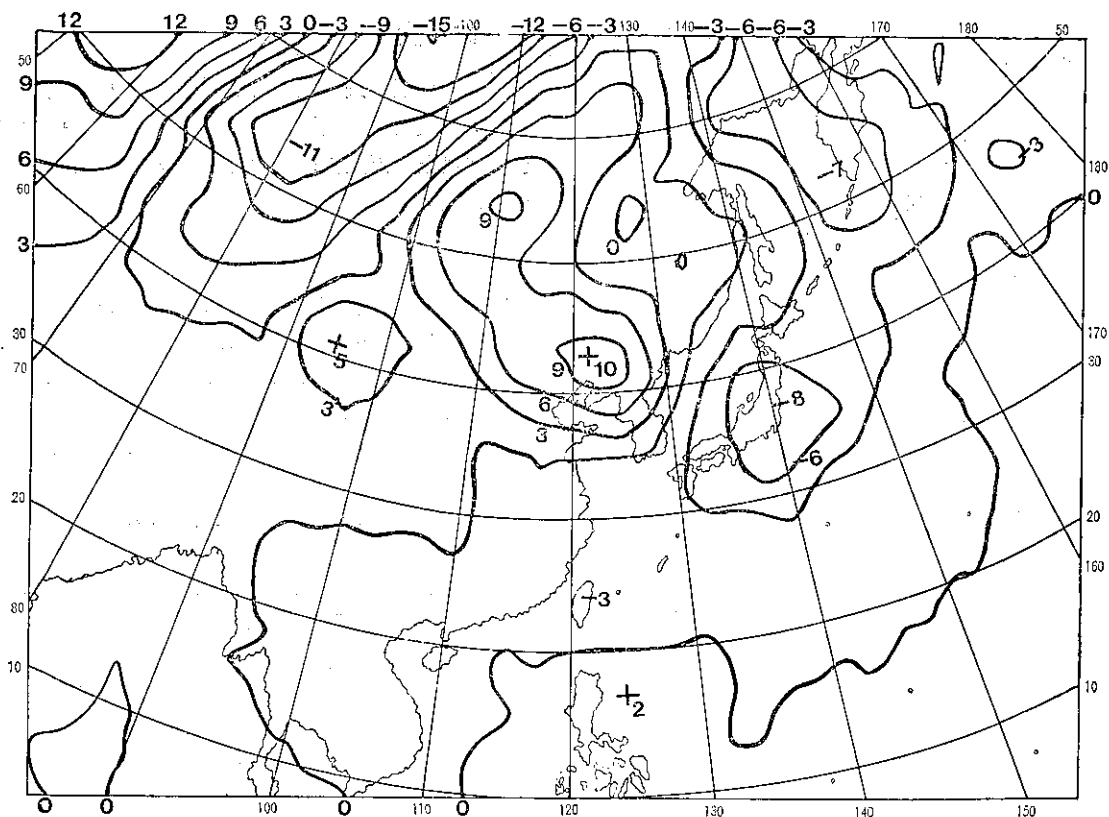
直，當 σ 大於 50 就像是逐點連線（Piecewise Linear）。（圖九）。吾人取 Dimensionless Tension Factor σ' 代替 σ ，以避免因資料分布比例不同而產生的影響。 $\sigma' = \sigma \cdot (n-1)/S_n$ ，其中 $\sigma=2.5$ ， n 為交點數目， S_n 為各交點連線總長。由於各交點間曲線函數是一組線性聯立方程式，採用直接消去法，電腦運算十分快捷，所繪出等值線省時且平滑，完全符合繪天氣圖要求。以往國內氣象界所作有關數值方面的研究，大都係將網格點上的預測值



圖五、65年10月5日0時500毫巴等高線分析圖
Fig 5. 500-MB Contour analysis for 00Z, 5 October 1976.

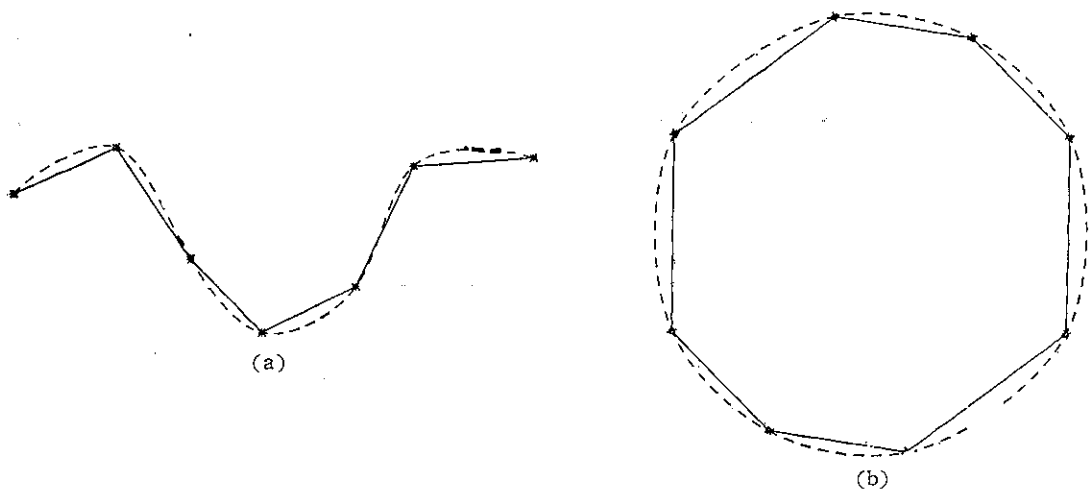


圖六、65年10月5日0時500毫巴等溫線分析圖
Fig 6. 500-MB Isothermal analysis for 00Z, 5 October 1976

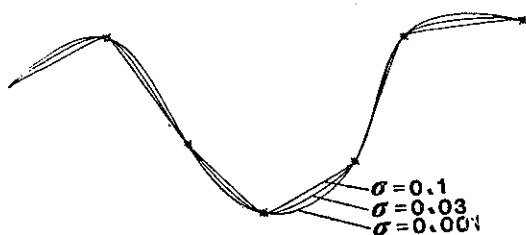


圖七、66年2月16日0時500毫巴24小時高度變差圖

Fig 7. 24-HR height-change chart on 500 MB for COZ, 16 February 1977.



圖八、虛線為應用張力法所繪出通過各交點的曲線，實線則為各點聯線 (a) 正弦函數曲線 (b) 封閉曲線
Fig 8. Dash line is the result of fitting data points using a spline under tension (a) on a open sine curve (b) on a close line.



圖九、張力因子 σ 與曲率的關係

Fig 9. The relation between tension factor and curviness

填於圖上，然後由人工繪出預測天氣圖，不僅浪費時間、人力，仍不免偏於主觀，並不理想。應用本篇所討論的方法，則可直接利用數值模式計算結果繪製預測天氣圖。本文方法業經中央氣象局「預報電腦化」作業系統所採用，所繪製客觀天氣圖，頗符正確與迅速的要旨，有助於提高天氣預報的精確度及爭取時效。

誌 謝

本文承蒙中央氣象局吳副局長宗堯，郭組長文鏞鼓勵，中央研究院汪博士群從提供寶貴資料，中山科學研究院王家玉先生協助始克完成，作者在此致最誠摯的謝意。

參 考 資 料

- (1) Ahlberg, J. H., E. N. Nilson, and J. L. Walsh 1967: The Theory of Splines and Their Applications, Academic Press, New York, N. Y.
- (2) Alan, K. Cline. 1973: Curve Fitting Using Splines Under Tension, Atmospheric Technology NCAR Boulder, Colorado No 3.
- (3) Shuman, F. G., 1957. Numerical Methods in Weather Prediction, II Smoothing and Filtering, Mon. Weath. Rev., 85, 357-361.

作者通訊處：中央氣象局

保密防諜·

人人有責·

匪諜自首·

既往不究·



民國六十五年颱風調查報告

侵臺颱風 (7613 號) 畢莉

Report on Typhoon "Billie"

Abstract

Billie was the only typhoon hit Taiwan area in 1976.

Its life cycle lasted for 7 days from August 3 as a tropical depression until eventually dissipated on August 10 when Landing in China Mainland. Though it travelled zigzagly before developing into a tropical storm on August 5, Billie took a course of westnorthwest at night of August 7 with a lowest central pressure of 910mb and maximum wind of 130kts near center. It appeared as a severe typhoon, picked up a rather steady track toward west and stormed at night of August 9. It landed on China Mainland prior to its dissipation on August 10.

The Central Weather Bureau issued the first of its typhoon warning report for Billie at 081200z when it was located at 23.7N, 128.4E, 770 miles ESE of Taiwan.

Casualty and damage report compiled by the authorities indicated 4 dead, 8 missing, 4 severely injured and 20 wounded. 12 vessels were damaged, including 3 sunk. A great damage was made to *TPC's transformers and Transmission towers in Lin-Kou and Ta-An River area with an estimated cost of over 103 millions NT dollar.

一、前 言

7613 號颱風畢莉 (Billie) 為今年唯一侵臺的颱風。本年六月間, 7607 號颱風魯碧 (Ruby) 通過菲律賓抵達東沙島海面後, 向東北進行時, 本局曾發布海上陸上颱風警報, 但對臺灣陸地有驚無險。故畢莉颱風為今年第二次發布之海上陸上颱風警報。當畢莉颱風之中心於八月八日十六時首次進入那霸雷達映幕時, 畢莉颱風路經由西北西轉向西進行, 旋於當晚二十時收獲第三次那霸雷達報告, 畢莉颱風中心位置已抵達北緯 23.7 度, 東經 128.4 度, 亦即在臺北東南東方約 770 公里海上, 由各種資料研判, 畢莉將迅速逼近本省東方海面, 對臺灣陸地及各海面構成嚴重威脅, 本局遂發布第一號海上陸上颱風警報。雖畢莉颱風以平均每小時 25 公里之速度迅速推進, 但發布第

一號颱風警報與登陸時間, 尚相距有二十七小時又二十分鐘, 故可算得上及時發布。

此次畢莉颱風襲臺期間, 雷達觀測曾發揮最大功能, 自八月八日十六時畢莉首次在那霸雷達映幕發現, 進入宮古島、石垣島以後, 即由花蓮雷達站接棒觀測, 因此畢莉之動態, 始終在我們的雷達及琉球雷達監視掌握之下。此颱風於八月九日二十三時二十分由本省東北角即三貂角附近登陸。於八月十日上午由新竹附近進入海峽北部後, 當天中午均受高雄雷達的監視。詳見表一, 各氣象雷達站颱風中心定位比較表。畢莉颱風期間, 由花蓮氣象雷達站, 所拍攝颱風照片如圖 1 a, b, c, d, e, f, g, h, 由各張圖上可看出, 畢莉之眼甚完整。

畢莉颱風期間, 本局所發布二十四小時颱風中心預測位置, 平均向量誤差 66.5 哩, 準確率相當高。

* TPC-Taiwan Power Company

表一 畢 莉 颶 風 各 雷 達 站 定 位 比 較 表

Table. 1. The Comparison of Typhoon Billie's Eye-fixed by different Radar staions

站 名 中心位置 日期時間	那 霸 (937)	宮古島 (927)	石垣島 (918)	花 蓮 (699)	高 雄 (744)
8 月 8 日 15 時	23.7N 129.6E				8 月10日08 25.1 120.2
16	23.7 129.6				09 25.1 119.9
17	缺				10 25.1 119.7
18	缺				11 25.3 119.4
19	23.7 128.8				12 25.3 119.0 進入大陸
20	23.7 128.4				
21	23.8 128.1				
23	23.7 127.9				
23	23.8 127.6				
24	23.8 127.5	23.8 127.5			
8 月 9 日 01 時	23.8 127.3	23.9 127.3	23.8 127.1		
02	24.0 127.2	24.0 127.0	23.8 126.9		
03	24.0 126.8	24.1 126.8	23.9 126.7		
04	24.1 126.6	24.0 126.4	23.9 126.5		
05	24.1 126.4	24.0 126.2	23.9 126.3		
06	24.1 126.2	24.0 126.0	24.0 126.1		
07	24.0 125.9	24.1 125.8	24.0 125.9		
08	24.0 125.7	24.2 125.7	24.0 125.8		
09		24.3 125.4	24.2 125.4		
10		24.3 125.2	24.3 125.2		
11		24.3 125.0	24.3 125.1		
12		24.3 124.9	24.4 124.9		
13		24.4 124.6	24.4 124.6	24.5 124.6	
14		24.4 124.5	24.5 124.5	24.5 124.5	
15		24.6 124.3	24.6 124.3	24.7 124.4	
16		24.6 124.1	24.7 124.1	24.9 124.1	
17		24.8 123.8	24.8 123.8	24.8 123.9	
18		24.8 123.5	24.8 123.6	24.9 123.6	
19		24.8 123.2	24.8 123.3	24.8 123.2	
20		24.8 123.0	24.8 122.9	24.8 123.0	
21		24.8 122.5	24.8 122.6	24.8 122.7	
22		24.9 122.3	24.9 122.4	24.9 122.4	
23		24.9 122.0	24.9 122.2	24.9 122.0 23時20分 24.9 121.9	登陸三紹角

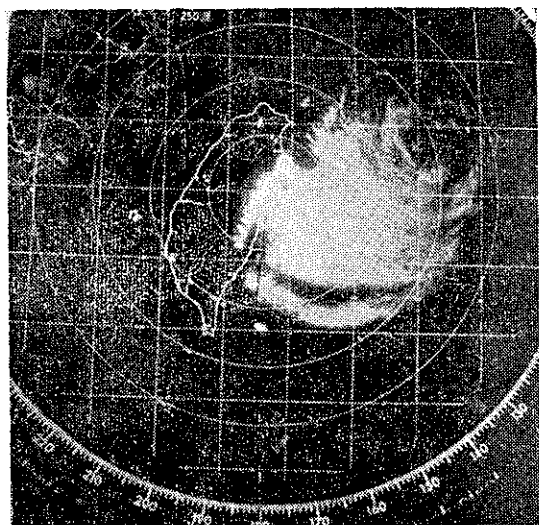


圖 1 a. 65 年 8 月 9 日 15 時 花蓮雷達攝
Fig. a. View of Hualien PPI radar
scope on, 0700Z 9. Aug, 1976.

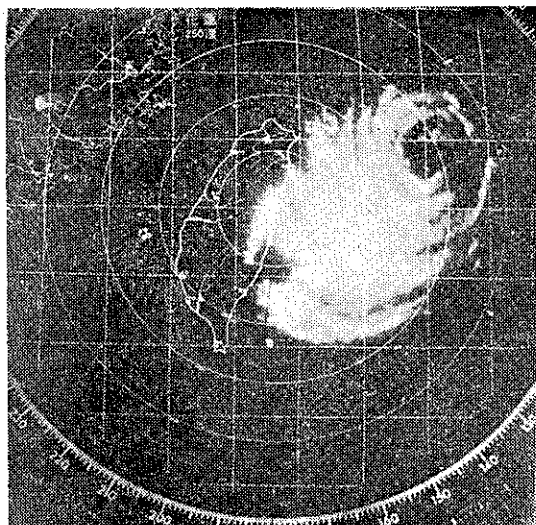


圖 1 b. 65 年 8 月 9 日 16 時
Fig. 1 b. View of Hualien PPI radar
scope on, 0800Z 9, Aug, 1976.

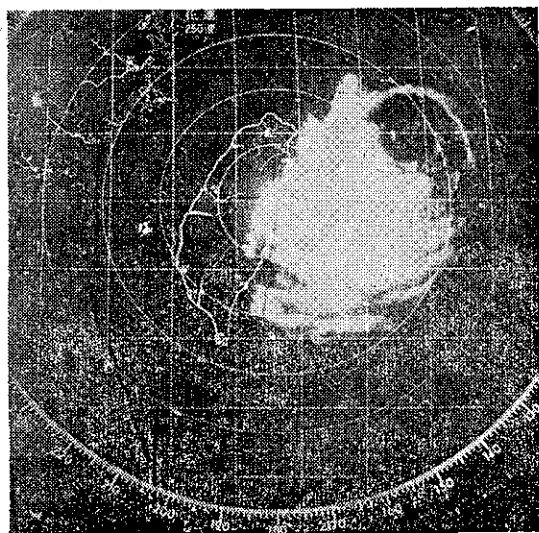


圖 1 c. 65 年 8 月 9 日 17 時
Fig. 1 c View of Hualien PPI radar
scope on, 0900Z 9, Aug, 1976.

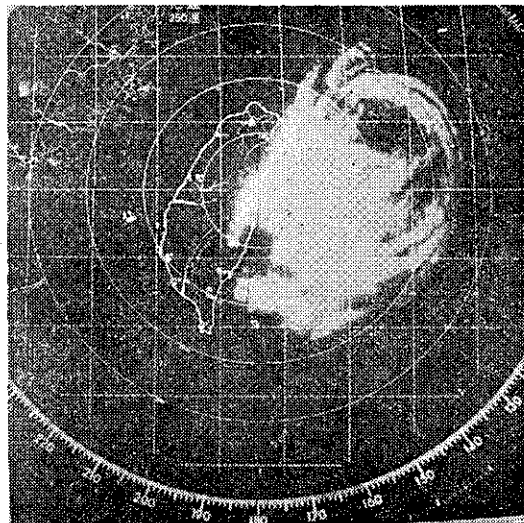


圖 1 d. 65 年 8 月 9 日 18 時
Fig. 1 d. View of Hualien PPI radar
scope on, 1000Z 9, Aug, 1976

二、畢莉颱風之發生及經過

八月初北太平洋上北緯 10 至 15 度間，赤道輻合帶 (I. T. G. Z.) 上醞釀了一連串的熱帶性低氣壓，至八月三日上午由衛星雲圖顯示在北緯 13.9 度，東經 146.5 度，有較完整的氣旋環流出現。至當天中午接獲關島美軍飛機偵察報告，此熱帶性低氣壓中心在北緯 14.2 度，東經 146.5 度，其中心氣壓降至 996

毫巴，中心附近最大風速達每秒 15 公尺（每小三十哩），而此熱帶性低氣壓適位於西伸副熱帶高壓脊線南側，有繼續發展成輕度颱風趨勢。翌（四）日清晨兩點，此熱帶性低壓，果然發展為本年度第十三號颱風，並命名為畢莉 (Billie)。其中心位置在北緯 15.5 度，東經 145.6 度，中心氣壓為 990 毫巴，中心附近最大風速每秒 20 公尺，暴風半徑 150 公里，此颱風在八月四日上午至五日上午之二十四小時內，

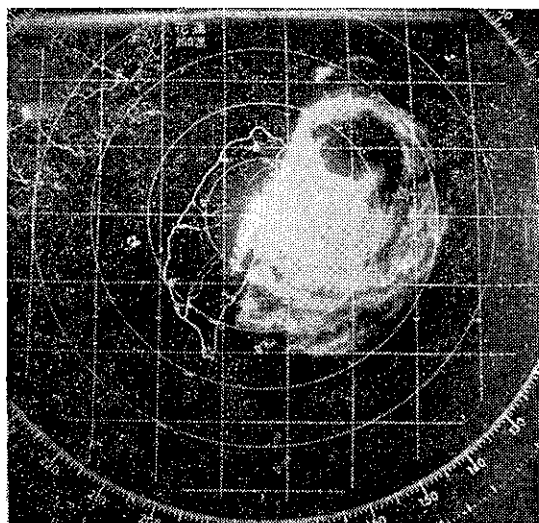


圖 1 e 65 年 8 月 9 日 19 時

Fig. 1 e View of Hwaiien PPI radar scope on, 1100Z 9, Aug, 1976.

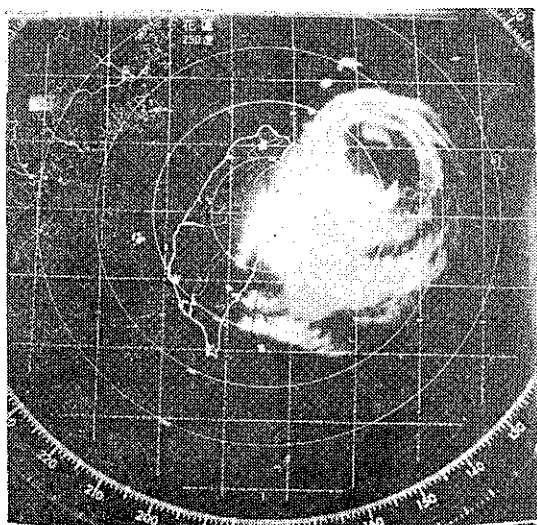


圖 1 f. 65 年 8 月 9 日 20 時

Fig. 1 f. View of Hwaiien PPI radar scope on, 1200Z 9, Aug, 1976.

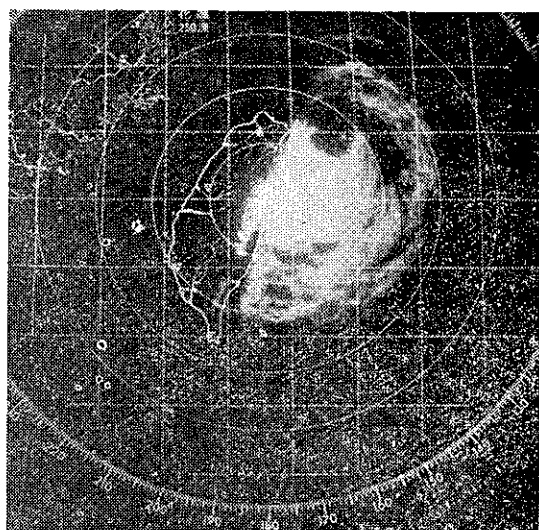


圖 1 g. 65 年 8 月 9 日 21 時

Fig. 1 g. View of Hwaiien PPI radar scope on, 1300Z 9, Aug, 1976.

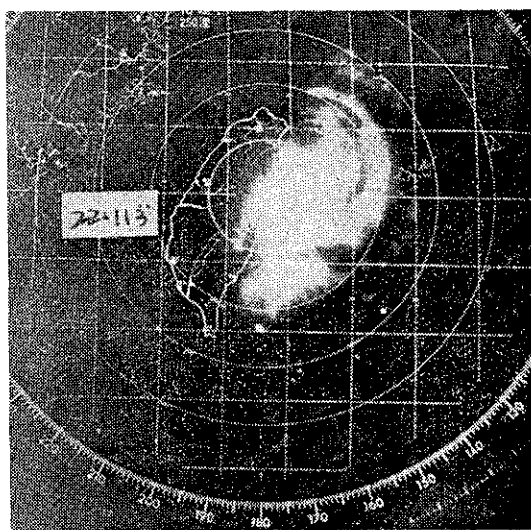


圖 1 h. 65 年 8 月 9 日 22 時 11 分

Fig. 1 h. View of Hwaiien PPI radar scope on, 1411Z 9, Aug, 1976.

仍為發展階段，故其進行方向呈不規則，進行速度緩慢，且有打轉趨勢。至五日十四時，其中心在北緯 15.2 度，東經 143.1 度時，威力增強成為中度颱風，中心附近最大風速達每秒 33 公尺，中心最低氣壓亦降至 980 毫巴。循正常路徑向西北西進行。八月七日八時畢莉中心抵北緯 20.0 度，東經 135.6 度，中心氣壓 950 毫巴，中心附近最大風速每秒 45 公尺，以每小時 28 公里的快速度向西北西推進，當天下午兩

點鐘，畢莉威力再度增強，形成中心附近最大風速達 60 公尺，中心氣壓竟至 910 毫巴之強烈颱風。八月八日十五時首次收獲琉球那霸氣象雷達颱風中心定位報告，其中心位置在北緯 23.7 度，東經 129.6 度上。由西北西偏向西進行，至八月九日二十時，中心通過石垣島附近後，威力稍有減弱，成為中度颱風（中心附近最大風速每秒 48 公尺），移動速度亦稍減慢為每小時 23 公里，繼續向西推進。畢莉中心終於八月

表二 畢莉颱風飛機偵察報告及衛星觀測資料表

Table. 2. Eye-fixed positions of Typhoon Billie observed (0946Z Aug 2, 1976 2212Z

Aug 9, 1976.) by aircraft reconnaissances and weather satellite (NOAA-4)

觀測時間 日、時、 分 (Z)	中心位置		定位方法			地面最大風速 (哩/時)	海平面氣壓 (mb)	觀測時間 日、時、 分 (Z)	中心位置		定位方法			地面最大風速 (哩/時)	海平面氣壓 (mb)
	北緯	東經	飛機	衛星	精確度 (NM)				北緯	東經	飛機	衛星	精確度 (NM)		
02. 09. 46	12.0	148.2		✓		—	—	05. 21. 18	16.5	141.2		✓	<40	—	—
02. 23. 59	14.3	146.5		✓		—	—	05. 22. 55	17.0	140.5		✓		—	—
03. 00. 50	13.9	146.5	✓			30	—	06. 03. 33	17.2	140.0	✓		<25	60	969
03. 04. 00	14.2	146.5	✓		<10	30	996	06. 11. 34	18.0	138.8		✓		—	—
03. 08. 57	14.3	145.6		✓		—	—	06. 14. 84	18.7	137.8	✓		<25	—	959
03. 10. 42	13.7	146.5		✓		—	—	06. 21. 60	19.5	136.2		✓		—	—
03. 18. 30	15.6	145.7	✓		<25	—	—	06. 23. 49	20.7	136.0		✓		—	—
03. 21. 43	15.9	145.4		✓	<35	—	—	07. 03. 50	20.6	135.0	✓		<10	120	910
03. 23. 03	16.0	144.1		✓		—	—	07. 12. 30	21.1	133.8	✓			—	—
04. 03. 03	15.8	144.5	✓		<40	55	991	07. 17. 02	22.3	132.5	✓		<10	—	928
04. 08. 38	15.6	144.5	✓			50	—	07. 21. 45	22.8	131.5	✓		<5	100	936
04. 11. 37	13.8	144.1		✓		—	—	08. 00. 42	23.5	130.9		✓		—	—
04. 15. 00	15.2	144.3	✓			—	990	08. 02. 45	23.3	130.4	✓		<20	100	942
04. 21. 12	15.1	143.6	✓		<20	70	982	08. 08. 53	23.6	129.0	✓		<20	120	943
04. 23. 55	16.0	143.0		✓		—	—	08. 13. 32	23.7	128.0	✓		<15	—	944
05. 00. 00	15.2	143.5	✓			65	982	08. 21. 48	24.0	126.1	✓		<15	75	944
05. 03. 20	15.2	143.3	✓		<10	70	980	09. 03. 13	24.2	124.9	✓		<15	80	945
05. 09. 35	15.3	143.0	✓			—	—	09. 12. 25	24.8	122.8		✓		—	—
05. 15. 35	15.9	142.1	✓		<25	—	976	09. 22. 12	25.0	119.9		✓		—	—

九日二十三時二十分由本省東北角即三貂角登陸，並折向西南西進行，威力減弱成為輕度颱風，於十日清晨由新竹附近進入臺灣海峽北部，當天中午，畢莉中心由馬祖西南方進入大陸，於八月十一日八時轉變為熱帶性低氣壓，結束了她一星期的生命史。

畢莉颱風眼據飛機偵察報告及衛星觀測資料如圖二所示。

畢莉颱風全部生命之最佳路徑如圖二所示。

三、畢莉颱風路徑與天氣圖形勢分析 及討論

畢莉颱風為一標準的西進颱風，（見圖 2），其路徑雖在醞釀期發展期間呈不規則，而有打轉現象，但自五日二十時發展為中度颱風後即受位於 700 毫巴等壓面上，即在東經 130 度之高空槽線導引，向西北西偏北進行，（見圖 3 a.），七日二十時以後，700 毫巴高空槽即東移至日本東方，畢莉則循着副熱帶高壓南側（見圖 3 b.）快速西進，登陸臺灣東北角後又轉進大陸，而結束了她的生命歷程。茲將畢莉颱風期間各種路徑預測法檢討如後：

1. 從地面圖形勢和高空圖形勢檢討畢莉路徑

(1) 八月七日八時地面圖形勢為：太平洋高壓中心遠在中途島東北方，而其邊緣向西伸展至東經 135 度附近，在韓國有另一中心為 1012 毫巴之高壓（見圖 4 a.）至八月八日八時，太平洋高壓中心仍在中途島東北方，而其邊緣及原在韓國之高壓中心，均向東退縮，而華北一帶有成南北走向之低壓槽，因此位於畢莉颱風之西北側，等壓線亦整個呈南北走向（見圖 4 b.），當時如單以地面圖形勢判斷，預測畢莉有向西北轉北西進行趨勢。但 700 毫巴及 500 毫巴高空等壓面圖上顯示，位於畢莉之北側則有副熱帶高壓帶西伸至華南一帶，而其脊線沿北緯 30 度線，呈東西向，前後三天其形勢並無多大變化（見圖 4 c. d.），因此當時即判斷此颱風為西進颱風。

(2) 500 毫巴五日平均圖形勢

根據鄭邦傑氏於 1972 年（氣象學報 18 卷 4 期，39~61）分析 1960~1970 年十一年間之 500 毫巴五日平均圖與颱風路徑之關係結果認為，當緯流卓越時，颱風不會轉向，而有維持西進的趨勢。

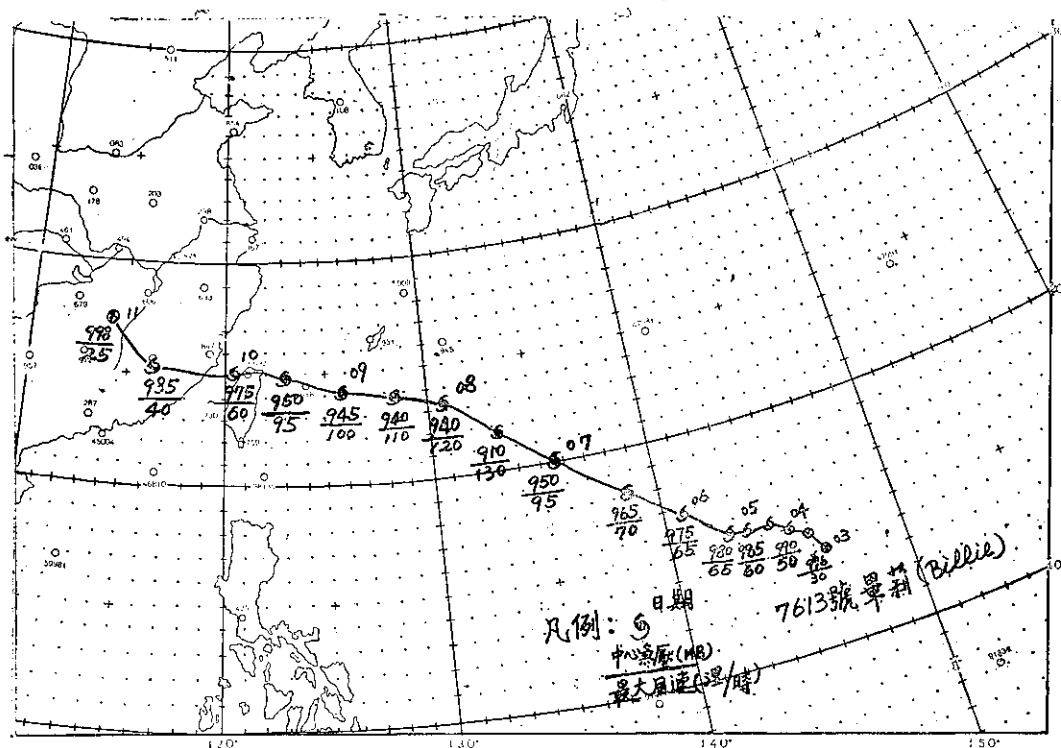


圖 2. 畢莉颱風之最佳路徑 (65年8月3日~11日)

Fig. 2. The best track of Typhoon Billie (C3~11, August, 1976)

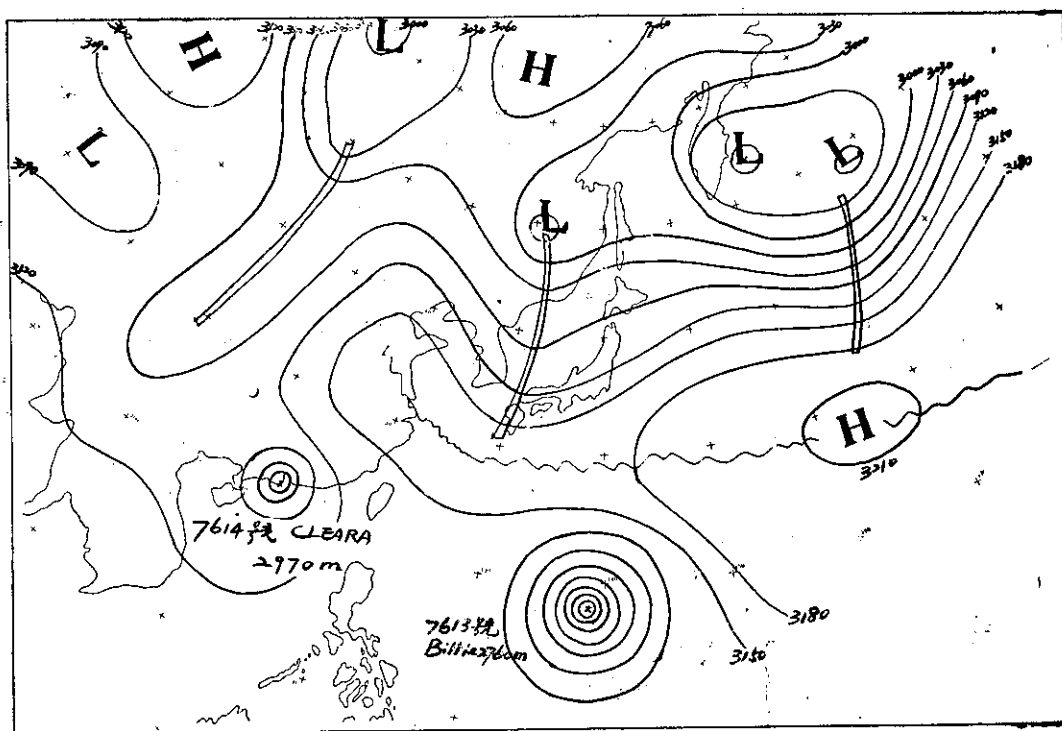


圖 3 a. 民國 65 年 8 月 6 日 20 時 (1200Z) 700 毫巴高空圖

Fig. 3 a. 700mb Chart, 1200Z, 6. Aug. 1976.

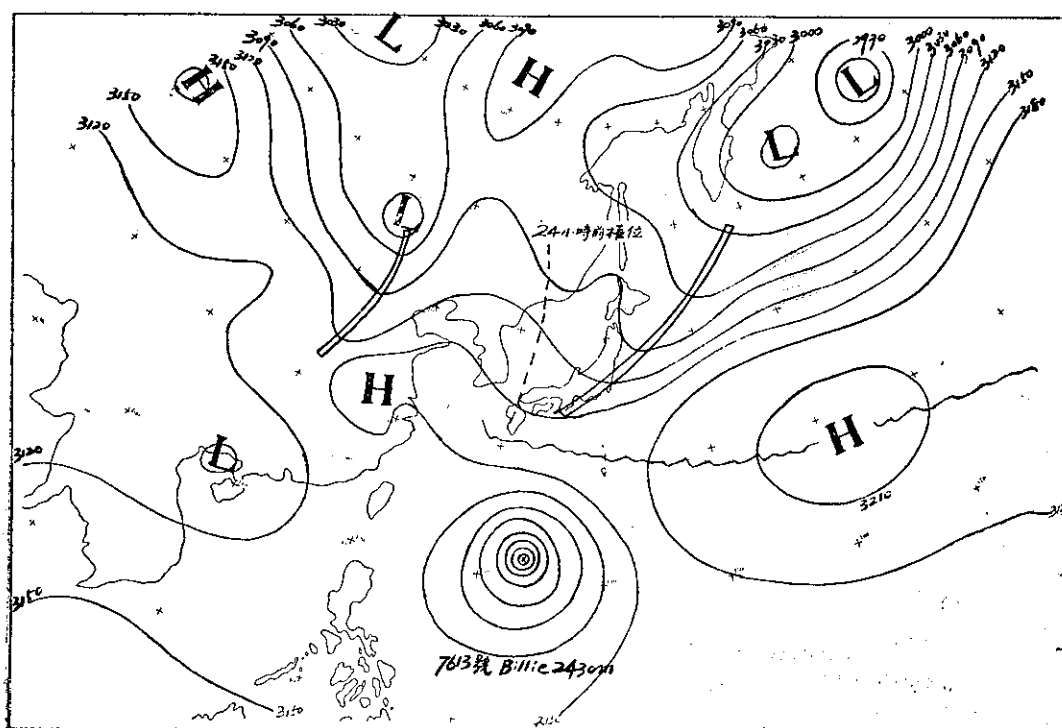


圖 3 b. 民國 65 年 8 月 7 日 20 時 (1200Z) 700 毫巴高空圖

Fig. 3b. 700mb Chart, 1200Z, 7. Aug. 1976.

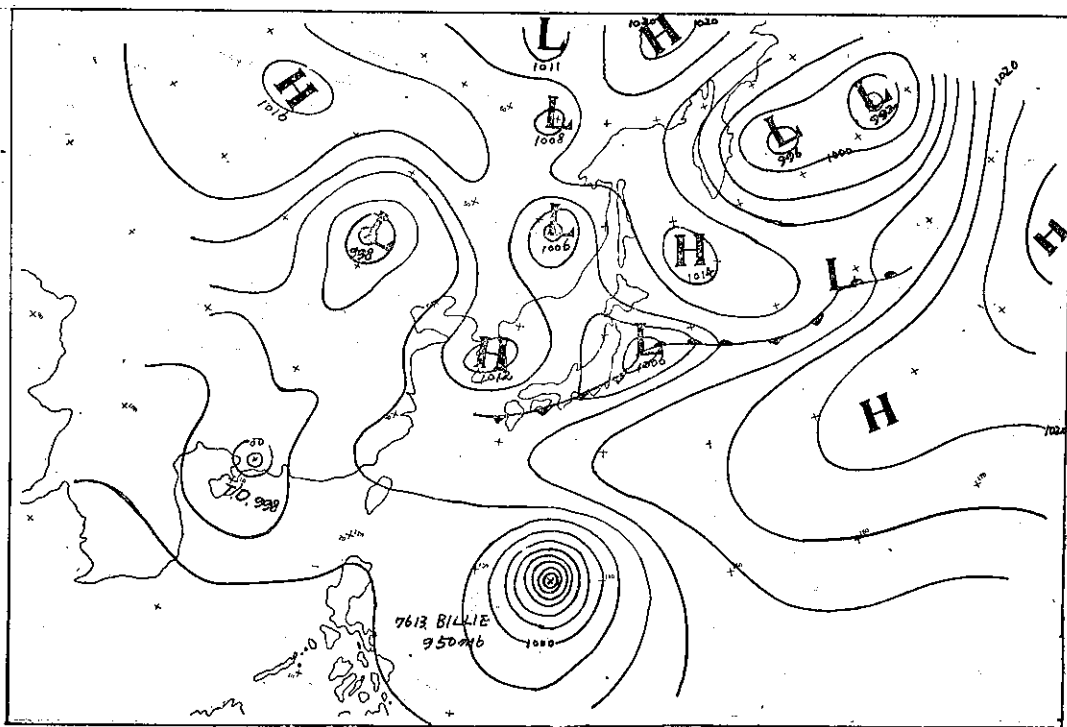


圖 4 a. 民國 65 年 8 月 7 日 8 時 (0000Z) 地面天氣圖
Fig. 4 a. Sea level Synoptic Chart 7, Aug, 1976. 0000 G. M. T

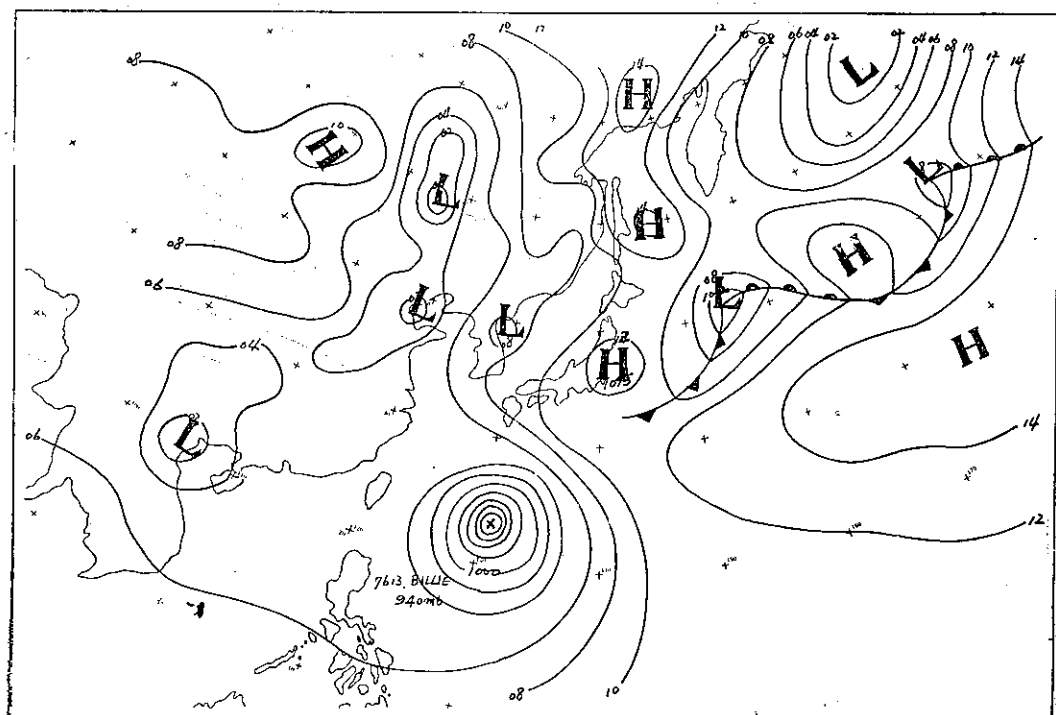


圖 4 b. 民國 95 年 8 月 8 日 (0000Z) 地面圖
Fig. 4b. Sea level Synoptic Chart. 8, Aug, 1976. 0000 G. M. T

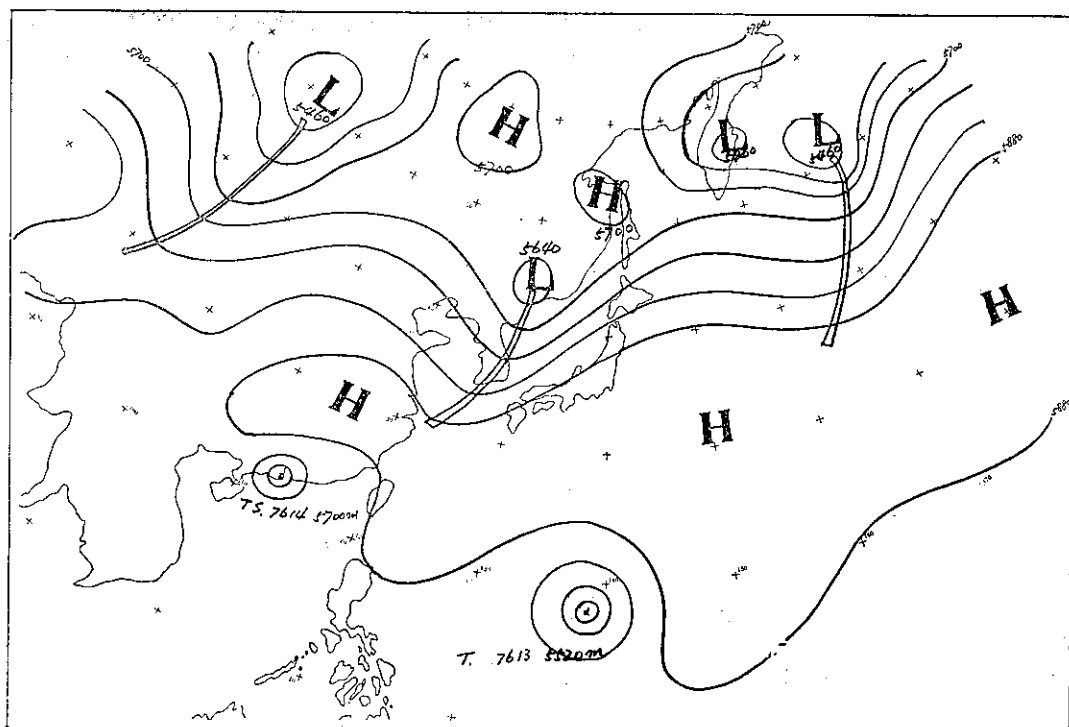


圖 4 c. 民國 65 年 8 月 6 日 20 時 (1200Z) 500 毫巴高空圖

Fig. 4 c. 500mb chart 12Z, 6, Aug, 1976.

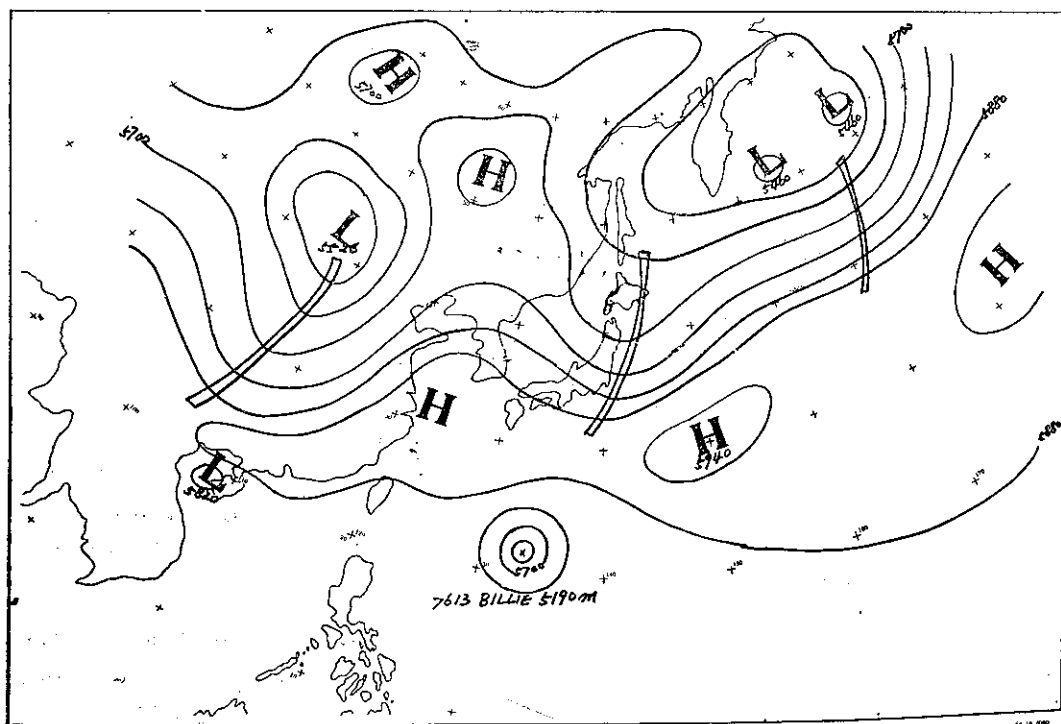


圖 4 d. 民國 65 年 8 月 7 日 20 時 (1200Z) 500 毫巴高空圖

Fig. 4d. 500mb chart 12Z, 7, Aug, 1976.

八月四日至八月八日之 500 毫巴五日平均圖（見圖 5），由圖上顯示，副熱帶高壓脊線，沿北緯 30 度線呈帶狀，顯著朝東西方向伸展，而 5820 重力公尺線之範圍，由北緯 20 度至 40 度，東經西伸至 90 度附近。畢莉在此副熱帶高壓帶南側，此為緯流卓越的形勢，颱風有維持西進傾向。

(3) 500 毫巴距平圖：

八月七日二十時 500 毫巴距平圖（見圖 6），低中緯度，即北緯 25 度至 30 度間均呈正距平，而其中中心籠罩黃海及韓國一帶。另一正距平中心在北緯 30 度，東經 160 度，零線由東經 160 度，沿北緯 20 度至 25 度西伸到東經 100 度，與 500 毫巴五日平均圖極相似，呈東西走向，此形勢亦顯示颱風維持西進趨勢。

2. K 指數法

徐晉淮氏於 1972 年引用 George 之 K 指數，（氣象學報 18 卷 4 期，21~38）分析 1960~1970 年間侵襲臺灣颱風路徑和 K 指數分析的關係，結果

發現，颱風有向 K 值最大分析區移行的特性。

八月八日八時（見圖 7 a.）K 值分布圖中，颱風之西北方呈 D 區（Dry 乾燥而穩定處），其中心一在東海，另一中心在臺灣東北部，而臺灣中部以南至巴士海峽一帶呈 W 區（Wet 表示高溫而不穩定處），其中心在華南沿海一帶，颱風有向西南西進行趨勢，但觀察當晚即二十時的分布圖，原在東海及臺灣東北部之 D 區已裂開（見圖 7 b.），即在臺灣的 D 區中心南移，開出一道細長之 W 區，由此分布圖顯示颱風將進入此 W 區，有向西進行趨勢。八月九日八時（見圖 7 c.），分布圖中，臺灣北部海面及東海一帶之 W 區更趨明朗化，但 D 區仍籠罩整個臺灣地區，至八月九日二十時（見圖 7 d.），在分布圖中，顯然在臺灣北部向西延伸至華南一帶有較強的 W 區出現，颱風即將指向 W 區進行。由以上四張 K 值分布圖形勢研判，除圖 7 a 較差外，其餘圖 7 b, c, d 圖中，D 區及 W 區分布相當穩定，可供預測颱風路徑之趨勢參考，但尚無法計算其進行速率為美中不足。

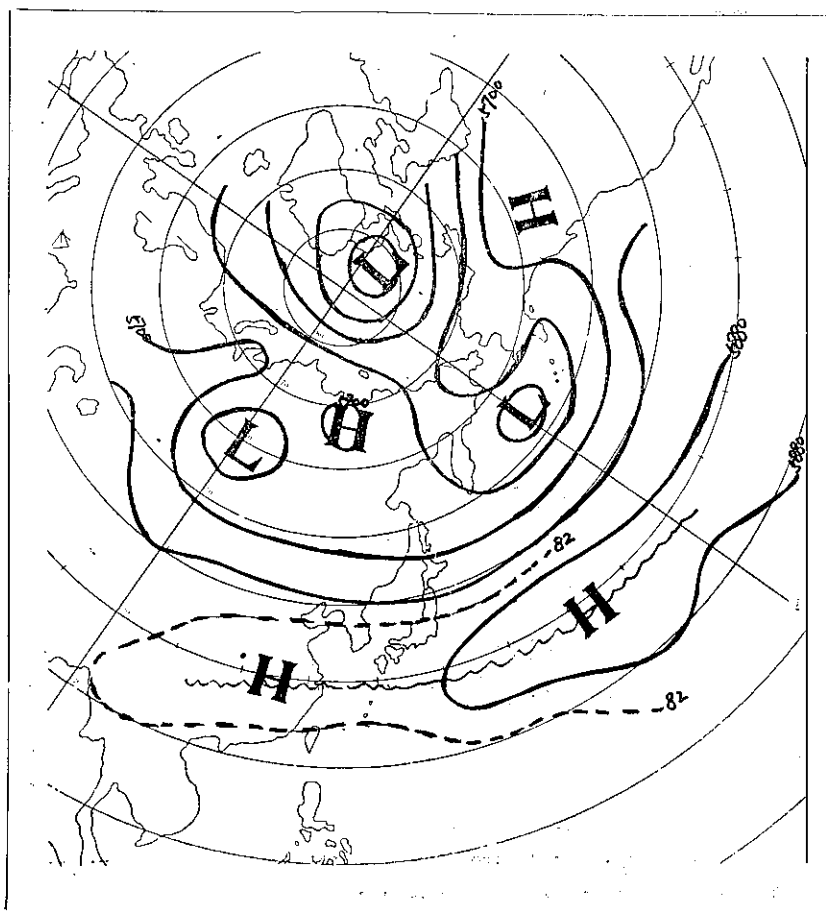


圖 5. 1976 年 8 月 4 ~ 8 日
500mb 5 日平均圖

Fig. 5. 500mb 5 day mean
chart (4~8, Aug
1976)

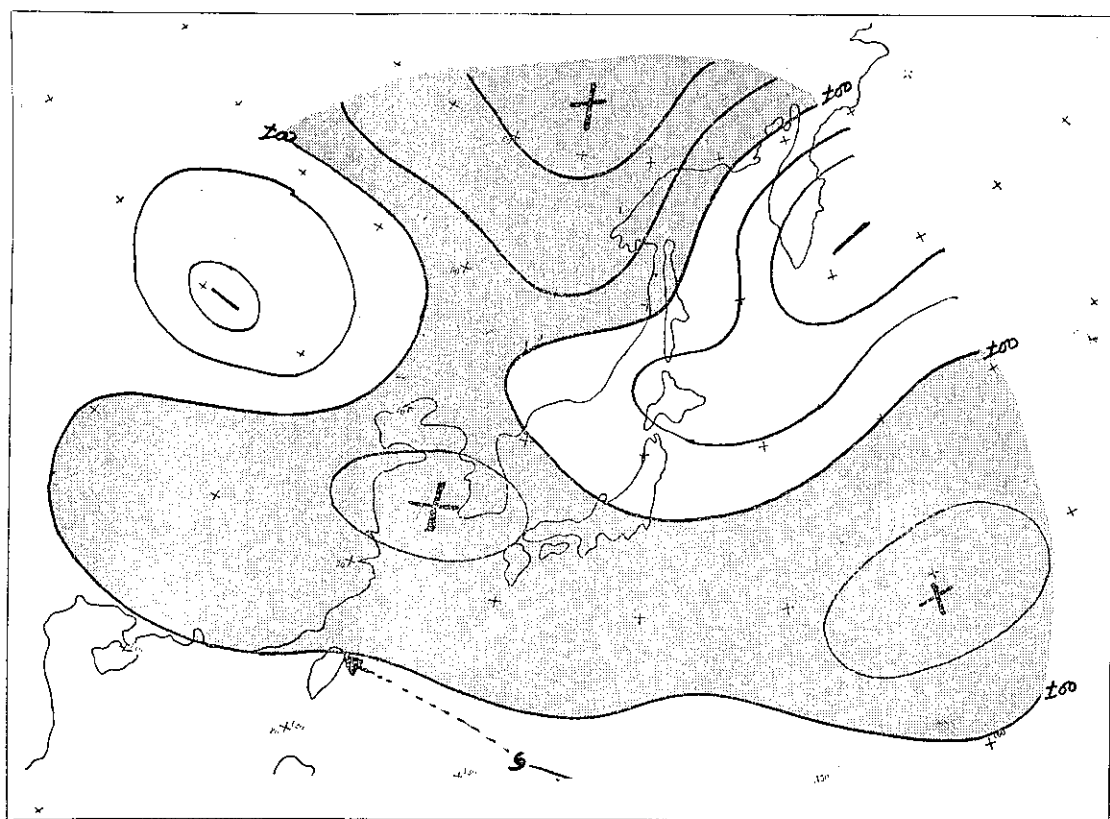


圖 6. 65 年 8 月 7 日 20 時 500 毫巴距平圖
Fig. 6. 500mb Anomaly Chart 12Z, 7, Aug, 1976.

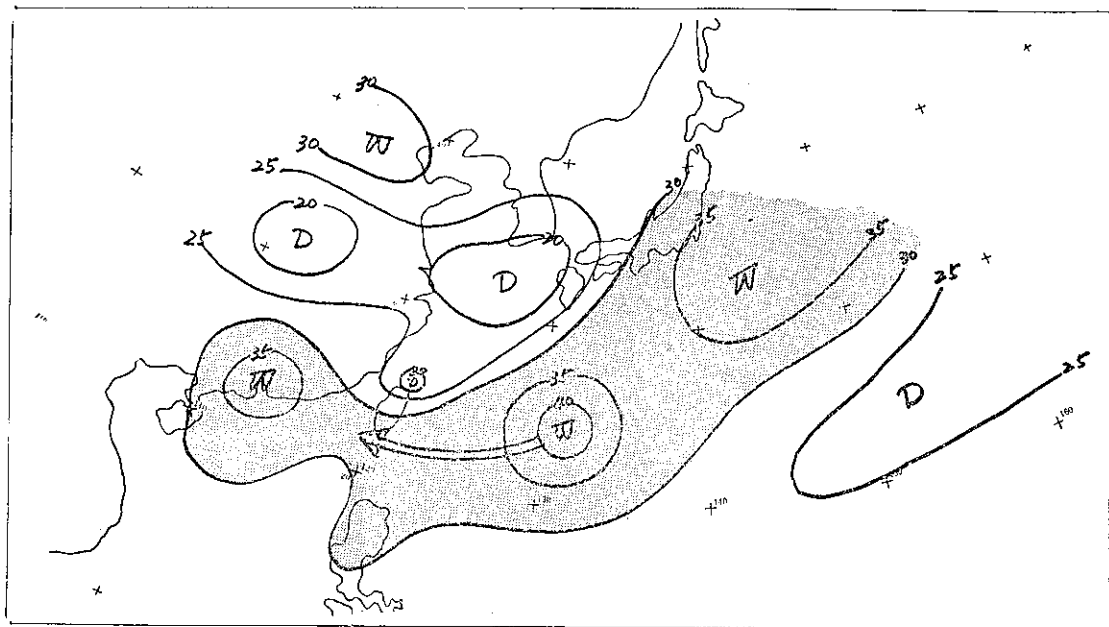


圖 7a. 65 年 8 月 8 日 0 時 K 值分布圖
Fig. 7 a. K-Value Chart for 0000Z, 8, Aug, 1976.

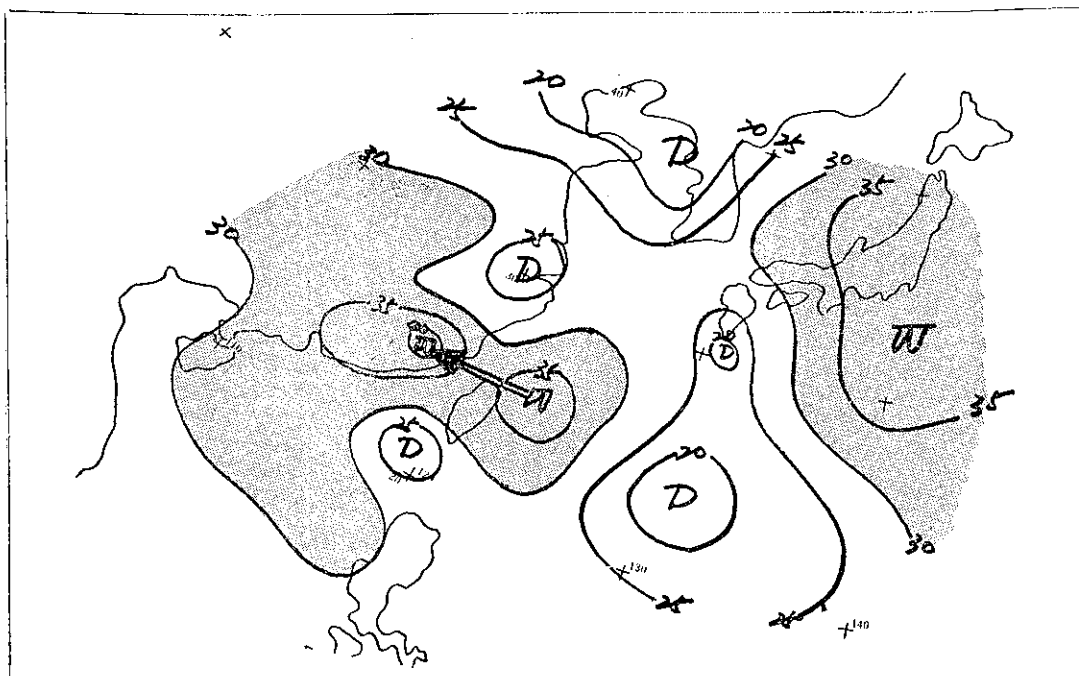


圖 7 d. 65 年 8 月 5 日 20 時 K 值分布圖
Fig. 7 d. K-Value Chart for 1200Z, 9, Aug, 1976.

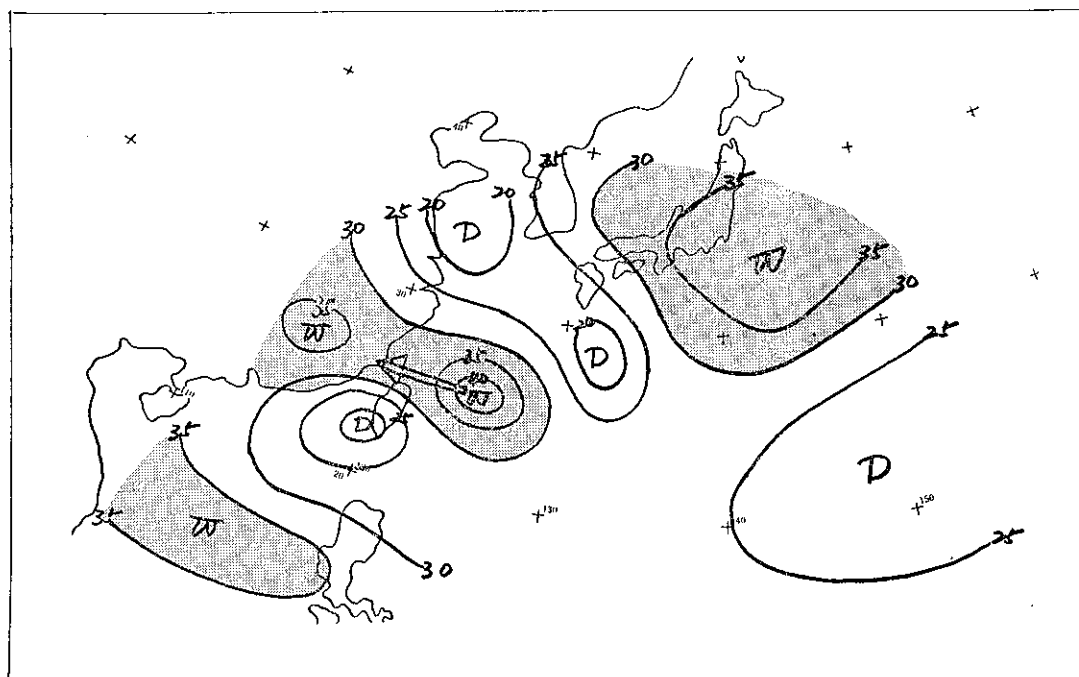


圖 7 c. 65 年 8 月 9 日 8 時 K 值分布圖
Fig. 7 c. K-Value chart for 0000Z, 9, Aug, 1976.

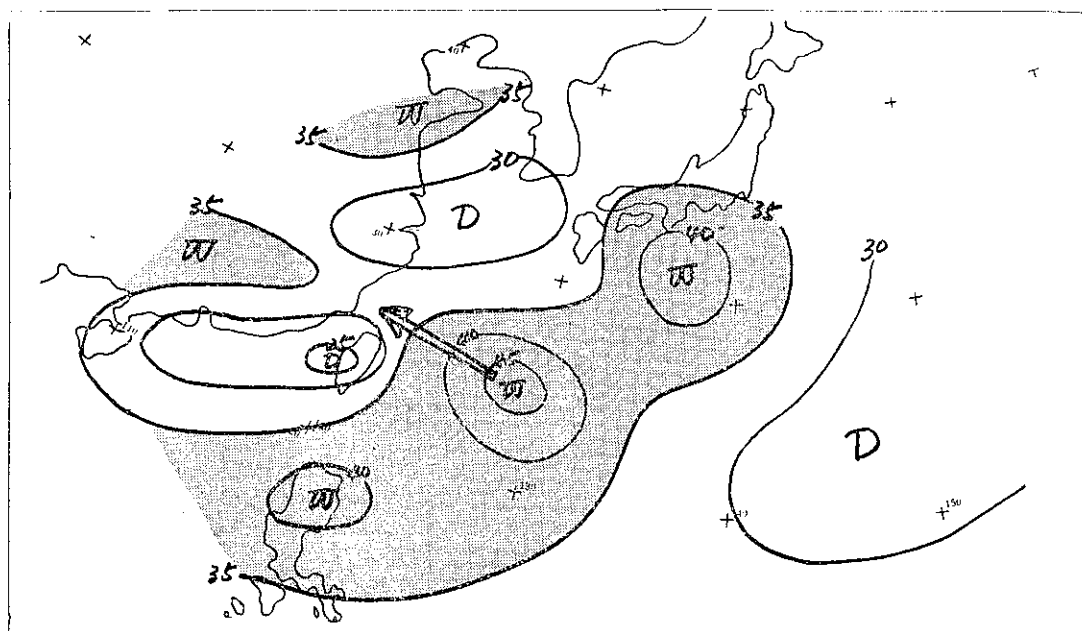


圖 7 b. 65 年 8 月 8 日 20 時 K 值分布圖

Fig 7 b. K-Value chart for 1200Z, 8, Aug, 1976.

3. 荒川法

荒川法預測颱風中心實際位置比較見下表三，由表三顯示，12 小時後預測位置平均偏右有 20 度的方向傾差，而平均向量誤差為 91.7 公里，24 小時預測位置，平均方向偏差為 17.5 度偏右，而平均向量誤差達 240 公里之多。

因荒川法所用資料均為地面資料，前曾述及，畢莉之進行方向，均受高空導引，故此次引用荒川法較不理想。

4. 颱風類比法 (Hurran 法)

應用 Hope 與 Nenmann (1970, 1972) 之颱風類比法 (Hurricane Analog)，由胡仲英氏等將颱風之加速度增列為比擬選擇之參考，認為，可提高颱風路徑預報之準確度，因此由本年度起，正式納入颱風預報作業。此次選擇十多年的颱風資料，於八月七日至九日間計算十二次，結果，12 小時預測颱風中心位置的平均向量誤差為 70 公里，最大誤差為 120 公里，最小為 46 公里。24 小時平均向量誤差 130 公里，最大誤差為 220 公里，最小為 70 公里。36 小時平均向量誤差 177 公里，48 小時平均向量誤差為 313 公里，至 60 小時及 72 小時的向量誤差則更大。

(可能與所用比擬之歷年颱風相似路徑資料太少有關)。由上述 12 小時至 24 小時的準確性，即預報效果分析看來，成績相當不錯。茲將較有代表性的兩次

計算結果列如圖 8 a, 及圖 8 b, 以供參考。

四、畢莉颱風侵臺期間各地氣象情況

畢莉是一個強烈颱風，幸於登陸本島前威力已減，成為中度颱風，但却以極快速度通過臺灣北部，侵襲時間較短，不然其災害不堪設想。茲將侵襲期間之各種氣象要素演變情形分述於後：

1. 氣壓

畢莉發生之初，即八月三日，其中心氣壓為 996 毫巴，並於八月四日成為中心氣壓 990 毫巴之輕度颱風，此後逐漸加深發展，於八月五日二十時，其中心最低氣壓降低為 980 毫巴之中度颱風後，中心氣壓繼續激降，於八月七日十四時曾降到 910 毫巴，並維持至當天二十時，八月八日起，回升到 940 毫巴，於八月九日深夜在本省東北角登陸前，其中心氣壓再升至 950 毫巴，登陸後其威力急速減弱，中心氣壓升高到 975 毫巴，於八月十日中午，自馬祖南方進入大陸，中心氣壓再填塞為 985 毫巴，詳見圖 9。

畢莉颱風係來自本省東北東方，故以基隆及東北部沿海各地影響較為顯著，(見圖 10a)，本省東北部測站氣壓從八月九日十九時起，即繼續激降，宜蘭於是日二十三時三十七分最低氣壓降至 956.6 毫巴，而基隆則在二十三時三十二分，氣壓降到 955.1 毫巴為最低。

表三 荒川法預測與實際位置比較表

Table 3. Comparison between Typhoon Billie's forecasted positions based on Arakawa method and actual positions.

使用資料時間	12 小 時 後 之				24 小 時 後 之			
	預測位置	實際位置	方向偏差 (度)	向量誤差 (公里)	預測位置	實際位置	方向偏差 (度)	向量誤差 (公里)
8 月 8 日 2 時					26,0N 127,3E	23,9N 127,0E	20	230
8 月 8 日 14 時	25,1N 127,6E	23,9N 127,3E	30	150	26,7N 125,0E	24,5N 124,5E	25	260
8 月 9 日 2 時	85,0N 124,6E	24,5N 124,5E	15	70	25,5N 122,4E	24,9N 121,3E	10	140
8 月 9 日 14 時	24,9N 123,5E	24,9N 121,3E	15	55	26,1N 121,2E	25,3N 118,3E	15	330
平 均			20	91,7			17,5	240

表四 畢莉颱風各警報發布情形綱要表

Table 4. Summary of Typhoon Billie warnings issued by Central Weather Bureau

警 報 次 數	颱 風 種 類	警報種類	編號及名稱	發 布 日 期 (日、時、分)	中心位置及時間	進行方向 及 速 度 (公里/時)	中心最大 風 速 (秒 公 尺)	暴風半徑 (7 級公 里 10 級 公里)	24 小 時 預測位置
2 次 1 報	强 烈	海上、陸上	7613 號 畢 莉	08. 08. 21. 30	08. 08. 20 23,7N 128,4E	西 26	55	300 150	24,8N 122,8E
2 次 2 報	强 烈	海上、陸上	同 上	08. 09. 04. 30	08. 09. 02 23,9N 127,0E	西 26	55	300 150	25,2N 122,1E
2 次 3 報	强 烈	海上、陸上	同 上	08. 09. 09. 30	08. 09. 08 24,0N 125,7Z	西到西北西 26	51	300 150	25,9N 120,9E
2 次 4 報	强 烈	海上、陸上	同 上	08. 09. 15. 30	08. 09. 14 24,5N 124,5E	西到西北西 23	51	300 150	25,7N 119,9E
2 次 5 報	中 度	海上、陸上	同 上	08. 09. 21. 30	08. 09. 20 24,8N 123,0E	西到西北西 23	48	300 150	25,6N 118,1E
2 次 6 報	中 度	海上、陸上	同 上	08. 10. 05. 00	08. 10. 02 24,9N 121,3E	西 23	40	200 100	24,4N 116,2E
2 次 7 報	輕 度	海上、陸上	同 上	08. 10. 09. 30	08. 10. 08 25,1N 120,2E	西 23	30	150 30	25,3N 115,5E
2 次 8 報	輕 度	解 除	同 上	08. 10. 15. 00	08. 10. 14 25,3N 118,3E	西 23	20	120	12小時 25,8N 118,3E

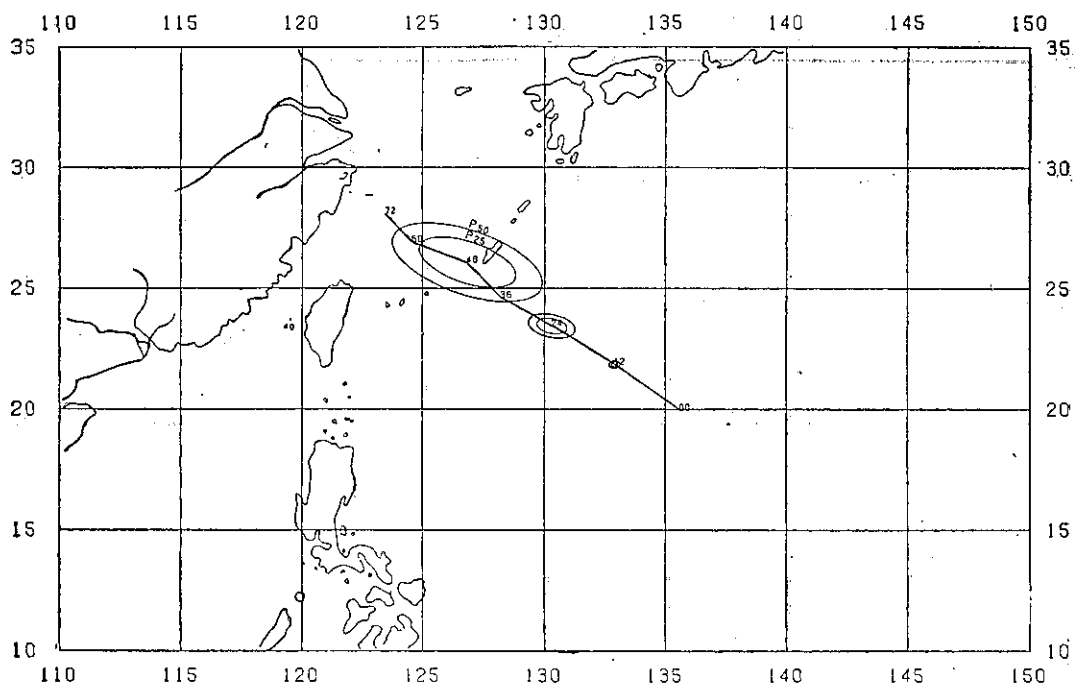


圖 8 a. 類比法所繪出之畢莉颱風路徑預測圖 民國 65 年 8 月 7 日 8 時

Fig. 8 a. Example of a forecast generated by the HURRAN technique--(HURRAN) probability ellipses for Billie Initial time 0000Z 7, Aug, 1976.

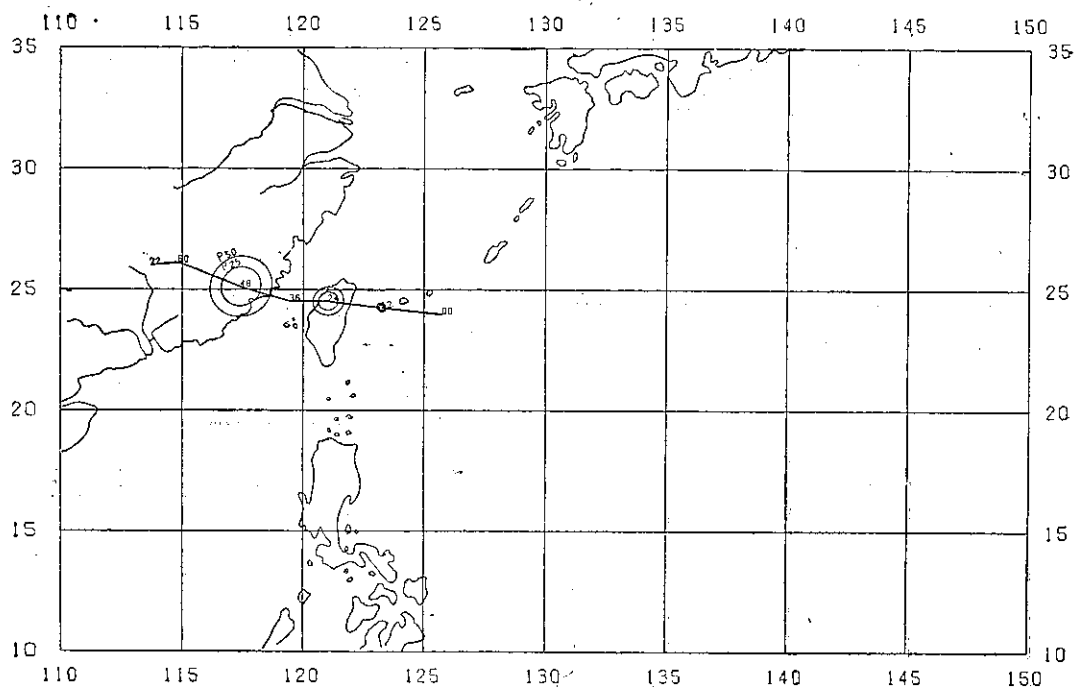


圖 8 b. 類比法所繪出之畢莉颱風路徑預測圖 民國 65 年 8 月 9 日 8 時

Fig. 8 b. Example of a forecast generated by the HURRAN technique--(HURRAN) probability ellipses for Billie Initial time 0000Z, 9, Aug, 1976

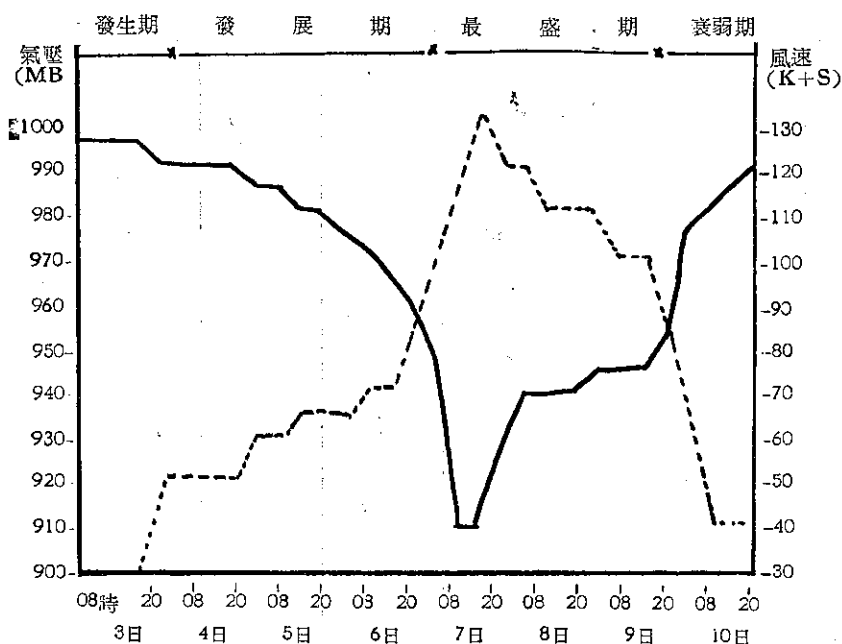


圖 9. 畢莉颱風中心氣壓及中心最大風速演變圖

Fig. 9. The Variation of the central pressure and maximum wind velocity of the Typhoon Billie (Solid line—pressure, broken line—wind velocity)

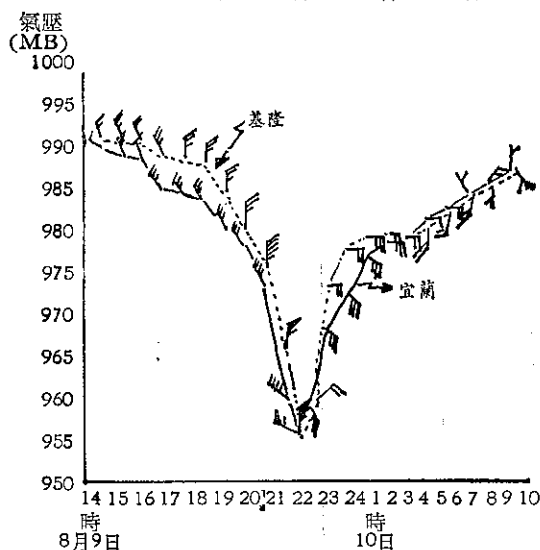


圖 10 a. 基隆與宜蘭於畢莉侵臺期間之風與氣壓變化曲線圖

Fig. 10a. The Variation of the pressure and wind at Chilung and Yi-Lan during Typhoon Billie's passage.

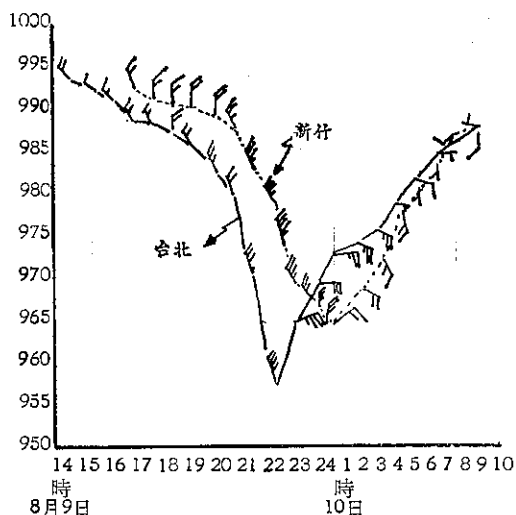


圖 10 b. 臺北與新竹於畢莉侵臺期間之風與氣壓變化曲線圖

Fig. 10 b. The Variation of the pressure and wind at Taipei and Hsinchu during Typhoon Billie's passage.

畢莉颱風登陸本省前，即九日二十三時所分析之地面圖（見圖 11），颱風中心氣壓為 950 毫巴。由此可見分析與實際觀測值甚為接近。畢莉由本省東北角登陸後，落後三十二分鐘，即二十三時五十二分，臺北即出現最低氣壓，957.0 毫巴，而新竹於十日二時四十五分出現最低氣壓 965.6 毫巴，故畢莉颱風登陸後仍向西，甚且偏西南西進行，氣壓隨之填

充，威力亦隨即減弱。見圖 10 b。

2. 氣溫

八月九日中午，當畢莉颱風接近臺灣東北部時，至八月十日凌晨，畢莉颱風已在臺灣東北角登陸，繼續向西推進期間，大武、臺東、新港及花蓮等臺灣東部地區，均發現有焚風現象 (Foehn)。以臺東及新

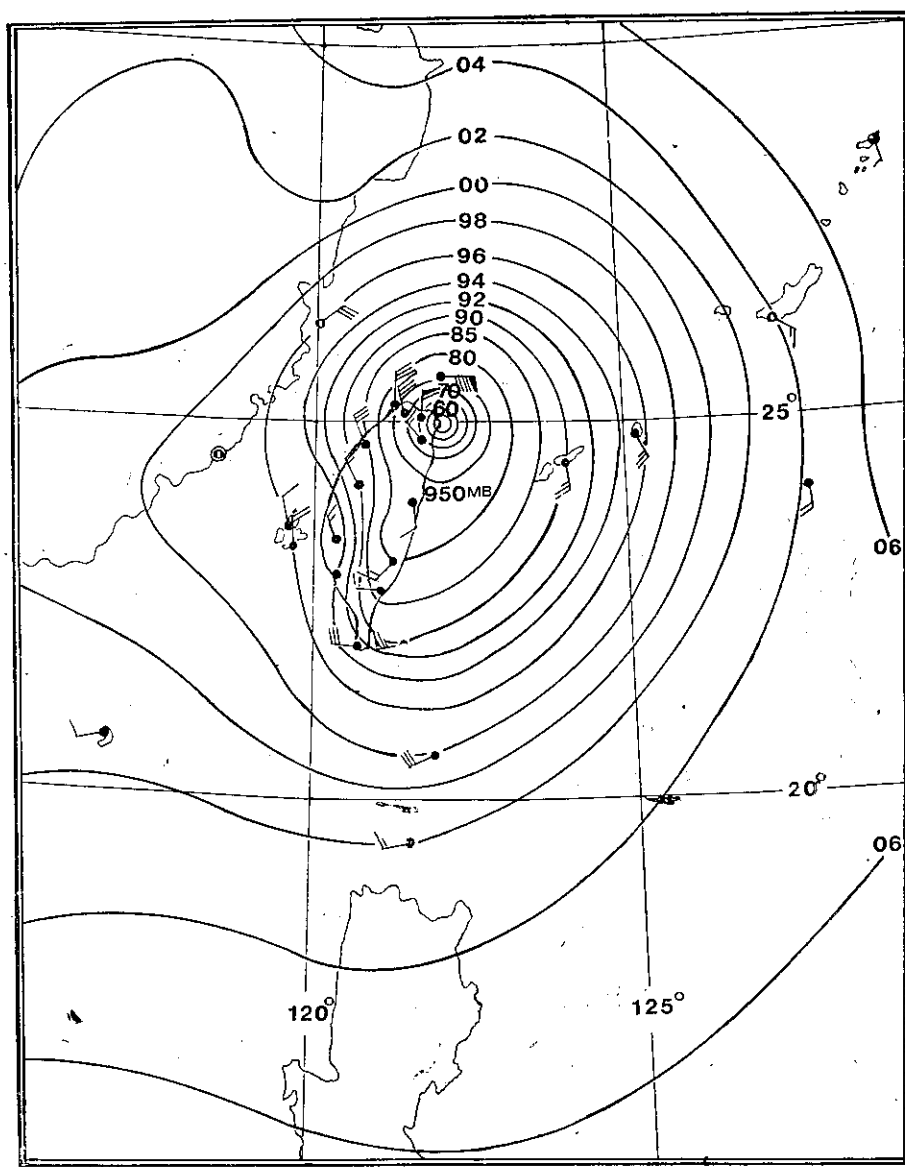


圖 11. 65 年 8 月 9 日 23 時畢莉颱風登陸臺灣前地面圖

Fig. 11. Sea level synoptic chart, 15Z, 9, Aug. 1976.

港等地之焚風最為顯著。九日十九時臺東測得氣溫為 27.7°C ，露點溫度為 26.0°C ，相對濕度為 90%，至二十時，氣溫升高為 33.0°C ，露點溫度降為 21.2°C ，相對濕度又降至 50%。此顯著焚風現象持續到十日凌晨三時。焚風期間，臺東之地面吹西到西南西風，風速每秒僅在 10 公尺以下，其最高氣溫竟達 35.0°C ，最低相對濕度為 43%，至三時以後，風向轉為南南西，於風速達每秒 10 公尺以上時，焚風始告消失。四時氣溫降低至 28.8°C ，相對濕度升至 79

%，漸恢復至正常狀態。（見圖 12 a.）。

新港即於九日二十二時測得氣溫為 26.8°C ，露點溫度為 23.8°C ，相對濕度為 84%，至二十三時，氣溫升高為 31.0°C ，露點溫度即降為 21.8°C ，相對濕度又降到 58%，此後焚風現象持續到十日五時，風向由西南轉為南南西，達每秒 13.5 公尺以後，氣溫始趨下降，相對濕度亦回升為正常狀態。新港所測，最高氣溫達 36.5°C ，而相對濕度低到 35%，（見圖 12 b.）。

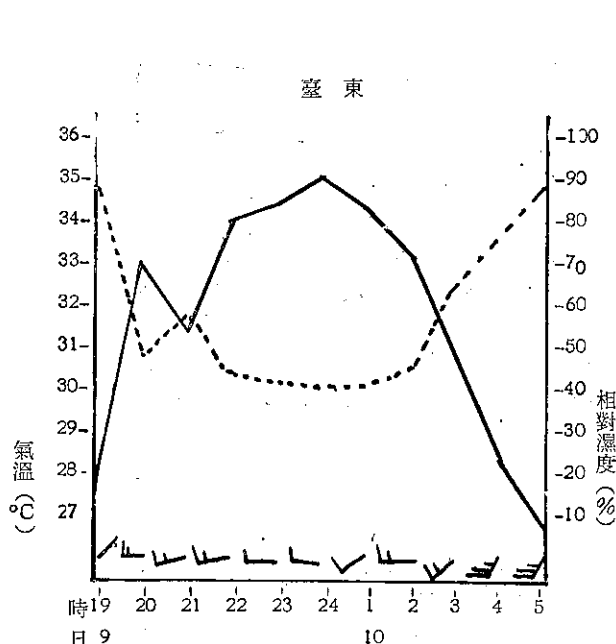


圖 12 a. 臺東於焚風期間與相對濕度之變化圖

Fig. 12 a. Temperature and relative humidity variation during the Foehn period at Taitung. (1100Z~2100Z, Aug 9, 1976)

當時大武所發現焚風現象即較上退兩處為早，即八月九日中午十二時之氣溫為 31.8°C ，相對濕度為 71%，到了十三時，氣溫升至 32.3°C ，相對濕度則降至 56%，此後持續到是日晚二十三時，焚風現象始漸消失，恢復正常。焚風現象期間，發現最高氣溫為 32.5°C ，最低相對濕度為 54%。

花蓮之出現焚風時間較遲，即十日零時三十分，繼續至是日三時三十分消失，而持續時間亦較短。焚風期間所出現最高氣溫為 30.6°C ，最低相對濕度為 58%。

除上述東部地區發現焚風現象外，中部地區之臺中亦於九日十一時至十四時之間有焚風現象出現，即九日十時之氣溫為 28.8°C ，相對濕度為 71%，至十一時氣溫即升至 30.4°C ，而相對濕度則降為 65%，焚風時期，最高氣溫為 31.2°C ，相對濕度最低為 58%。

3. 風

畢莉颱風侵襲期間，風速以北部外島之彭佳嶼為最大，於八月九日二十三時測得每秒 42.0 公尺之十分鐘內平均最大風速，瞬間最大風速達每秒 61.5 公

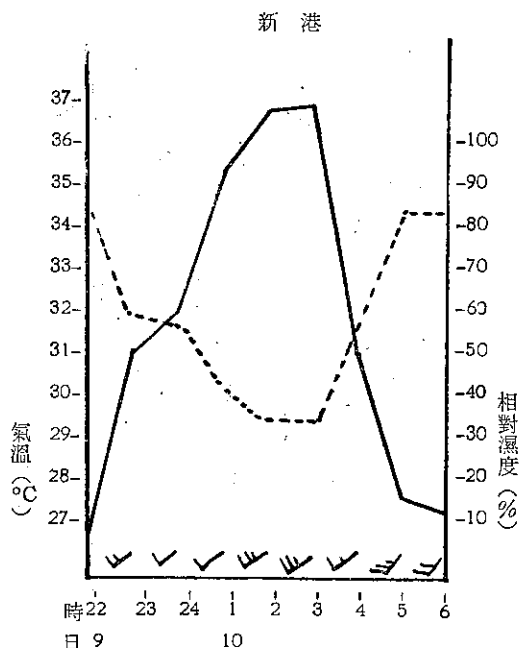


圖 12 b. 新港於焚風期間氣溫與相對濕度之變化圖

Fig. 12 b. Temperature and relative humidity variation during the Foehn period at Shinkong. (1400Z~2200Z, Aug 9, 1976)

尺，均為東風，此不僅因距颱風中心較近，且在海面上，無地形影響使然。

本島之風速則以颱風中心登陸地點最近之基隆為最大，基隆自九日中午起吹西北風，風力却不大，下午以後即轉為北北西風，風力逐漸加強，平均風速均超過每秒 10 公尺以上。入夜後，風向轉變為北，而風速急激增強，達每秒 20 公尺以上，為時繼續四小時左右，造成基隆港內船隻相當嚴重災害。九日二十三時十分測得十分鐘內平均最大風速每秒 30.0 公尺，瞬間最大風速達 53.6 公尺，均為北風。此後風向即轉為東風，東南東風，風速隨之減小至每秒 10 公尺以下。位於大屯山麓之鞍部於九日二十三時亦測得東南風，十分鐘內平均最大風速達每秒 38.2 公尺（見圖 10 a）。

宜蘭雖距登陸地點較近，但因受地形影響（颱風由此北方登陸）風向均吹西北風，故僅於九日二十三時十分出現十分鐘內平均最大風速每秒 26.7 公尺，瞬間最大風速每秒 32.0 公尺，風向均為西北西而已。

北部各地如臺北、淡水及新竹等地，均接近颱風中心，但由於登陸後，其威力急減及地形關係，最大風速都在每秒 20 公尺左右，而持續時間亦較短。其

餘地區風力却不大，最大風速均在每秒20公尺以下。

4. 降水

畢莉颱風通過期間，臺灣各地之降水情形如圖13。從圖中可看出，雨量集中在石門水庫集水區一帶，大安溪上游山區及中央山脈西側之阿里山等山區。

當畢莉颱風越過本省北部時，均發生因西南氣流帶來造成的豪雨。

根據石門水庫管理局玉峯站，實測所得，於九日之日雨量即達 719.3 公厘，阿里山測候所，測得九日十五時至十日十四時之雨量，亦達 682.5 公厘。其他中央山脈西側山區，所測降水量均達 400 公厘以上，而平地測站，所測雨量普遍在 100 到 200 公厘之間。由雨量分布圖可看出，本省中央山脈東側，因處於背風面關係，雨量較少，均在 100 公厘以下。其他各測候所，所測得一小時內最大之雨量，以日月潭 70.0 公厘為最大，（10 日 01 時～10 日 02 時）。其次為阿

里山，61.7 公厘（9 日 21 時～9 日 22 時）。

經查畢莉颱風侵襲期間，大安溪流域之臺灣電力公司輸電鐵塔等殆被洪水流失，造成嚴重損失，主要原因係由於豪雨集中時間短促，地表面及河川一時無法吸收，或排洩，為山洪爆發所致。

五、災情

畢莉颱風在本省東北角登陸後，橫越本省北部狹帶狂風暴雨，造成中部以北地區相當嚴重災害，茲根據臺灣省警務處發表之災情統計及交通處災害報告彙如下以供參考。

(一) 人員傷亡：

1. 死亡：4 人（臺北市 1 人，臺北縣 1 人，新竹縣 1 人，雲林縣 1 人）。
2. 失蹤：8 人（臺北市 1 人，臺北縣 2 人，新竹縣 2 人，臺中縣人 3）。
3. 重傷：4 人（基隆市 2 人，臺北縣 1 人，臺中縣 1 人）。

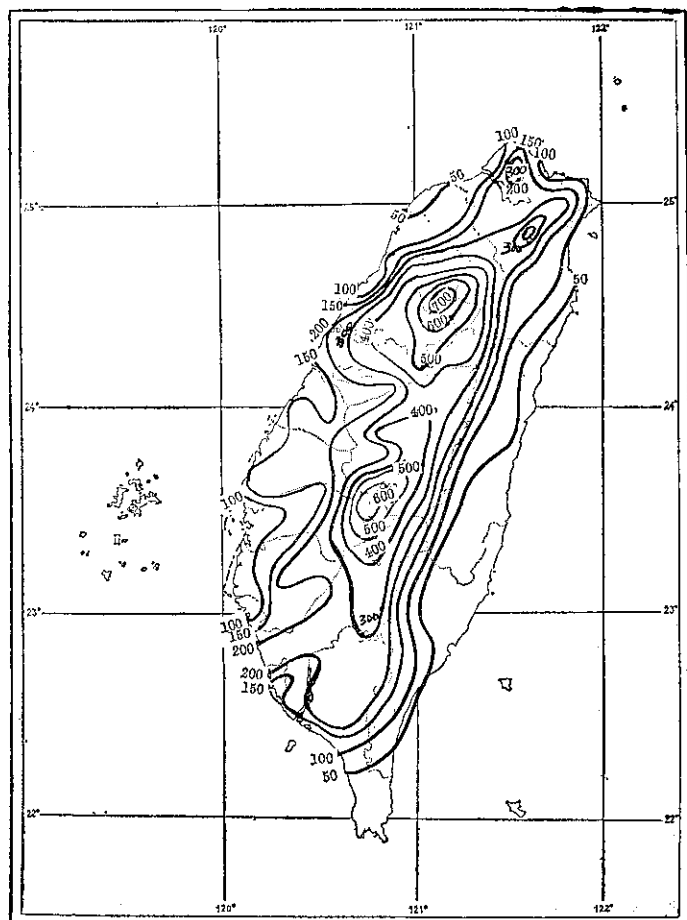


圖 13. 畢莉颱風侵臺期間臺灣之降雨
〔分布圖〕

Fig. 13. The rainfall distribution of Taiwan during Typhoon Billie's passage.

表五 畢莉颱風侵襲期間本局所屬各測站颱風紀錄網要表
Table 5. The meteorological summaries of C. W. B stations during Typhoon Billie's Passage (mb)

測站地名	最低氣壓 (mb)			瞬間最大風 (m/s)					最大風 (m/s)					強風 (10m/s)					最大降水 (mm)					降水總量									
	數值	日	時分	風向	風速	日	時分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日	時分	日	時分	至	時分	1小時內	日	時分	至	時分	10分鐘內	日	時分	至	時分	數量	日	時分	至	時分
宜蘭	956.6	09	23 27	WNW	32.0	09	23 15	957.8	27.2	84	WNW	26.7	09	23 10	09	17 00	10 03 00		23.0	09	23 00	09	21 00		8.6	09	20 30	09	20 40	132.4	09	09 20	10 07 12
彭佳嶼	974.9	09	22 50	E	61.5	09	23 00	975.0	25.2	95	E	42.0	09	23 00	09	02 00	11 05 00		30.0	09	23 00	09	24 00		14.2	09	23 00	09	23 10	114.4	09	06 05	10 07 00
基隆	955.1	09	23 32	N	53.6	09	23 10	959.3	27.8	90	N	30.0	09	23 10	09	14 10	10 06 00		20.2	10	00 00	10	01 00		8.0	10	00 20	10	00 30	85.8	09	04 10	10 07 30
鞍部	870.0	09	23 45								SE	38.2	09	23 00	09	06 00	10 12 00		37.4	10	20 20	09	21 20		11.7	09	20 30	09	20 40	223.9	90	04 55	10 08 10
竹子湖	895.1	09	23 48								ENE	15.7	09	23 40	09	22 50	09 30 40		54.2	09	12 00	09	13 00		14.0	09	19 50	09	20 00	332.5	90	05 05	10 07 50
淡水	962.1	10	00 17	E	34.5	10	00 17	962.1	25.0	90	E	28.0	10	00 17	09	17 30	10 26 33		20.4	09	20 00	09	21 00		6.1	09	20 10	09	20 20	80.8	90	10 25	10 07 50
臺北	957.0	09	23 52	E	40.1	10	02 08	970.4	25.2	77	E	18.7	10	01 30	09	20 10	10 04 50		38.5	09	21 00	09	22 00		16.8	09	21 40	09	21 30	190.2	09	04 25	10 07 30
新竹	965.6	10	02 35	N	34.5	10	01 00	970.9	25.1	98	NNW	18.5	10	00 50	09	20 00	10 02 20		27.5	09	22 00	09	23 00		8.0	09	22 04	09	22 14	99.0	09	05 15	10 10 10
臺中	982.0	10	03 35	NW	21.0	10	00 28	985.8	25.8	92	NW	9.2	10	00 40					59.0	09	05 00	10	06 00		17.5	10	05 40	10	05 50	227.2	09	14 30	10 13 30
日月潭	873.2	10	01 32	SW	23.7	10	04 50	878.4	20.2	100	NW	9.0	10	00 40					70.0	10	01 00	10	02 00		20.0	10	01 10	10	01 20	440.6	09	14 00	10 13 20
澎湖	989.2	10	05 54	WSW	26.4	10	03 15	989.0	26.1	97	WSW	13.7	10	07 45	10	02 45	10 07 40		21.2	10	03 10	10	04 10		10.5	10	06 15	10	06 25	68.9	09	22 40	10 09 10
東吉島	990.8	10	04 00	WNW	23.7	10	04 41	991.5	25.2	98	W	13.0	10	06 00	09	23 00	10 10 00		17.1	10	05 00	10	06 00		9.0	10	05 35	10	05 45	41.1	10	03 00	10 11 00
嘉義	985.4	10	03 35	SSE	18.1	10	08 50	993.6	25.7	91	S	13.2	10	06 00	09	22 40	10 08 00		27.4	10	05 00	10	06 00		8.3	10	05 08	10	05 18	105.8	09	19 05	10 14 00
阿里山	2969.6	10	03 30	W	18.5	09	22 55	3012.4	13.4	110	WNW	14.0	10	01 50	09	23 00	10 07 10		61.7	10	21 00	09	22 00		14.0	09	21 12	09	21 22	682.5	09	14 20	10 14 00
玉山	2933.4	10	02 15								NNW	16.7	09	22 00	09	14 40	11 01 30		47.5	09	18 00	09	19 00		11.0	09	18 20	09	18 30	483.5	09	14 06	10 18 06
臺南	991.3	10	03 40	WNW	19.5	09	22 15	995.3	28.5	86	WNW	8.7	09	22 20					30.1	09	11 10	10	12 10		8.5	10	11 50	10	12 00	96.3	09	23 48	10 12 30
高雄	992.0	10	03 00	SSW	20.4	10	07 45	995.5	27.0	100	NW	14.5	10	00 10	09	10 40	10 08 40		57.5	10	07 40	10	08 40		12.0	10	07 40	10	07 50	130.0	10	04 28	10 11 10
恆春	991.7	09	24 00	W	20.3	09	23 35	991.9	28.7	84	W	14.0	10	01 20	09	12 00	10 03 00		4.0	10	03 00	10	04 00		1.8	10	03 05	10	03 15	8.0	09	20 40	10 08 20
蘭嶼	985.9	10	01 53	WSW	39.3	10	00 33	986.0	26.0	94	WSW	34.2	10	01 50	09	10 40	11 02 00		0.2	10	04 43	10	04 53		0.2	10	04 43	10	04 53	0.2	10	04 43	10 04 55
大武壠	985.2	09	22 00	SSW	17.5	09	23 59	935.2	30.8	62	SSW	11.7	09	03 20	09	14 00	10 08 00		40.1	10	09 00	10	10 00		12.5	10	09 20	10	09 30	55.6	09	21 05	10 11 00
臺東	981.6	10	02 00	SSW	18.6	10	03 55	984.2	27.1	67	SSW	12.2	10	04 00	10	01 50	10 05 20		4.5	10	04 00	10	05 00		1.9	10	04 00	10	04 10	20.6	09	17 45	10 10 30
新港	977.8	10	02 00	SSW	26.0	10	05 20	985.5	27.7	84	SW	16.7	10	02 40	09	22 50	10 17 00		2.4	10	08 00	10	09 00		0.7	10	08 10	10	08 20	7.0	09	20 10	10 10 30
花蓮	972.8	10	00 54	SW	19.0	10	00 57	972.9	28.9	69	SSW	11.2	10	01 20	09	24 50	10 01 20		2.8	09	18 40	09	19 40		1.4	09	18 47	09	18 57	11.3	09	13 12	10 08 05

4.輕傷：20人（臺北市12人，基隆市6人，新竹縣2人）。

（二）房屋：

1.全倒：243間（臺北市22間，基隆市44間，臺北縣120間，宜蘭7間，桃園1間，新竹16間，苗栗22間，臺中縣4間，南投2間，彰化4間）。

2.半倒：702間（臺北市27間，基隆市103間，臺北縣427間，宜蘭99間，桃園2間，新竹30間，苗栗2間，臺中縣3間，臺中市3間，彰化縣1間）。

（三）港埠：

1.基隆港：輪船撞毀2艘，漁船沉沒3艘，半沉5艘，擱淺4艘。

2.臺中港：北防沙堤堤頭拋石流失約30立方公尺。

3.蘇澳港：外廓防波堤雙T形混凝土損失1,000塊，拋石流失14,000立方，冠牆混凝土流失180立方，沉箱封頂混凝土流失135立方，臨時碎波堤40噸菱形塊流失100個，碎波堤25噸菱形塊流失150

個，新生地流失600立方。

（四）其他：

1.電力公司林口發電廠變壓器爆炸損失約三百餘萬元及電力公司大安溪流域輸電鐵架流失約1億元以上。

2.搶救及收容災民1,563人。

3.石門水庫於八月十日十一時起洩洪每秒600立方公尺。

六、處理經過

八月七日上午八時，強烈颱風畢莉之中心位置在北緯20.0度，東經135.6度，以每小時28公里之快速度向西北西推進，有繼續增強趨勢，本局為使能切實掌握颱風形勢，並便利颱風動態之研判，分析及颱風警報之發布，曾於當天下午成立颱風工作小組，展開24小時監視颱風行徑。茲將畢莉颱風各號警報發布情形詳列如表四。有關單位亦籌組防颱中心聯合防患，績效卓著。（羅字振執筆）

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負、詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央氣象局氣象學報社收。

（請參閱補充稿約）

氣象學報補充稿約

一、來稿須用稿紙（以 25×24 之稿紙爲原則）。

二、來稿字數以不超過 15,000 字，即連同圖、表、英文摘要以不超過 10 印刷頁爲原則。

三、圖及表之分量以不超過全文之 $1/3$ 爲原則。

四、英文摘要之字數以不超過 1,000 字爲原則。

五、關於表格之注意點：

(一) 表格須另用白紙繕製。

(二) 表格上方須有標題，並加表 1 表 2 等冠號。

(三) 表格中之項目，內容應儘量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。

(四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。

(五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。

(六) 統計分析表中顯著處，以 * 號（顯著）及 ** 號（極顯著）表之。

(七) 表幅應考慮適合本刊版幅爲準。（寬度勿超過 13.5cm）。

(八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

(一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。

(二) 插圖下方須有標題，並加圖 1 圖 2 等冠號。

(三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用 120—150 磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。

(四) 統計圖原圖幅面應在 12—15cm，以便縮版。

(五) 模式圖原圖幅面應在 15—20cm，以便縮版。

(六) 分佈圖原圖幅面應在 30cm 左右，以便縮版。

(七) 繪製線條粗細應能供縮小至 $1/8$ 之程度，但不能超過縮小 $1/2$ 之程度。

(八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至 $1/8$ 之程度。

(九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。

(十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

(一) 照片用紙一律採用黑白光面紙。

(二) 照片幅面應在 12—15cm，以便縮版。

(三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮少至 $1/2$ 時尚能清楚之程度。

(四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

(一) 參考文獻以經本人確曾查閱者爲限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。

(二) 作者姓名以後爲發行年份，加以括號，然後爲雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。

(三) 文字敘述中述及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿剌伯字，加以括號，如 (1) (2) (3) 等插入文句中。

十、文字敘述之號次以下列爲序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號 1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中之數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以 m (公尺)、cm (公分)、mm (公厘)、 m^2 (平方公尺)、 m^3 (立方公尺)、cc (立方公分)、l (立升)、g (公分)、kg (公斤)、mg (公厘)、 $^{\circ}C$ (攝氏度)、% (百分之一)、ppm (百萬分之一份) 等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字第一字母大寫，其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名爲原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。

Volume 22, Number 4

December 1976

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

Research on Medium Range Weather Forecasting in Taiwan

by Weather Types and Its Analog Selection with

Computer *Tsung-Yao Wu, Ke-Hsun Chi, Chung-Ying Hu, Hsia Cheng* (1)

Satellite Cloud Imagery Applied to Mesoscale

Analysis and Forecasting for Taiwan and

Neighboring Area..... *Pao-Chin Hsu, Tze-Ching Lin, Cheng-Fa Tseng* (23)

A Study of Drawing Weather Map by Computer..... *Y. J. Hsu, C. Y. Hu* (32)

Report

Report on Typhoon "Billie"..... *Applied Meteorological Division* (39)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第○九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類