

題名	作／譯者	卷期號	頁碼	出版年
利用Nimbus_6微波掃描分光計斜向探測大氣垂直溫度結構之研究	徐月娟	28/01	1	1982.03
台灣地區日射與日照關係之初步探討	黃國禎 徐森雄	28/01	22	1982.03
乾日機率在水稻聯合收穫機作業計劃中之應用	邱永和 李南文	28/01	30	1982.03
冬季風暴雲型分析	方力脩	28/01	36	1982.03
-----	-----	-----	-----	-----
初冬中尺度氣壓系統對台灣北部天氣之影響 短時大雨預	徐廣南	28/02	1	1982.06
短時大雨預報	徐晉淮	28/02	31	1982.06
民國六十九年北太平洋西部颱風概述	氣象局	28/02	39	1982.06
-----	-----	-----	-----	-----
颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響	郭文鑠 楊之遠	28/34	1	1982.12
民國七十年颱風調查報告——侵台颱風（8014號）艾克	氣象局	28/34	13	1982.12
民國七十年颱風調查報告——侵台颱風（8015號）裘恩	氣象局	28/34	35	1982.12
民國七十年颱風調查報告——侵台颱風（8018號）莫瑞	氣象局	28/34	45	1982.12

氣象學報

季刊

第二十八卷 第一期

目次

論著

利用 Nimbus 6 微波掃描分光計斜向探測大氣垂直溫度

結構之研究.....徐月娟 (1)

臺灣地區日射與日照關係之初步探討.....黃國禎 徐森雄 (22)

乾日機率在水稻聯合收穫機作業計劃中之應用.....邱永和 李南文 (30)

譯述

冬季風暴雲型分析.....方力脩 (36)

氣象學報

季刊

第二十八卷 第一期

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	吳宗堯
社長	吳宗堯 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：三〇六四七二四 三〇六七八二五

◎ 敬請交換 ◎

中華民國七十一年三月出版

利用 Nimbus 6 微波掃描分光計 斜向探測大氣垂直溫度結構之研究

Remote Sensing of Atmospheric Temperature Profiles with Angles by Scanning Microwave Spectrometer from the Nimbus 6 Satellite

徐 月 娟

Hsu Yueh-Jiuan

ABSTRACT

The application of SCAMS measurements of Nimbus 6 orbital meteorological satellite to the remote sense for the atmospheric vertical temperature profile in summer over Taiwan area has been studied. SCAMS measurements were first compared with calculations of atmospheric emission by using sounding data and theoretical atmospheric model. The statistical method used here for obtaining temperature profiles from SCAMS measurements is a regression-analysis of atmospheric temperature profiles and numerically-calculated atmospheric emission. The matrix D is chosen to minimize the expected error between the SCAMS-determined profile and the actual temperature profile. In this paper, the author uses the SCAMS measurements on the two sides of satellite orbit with view angles which is very different from measuring at the nadir. Seven D's are calculated from the priory atmospheric data corresponding to the different view angles of the Nimbus 6, respectively. Based on the above amended concept, the calculation results prove rather satisfying.

一、引 言

天氣變化及大氣環流運動為具有全球性質之現象。某地方性的天氣，很可能由於遠處的大氣狀態數天以後移入此區而造成。自從有探空氣球以來，對於大氣垂直結構及其變化的認識已大為增進。如將各地的探空資料綜合起來，能使吾人對廣大複雜的流體靜力性質和能量轉移機制更加瞭解，這些知識可促進天氣預報的準確度。然而預報能力改進的程度還是很緩慢，主要原因乃是仍不能澈底瞭解大

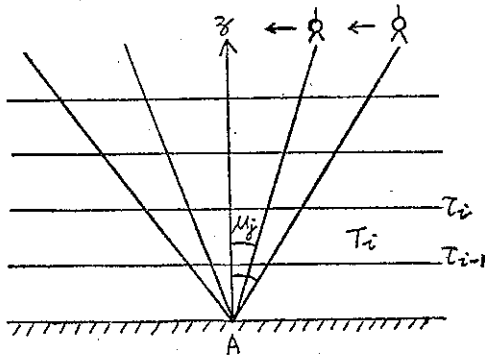
氣基本變化過程，特別是能量轉移的過程，缺乏全球性三度空間的觀測資料應為重要因素之一，即使是在北半球也只有很少區域探空站的密度能合乎應用。然而氣象衛星問世以後彌補了此項缺憾，能提供連續且真正涵蓋全球的大氣垂直氣象資料，不僅能拍攝地球雲圖，且能探測大氣垂直方向的溫度與濕度分布、雲高及雲厚等。本文僅就大氣垂直溫度剖面的反求方法 (Inversion Method) 作深入研究。二十多年來應用氣象衛星遙測 (Remote Sensing) 大氣垂直溫度剖面的研究，一直是個

熱門的題目。

二、歷史回顧

(一)利用不同角度之衛星觀測值

King (1956) 最早提出利用人造衛星在大氣層頂測得的熱發射 (Thermal Emission) 來反求大氣垂直溫度結構的觀念。他指出大氣發射的強度為光學深度 (Optical Depth) 的函數，因此大氣垂直溫度剖面可從不同角度的衛星觀測值推算出。假設大氣為平面平行層狀 (Plane Parallel)



圖一、Plane parallel atmosphere

結構 (圖一)，地球表面為黑面 (Black Surface)，大氣發射是黑體輻射 (Black Body Radiation)，且只考慮單色發射 (Monochromatic Emission)，則從天頂角為 $\theta = \cos^{-1}\mu$ 的大氣層頂 ($\tau=0$) 發出之輻射強度 (Radiant Intensity) 以輻射傳遞方程式 (Radiation Transfer Equation, 簡稱 R. T. E.) 表達為

$$I(0, \mu) = \int_0^\infty B(\tau) e^{-\tau/\mu} d\tau / \mu \quad (1)$$

$$\text{其中 } B(\tau) = \frac{2h\nu^3/c^2}{e^{h\nu/KT(\tau)} - 1} \quad (2)$$

為蒲朗克強度 (Planck Intensity)，乃頻率與溫度的函數。

$$\tau = \int k_\nu dz \quad (3)$$

稱為光學深度，其中 k_ν 是頻率為 ν 的氣體吸收係數 (Absorption Coefficient)，乃 z 的函數。

(1)式的物理意義即為大氣層頂處測得之強度等於大氣各個層次的熱發射經過其上方大氣衰減後到達頂端餘量的總和。由於只考慮單色發射，故 ν 為常數；令 $\tau_i > \tau > \tau_{i-1}$ 時， $T(\tau) = T_i$ ，則可將蒲朗克強度改寫為

$$B(\tau) = \sum a_i S_i, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$a_i = \frac{2h\nu^3/c^2}{e^{h\nu/KT_i} - 1} \quad (5)$$

$$S_i = \begin{cases} 1 & \tau_i > \tau > \tau_{i-1} \\ 0 & \text{其他層次} \end{cases} \quad (6)$$

若已知 n 個 a_i 值，即可反求出 A 點上空 n 個層次的 T_i 值，(4)代入(1)得

$$I(0, \mu) = \sum a_i I_i, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$I_i = e^{-\tau_{i-1}/\mu} - e^{-\tau_i/\mu} \quad (8)$$

選 n 個不同角度 $\mu = \mu_j, j=1, 2, \dots, n$ 的觀測值，得到 n 個聯立方程式，

$$I_j = I(0, \mu_j) = \sum_{i=1}^n a_i I_{ij}, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$I_{ij} = e^{-\tau_{i-1}/\mu_j} - e^{-\tau_i/\mu_j} \quad (10)$$

由此解出 n 個 a_i 值，便可反求得 n 個層次的溫度值

(二)選用適當頻率的大氣發射

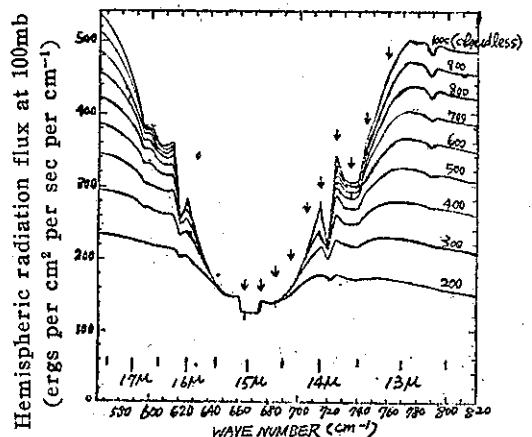
若擴大考慮光譜帶發射 (Band Emission)，

(1)式可寫成較通用的形式

$$I(0, \mu) = - \int_0^\infty B(\tau) \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \tau} d\tau \quad (11)$$

$$\text{其中 } \mathfrak{F} = e^{-\sum_1 k_\nu \mu}$$

稱為光譜帶透射率 (Band Transmissivity)，光譜帶 (Band) 中含有許多條光譜線 (Lines)，每條線的透射率 (Transmissivity) 並不相同，因此在大氣層頂測得的輻射強度，可視為各層的發射強度 $B(\tau)$ 以一個加權函數 (Weighting Function) $\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \tau}$ 積分的結果。Kaplan (1959) 提出大氣垂直溫度剖面可由大氣發射光譜的已知特性來推算。例如圖二表示在 100 毫巴處測得二氧化碳



圖二、Hemispheric radiation reaching 100mb for surface temperature of 40°C and lapse rate of 5.5°C/km. Upper curve for cloudless conditions; other curves for overcast conditions with cloud tops at pressure indicated in mb. (from Kaplan, 1959)

波段的輻射通量，波長為 $15\ \mu\text{m}$ 附近值最小，表示被大氣吸收掉最多，光譜線最不透明；在兩翼 (Wings) 處被吸收較少，光譜線較透明，可探測較低層的大氣。選取十條適合的光譜線如箭頭所示，可探測十個不同層次的大氣資料。因此不需使用不同觀測角度 μ_1 去求 a_1 ，只要作鉛直觀測 ($\mu=0$) 即可。

(三) 利用紅外線探測儀

利用氣體的發射光譜探測大氣垂直溫度分布，此已知氣體如均勻分布於整個大氣層，且相對含量充足，則在地球大氣中唯有二氧化碳及氧氣能合乎要求。二氧化碳占大氣的 0.3%，是較為稀少的氣體，能發射紅外線振動光譜帶 (Infrared Vibration Bands)，第一枚攜帶大氣溫度測量儀器的衛星，便是利用二氧化碳波段。

TIROS-7 於一九六三年十二月發射，此衛星有 Medium Resolution Infrared Radiometer (MRIR)，使用很寬的 $15\ \mu\text{m}$ 二氧化碳波道 (Channel) 能探測平流層下部的溫度。

Nimbus-3 於一九六六年四月發射，擁有 Satellite Infrared Spectrometer (SIRS)，包含七個 $15\ \mu\text{m}$ 波道，能探測對流層及平流層下部七個不同高度的溫度。另有 Infrared Interferometer Spectrometer (IRIS) 能測量 $400\sim 2000\ \text{cm}^{-1}$ 的大氣輻射，光譜解析度為 $5\ \text{cm}^{-1}$ 。

一九七〇年四月發射的 Nimbus-4 除攜帶 SIRS 及 IRIS 外，尚有 Selective Chopper Radiometer (SCR)，其光譜解析度已大為增進，甚至能探測平流層上部的溫度。

NOAA-2 為第一顆應用為遙測大氣垂直溫度實際作業的衛星，探測儀器稱為 Vertical Temperature Profile Radiometer (VTPR)，於一九七二年十月發射。

Nimbus-5 於一九七二年十二月一日發射成功，除 16 個波道的 SCR 外，尚有七個波道的 Infrared Temperature Profile Radiometer (ITPR)，能觀測晴空或部分被雲遮蔽情況下之溫度剖面。

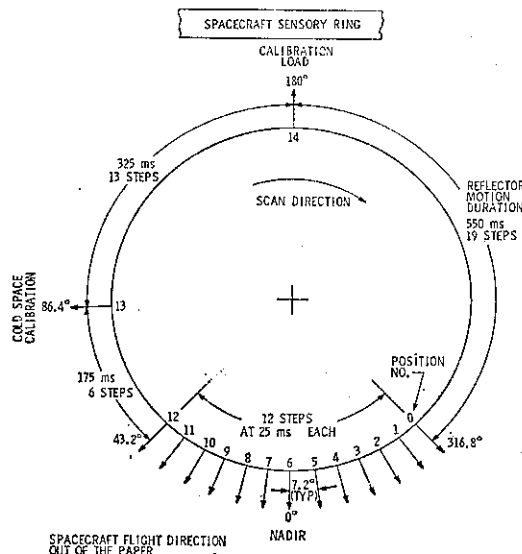
(四) 利用微波探測儀

氧氣為大氣主要成分，占 21%，能發射 5mm 微波自旋光譜帶 (Microwave Spin-Rotation Band)。Meeks (1961) 首先提出使用氧氣熱微

波發射 (Thermal Microwave Emission) 來推求溫度剖面的觀念。接著 Meeks & Lilley (1963) 發展出微波觀測的一套基本理論，並計算出微波段的加權函數。Lenoir (1968) 改進 Meeks & Lilley 的理論，使其能適用於對流層上部及中氣層。由於微波波長較長，比紅外線不易受雲或降水的影響，即使天空被雲遮蔽，仍可探測垂直溫度結構。

Nimbus-5 所攜帶之 Nimbus E Microwave Spectrometer (NEMS)，為第一個應用微波技術遙測大氣垂直溫度剖面的儀器，當衛星通過洋面時，還能同時探測水汽及液態水的分布。

Nimbus-6 於一九七五年六月發射成功，其所攜帶之 Scanning Microwave Spectrometer (SCAMS) 較 NEMS 更進步，不僅能觀測衛星軌道正下方 (Nadir) 的大氣參數，亦可作各定角度的兩側觀測。當衛星在軌道上向前行時，其掃描儀器以逆時鐘方向旋轉如圖三，每轉一周費



圖三、SCAMS Antenna Reflector Positions

時 16 秒，可得到 13 筆觀測資料 (0-12 Steps)，每筆觀測角度相差 7.2° 。衛星正下方的鑑別力 (Resolution) 為 145 公里；在最大觀測角度 (43.2°) 時地表的鑑別力為 330 公里。於 $\pm 43.2^\circ$ 之間約掃描地表近 2400 公里的長條 (Swath)。SCAMS 共有五個波道，其中兩個波道波長大約 1cm，用以測定洋面的水蒸汽和液態水，以及陸面的發射率和地面溫度；另外三個波道波長 5mm 左右，用以推求大氣垂直溫度剖面。本文即採用後者

，其中心頻率分別為第三波道 52.85 GHz，第四波道 53.85 GHz 及第五波道 55.45 GHz。

三、大氣模式

欲利用衛星觀測值反求大氣垂直溫度剖面，首先需建立適合的大氣模式。在電磁波譜的微波波段（波長 0.1~30 cm），且在地球及大氣的溫度範圍內，蒲朗克函數與溫度成很好的函數關係， $B(\tau_i) \propto T_i$ ，因此輻射傳遞方程式中輻射強度可用相當黑體溫度 (Equivalent Black Body Temperature) 來表示，意即黑體在此溫度時能有相同的發射強度，又稱為「光溫度」(Brightness Temperature)，以 T_B 表示。

假設介質層為均勻，不考慮散射及反射效應，則通過此介質層後輻射強度的改變量可表示如下：

$$\frac{dT_B}{dX} = -k(T_B - T_0) \quad (12)$$

其中 T_0 為介質層的熱力溫度 (Thermodynamic Temperature)， k 為吸收係數。若介質層厚度為 a ，且假設 $X=0$ 時， $T_B = T_{Bin}$ ； $X=a$ 時， $T_B = T_{Bout}$ 。積分(12)式得，

$$T_{Bout} = T_{Bin} e^{-ka} + (1 - e^{-ka}) T_0 \quad (13)$$

可知通過介質層後大氣發射 T_{Bout} ，等於入射強度 T_{Bin} 經厚度 a 的介質衰減後剩餘的量加上此介質層本身的發射。當 $ka \rightarrow 0$ 時，表示介質層很透明，通過介質層前後的輻射強度改變很少；當 $ka \rightarrow \infty$ 時，則 T_{Bout} 幾乎全為介質層本身的發射而與入射強度無關。

假設大氣成平面平行層狀，且各層次性質均勻，今將大氣自地面至 20 公里高空分成 100 個層次，每層厚 0.2 公里，計算時以各層中央的大氣參數值代表該層 (Chang et al, 1979)。

若考慮到地表為灰面 (gray surface) 的情況，則從地表發出的輻射強度 T_{Bs} 為大氣向下發射經地表反射之部分與地表向上發射的總和。

$$T_{Bs} = (1 - \epsilon) T_{Bin} + \epsilon T_s \quad (14)$$

ϵ 為地表發射率， $1 - \epsilon$ 即為地表反射率， T_{Bin} 為大氣向下發射， T_s 是地表的熱力溫度。

大氣的向下發射來自天空各個方向，而被地表反射到某個觀測角度上。天然的地表面都很粗糙，在微波波段可採用 Lambertian Approximation (Born & Wolf, 1975)

$$T_{Bin} = 2 \int_0^{\pi/2} T_B(\theta) \cos\theta \sin\theta d\theta \quad (15)$$

大氣向下發射 $T_B(\theta)$ 為入射角 θ 的函數，積分式中之加權函數 ($\cos\theta \sin\theta$) 在 $\theta=45^\circ$ 時有最大值，為簡化計算起見，假設 $T_{Bin} = T_B(45^\circ)$ 。

至於衛星在大氣層頂的觀測值則為大氣及地表向上發射的總效應。

$$T_B(\nu) = \int_0^\infty T(z) e^{-\tau_\nu(0,z)} k_\nu(z) dz + \{(1 - \epsilon) \int_0^\infty T(z) e^{-\tau_\nu(0,z)} k_\nu(z) dz + \epsilon T_s\} \exp(-\tau_\nu^0) \quad (16)$$

其中 $\tau_\nu(z_1, z_2)$ 為高度 z_1 至 z_2 的光學深度， τ_ν^0 則是通過整個大氣的光學深度。 $k_\nu(z)$ 是頻率為 ν 高度為 z 時的吸收係數。右式第一項表示每一層向上發射經該層以上之大氣衰減後到達頂端的總和；第二項代表每一層向下發射被該層以下之大氣衰減後到達地表的總和，然後被地表反射，再經過整個大氣的衰減，最後到達大氣層頂的餘量；第三項則被示地表向上發射被整個大氣衰減後到達頂端的餘量。

從探空氣球資料可得大氣溫度剖面 $T(z)$ ，若欲利用(16)式計算衛星上可能的觀測值，尚需知道地表發射率 ϵ 及大氣吸收係數 k_ν 。

地表的發射率在微波波段其變化為自洋面的 0.4 至陸地的 0.95。平靜洋面的發射率，可先從海水的介電常數計算出水的折射率，再經由 Fresnel 反射定理 (Jackson, 1975) 算出反射率，即可知洋面的發射率。介電常數的數據乃根據 Lane & Saxtan (1952)，介電常數的實部為

$$\epsilon' = \epsilon_\infty + (\epsilon_s - \epsilon_\infty) / (1 + \omega^2 \zeta^2) \quad (17)$$

虛部為

$$\epsilon'' = \omega \zeta (\epsilon_s - \epsilon_\infty) / (1 + \omega^2 \zeta^2) + \sigma / \omega \quad (18)$$

其中 $\omega = 2\pi\nu$ ； ϵ_∞ ， ϵ_s ， σ 及 ζ 為溫度及海水濃度 N 的函數。

$$\epsilon_\infty = 4.9 \quad (19)$$

$$\epsilon_s = 190.0 - 81.0N + 38.0N^2 - (3.75 - 2N + N^2) \frac{T}{10.0} \quad (20)$$

$$\zeta = \frac{0.00199}{T} e^{2140/T} + \left[\frac{0.00972}{T} e^{2060/T} - \frac{0.00324}{T} e^{1968/T} - \frac{0.00597}{T} e^{2140/T} \right] N + \left[\frac{0.00648}{T} e^{1968/T} - \frac{0.00972}{T} e^{2060/T} + \frac{0.00398}{T} e^{2140/T} \right] N^2 \quad (21)$$

$$\sigma = 92.13N - 8.73N^2 + 3.12 (T - 273)N - 0.37 (T - 273) N^2 \quad (22)$$

通常假定海水濃度相當於 0.6N NaCl 溶液。Fresnel Reflection 有水平偏極化 (Horizontal Polarization) 及垂直偏極化兩種，SCAMS 所測量者為水平偏極化。

在微波波段附近對輻射有吸收作用的只有大氣中的氧分子、水蒸汽及雲 (液態水)，其餘大氣成分不是含量太少就是吸收微波的效應微弱，可略而不計。故大氣光學深度為此三種大氣成分光學深度之和。

$$\tau(\nu) = \tau_{H_2O}(\nu) + \tau_{O_2}(\nu) + \tau_{cloud}(\nu) \quad (23)$$

水汽在 22.235 GHz, 183.3 GHz 及更高頻率時有躍遷 (Transition) 現象。水汽吸收係數 (α) 可以下式表示 (Staelin, 1966)

$$\alpha_{H_2O} = \alpha_{R_{0.5}} + \alpha_{N_{0.5}} \quad (24)$$

$\alpha_{R_{0.5}}$ 表示 22.235 GHz 吸收線的貢獻

$$\alpha_{R_{0.5}} = \frac{343\nu^3 \Delta\nu \rho}{T^{5/2}} e^{-0.44/T} \left[\frac{1}{(\nu - 22.235)^2 + \Delta\nu^2} + \frac{1}{(\nu + 22.235)^2 + \Delta\nu^2} \right] \text{ km}^{-1} \quad (25)$$

其中 $\Delta\nu = \frac{0.0945P [1 + 0.0147 (\rho T/P)]}{T}$ 是 22.235 GHz 吸收線條的線寬 (Line Width)， ρ 為水汽的密度 (g/m^3)， P 是氣壓 (mb)， T 是溫度 ($^{\circ}\text{K}$)， ν 是頻率 (GHz)。 $\alpha_{N_{0.5}}$ 表示其他吸收線條的貢獻

$$\alpha_{N_{0.5}} = 2.55 \times 10^{-3} \frac{\nu^2 \rho}{T^{3/2}} \text{ km}^{-1} \quad (26)$$

氧分子的吸收光譜以 60 GHz 的 Magnetic Dipole Transition 及 118 GHz 的 Single Transition 為主，較水汽複雜且光譜線有重疊情形 (Overlapping Lines)，在壓力為 1~1000 mb 範圍內，Collision Broadening 是主要因素。氧分子的光譜只有在旋轉量子數 (Rotational Quantum Number) L 為奇數時才存在。自能階 $J=L$ 至 $J=L \pm 1$ 產生頻率為 ν_N^+ 的共振吸收 (Resonant Absorption)；能階 $J=L \pm 1$ 之間的相互作用則產生非共振吸收 (Nonresonant Absorption)。氧氣吸收係數 τ 可以下式表示 (Rosenkrang, 1975)

$$\tau = CP (\nu/T)^2 F \quad (27)$$

式中 T 是溫度 ($^{\circ}\text{K}$)， ν 是頻率 (GHz)， P 為壓力 (mb)， C 為常數， $C=0.330$ ， τ 表吸收係數 (NP/km)， $\nu^2 F$ 表示光譜帶形狀 (Band Shape)

$$F = P \left\{ \sum_N \Phi_N [f_N^+(\nu) + f_N^+(-\nu) + f_N^-(\nu) + f_N^-(-\nu)] + \frac{0.70 \omega_b}{\nu^2 + (P\omega_b)^2} \right\} \quad (28)$$

$$\Phi_N = \frac{2L+1}{0.725T} \exp [-2.0685L(L+1)/T] \quad (29)$$

為 Fractional Population

$$f_N^+(\nu) = \frac{\omega_N (d_N^+)^2 + (\nu - \nu_N^+) y_N^+}{(\nu - \nu_N^+)^2 + (P\omega_N)^2} \quad (30)$$

$$d_N^+ = \left[\frac{L(2L+3)}{(L+1)(2L+1)} \right]^{1/2} \quad (31)$$

$$d_N^- = \left[\frac{(L+1)(2L-1)}{L(2L+1)} \right]^{1/2} \quad (32)$$

d_N^+ , d_N^- 表示吸收線的振幅

$$\omega_N = 1.16 \times 10^{-3} \left(\frac{300}{T} \right)^{0.85} \text{ GHz/mb} \quad (33)$$

為 Resonant Half-Width

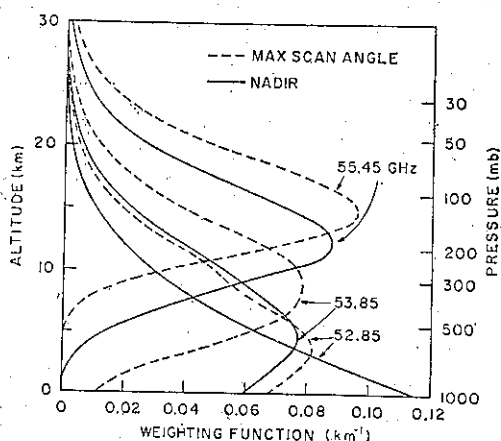
$$\omega_b = 0.48 \times 10^{-3} \left(\frac{300}{T} \right)^{0.89} \text{ GHz/mb} \quad (34)$$

為 Nonresonant Half-Width; y_N^+ 為干涉係數 (Interference Coefficient)。

由於大氣中雲的含量甚難從現有的觀測資料中加以估計，故暫時在模式中考慮沒有下雨的情況，亦即不考慮雲 (液態水) 對輻射的吸收效應。

四、數學方法

氣象衛星觀測不同波段的大氣輻射，其所選用各波段加權函數的巔值 (Peak) 均位於不同的高度，如圖四為 SCAMS 三個氧氣波道的加權函數，這些巔值高度附近的大氣溫度與衛星上測得的



圖四、SCAMS Weighting Functions. These include a component which is reflected from the surface, assumed to be seawater.

大氣輻射有很好的相關性，故能從衛星的觀測值 T_B 反求大氣溫度剖面。反求的方法 (Twomey, 1977) 以類似統計法為多。Chahine (1968, 1970, 1972) 曾提出緩和法 (Relaxation Method)，但此法在演算過程中較為費時，故仍以統計方法較為實用。

本文參考 Waters et al (1975) 處理 NE-MS 資料的方法，首先蒐集歷史探空資料，以第三節描述之大氣模式計算衛星上可能的觀測值 T_B ，然後對這一組 T_B 作迴歸分析，是一種類似統計的方法。下式溫度向量 \hat{T} 表各氣壓層的大氣溫度

$$\hat{T} = D \cdot \phi(T_B) \quad (35)$$

基本測量函數向量 $\phi(T_B)$ 定義為

$$\phi(T_B) = \begin{pmatrix} 1 \\ T_{B3} - \bar{T}_{B3} \\ T_{B4} - \bar{T}_{B4} \\ T_{B5} - \bar{T}_{B5} \\ (T_{B3}^2 - \bar{T}_{B3}^2) / \bar{T}_{B3}^2 \\ (T_{B4}^2 - \bar{T}_{B4}^2) / \bar{T}_{B4}^2 \\ (T_{B5}^2 - \bar{T}_{B5}^2) / \bar{T}_{B5}^2 \end{pmatrix} \quad (36)$$

其中 T_{Bn} 為 SCAMS 第 n 個波道測得的 Brightness Temperature， \bar{T}_{Bn} 為期望值，矩陣 D 用以使真正的大氣溫度剖面與 SCAMS 推算的溫度間之誤差趨近最小。

$$D = C(T, \phi) C^{-1}(\phi, \phi) \quad (37)$$

C 為相關矩陣 (Correlation Matrix)，第 ij 個元素為

$$C_{ij}(x, y) = \overline{x_i y_j} \quad (38)$$

$C(T, \phi)$ 指大氣溫度與基本測量函數的交互相關 (Cross-Correlation)； $C(\phi, \phi)$ 指基本測量函數的自相關 (Self-Correlation)。求取 D 矩陣時係將一組歷史探空資料的標準層溫度 T 及以模式估計之衛星可能觀測值 T_{Bn} 代入 (36)、(37)、(38) 式，計算時尚需注意避免反矩陣的奇異點 (Singularity) 問題。

大氣溫度剖面的變化隨季節、地區、範圍的大小而有所不同、故應選取不同地區、季節等的歷史探空資料分別計算其 D 矩陣及 \bar{T}_B 備用。

實際應用氣象衛星遙測大氣垂直溫度剖面時，即選擇適當的 D 矩陣及 \bar{T}_B ，並以當時的衛星觀測值代入 (35) 式，便可求出所需之大氣垂直溫度剖面。

五、斜向處理

以往反求大氣垂直溫度的研究，只限於衛星的垂直觀測，然而本文採用 SCAMS 衛星資料，却都是斜向觀測，其觀測角度至少也有 21.6° ，對衛星的測量有很大的影響。當衛星觀測行進軌道兩旁的大氣時，因輻射所經過的路徑較長，吸收氣體的質量較多，輻射衰減也越多，若觀測角度為 θ ，此時 (35) 式中的光學深度需乘上 $\sec \theta$ 修正之。

$$T_B(\nu, \theta) = \int_0^\infty T(z) e^{-\tau_\nu(z, \infty) \sec \theta} k_\nu(z) dz \\ + \{ (1 - \epsilon) \int_0^\infty T(z) e^{-\tau_\nu(0, z) \sec \theta} k_\nu(z) dz \\ + \epsilon T_s \} \exp(-\tau_\nu^0 \sec \theta) \quad (39)$$

此外垂直觀測時，Fresnel Reflectivity 的兩個偏極化分量相等。若斜向觀測時則水平偏極化的反射率將隨觀測角度增大而漸減。

若仍以傳統處理垂直觀測的方法遙測大氣溫度剖面，必將遭遇嚴重的誤差，如何修正斜向問題呢？可能的處理方法有兩種。第一是修正當時的衛星觀測值使成為垂直觀測的結果，再利用垂直向統計 D 矩陣去反求大氣垂直溫度剖面。另一種方法是修正 D 矩陣，對不同觀測角度建立不同的 D 矩陣。本文嘗試第二種的觀念，對臺灣地區夏季的探空資料，以七種不同的觀測角度，計算出七種不同的 T_B ，分別建立七個不同的 D 矩陣，再以 SCAMS 衛星資料配合觀測角度選取 D 矩陣去反求大氣垂直溫度剖面，最後所得結果，證明這種修正斜向的觀念非常理想。

六、計算與結果

本文採用的 SCAMS 資料係經過 Pack 後存錄於磁帶檔的資料 (參看 The Nimbus 6 Data Catalog 及 The Nimbus 6 User's guide)，此規格稱為 SOTA (Scams Output Tape)，其形式為九軌，密度為 1600 BPI (Bytes Per Inch)，每捲磁帶可存錄四天的資料，每個 Swath 的資料佔 1400 Bytes，儲存內容如表一，Block Size 為 4200 Bytes。採用日期自一九七五年七月卅日至八月二日止，臺灣附近逐日衛星軌道圖 (圖五至圖八) 是從磁帶讀取資料，以繪圖機繪製而成。首先選取臺灣地區探空資料與衛星觀測時間及位置相近者六組，用以比較理論計算值與觀測值之間的差異。茲以第三節所描述的大氣模式計算衛星上可能的觀測量。表二至表七列出這些探

表一

SCAMS

SOTA TAPE

Parameter	Elements	Type	Units	Multiplier
Day	1	I*2		1
Minutes	1	I*2		1
Seconds	1	I*2		1
Altitude	1	I*2	km	1
Latitude	1	R*4	°N	1
Longitude	1	R*4	°E	1
Data Missing Flag	1	L*1		
Ascending Flag	1	L*1		
Lost Frames	1	I*2		1
Pitch	4	I*2	counts	1
Roll	4	I*2	counts	1
Digital A	160	I*2	counts	1
Playback Orbit	1	I*2		
Spare	1	I*2		
Reference Orbit	1	I*4		
Instrument Temps	12	R*4	K	1
1. T _A Ch 1	13	I*2	K	32
2. T _A Ch 2	13	I*2	K	32
3. T _A Ch 3	13	I*2	K	32
4. T _A Ch 4	13	I*2	K	32
5. T _A Ch 5	13	I*2	K	32
2. Surface Elevation	13	I*2	km	32
7. Latitude	13	I*2	°N	32
8. Longitude	13	I*2	°E	32
9. T _B Ch 1	13	I*2	K	32
10. T _B Ch 2	13	I*2	K	32
11. T _B Ch 3	13	I*2	K	32
12. T _B Ch 4	13	I*2	K	32
13. T _B Ch 5	13	I*2	K	32
14. Surface Reflectivity	13	I*2	%	32
15. H ₂ O Vapor	13	I*2	precip. mm	32
16. H ₂ O Liquid	13	I*2	precip. mm	32
17. 1000-500 mb Layer	13	I*2	K	32
18. 500-250 mb Layer	13	I*2	K	32
19. 250-100 mb Layer	13	I*2	K	32
20. 1000 mb Temp	13	I*2	K	32
21. 850 mb Temp	13	I*2	K	32
22. 700 mb Temp	13	I*2	K	36
23. 500 mb Temp	13	I*2	K	32
24. 400 mb Temp	13	I*2	K	32
25. 300 mb Temp	13	I*2	K	32
26. 250 mb Temp	13	I*2	K	32
27. 200 mb Temp	13	I*2	K	32
28. 150 mb Temp	13	I*2	K	32
29. 100 mb Temp	13	I*2	K	32
30. 70 mb Temp	13	I*2	K	32
31. 50 mb Temp	13	I*2	K	32
32. 30 mb Temp	13	I*2	K	32
33. 10 mb Temp	13	I*2	K	32
34. Spares	13	I*2		
35. Spares	13	I*2		
36. Spares	13	I*2		
37. Spares	13	I*2		
38. Flags	13	I*2		

表二 臺北 46692 7/31/75 12Z 25.07°N 121.53°E

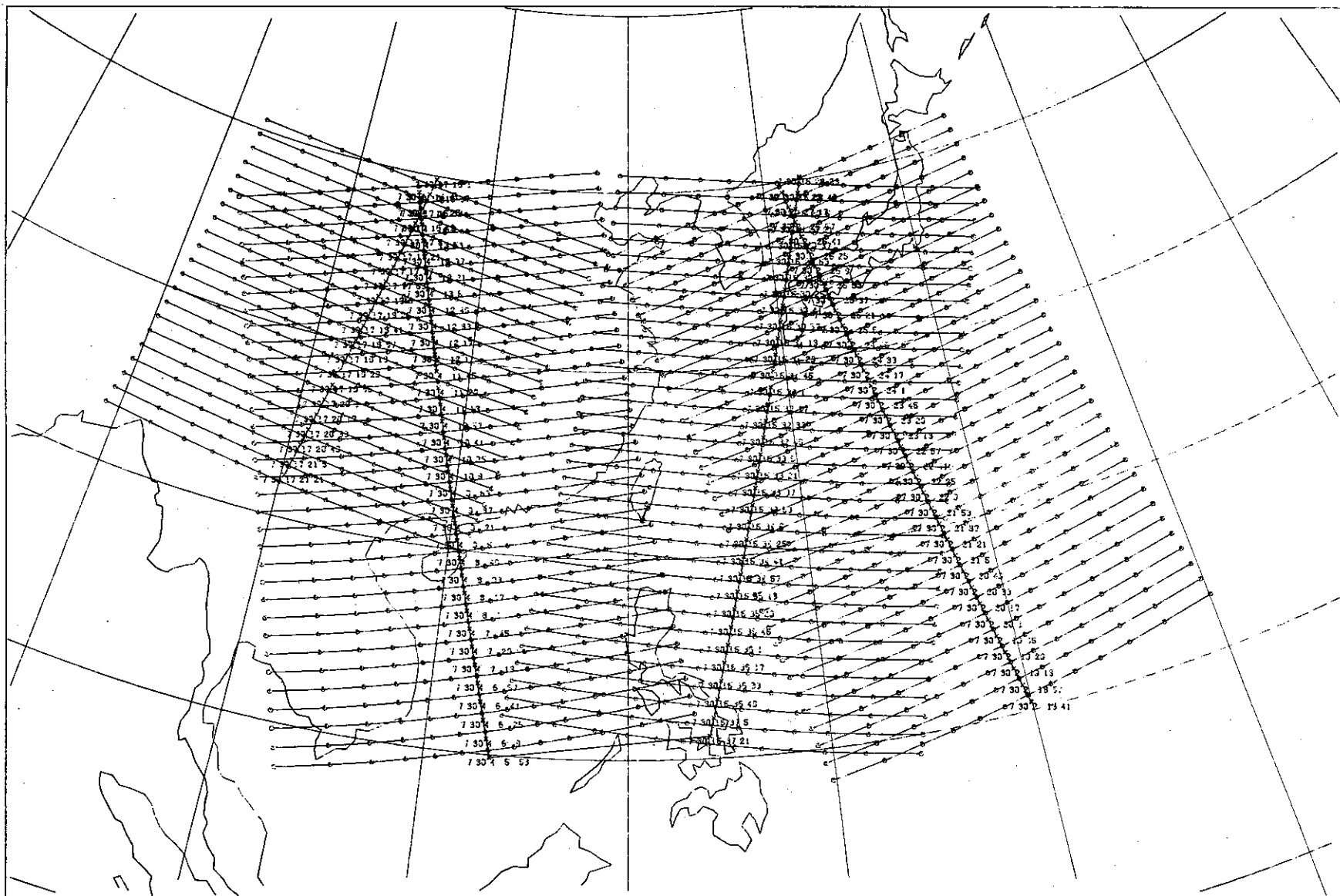
View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	265.8 0.39339	253.3 0.39074	216.3 0.38655	270.8 0.1	253.5 0.1	216.3 0.1
36.0°	{	266.9 0.43138	255.5 0.42876	218.2 0.42460	272.5 0.1	255.8 0.1	218.2 0.1
28.8°	{	267.7 0.46014	257.2 0.45755	219.7 0.45346	273.7 0.1	257.6 0.1	219.7 0.1
21.6°	{	268.3 0.48115	258.5 0.47860	220.8 0.47456	274.5 0.1	258.9 0.1	220.8 0.1
14.4°	{	268.8 0.49547	259.4 0.49295	221.6 0.48895	275.1 0.1	259.8 0.1	221.6 0.1
7.2°	{	269.0 0.50379	259.9 0.50129	222.1 0.49733	275.4 0.1	260.3 0.1	222.1 0.1
0°	{	269.1 0.50647	260.0 0.50398	222.3 0.50003	275.5 0.1	260.5 0.1	222.3 0.1

Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
663	36.0°	266.59	253.44	216.34	16:35:46	25.69°N	120.91°E
		265.72	252.38	216.34	16:36:2	24.81°N	120.59°E

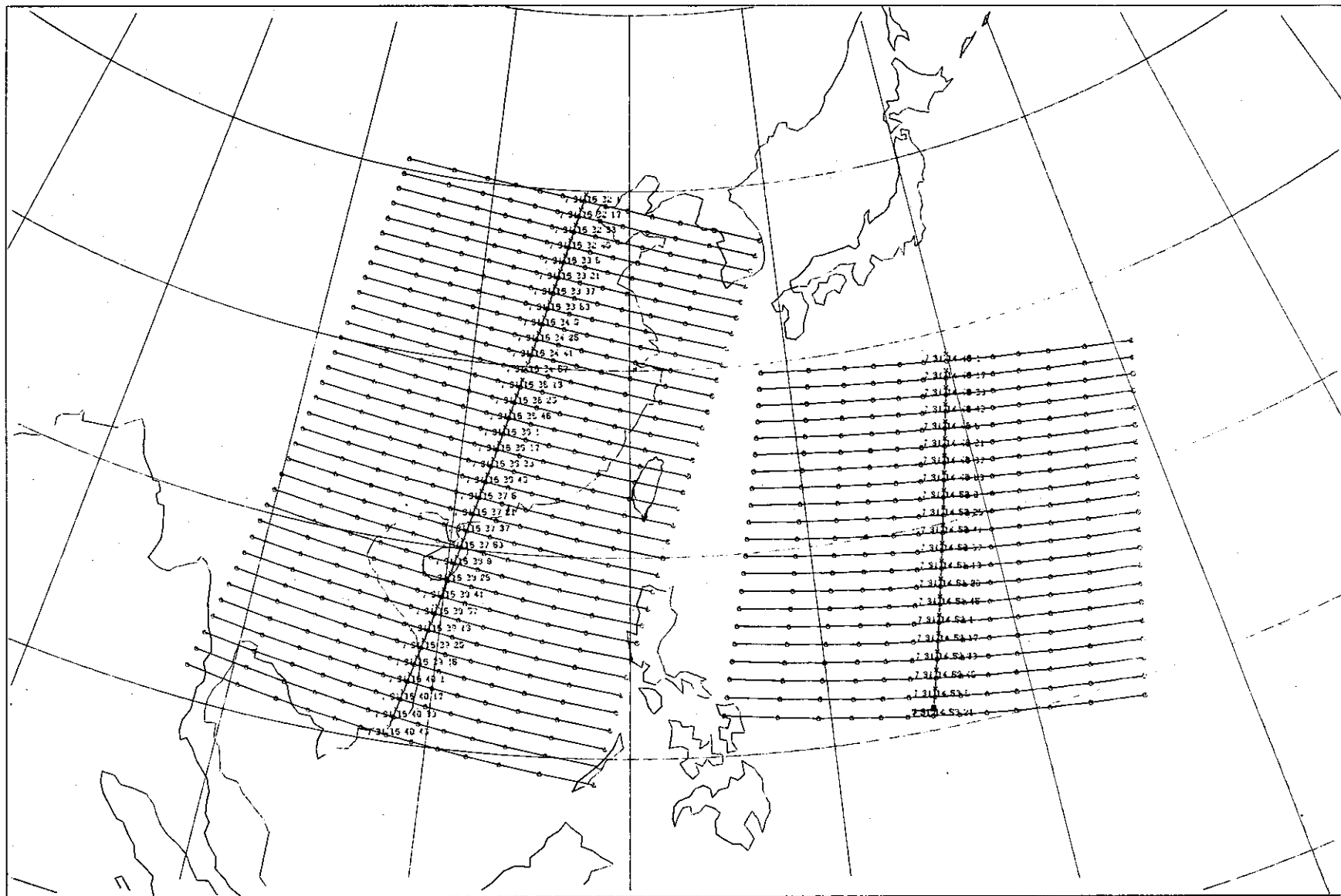
表三 東港 46747 7/30/75 12Z 22.48°N 120.42°E

View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	266.7 0.40818	254.7 0.40573	219.0 0.40184	272.8 0.1	255.0 0.1	219.0 0.1
36.0°	{	267.8 0.44601	257.0 0.44359	220.8 0.43976	274.6 0.1	257.4 0.1	220.8 0.1
28.8°	{	268.7 0.47454	258.7 0.47216	222.3 0.46839	275.9 0.1	259.2 0.1	222.3 0.1
21.6°	{	269.3 0.49533	260.0 0.49299	223.4 0.48928	276.8 0.1	260.5 0.1	223.4 0.1
14.4°	{	269.8 0.50947	260.8 0.50716	224.2 0.50349	277.4 0.1	261.4 0.1	224.2 0.1
7.2°	{	270.0 0.51728	261.3 0.51539	224.7 0.51176	277.8 0.1	262.0 0.1	224.7 0.1
0°	{	270.1 0.52033	261.5 0.51804	224.9 0.51442	277.9 0.1	262.1 0.1	224.9 0.1

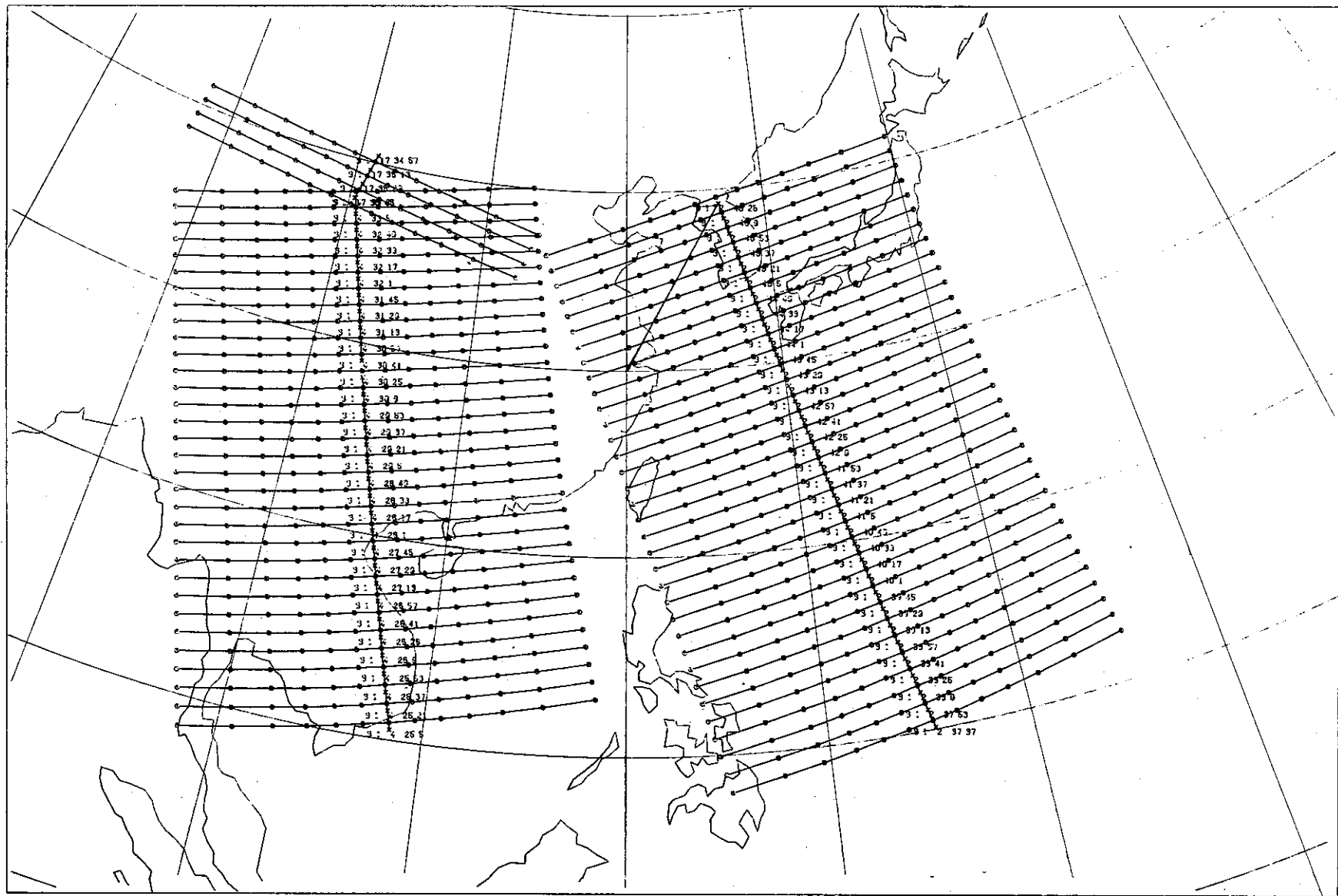
Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
649	28.8°	269.5	256.78	218.22	15:34:3	22.91°N	121.03°E
		268.19	256.25	217.28	15:34:19	22.03°N	120.84°E



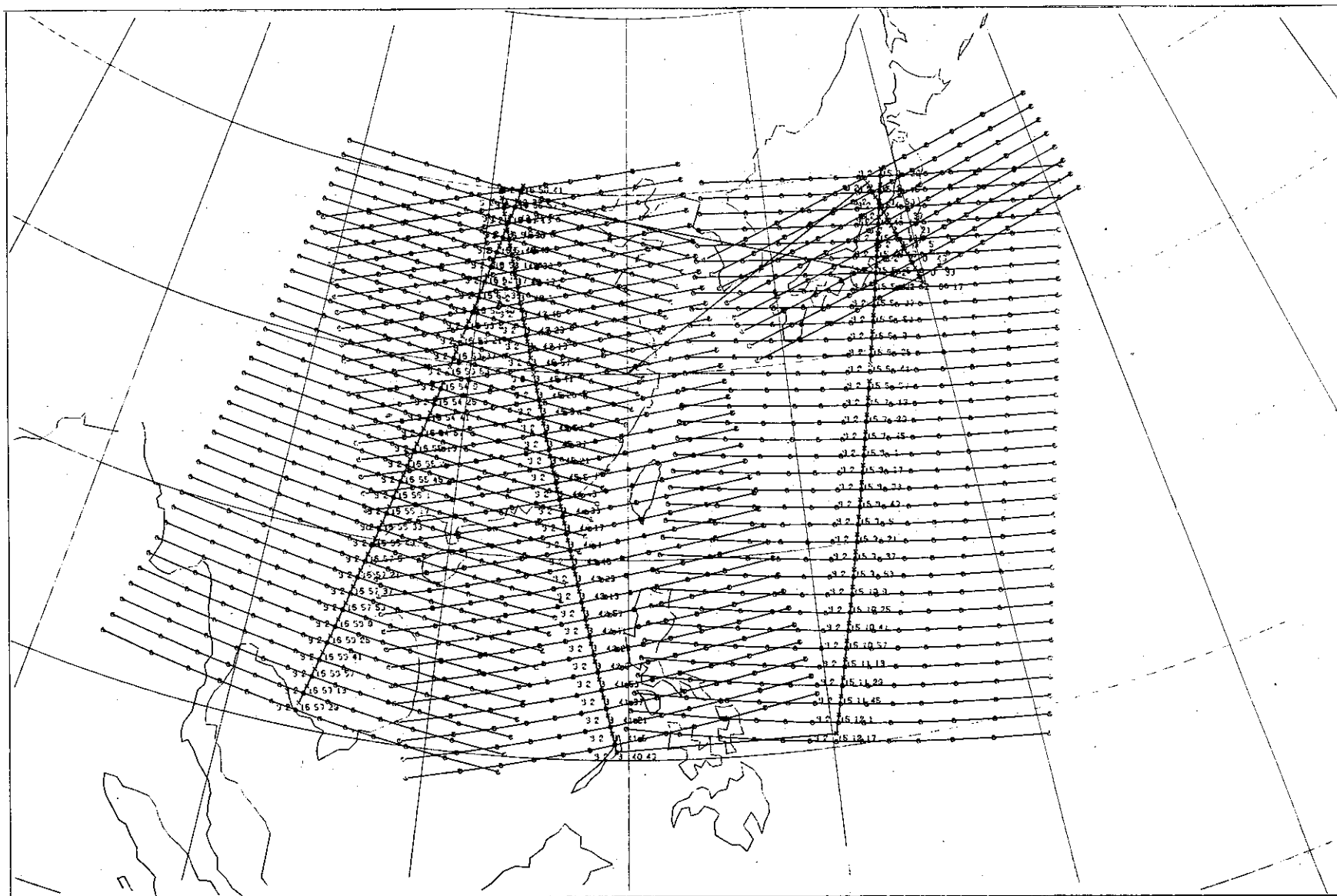
圖五、Satellite orbit on July 30, 1975.



圖六、Satellite orbit on July 31, 1975.



圖七、Satellite orbit on August 1, 1975.



圖八、Satellite orbit on August 2, 1975.

表四 東港 46747 8/2/75 00Z 22.48°N 120.42°E

View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	267.6 0.39311	256.2 0.39045	221.3 0.38626	273.1 0.1	256.4 0.1	221.3 0.1
36.0°	{	268.6 0.43110	258.3 0.42848	223.1 0.42432	274.6 0.1	258.6 0.1	223.1 0.1
28.8°	{	269.3 0.45987	260.0 0.45728	224.5 0.45318	275.7 0.1	260.3 0.1	224.5 0.1
21.6°	{	269.8 0.48088	261.2 0.47833	225.6 0.47428	276.5 0.1	261.6 0.1	225.6 0.1
14.4°	{	270.2 0.49520	262.0 0.49268	226.4 0.48868	277.0 0.1	262.4 0.1	226.4 0.1
7.2°	{	270.4 0.50353	262.5 0.50102	226.8 0.49705	277.3 0.1	262.9 0.1	226.8 0.1
0°	{	270.5 0.50621	262.6 0.50371	227.0 0.49975	277.4 0.1	263.1 0.1	227.0 0.1

Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
681	21.6°	269.47	258.41	218.63	3:44:26	23.03°N	120.47°E
		269.5	258.94	218.63	3:44:10	22.16°N	120.69°E

表五 馬公 46734 8/1/75 00Z 23.52°N 119.57°E

View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	265.2 0.39589	252.6 0.39327	215.4 0.38912	270.4 0.1	252.3 0.1	215.4 0.1
36.0°	{	266.3 0.43386	254.9 0.43126	217.3 0.42716	272.1 0.1	255.2 0.1	217.3 0.1
28.8°	{	267.2 0.46253	256.6 0.46002	218.8 0.45598	273.3 0.1	257.0 0.1	218.8 0.1
21.6°	{	267.3 0.48355	257.9 0.48103	219.9 0.47705	274.2 0.1	258.3 0.1	219.9 0.1
14.4°	{	268.3 0.49784	258.8 0.49535	220.7 0.49141	274.8 0.1	259.3 0.1	220.7 0.1
7.2°	{	268.5 0.50615	259.3 0.50363	221.2 0.49977	275.2 0.1	259.8 0.1	221.2 0.1
0°	{	268.6 0.50882	259.5 0.50636	221.3 0.50246	275.3 0.1	260.0 0.1	221.3 0.1

Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
669	43.2°	265.91	248.91	213.53	2:42:25	23.67°N	120.03°E
		265.06	247.16	214.47	2:42: 9	22.81°N	120.34°E

表六 東港46747 8/1/75 00Z 22.48°N 120.42°E

View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	267.0 0.39367	255.1 0.39102	220.7 0.38684	272.1 0.1	255.3 0.1	220.7 0.1
36.0°	{	267.9 0.43166	257.3 0.42904	222.4 0.42489	273.7 0.1	257.6 0.1	222.4 0.1
28.8°	{	268.7 0.46041	258.9 0.45783	223.8 0.45374	274.9 0.1	259.3 0.1	223.8 0.1
21.6°	{	269.3 0.48142	260.2 0.47887	224.9 0.47484	275.7 0.1	260.6 0.1	224.9 0.1
14.4°	{	269.7 0.49573	261.0 0.49322	225.6 0.48923	276.2 0.1	261.4 0.1	225.6 0.1
7.2°	{	269.9 0.50406	261.5 0.50156	226.1 0.49760	276.5 0.1	261.9 0.1	226.1 0.1
0°	{	270.0 0.50674	261.6 0.50425	226.2 0.50030	276.6 0.1	262.1 0.1	226.2 0.1

Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
669	43.2°	265.06	247.16	214.47	2:42: 9	22.81°N	120.34°E
		265.50	248.22	213.06	2:41:53	21.97°N	120.66°E

表七 東港 46747 7/30/75 00Z 22.48°N 120.42°E

View Angle	Surface Character Channel	Sea			Land		
		3	4	5	3	4	5
43.2°	{	267.3 0.39589	255.5 0.39327	220.4 0.38912	272.7 0.1	255.8 0.1	222.4 0.1
36.0°	{	268.3 0.43386	257.7 0.43126	222.1 0.42716	274.3 0.1	258.0 0.1	222.1 0.1
28.8°	{	269.1 0.46258	259.4 0.46002	223.6 0.45598	275.5 0.1	259.8 0.1	223.6 0.1
21.6°	{	269.6 0.48355	260.6 0.48103	224.7 0.47705	276.3 0.1	261.0 0.1	224.7 0.1
14.4°	{	270.0 0.49784	261.5 0.49535	225.4 0.49141	276.8 0.1	261.9 0.1	225.4 0.1
7.2°	{	270.3 0.50615	261.9 0.50368	225.9 0.49977	277.2 0.1	262.4 0.1	225.9 0.1
0°	{	270.3 0.50882	262.1 0.50636	226.1 0.50246	277.3 0.1	262.6 0.1	226.1 0.1

Orbit Number	View Angle	Observed T _B			Hour: Min:Sec	Latitude	Longitude
		channel 3	channel 4	channel 5			
642	43.2°	265.19	247.63	212.19	4:9:17	22.69°N	121.13°E
		264.75	249.22	212.66	4:9: 1	21.81°N	121.28°E

空站的代號、觀測時間、測站經緯度及不同觀測角度、不同地面反射率下的計算值，以與下方相近之衛星觀測值作比較。由軌道編號，觀測時間及觀測區域中央的經緯度極易在衛星軌道圖上找出其位置。由這些比較可得下述結論：

1. 第三個頻道其加權函數（圖四）的「巔值」接近地面，可見受地表影響最深，地表為陸地或洋面，可使計算值相差 $5-7^{\circ}\text{K}$ ，其餘兩個頻道受地面性質的影響並不大。
2. 表二至表七中各列（Row）第二個數字為地面反射率，對地表而言，發射率等於（1—反射率）。若地表為洋面，發射率大約為 0.5~0.6；若地表為陸地，則發射率大約為 0.9，故地表為陸地時，其計算值比地表為洋面時為高。
3. 掃描角度越大，輻射經過的路徑越長，衰減也越多，因此計算值就越小。
4. 衛星觀測值大致上均較理論計算值為低，此有三

種可能：

- (1) 剔除了雲（液態水）的考慮：計算模式剔除了雲的考慮，但實際上因為雲的存在而使得輻射強度被吸收更多。
- (2) 理論模式將洋面當作水平面：事實上海上的波浪使得海面相當粗糙，增加海面發射率（Stogryn, 1967），觀測角度越大，海面越粗糙，則海面發射率增加越多。即海面反射率減少越多，以致衛星觀測值就越小。
- (3) 海面有泡沫：因海面被風吹起泡沫，能增加地表發射率，當風速超過 7m/sec 時，每增加 1m/sec 地表發射率約增加 3.2×10^{-3} （Webster et al, 1973）。
5. 衛星在臺灣附近的掃描區域內為水陸交界的性質，由表二至表七的結論，得知地表效應對衛星測量的影響以洋面的貢獻為大。表八第二至第四行（Column）為三個波道的理論計算值（假設地

表八

		(Cal—Meas) °K			ΔT min	ΔH km	View Angle	衛星相對 測站之方位
		Channel 3	Channel 4	Channel 5				
由	表 二	0.31 1.18	2.06 3.12	1.86 1.86	275.8 276.0	92.9 99.1	} 36.0°	西
由	表 三	-0.8 0.51	1.92 2.45	4.08 5.02	214.1 214.3	78.7 66.1		
由	表 四	0.33 0.3	2.79 2.26	6.97 6.97	224.4 224.2	61.4 45.1	} 21.6°	西
由	表 五	-0.71 0.14	3.69 5.44	1.87 0.93	162.4 162.2	49.7 111.5		
由	表 六	1.94 1.5	7.94 6.88	6.23 7.64	162.2 161.9	37.6 61.8	} 43.2°	東
由	表 七	2.11 2.55	7.87 6.28	8.21 7.74	249.3 249	76.5 115.7		

表為洋面）與衛星觀測值之差異。第五行為衛星觀測落後探空資料的時間。第六行為衛星觀測區域中央至探空站的距離。若落後時間接近則掃描角度越大，差值就越大；若掃描角度一定，則落後時間越大，差值就越大。

6. 理論模式假設大氣成平面平行層狀，且各層性質為均勻。若衛星作垂直觀測，則此種假設可以成立。但是斜向觀測則因實際大氣並不均勻而產生誤差。臺灣地區高空吹西風，探空氣球越往高處很可能隨風飄移至測站東方，假使衛星此時也在測站的東方，則實際衛星觀測的大氣與探空資料較為接近，理論假設的誤差也較少。

7. 第三頻道大致上差值比第四及第五頻道為小。當觀測區域內海面性質佔的比例較大時，其差值就小；反之，陸面性質佔得比例大，觀測值有時稍大於理論計算值。

8. 第四頻道其加權函數的 Peak 大約在 300 毫巴，第五頻道大約在 100 毫巴，此二頻道主要探測較高層的溫度，其觀測值均偏低，主要原因除了因雲（液態水）的存在使輻射衰減外，更可能因為高空卷雲的存在，有散射效應的緣故。

為與 SCAMS 衛星資料配合，本文選取臺灣地區六月至八月臺北、桃園、馬公及東港探空站 TTAA 的資料，包括氣壓、高度、氣溫及露點溫

度，00Z 資料有 101 筆，12Z 資料共 97 筆，特意除去與衛星資料日期相同的探空資料，以避免計算結果包含於初始資料之內。因受探空儀器的限制，露點溫度的測量只能到達 300 毫巴（約 9.7 公里）。將氣壓、氣溫及濕度內外插至 100 個層次上，以地表當作海面計算其反射率，分別就七個不同的觀測角度計算 T_B 值，流程圖參考圖九。然後對 T_B 作迴歸分析並應用第四節所述之統計方法求出不同

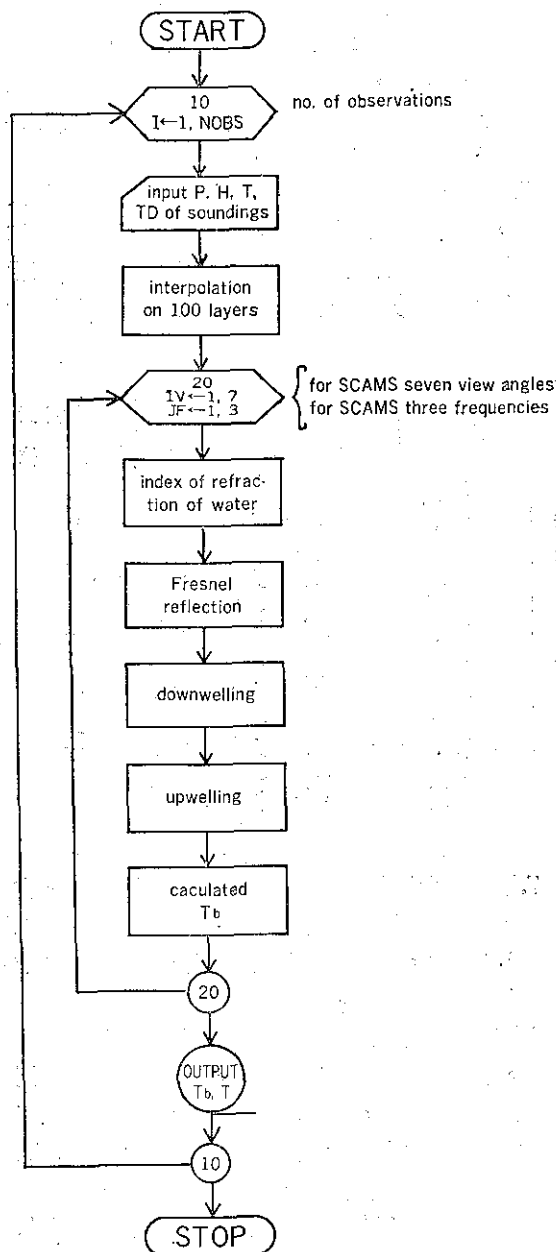


Figure 9 The flow chart of calculating the brightness temperature

觀測角度的 D 矩陣及三個波道的期望值 \bar{T}_B ，這些 D 矩陣僅適用於臺灣附近地區夏季時使用，流程圖參考圖十。本文採用 00Z 101 筆 T_B 值、12Z 97

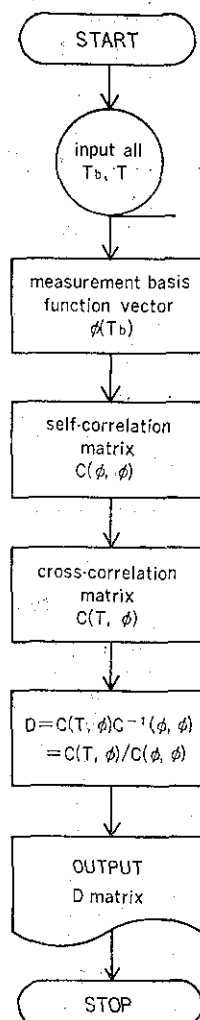
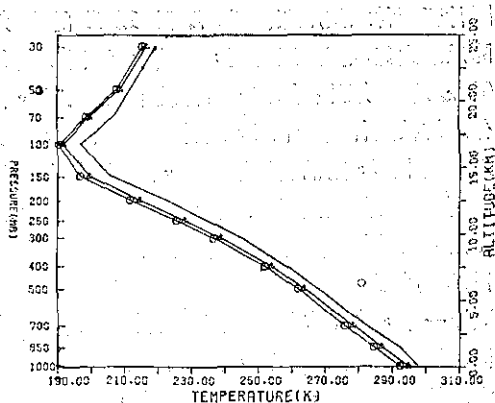


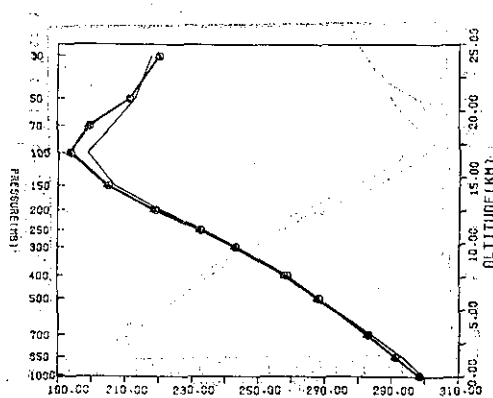
Figure 10 The flow chart of building a D matrix

筆 T_B 值以及綜合 00Z 及 12Z 共 198 筆 T_B 值，求出三類 D 矩陣，用來作氣象衛星遙測大氣垂直溫度剖面的測試，得到如下的結果：

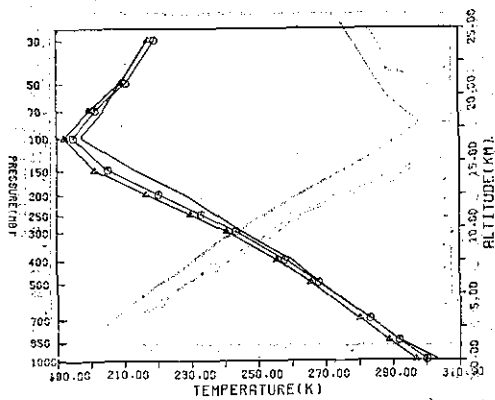
1. 圖十一至圖十九配合探空資料的時間，採用 12Z 或 00Z 的 D 矩陣，同時也配合 SCAMS 觀測角度選取，最後反求的溫度剖面，其形態與探空曲線很接近，且求出的溫度值大致上較同一標準層的探空資料為低，這是因為理論計算值 T_B 大致較衛星觀測值為高，故期望值 \bar{T}_B 也偏高，當計算 $\phi(T_B)$ 時，衛星觀測值 T_B 減去期望值 \bar{T}_B 則偏低，因而造成。



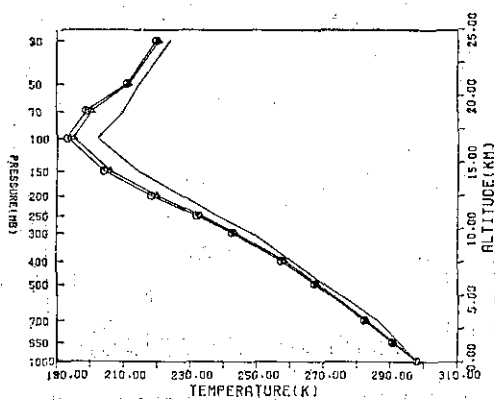
圖十一、Solid Line:46692 7/31/75 12Z Sounding
○:SCAMS 7/31/75 16:36:2
△:SCAMS 7/31/75 16:35:46
View Angle:36.0°



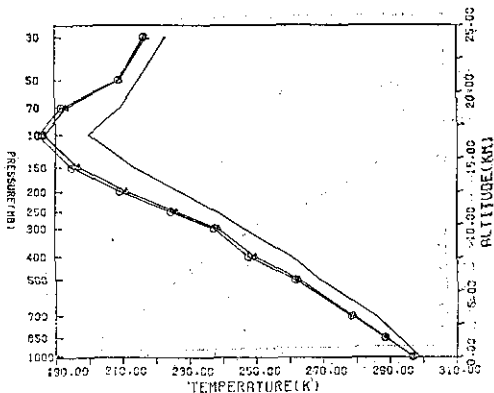
圖十四、Solid Line:46734 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:10
△:SCAMS 8/2/75 3:44:26
View Angle:21.6°



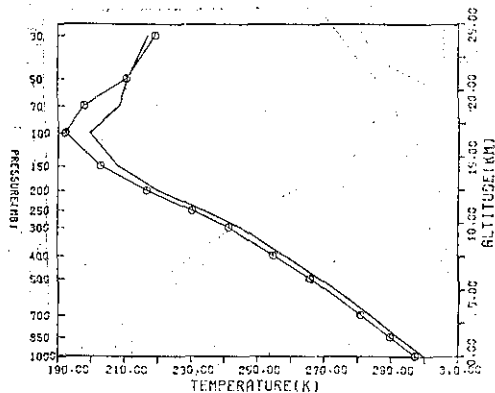
圖十二、Solid line:46747 7/30/75 12Z Sounding
○:SCAMS 7/30/75 15:34:3
△:SCAMS 7/30/75 15:34:19
View Angle:28.8°



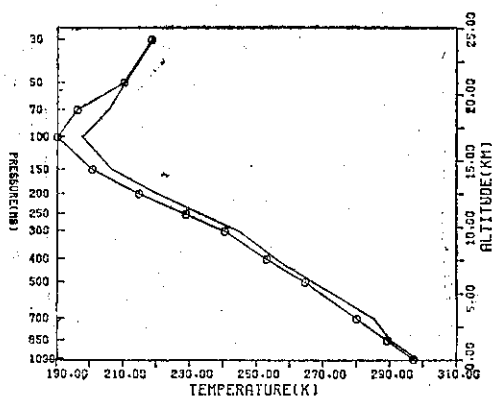
圖十五、Solid Line:46747 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:26
△:SCAMS 8/2/75 3:44:42
View Angle:21.6°



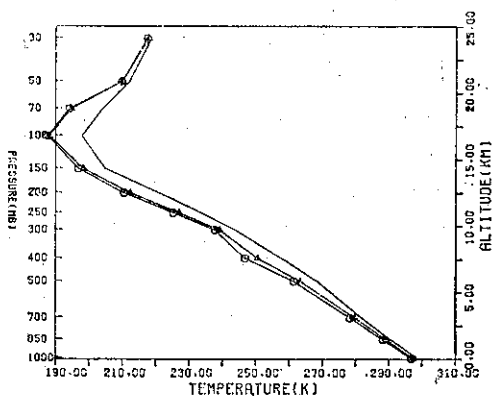
圖十三、Solid Line:46747 7/30/75 00Z Sounding
○:SCAMS 7/30/75 4:9:17
△:SCAMS 7/30/75 4:9:1
View Angle:43.2°



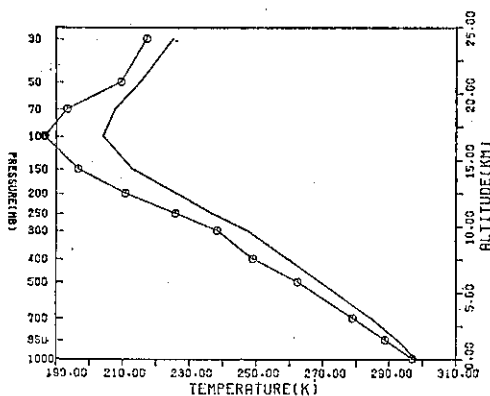
圖十六、Solid line:46697 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:59
View Angle :38.8°



圖十七、Solid Line:46697 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:42:42
View Angle :36.0°



圖十八、Solid Line:46734 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:42:9
△:SCAMS 8/1/75 2:42:25
View Angle:43.2°

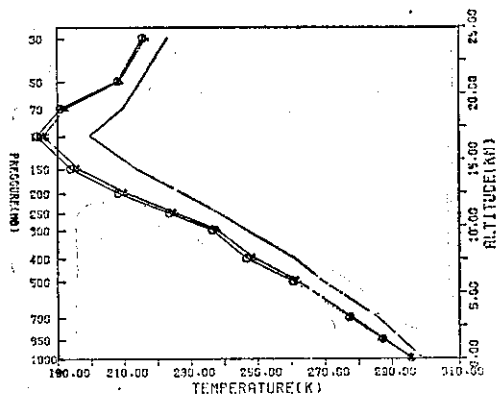


圖十九、Solid Line:46747 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:41:53
View Angle:43.2°

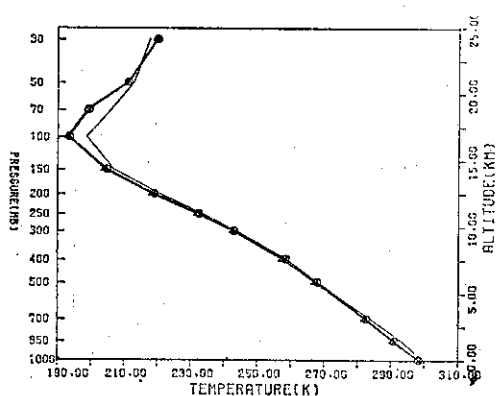
2.圖廿至圖廿六使用綜合 00 Z 及 12 Z 的 D 矩陣反求大氣垂直溫度剖面，與圖十三至十九採用 00 Z 的 D 矩陣相比較，所得結果差別不大。但仔細比較圖廿與圖十三，圖廿五與圖十八，圖廿六與圖十九，則前者結果較佳。這三組圖的衛星觀測角度均為最大 (43.2°)，在此種情況下，似乎用來統計的歷史探空資料其樣本 (Sample) 數目越多越好。

3.圖十一中，由 SCAMS 衛星資料推求的溫度剖面 and 探空溫度曲線比較，發現衛星觀測落後探空資料的時間越短，則溫度差值越小，其他圖也有類似的結果。

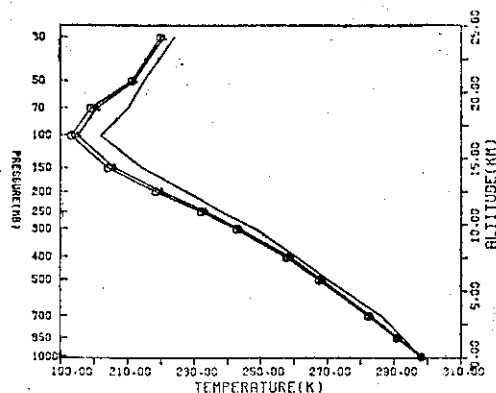
4.觀測角度的不同，影響溫度剖面的精確度。比較



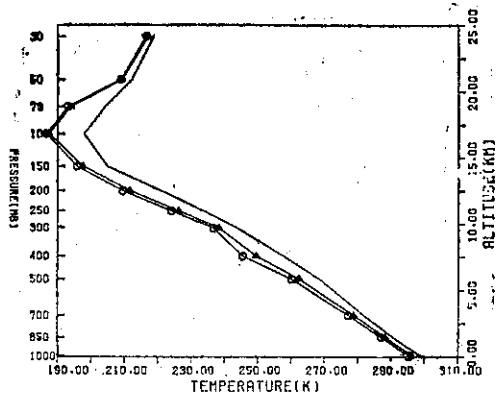
圖二十、Solid Line:46747 7/30/75 00Z Sounding
○:SCAMS 7/30/75 4:9:17
△:SCAMS 7/30/75 4:9:1
View Angle:43.2°



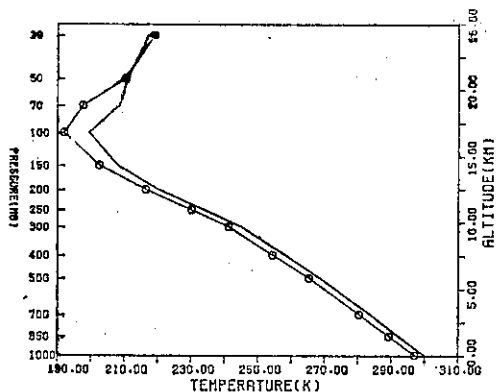
圖廿一、Solid Line:46734 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:10
△:SCAMS 8/2/75 3:44:26
View Angle:21.6°



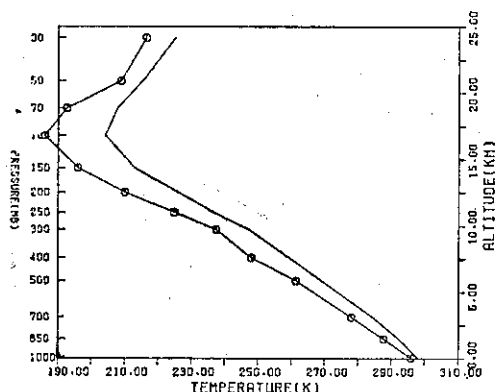
圖廿二、Solid Line :46747 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:26
△:SCAMS 8/2/75 3:44:42
View Angle:21.6°



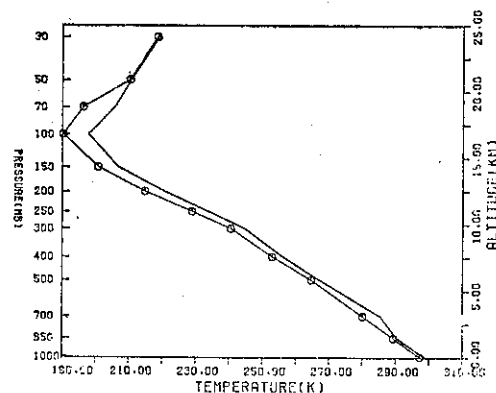
圖廿五、Solid Line:46734 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:42:9
△:SCAMS 8/1/75 2:42:25
View Angle:43.2°



圖廿三、Solid Line:46697 8/2/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/2/75 3:44:59
View Angle:28.8°



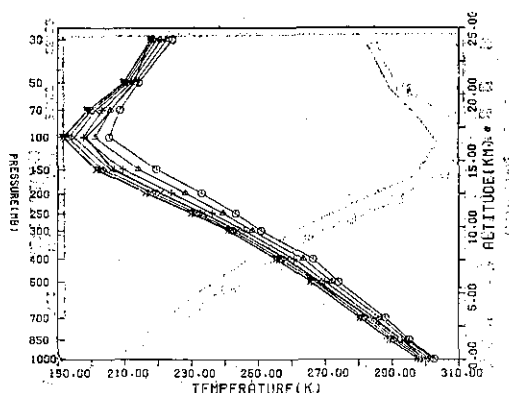
圖廿六、Solid Line:46747 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:41:53
View Angle:43.2°



圖廿四、Solid line:46697 8/1/75 00Z Sounding
○:SCAMS 8/1/75 2:42:42
View Angle:36.0°

圖十四 (21.6°), 圖十二 (28.8°), 圖十一 (36.0°) 及圖十八 (43.2°) 可以發現觀測角度越大, 由衛星資料推算的溫度剖面 and 探空曲線相差越大。

5. 圖廿七、圖廿八使用不同觀測角度的 D 矩陣反求大氣溫度剖面時, 觀測角度越大, 則反求的溫度越高。可見依不同觀測角度建立不同的 D 矩陣, 這種觀念是相當正確的, 此為斜向觀測提供了新的修正方法。



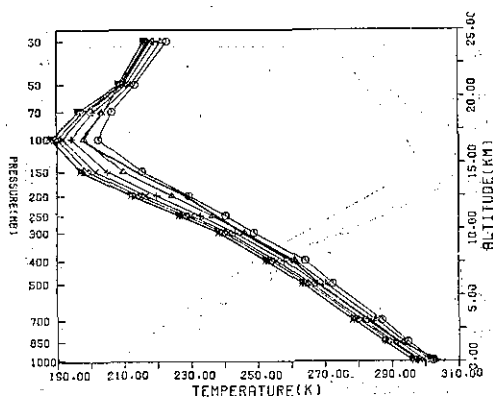
圖廿七、Solid Line: 46734 8/2/75 00Z Sounding

○: SCAMS 8/2/75 3:44:10 43.2°

△: 36.0° +: 28.8° ×: 21.6°

◇: 14.4° ▴: 7.2° 又: 0°

View Angle: 21.6°



圖廿八、Solid line: 46747 7/30/75 12Z Sounding

○: SCAMS 7/30/75 15:34:3 43.2°

△: 36.0° +: 28.8° ×: 21.6°

◇: 14.4° ▴: 7.2° 又: 0°

View Angle: 28.8°

七、結 論

以往反求大氣垂直溫度剖面的研究，僅限於衛星的垂直觀測，本文所採用的 SCAMS 氣象衛星資料却都是對大氣作斜向觀測，因此嘗試一種修正斜向的方法，對臺灣地區夏季的探空資料，以七種不同的觀測角度算出七種不同的 T_B ，分別建立七個不同的 D 矩陣，再以 SCAMS 衛星資料配合觀測角度選取 D 矩陣去反求大氣垂直溫度剖面，最後所得結果，證實這種修正斜向的觀念非常理想。

從第六節的計算和結果得知，由衛星資料配合觀測角度選取 D 矩陣去反求大氣垂直溫度剖面，其形態 (Shape) 與時間、位置皆相近的探空溫度曲

線非常的近似。若衛星觀測時間落後探空資料越短則反求的溫度剖面與探空溫度曲線差值越小。若衛星觀測角度越小，則差值也越小。如果用來統計的歷史探空資料其樣本數目越多，也可得到較佳的結果。並且衛星資料反求的溫度剖面大致上都比探空溫度曲線為低。

然而要更進一步增加衛星遙測的精確度，仍需回到一個基本的問題上，就是如何使理論計算值 T_B 和衛星上的觀測值差距達到最小，使期望值 T_B 能有真正的代表性。由前面的討論，我們知道當衛星斜向觀測時，因為輻射傳移的傳統理論必須假設大氣是平面平行的氣層，對垂直觀測，此種假設可被接受，但對斜向觀測雖加上第五節光學深度及地表反射率的修正，仍然因大氣不均勻的性質，很可能取了與衛星觀測路徑上不同的大氣參數去計算 T_B (因仍採用垂直探空資料去內外插 100 個層次)。此外，臺灣地區含有海陸交界的性質，地表的反射率是整個觀測區域的綜合結果。本文的研究指出對衛星測量的貢獻以洋面為主，但陸面對反射率的影響究竟有多少？這一類的問題頗值得更進一步去研究。

從以上實驗結果得知理論計算的值較衛星實際測量值為高，本文因衛星資料有限，不能更深入比較，若能收集更多的衛星資料來和探空資料作比較，也許可得到模式與實際大氣之間固有的差值，當作補償值 (offset) 再去推求溫度剖面，應可獲至更佳的结果。

衛星遙測大氣垂直溫度剖面可應用在缺乏四度空間觀測資料的熱帶洋面。臺灣地區東臨西太平洋廣大海域，氣象觀測報告稀少，當吾人作數值預報時，對客觀初始場的計算深受困擾。既然軌道衛星觀測的解析度為 145~330 公里，而綜觀尺度大氣乃是研究 200~300 公里的天氣現象，故可將衛星遙測資料納入數值天氣預報作為計算的初值。並且衛星遙測涵蓋整個地球大氣，能提供吾人四度空間的觀測，可提高全球大氣環流模式初始條件的精確度，是天氣分析與數值天氣預報上極有價值之高空氣象記錄。

誌 謝

本文得以順利完成，非常感謝國立中央大學陳世照副教授、陳哲俊博士的建議與協助，更感謝張鐵鈞博士的協助並提供資料，此外張能復博士、王

顯達博士的熱心幫助，空軍氣象中心劉廣英副主任提供探空資料以及中央氣象局吳局長宗堯、郭組長文鑾、胡科長仲英和洪副主任理強等的支持，均在此一併致謝。

參考資料

1. Born, M. and E. Wolf (1975). Principles of Optics. 182pp., Pergamon, New York.
2. Chahine, M. T. (1968). Determination of the temperature profile in an atmosphere from its outgoing radiance. J. Opt. Sci. Amer., 58, 1634-1637.
3. Chahine, M. T. (1970). Inverse problems in radiative transfer: Determination of atmospheric parameters. J. Atmos. Sci., 27, 960-967.
4. Chahine, M. T. (1972). A general relaxation method for inverse solution of the full radiative transfer equation. J. Atmos. Sci., 29, 741-747.
5. Chang, A. T. C. and T. T. Wilheit (1979). Remote sensing of atmospheric water vapor, liquid water, and wind speed at the ocean surface by passive microwave techniques from the Nimbus 5 satellite. Radio Sci., 14, 793-802.
6. Jackson, J. D. (1975). Classical Electrodynamics, 281pp., John Wiley, New York.
7. Kaplan, L. D. (1959). Inference of atmospheric structure from remote radiation measurements. J. Opt. Soc. Amer., 49, 1004-1007.
8. King, J. I. F. (1959). The radiative heat transfer of planet earth. Scientific Uses of Earth Satellites, University of Michigan Press, 133-136.
9. Lane, J. A. and J. A. Saxton (1952). Electrical properties of sea water. Wireless Eng., 29, 269-275.
10. Lenoir, W. B. (1968). Microwave spectrum of molecular oxygen in the mesosphere. J. Geophys. Res., 73, 361-376.
11. Meeks, M. L. (1901). Atmospheric emission and opacity at millimeter wavelengths due to oxygen. J. Geophys. Res., 66, 3749-3757.
12. Meeks, M. D. and A. E. Lilley (1963). The microwave spectrum of oxygen in the earth's atmosphere. J. Geophys. Res., 68, 1683-1703.
13. Rosenkrantz, P. W. (1975). Shape of the 5 mm oxygen band in the atmosphere. IEEE Trans. Antennas Propagat., AP-23, 498-506.
14. Staelin, D. H. (1966). Measurements and interpretation of the microwave spectrum of the terrestrial atmosphere near 1 centimeter wavelength. J. Geophys. Res., 71, 2875-2881.
15. Stogryn, A. (1967). The apparent temperature of the sea at microwave frequencies. IEEE Trans. Antennas Propagat., 15, 278-286.
16. The Nimbus 6 User's Guide (1975). NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md.
17. The Nimbus 6 Data Catalog (1975). Vol I. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md.
18. Twomey, S. (1977). Introduction to the Mathematics of Inversion in Remote Sensing and Indirect Measurements, Developments in Geomathematics 3, Elsevier Scientific Publishing, New York.
19. Waters, J. W., K. F. Kunzi, R. L. Pettrjohn, R. K. L. Poon and D. H. Staelin (1975). Remote sensing of atmospheric temperature profiles with the Nimbus 5 microwave spectrometer. J. Geophys. Res., 32, 1953-1969.
20. Wehster, W. J. Jr., T. T. Wilheit, D. B. Ross and P. Gloerser (1976). Spectral characteristics of the microwave emission from a Wind-driven foam-covered sea. J. Geophys. Res., 81, 3095-3099.

臺灣地區日射與日照關係之初步探討

The Primary Studies for the Relationship between Solar Radiation and Sunshine duration in Taiwan

黃 國 禎 徐 森 雄

Kuo-Cheng Huang Sen-Hsiung Hsu

ABSTRACT

This paper deals with the relationship of global solar radiation and sunshine duration from the data of eight weather stations in Taiwan. The data of global solar radiation at Taichung, Hualien, Chiayi, Tainan, Taitung, Kaohsiung, and Hengchun were available only for two years (1979-1980); except that data at Taipei available for sixteen years (1965-1980). As the results of analysis, The distribution of global solar radiation in Taiwan, a tendency of increasing solar radiation with the lower latitude. The correlation coefficients between solar radiation and sunshine duration were 0.9711, the greatest, at Hualien and 0.7504 the smallest, at Tainan. At Taipei, since different type of pyranometer used for two periods, the correlation coefficients are not similar. From 1965 to 1973, the correlation coefficient is 0.7631 by Robitzsch pyranometer, and in the later period (1974-1980) is 0.9373 by Thermalcouple pyranometer. Therefore, at Taipei, the relationship between solar radiation and sunshine duration of the later period, can be expressed as representative by the linear regression equation of the $Q/Q_0 = 0.1974 + 0.5625 n/N$. Consequently the estimated value of solar radiation from the observed sunshine duration of 1981 was very close to the observed solar radiation, and the probable errors were 5.4% for Taipei and 4.3% for Hengchun.

摘 要

本文僅初步探討臺灣地區九個測站之全天日射量與日照時數之相互關係，日射量資料除臺北測站有16年(1965~1980)外，臺中、花蓮、嘉義、臺南、臺東、高雄與恆春等七個測站均僅2年(1979—1980)。經分析結果，全天日射量分佈情形，嘉

義地區偏低較甚，可能係採用魯卑支式日射計，儀器感應較不靈敏所致，其餘各地大致隨緯度之增加而減少。日射與日照之相關係數，以花蓮 0.9711 為最大，而以臺南 0.7504 為最小，臺北地區由於採用日射計種類不同，其相關係數亦異，1965~1973 年間採用魯卑支式日射計為 0.7631，1974~1980 年間採用熱電偶式日射計為 0.9373，因此臺北

市日射與日照之直線迴歸式應以後期之迴歸式： $Q/Q_0 = 0.1974 + 0.5625n/N$ 為代表。據直線迴歸式以實測日照時數估算民國70年之月平均日射量，其估測值與實測值之機率誤差，臺北為 5.4% 而恆春為 4.3%

一、前言

太陽輻射不僅供給地球絕大部份的能源，且影響生物生育與地表水文收支平衡，因此一向為氣象、農業與環境科學等各方面研究者所重視。在各項氣象要素中與太陽輻射量關係最密切者為日照時數；一般測候站多只觀測日照時數，而同時進行日射量觀測者較少；由於太陽輻射的重要性日益受到重視，日射資料的需求亦漸感迫切，因此所有針對日射與日照之間關係的研究，其最終目的即在尋求正確經驗公式，俾以利用日照資料推測日射量的多寡。

有關日射與日照之間關係的研究，早於1924年 Ångström 即已提到 Q/Q_0 與 n/N 間具有直線關係。其式如下 (Chang, 1968)

$$Q/Q_0 = a + b \cdot n/N \dots\dots\dots (1)$$

式中 Q 為全日射量 (Global solar radiation)， Q_0 為可能全短波日射量 (Possible total short wave solar radiation)， n 為實測日照時數 (Bright sunshine duration)， N 為可能最大日照時數 (Maxium possible duration of sunshine)； a 、 b 值則因觀測站之地理位置，季節變遷及地區氣候特性不同而不一致，大體上 a 值約為 0.2~0.3， b 值約為 0.4~0.6 之間 (關原氏, 1967; Black et al, 1954; Page, 1961; Katsoulis et al, 1981. 顏氏 (1974) 曾以(1)式求得臺北、臺南、花蓮與宜蘭等四個地區之 a 、 b 值，由於當時所使用的日射計皆為魯卑支式，而今本省各測站大都改用熱電偶式，因此 a 、 b 值的修正是有其必要；唐氏 (1979) 以臺南糖業研究所氣候站資料，特意選擇晴空時之日射量，除去雲量影

響之後， b 值則出現大於 1 的情形。Rosenberg (1964)、Page (1965) 與 (Katsonlis et al (1981) 皆提到 a 、 b 值與輻射強度均和季節變遷有關， b 值與輻射強度則均以夏天為最大，以冬天為最小；但關原氏 (1967) 在其報告中則謂因每年同一地區、同一季節的資料差距太小之故，致使分析結果甚差，甚而出現負相關的情形。

日射須穿透大氣層方始到達地表，因此輻射勢必為空氣分子、水汽與灰塵所反射、散射、漫射及吸收，所以地表所接受的輻射量與大氣層厚度、透射率具有密切關係 (Glover, 1958)；在晴空無雲狀況之下，可由 $t^m = a + b$ 式推算出平均大氣透射率 (t)，而各地區之 t 值將可作為空氣混濁度 (Turbidity) 或空氣污染 (Air pollution) 的指標。

本文係根據中央氣象局氣候資料年報中相當有限的資料，嘗試探討臺灣地區輻射強度之分佈趨勢及日射與日照間的關係；並選擇臺北與恆春兩測站由1981年測得之日照時數，利用(1)式估算平均日射量，以便探討臺灣南北兩地日射與日照關係式之準確性；另由各測站 a 、 b 值推算平均大氣透射率並比較之。

二、資料來源與方法

就中央氣象局氣候資料年報內，摘錄八個測站之全日射量與日照時數資料，其中臺北測站計有 192 個月 (1965 年元月至 1980 年 12 月)，臺中等七個測站各有 24 個月 (1979 年元月至 1980 年 12 月)，以上八個測站基本資料列如表一。用以測定日照時數的儀器均為康培司托克式 (Campbell Stokes)，而測安全日射量的儀器，除了臺北 (1973 年以前) 與嘉義測站使用魯卑支式 (Robitzsch) 之外，均使用熱電偶式 (Thermalcouple)；各測站之 Q_0 與 N 值則參照日本新編農業氣象手冊 (1974) 以內挿法求得。

表一 本省八個測站基本資料

Table 1. The basic information of eight weather stations in Taiwan.

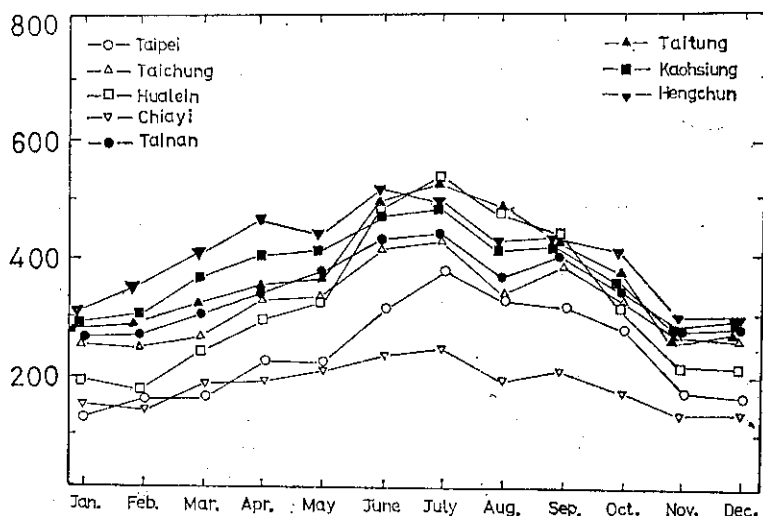
地 點	緯 度	經 度	標 高	期 間	月 數	日照計種類	日 射 計 種 類
臺 北	N 25°02'	E 121°31'	(m) 8.0	1965-80	192	康培司托克式	魯卑支式 (1965-73) 熱電偶式 (1974-80)
臺 中	24°09'	120°41'	83.8	"	"	"	熱電偶式
花 蓮	23°58'	121°37'	17.6	"	"	"	"
嘉 義	23°30'	120°25'	26.8	"	"	"	魯卑支式
臺 南	23°00'	120°13'	12.7	"	"	"	熱電偶式
臺 東	22°45'	121°09'	8.9	"	"	"	"
高 雄	22°35'	120°18'	2.4	"	"	"	"
恒 春	22°00'	120°45'	22.3	"	"	"	"

三、分析結果與討論

根據本省八個測站之月平均日射量資料，每月

(一)各測站月平均日射量每月變動情形：

變動情形如圖一所示。



圖一 臺灣地區月平均日射量 (1979~1980)

Fig. 1. Monthly mean solar radiation in Taiwan.

1.各測站月平均日射量之比較：

理論上到達地表的日射量乃隨緯度增加而減少，此乃因日射角變大的關係，而日射角大，輻射經過大氣層的厚度相對增加，且承受面積亦相對增加，因此單位面積日射量相對減少。但因地區氣候特性及空氣混濁程度的差異亦會影響日射量到達地面的多寡；當緯度相差不大時，日射量受地區氣候特性的影響就來得明顯(Chang, 1961)。由圖一可見嘉義之日射量呈偏低的現象。推其原因既非緯度或

天候差異，想係魯卑支式日射計儀器誤差所致。如不考慮此項紀錄，則以緯度最低的恒春測站日射量最大，而以緯度最高的臺北測站日射量最小。

2.每月平均日射量變化情形：

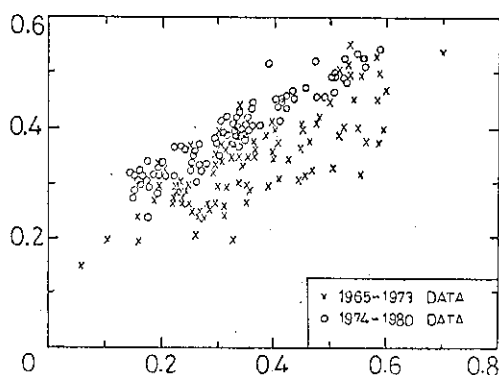
日照時數長短直接影響地面承受日射量的多寡，由於地球繞着太陽運轉及極軸傾斜的緣故，所以日照時數隨着季節變化時長時短，循環不已。就本省地理位置而論，平均日射量在月份上的變動，應以六月份為最大，而呈常態分佈。但由圖一得知除

了恒春測站六月份之平均日射量為全年最大外，其餘測站均以七月份為最大，且部份測站五月份平均日射量低於四月份，八月份低於九月份，此乃受到降雨的影響。正如唐氏(1979)研究結果發現臺南地區五月份平均日射量大於六、七月份的情形一樣。

(二)日射與日照的關係：

1.臺北測站日射與日照之關係：

依據使用日射計的不同，將臺北測站 Q/Q_0 值與日照率 (n/N) 資料分為前期 (1965~1973) 與後期 (1974~1980) 兩部份，分別標於星佈圖上，如圖二所示。發現前期 108 個月的資料中因使用魯卑支式日射計，致使此一時期日射量偏低，且日射與日照的關係顯得比較散亂。1974年改用熱電偶式日射計，後期84個月日射量呈現增大的傾向，且日射與日照的關係更佳。若將所有資料分為全期 (1965~1980) 前期 (1965~1973) 與後期 (1974~1980) 三部份，分別以最小自乘法求得日射與日照直線迴歸關係，結果列如表二；後期相關數達 0.9373，而前期僅為 0.7631，全期為 0.7780。顯示後期相關性最佳，因此若以後期迴歸關係式來估算臺北地區日射量較為適宜。



圖二 臺北測站日射與日照關係星佈圖

Fig. 2. The scatter-diagram of solar radiation and sunshine duration at Taipei weather station.

從後期迴歸關係式得知臺北地區日射量經過大氣層到達地表，在晴空無雲情況下，亦即當 n/N 等於 1 時，日射量仍受大氣中空氣分子、水汽、灰塵等向上反射、吸收、散射與漫射影響而消滅，經由可信賴界限推算結果，其消滅量約為理論日射量的 21~27%，只有 73~79% 的輻射量到達地表；陰天時，經由大氣向下反射，散射與漫射的輻射量約為

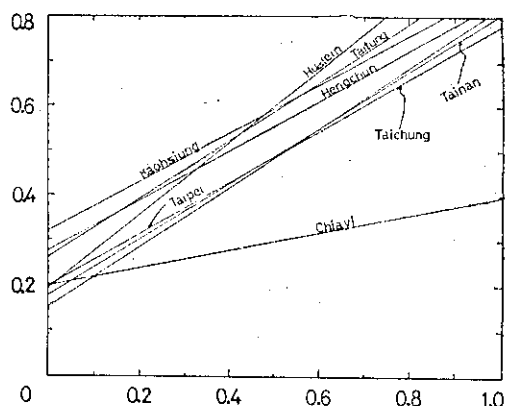
大氣層外理論日射量的 20%。

表二 臺北站日射與日照迴歸分析結果

Tabl 2. The regression analysis result of solar radiation and sunshine duration for Taipei.

期 間	a	b	r
1965-1973	0.1702	0.4772	0.7631
1974-1980	0.1974	0.5625	0.9373
1965-1980	0.1874	0.4981	0.7780

將資料以季節區分來分析臺北日射與日照的關係時，全期資料因受前期儀器誤差影響，而未達顯著水準；若將前期資料剔除後，每一季節內日射與日照相關性均達極顯著水準。後期資料以季節區分之直線迴歸關係如圖三所示，由此可知臺北地區春季若單位日照約小於 0.4 的時候，日射量則較其他季節來得少，此乃受梅雨的影響，空氣中水汽含量較多，而造成同樣的日照時數，日射量却較其他季節為少。



圖三 臺北站季節區分日射與日照之關係

Fig. 3. Seasonal relationship between solar radiation and sunshine duration at Taipei weather station.

2.各測站日射與日照之關係：

本省八個測站日射與日照的直線迴歸分析結果列如表三，各測站迴歸係數均達極顯著水準。由迴歸係數得知以花蓮 0.8146 為最大，表示該地區輻射強度變化最大，而以嘉義為最小。另由相關係數得知以花蓮為最佳，達 0.9711，而以臺南及嘉義

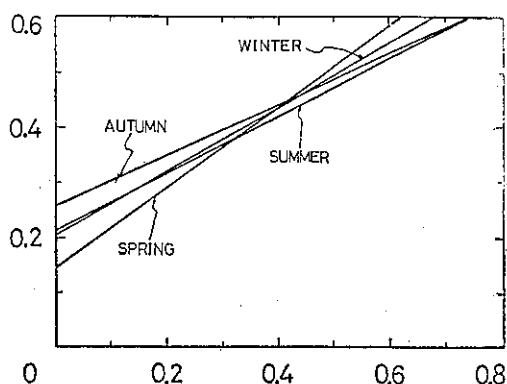
為較差。如前所述，嘉義測站日射資料可能受到魯卑支式日射計之儀器誤差影響，致使迴歸係數以及相關係數偏低；本文之所以將其併入分析，旨在提供參考。

表三 本省八個測站日射與日照迴歸分析結果
Table 3. The regression analysis results of solar radiation and sunshine duration for eight weather stations.

地 點	期 間	a	b	r
臺 北	1974~1980	0.1974	0.5625	0.9373
臺 中	"	0.2028	0.5786	0.8524
花 蓮	"	0.1982	0.8146	0.9711
嘉 義	"	0.2004	0.2018	0.7780
臺 南	"	0.1853	0.6153	0.7504
臺 東	"	0.2686	0.6550	0.9565
高 雄	"	0.3222	0.5535	0.9056
恆 春	"	0.2866	0.5543	0.9420

各測站日射與日照迴歸直線如圖四所示，很明顯可以看出嘉義日射與日照的關係顯得很特殊；單就其餘七個測站迴歸直線比較結果，花蓮地區單位日照率輻射強度變化較其他地區為大。

茲若選擇臺北與恆春兩個測站1981年日照時數，利用表三兩站日射與日照之關係式估算月平均日



圖四 本省八個測站日射與日照之關係

Fig. 4. Relationship between solar radiation and sunshine duration at eight weather stations.

射量，所得估測值與實測值比較結果列如表四與表五，得知兩地月平均日射量估測值與實測值之機率誤差 (Probable error)，臺北為5.4%，恆春為4.3%；足見兩地日射與日照之關係式具有相當可靠的準確性，並表示因地區氣候特性與地理位置的差異，各地日射與日照之關係不盡相同。

臺北若分別以全期(1965~1980)與前期(1965~1973)之日射與日照關係式估算1981年月平均日射量，其機率誤差全期為13.1%與前期為12.1%，皆大於後期(1974~1980)關係式估算之結果。此與前述之迴歸分析結果：後期日射與日照之相關性較全期及前期為佳，相互吻合。

表四 民國70年臺北日射量之估測值與實測值之比較

Table 6. Comparison of solar radiation between the values of estimated and observed in 1981, Taipei.

項 目	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
估 計 值*	183.1	175.1	202.3	262.0	234.1	283.4	343.2	355.9	253.1	241.0	159.0	137.5
實 測 值	193.0	149.8	200.2	248.9	217.6	299.1	376.8	389.9	288.7	290.3	201.5	168.1
誤 差	- 9.9	+ 25.3	+ 2.1	+ 13.1	+ 16.5	- 15.7	- 33.5	- 34.0	- 35.6	- 49.3	- 42.6	- 30.6
誤差/實測值(%)	- 5	+ 16	+ 1	+ 5	+ 7	- 5	- 9	- 8	- 12	- 16	- 21	- 18

* 利用 (1974~1980) 關係式 $Q/Q_0 = 0.1974 + 0.5625n/N$ 求得。

表五 民國70年恆春日射量之估測值與實測值之比較

Table 5. Comparison of solar radiation between the values of estimated and observed in 1981, Hengchun.

項 目	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
估 計 值	301.9	381.7	414.8	472.2	411.9	396.6	433.7	455.8	376.7	391.0	307.0	263.0
實 測 值	277.0	345.0	388.0	452.5	413.0	381.5	418.0	444.0	347.5	387.0	299.5	263.5
誤 差	+ 24.9	+ 86.7	+ 26.8	+ 19.7	- 1.1	+ 15.1	+ 15.7	+ 11.8	+ 29.2	+ 3.9	+ 7.6	- 0.5
誤差/實測值(%)	+ 9	+ 10	+ 7	+ 4	- 0.3	+ 4	+ 4	+ 3	+ 8	+ 1	+ 2	- 0.1

(三)各測站平均大氣透射率：

在日射與日照直線關係式中， a 、 b 值的涵意除了表示日射量與地理位置、季節變遷的關係外，尚表示日射量與地區氣候特性及環境現象的關係，亦即意味着大氣透射率對日射量影響的程度。

光學上由 Beer's Law 得知當一束光源透射某一均勻介質深度 dx 時，由於輻射強度受到介質散射、漫射與吸收作用的影響而衰減，其所消耗的輻射強度 dI 可以下式表示之：

$$dI = -aI \, dx \dots\dots\dots(2)$$

式中 I 為光束輻射強度， a 為介質消光係數 (Extinction Coefficient)，此一係數又為介質散射、漫射與吸收係數之和 (Sutton, 1953)。將(2)式積分得：

$$I = I_0 e^{-ax} \dots\dots\dots(3)$$

式中 I_0 為光束穿射介質之前的輻射強度， I 為透射介質深度 x 之後的輻射強度， e^{-a} 稱為介質透射率 (Transmissivity)。若以 Q 、 Q_0 代替 I 、 I_0 ，平均大氣透射率(t)代替介質透射率(e^{-a})，平在大氣

層厚度(m)代替介質深度(x)；其中 t 值乃是令 $m = \sec\theta$ 後，經標準化之數值 (θ 為天頂角)，則(3)式可改寫為：

$$Q/Q_0 = t^m \dots\dots\dots(4)$$

在晴空無雲的情況下，理論上 n/N 等於 1，因此由(1)及(4)式得知：

$$t^m = a + b \dots\dots\dots(5)$$

此時雲量等於零；日射量的消滅絕大多數受到大氣混濁度的影響，因此可由 a 、 b 值推算大氣透射率，亦即表示大氣混濁度可由日射量的變化情形予以推測。

理論上，平均大氣層厚度不得小於 1，且 Q/Q_0 值不得大於 1，因此平均大氣透射率應小於 1；前人研究結果 t 值均為 0.8 左右 (關原氏, 1967; Glover et al, 1958; Davies, 1965)。本省各地平均大氣透射率經由表三 a 、 b 值與(5)式計算結果列如表六，其中除了臺北、臺中與恆春之 t 值尚可供參考外，其他地區可能由於資料短暫及儀器誤差致使差異頗鉅，有待日後進一步的探討。

表六 各測站平均大氣透射率

Table 6. The mean atmospheric transmissivity of each weather station.

地 點	臺 北	臺 中	花 蓮	嘉 義	臺 南	臺 東	高 雄	恆 春
t^m	0.7599	0.7814	1.0128	0.4022	0.8006	0.9236	0.8757	0.8409
m	1.1034	1.0959	1.0944	1.0904	1.0864	1.0844	1.0830	1.0785
t	0.7797	0.7984	1.0117	0.4337	0.7369	0.9293	0.8846	0.8516

四、結 論

地表承受日射量的多寡，受到地理位置、季節變遷、大氣混濁度，以及地區氣候特性等因素的影響，因此若由理論上來預測日射量變化的趨勢常未能與實際情形完全相符，這原本無可厚非，然若由於儀器上的誤差過大的話，將使問題更趨複雜。臺北測站在1973年以前，全天日射量係採用較粗放之魯卑支式日射計觀測的，因而資料分析結果，輻

射強度偏低，且日射與日照之相關性亦欠佳。1974年更換熱電偶日射計之後，則呈現輻射強度增大，且日射與日照之相關性亦趨良好。因此建議臺北日射與日照的關係應以後期資料求得之 $Q/Q_0 = 0.1974 + 0.5625 n/N$ 為合理關係式。其中a、b值與世界各地研究結果（唐氏，1979；關原氏，1967）相比較列如表七；其值均甚為接近，惟唐氏因將 Q_0 值修正為晴天最大可能全短波日射量，以致於b值大於1。

表七 世界各地日射與日照關係之研究結果

Table 7. Relationship between solar radiation and sunshine duration around the world.

研 究 者	年 份	a	b	r	月 數	地 點	日 照 計 種 類
Black Bonython Prescott	1954	0.23	0.48	—	384	世界 各地	康培司托克式
Glover McCulloch	1958	0.23	0.62	0.85	60	肯 亞	〃
Page	1961	0.23	0.52	—	742	世界 各地	〃
Davies	1965	0.19	0.60	0.86	210	西 非	〃
Sekihara Suzuki	1967	0.22	0.52	0.91	300	日 本	約 旦 式
唐 榮 澤	1979	0.27	1.07	0.90	120	臺灣 臺南	〃
黃國禎 徐森雄	1982	0.20	0.56	0.94	84	臺灣 臺北	康培司托克式

* Q_0 值經過修正。

本省全天日射量觀測資料除了臺北站較完整外，其餘測站稍嫌短暫，但以目前的資料作初步探討，一方面可以臺北資料作基準而與其他各地資料相互比較，另一方面可及早察覺有關觀測上的問題，以便適時作儀器之校正或更換。

雖然除了臺北之外，其餘各測站資料尚為短暫，致使無法討論各測站經由計算所得之平均大氣透射率；但理論上，大氣混濁度可由日射量變化情形來加以推測，若以此作為空氣污染的指標，在環境科學上仍具有參考價值。

謝 誌

感謝中央氣象局方冠英組長與劉明揚先生熱心協助提供寶貴資料，以及該局所屬各測站默默耕耘的觀測者，由於他們的辛勞，本文始克誕生，在此一併致以衷心謝忱。

參 考 文 獻

- 1) 日本養賢堂(1974)：新編農業氣象手冊，第一版，837-838.
- 2) 唐榮澤(1979)：臺南地區日射量之分析，氣象學報第25卷第2期，15-20.
- 3) 顏俊士(1974)：臺灣各地之日射量估計問題，大氣科學第一期，72-80.
- 4) 關原弘，鈴木正(1967)：日射と日照の相關關係およびロビッチ日射計の觀測値について，研究時報19卷11號，608.
- 5) Black, J. N., C. W. Bonython and J. A. Prescott (1954): Solar radiation and the duration of sunshine. Quart. J. Roy. Mes. Soc., 80, 231-235.

- 6) Chang, J. H. (1961): Micro-Climate of Sugar Cane. Hawaiian Planter,s Records, 56(3), 3-5.
- 7) Ghang, J. H. (1968): Climate and Agriculture. Aldine, Chicago.
- 8) Davies, J. A. (1965): Estimation of Insolation for West Africa. Quart. J. Roy. Met. Soc., 91, 359-363.
- 9) Glover, J. and J. S. G. McCulloch (1958); The Empirical Relation between Solar Radiation and Hours of Bright Sunshine in the High Latitude Tropics. Quart. J. Roy, Met. Soc., 84, 56-60.
- 10) Katsoulis, B,D, and S. N. Leontaris (1981): The Distribution over Greece of Global Solar Radiation on a Horizontal Surface. Agri. Met., 23, 217-229.
- 11) Page, J. K. (1961): The Estimate of Monthly Mean Values of Daily Total Short Wave Radiation on Vertical and Inclined Surface from Sunshine Records for Latitude 40 North-40 South. United Nations Conference on New Sources of Energy.
- 12) Rosenberg, N. J. (1964): Solar Energy anr Sunshine in Nebsaska. Neb. Agr. Exp. Station Res, Bull., 213, 29.
- 13) Sutton, O. G. (1953): Micrometeorology, McGraw Hill, New York. 333 pp.

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·

乾日機率在水稻聯合收穫機作業 計畫中之應用

The Application of Dry Day Probability on the Scheduling of Rice Combine Operation

邱 永 和

李 南 文

Chiu, Yung-ho

Lee, Nan-wen

ABSTRACT

The scheduling of rainfall sensitive outdoor activities is necessary for assigned task by a predetermined completion date. For example, the delaying of field works results in unfavorable growth conditions to crops in agriculture. Particularly, in a mechanized farm, the occurrence of rainfall greater than some specified levels becomes of vital concern because the losses of working time relate directly with losses of profit.

To estimate the workday of rice combine, a day was defined as a complete workday when its daily rainfall was less than 0.1 mm. The workday sequence of Taichung and Tainan was fitted by the first order Markov chain model, then Monte Carlo method was applied to simulate the occurrence of workday.

一、降雨對農機作業的影響

容易受天氣影響的產業，如果無法造成理想的天氣條件，則必須採取適合天氣條件的經營措施，才能達到收益最大及損失最小的成效而獲得經濟的利益，可知經營決策必須參考氣象資訊。

經營者應用氣象資訊，可以做較合理的決策而能達成有利的經營結果，因此應用氣象資訊具有經濟效益 (McQuigg, 1974)。

農業是最易受天氣影響的產業。例如各種田間作業——耕耘、種植、收穫等——都可能因降雨而必須停頓。以作業當時的降雨而言，作業者將感覺不舒適而停工；作業以前的降雨則使作物及土壤的自由水分增加而成爲不適於作業的情況，兩種情況

都減少了作業時間。

如果各種田間作業因作業時間不足而未能在適宜時期內完成，對作物的品質及產量都會產生不良的影響。本省的二期稻作因選就栽培制度，不能配合適宜的天氣條件（在營養生長期遭遇高溫長日，在生殖生長期遭遇低溫短日）以致普遍較一期作產量低爲最明顯的例證（林和張，1975）。可知經營農場時，預估可作業時間而適時完成田間作業極爲重要。

田間作業如以機械代替勞力而實施時，因農機屬於鉅額投資，可作業時間多寡更與經營利潤息息相關。因此無論就經營計畫或經營成效而論，都亟須瞭解降雨對農機作業的影響且須正確地估計可作業時間。

有關農機的使用成本可區分為固定成本及變動成本。固定成本項下包括的折舊、利息費用與作業日數的關係如下所示 (邱及黃, 1975) :

$$D = \frac{C-R}{L} \times \frac{1}{Q} \quad (1)$$

$$I = \frac{C+R}{2} \times P \times \frac{1}{Q} \quad (2)$$

式中 D: 單位作業量的折舊費
C: 機械購置價格
R: 機械殘餘價格
L: 機械耐用年限
Q: 年工作量 = 日作業量 × 作業日數
I: 利息費用
P: 年利率

由(1)、(2)二式可知, 折舊及利息費用與作業日數成反比, 可作業日數較多的地區, 農機的使用成本較低。各地區的可作業日數如有差異, 則政府在補助金額以推廣農機時, 似亦宜根據使用成本的觀點而運用經費, 將有助於合理地分配資源。

即使有些農民使用農機並不以追求利潤為着眼, 但以計畫作業的觀點, 亦必須參考可作業日數定決策。

可作業面積、作業能量及可作業日數之間具有下述關係 (關、1978) :

$$S_r = \frac{Q \cdot C \cdot T}{m} \quad (3)$$

式中 S_r : 可作業面積
Q: 可作業日數
C: 機械作業能量
T: 每日實際作業時數
m: 各種作業實施次數

據此推論, 不論是爲了完成固定面積的田間作業而選擇適當作業能量的農機, 以免不當投資; 或是爲了使得某一農機充分利用, 而能增加其作業面積, 都必須參考可作業日資料, 做爲計畫的依據。

前已述及, 降雨對農機作業的影響可分為對作業者及對機械能力兩方面。其中降雨對機械作業能力的影響, 係因使土壤含水量增加, 導致硬度減少, 黏滯性增加, 使得機械牽引力低落; 但一般而言, 缺乏精確的物理關係資料。所以氣象局 (邱等, 1981) 嘗試以問卷調查方法歸納農民使用農機的經驗, 以便決定降雨的影響而能分析作業日數。

調查結果顯示, 各種降雨對於不同的農機作業

影響互異。以耕耘機而言, 作業之前的降雨雖然增加了田間土壤水分, 但只要在作業當時, 未曾發生足以使作業者停工的中等強度降雨 (降雨強度 > 3 mm/hr), 耕耘作業大致不受影響。動力插秧機的作業, 則因要求土壤有適當硬度, 如降雨使得田土泥濘, 作業便可能延誤。以臺南地區為例, 日降雨量超過 5mm 時, 可能因日蒸發量較少, 田土無法逐漸乾燥, 將使得作業延誤; 同時插秧作業也會因作業當時所發生的中等強度的降雨 (降雨強度 > 3 mm/hr) 而停頓。至於聯合收穫機, 由於機械的設計極不利於收穫潮濕稻谷, 些許自由水分 (例如稻谷上的露水) 都可能使得機械阻塞而無法作業。由於此種影響, 農民多等待稻株水分乾後才利用聯合收穫機作業, 顯著地減少了機械作業時間。

由於聯合收穫機容易受降雨影響, 且屬於昂貴農機, 本文特別着重討論聯合收穫機的例子。

多數農民表示, 即使稻株上僅有露水, 亦將等待露水乾透後, 才使用聯合收穫機開始作業, 其等待時間由半小時以至三小時不等。由於每晚實際測定的露量, 遠低於理論上的最大露量 1mm (Chang, 1968; Hsu and Sakanoue, 1980), 仍對收穫機作業產生不利的影響, 所以此處決定以日降雨量少於 0.1mm 時爲適宜聯合收穫機作業的作業日, 簡稱乾日 (d)。日降雨量大於及等於 0.1 mm 時, 視爲不適宜作業日, 簡稱雨日 (r)。

二、乾日機率的估算

根據前述定義, 欲求 n 天之內適宜聯合收穫機作業的日數即等於求算 n 天之內所出現的乾日日數。其方法首須列出各種乾日及雨日組合的機率 (共有 2^n 種組合), 再合併計算 1、2、3...n 箇乾日的機率。

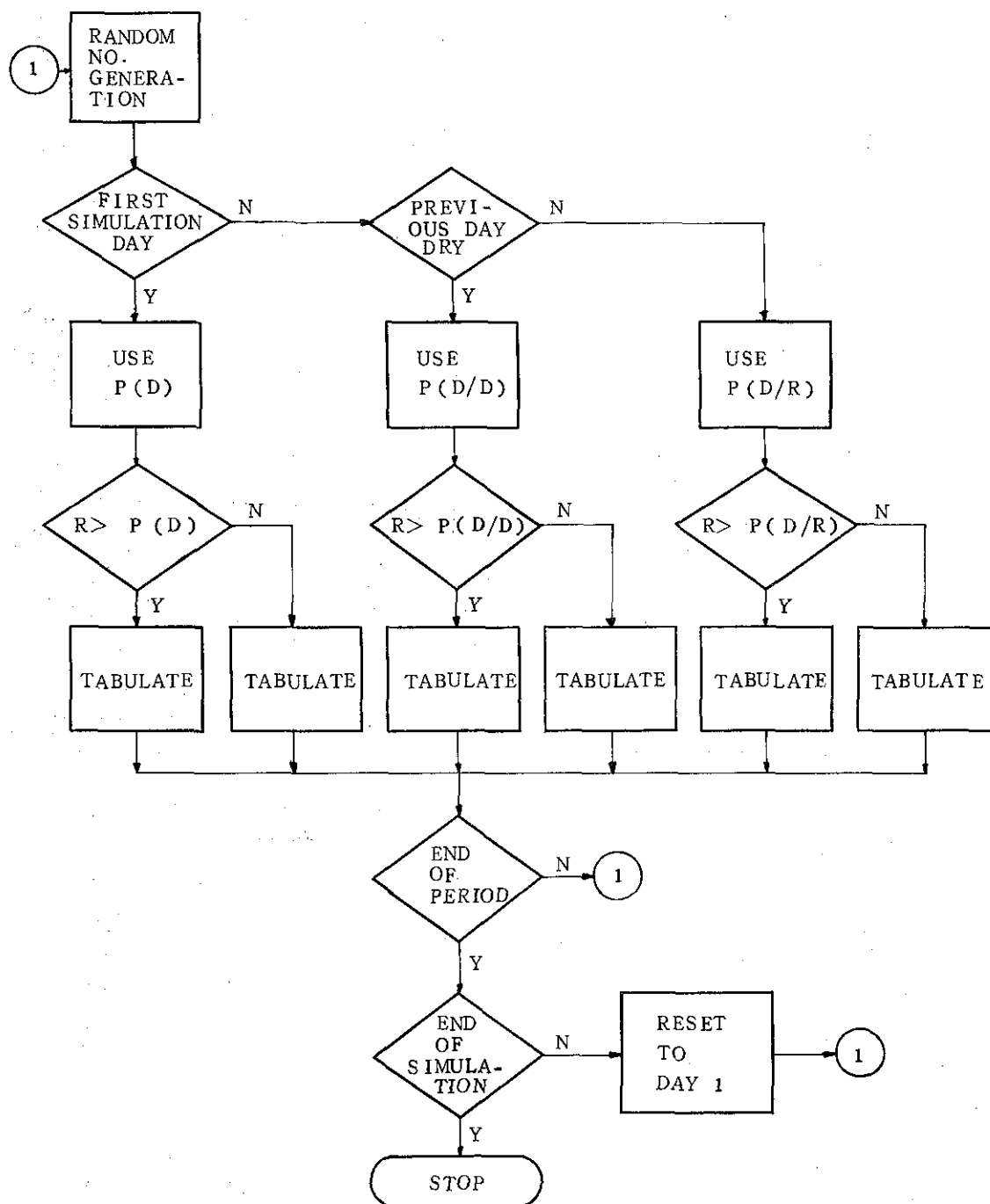
例如求 6 月 1 日至 6 月 4 日期間, 分別有 1、2、3、4 箇乾日的機率步驟如下:

(一)統計乾日及雨日十六種組合 (2^4) 的箇別機率, 分別爲 P (dddd)、P (dddr)、P (ddrd)、P (ddrr)、P (drdd)、P (drdr)、P (drrd)、P (drrr)、P (rddd)、P (rddr)、P (rdrd)、P (rdrd)、P (rrdd)、P (rrdr)、P (rrrd)、P (rrrr)。

(二)合併計算

$$1 \text{ 箇乾日機率} = P (\text{drrr}) + P (\text{rdrr}) + P (\text{rrdr}) + P (\text{rrrd})$$

$$2 \text{ 箇乾日機率} = P (\text{ddrr}) + P (\text{drdr})$$



圖一 Monte Carlo 方法作業流程

Fig. 1. Information flow chart of Monte Carlo method

$$+P(drrd)+P(rddr)$$

$$+P(rdrd)+P(rrdd)$$

$$3 \text{ 箇乾日機率} = P(dddr)+P(ddrd)$$

$$+P(drdd)+P(rddd)$$

$$4 \text{ 箇乾日機率} = P(dddd)$$

由此例可瞭解， n 較大時，根本無法處理；而實用上却往往要求估算長期間內（例如一個月， $n=30$ ）的乾日日數(Feyerherm and Bark, 1965)。

為避免直接計算的困難，Covert 等 (1967) 利用 Monte Carlo 方法求算乾日日數。此方法的要點在於：產生 $0 \sim 1$ 的隨機數字，再與統計期間的乾日機率比較而決定是否為乾日，反覆模擬後，可得到近似常態的乾日頻度分佈，可視為乾日出現機率。圖一所示為 Monte Carlo 方法的作業流程。

不論是合併乾日與雨日組合機率而計算乾日日數，或是以 Monte Carlo 方法計算乾日日數，都必須注意乾日的出現係屬於相依事件而非獨立事件。這是因為許多大氣現象具有持續性，今天有雨之後數天內有雨的機率與今天無雨之後數天內有雨的機率並不相同；乾日的出現亦同。可知有關乾日機率的估算應以條件機率而非絕對機率為之。

估算乾日的條件機率必須先確定未來的乾日機率與過去的 n 日天氣有關。假如由今天的天氣情況即可決定明天出現乾日的機率，則乾日的條件機率為 $P(X_{n+1}|X_n)$ ；如需合併昨天及今天的天氣情況，才能較適切地決定明天出現乾日的機率，則條件機率成為 $P(X_{n+1}|X_n, X_{n-1})$ 。

隨機過程中的馬可夫過程指：不論有任何的過去事件 $(X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1})$ 及現在事件 $(X_n=i)$ ，未來任意事件 $(X_{n+1}=j)$ 的機率只與現在事件有關而與過去事件無關

$$\begin{aligned} P\{X_{n+1}=j|X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} \\ = P\{X_{n+1}=j|X_n=i\} \end{aligned} \quad (4)$$

(4)式稱為簡單或一階馬可夫鏈模式。另有高階模式；如二階模式，指未來事件的機率與其前二次事件有關

$$\begin{aligned} P\{X_{n+1}=j|X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} \\ = P\{X_{n+1}=j|X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} \end{aligned} \quad (5)$$

若干研究者已根據馬可夫鏈模式求得乾（雨）日序列的理論分佈並與實測分佈相比較，認為該模

式可有效地描述乾（雨）日序列的分佈 (Caskey, 1963; Weiss, 1964; Peng, 1967a, 1967b; Hsu and Sakanoue, 1975; 邱等 1981)。

利用卡方 (χ^2) 測驗法驗證乾日序列的理論與實測分佈是否相符以便決定適宜的馬可夫鏈模式（簡單或高階模式），再據以計算乾日的條件機率。

以下列出一階模式的乾日絕對及條件機率計算公式：

$$P(D_t) = \frac{\text{第 } t \text{ 天為乾日次數}}{\text{統計次數}} \quad (6)$$

$$P\left(\frac{D_t}{D_{t-1}}\right) = \frac{\text{第 } t-1 \text{ 及 } t \text{ 皆為乾日次數}}{\text{第 } t-1 \text{ 天為乾日次數}} \quad (7)$$

$$P\left(\frac{D_t}{R_{t-1}}\right) = \frac{\text{第 } t-1 \text{ 天為雨日且第 } t \text{ 天為乾日次數}}{\text{第 } t-1 \text{ 天為雨日次數}} \quad (8)$$

三、臺中及臺南適宜聯合收穫機作業日數

為計算臺中及臺南兩地在一期作水稻收穫期間內適宜利用聯合收穫機作業的日數，首先分析二地區的乾日序列，應用卡方測驗證明其分佈可以一階馬可夫鏈模式加以描述（表一）。

表一 乾日序列實測與理論頻度比較，1971-1980.

Table 1. Observed and theoretical frequency distribution of dry day sequences, 1971-1980.

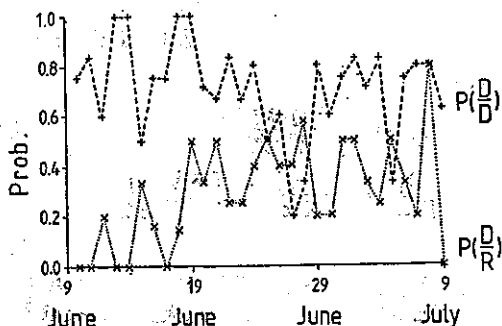
A臺中，6月10日至7月9日

序 列 長	實測頻度	一 階 模 式	
		理論頻度	χ^2
1	14	13	0.076
2	9	8	0.125
> 3	14	15	0.066
Σ	37	36	0.267
$< P_{\chi^2, 0.05} = 0.446$			

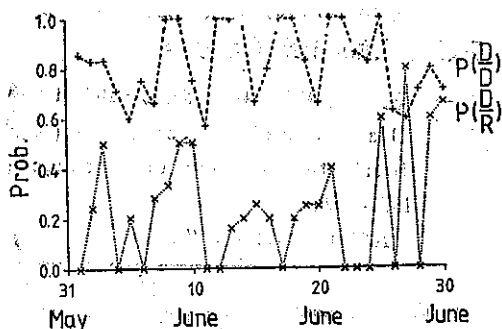
B臺南，6月1日至6月30日

序 列 長	實測頻度	一 階 模 式	
		理論頻度	χ^2
{ 1 2 }	7	9	1.777
> 3	18	14	1.142
Σ	25	23	2.91
$< P_{\chi^2, 0.05} = 3.841$			

利用(6)、(7)、(8)三式分別統計二地區 1971-1980年，收穫期間的乾日絕對機率及條件機率。由圖二可見乾日的條件機率有明顯的逐日變化，因此模擬時係使用逐日條件機率為之。

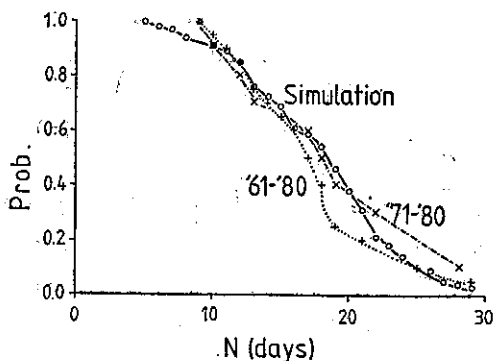


圖二A 臺中地區水稻收穫期間乾日條件機率的逐日變異
Fig. 2A. Fluctuation of conditional probability of dry day during harvesting period in Taichung.



圖二B 臺南地區水稻收穫期間乾日條件機率的逐日變異
Fig. 2B. Fluctuation of conditional probability of dry day during harvesting period in Tainan.

一般而言，Monte Carlo 法係應用於無法獲取實測資料的情況。例如藉助於模擬，可產生一千次或一萬次的統計期間內出現的適宜作業日日數，可比擬為一千年或一萬年的氣象資料。圖三即顯示利用臺南地區十年資料（'71-'80），二十年資料（'61-'80）及模擬一百次的資料所得到的累積機率分佈差異。由圖可見統計期間較短者所估計的較少及較多的作業日機率較高，且差異大。模擬法則期望藉大量模擬獲得近似常態的資料。

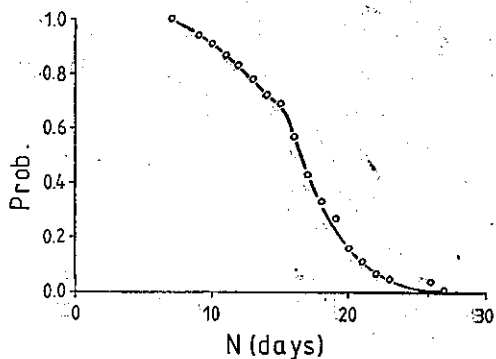


圖三 臺南地區不同統計期間及模擬100次作業日數的累積機率

Fig. 3. The cumulative probability of rice combine workday in Tainan of various data length and 100 simulation runs.

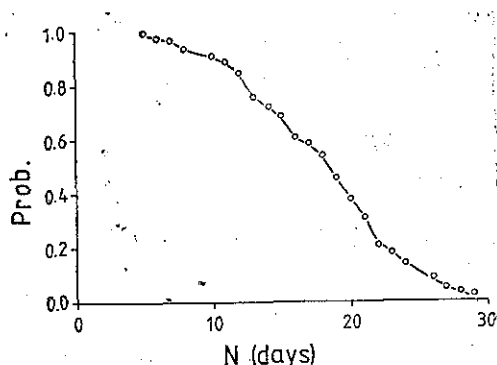
圖四顯示臺中（A）及臺南（B）二地收穫期間經一百次模擬的適宜聯合收穫機作業日數累積機率，此機率又可視為信賴水準。由圖可見二地在收穫期間有十至十六箇作業日的機率幾乎一致，約在90%~60%左右。可信賴水準高於90%的作業日數則以臺中較多，臺中至少出現有七箇作業日（100%）而臺南則僅有五箇作業日。

相反地如需要多於十六箇作業日時，臺南有較高的發生機率，最多可高於臺中達20%。不過須注意的是，應用此資料時，通常是由應用者決定其所願意採用的信賴水準（為安全著眼，可能須選用80%或90%的累積機率）而判定可能擁有的作業日數



圖四A 臺中地區一期作適宜聯合收穫機作業日數的累積機率

Fig. 4A. The cumulative probability of rice combine workday of 1st crop in Taichung.



圖四B. 臺南地區一期作適宜聯合收穫機作業日數的累積機率

Fig. 4B. The cumulative probability of rice combine workday of 1st crop in Tainan.

，因此較少出現的作業日數多半不被採納。

由此結果可判斷，由於臺中在一期作收穫期間具有較臺南為多的作業日數，其聯合收穫機將可較臺南充分利用，使用成本較低而有較高的收益。

四、結 論

易受天氣影響的產業，其經營決策必須以氣象資訊為依據，才能達成較合理而有利的經營成果；而為了協助產業經營，氣象資訊應表達為適於決策的形式。

本省目前推廣使用的聯合收穫機，極不適宜收穫潮濕稻谷，一旦降雨，機械作業便易於延誤。為計畫作業、調配農機及分析投資收益亟須參考各地適宜聯合收穫機作業日數資料。

根據問卷調查，定日降雨量少於 0.1mm 時，為適宜聯合收穫機作業日。臺中及臺南的適宜作業日序列分佈經測驗合於一階馬可夫鏈模式，隨後應用 Monte Carlo 方法計算適宜作業日數並表為累積機率形式，以便參考應用。

五、誌 謝

本文承中央氣象局吳局長宗堯、張副局長領孝、郭組長文鏗及臺大森林系陳教授信雄惠予指正，謹此致最誠摯的謝意。

六、參 考 文 獻

1. 邱永和、曾文柄、徐君明、李南文，1981，臺灣不同地區降雨持續性與農業機械設備使用效率之相關研究，氣象學報 27(2):15-26。
2. 林鴻淇、張則周，1975，兩種溫度變化形式

下氮肥施用量對水稻產量及品質之影響，臺大農化學研究所博士論文。

3. 鄧清標、黃光華，1975，引進新型水稻聯合收穫機試驗及其結構性能之檢討，臺灣省農業試驗所研究彙報 32:78-88。
4. 關昌揚譯，1976，農業機械化技術，徐氏基金會，504 pp。
5. CASKEY, J. E., 1963, A Markov chain model for the probability of precipitation occurrence in intervals of various length, Monthly Weather Review 91(6):298-301.
6. CHANG, J. H., 1968, Climate and agriculture, Aldine, Chicago, xvi+304 pp.
7. COVERT, R. P., GOLDHAMER, M. M. and LEWIS, G. F., 1967, An estimation of the effects of precipitation on scheduling of extended outdoor activities, J. of Applied Meteorology 6:683-687.
8. FEYERHERM, A. M. and BARK, L. D., 1965, Statistical methods for persistent precipitation patterns, J. of Applied Meteorology 4:320-328.
9. HSU, S. H. and SAKANOUE, T., 1975, Probability and persistence of rainy days at Fukuoka, Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ. 29(4):163-171 (in Japanese)。
10. HSU, S. H. and SAKANOUE, T., 1980, Studies on dew, 1. On the dewy time and dew amount in southwest area of Taiwan, 農業氣象 36(2): 95-101.
11. MCQUIGG, J. D., 1974, The use of meteorological information in economic development. in: Application of meteorology to economic and social development. W. M. O. Technical Note No. 132:7~60,
12. PENG, L., 1967a, Wet and dry sequences at Taipei, Bull. of Inst. of Geophysics 1:28-35.
13. PENG, L., 1967b, Second and higher order stationary Markov chain models of daily rainfall occurrence, Bull. of Inst. of Geophysics 2:44-55.
14. WEISS, L. L., 1964, Sequence of wet or dry days described by a Markov chain probability model, Monthly Weather Review 92(4): 169-176.

冬季風暴雲型分析*

方 力 脩譯

Lie-Shieu Fang

在噴射氣流與鋒面帶 (jet-frontal zone) 的天氣系統以及擾動裏，據要津者乃是通常所指的「冬季風暴」。亦即在西風帶中所形成的重要氣旋。這種風暴四季所有惟在冬季期間發展較大、較強，而且位置更向南移。

本文係根據每三十分鐘間距重覆影片的紅外線衛星資料來討論冬季風暴的結構和演化。風暴本身是一線觀尺度，甚至有時尺度更大些，但它們的組成結構卻非線觀尺度。在這次線觀尺度的空間和時間上有很多非常重要的天氣發生。使用同步氣象衛星紅外線資料，能觀察到這些較小尺度的雲型。本文旨在藉觀察分析，來解釋這些類型，並瞭解它們與天氣系統的關係。其中有些部分還有待於在適當時予以合併方適合某一特定的個案，可說是集合這些點點滴滴的知識來試行提出一種預測技術的探索。

一、成熟的冬季風暴雲型

利用氣象衛星資料來觀察一百個以上的冬季風暴雲型，它們皆不相同，這理由是在任一時間每一個風暴都由各部分組合而成。這是瞭解冬季風暴所伴隨的複雜雲型及彼此風暴間不同的重要概念。

一些風暴是以一個短波尺度的擾動 (short wave disturbance) 開始，而且先在任何其他的短波進入環流之前發展成爲一個大的成熟風暴，這類風暴最爲單純。在衛星雲圖上，它們最可能與同類及同一發展階段的其他風暴相類似。

但在大多數成熟的冬季風暴中，除了有關氣旋生成 (initial cyclogenesis) 的主要短波外，還包含一個或更多的短波擾動。事實上在任一時間，一個大的冬季風暴環流系統內有二個或三個短波擾動是很平常的。這些不完全屬於同一類型或者是在同一層面上的小尺度系統的出現對風暴的雲型及天氣的變化有很大的影響。

雖然在風暴中的雲及天氣類型經常複雜多變，而且一個風暴所展現的雲型及天氣不同於另一個風暴所展現者，但這變化並非全不規則的，而是受短波的特性，活動狀態，以及和周圍環境的關係所支配。

瞭解風暴的結構，如果僅靠它們的雲型是徒勞無功的，因此需要經由下列的途徑：(一)查驗在風暴雲型中沒有其他小尺度擾動；(二)決定這些小尺度擾

動本身的性質和活動狀況；(三)組合上述(一)、(二)的資料，來建立某一時間之風暴的合成雲系和天氣類型。

下列的討論先不考慮風暴內小尺度擾動的存在。成熟風暴的雲型比風暴發展階段的雲型差別比較少。因此我們先來討論成熟風暴的雲結構，然後加以解釋。

圖1和圖2說明成熟風暴的標準雲型。第一種型態（稱爲A類）展示在圖1及圖3中，第二種型態（稱爲B類）展示在圖2及圖4中。圖1和圖2僅示出兩種風暴型態的雲型，而圖3和圖4則除這

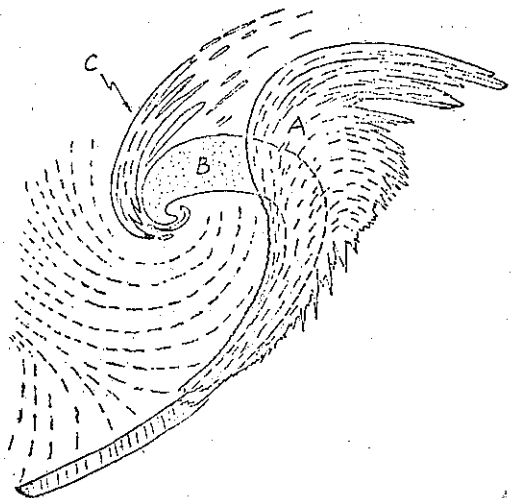


圖 1 成熟風暴的A類雲型

* 本文爲美國氣象局氣象衛星訓練教材 "The Structure and Evolution of Winter Storm" 之一部分，
原著者爲 Mr. R. B. Weldon.

兩種不同的雲型外，還將三百毫巴氣流線、噴射氣流軸和地面鋒面重疊於雲型上面。

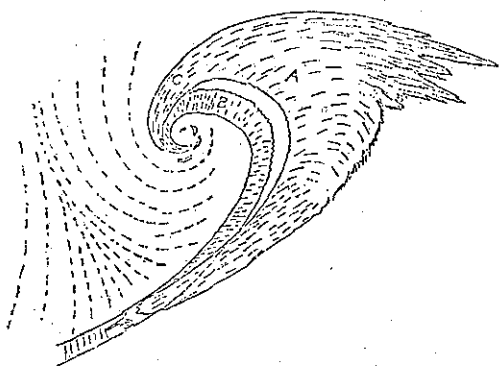


圖 2 成熟風暴的B類雲型

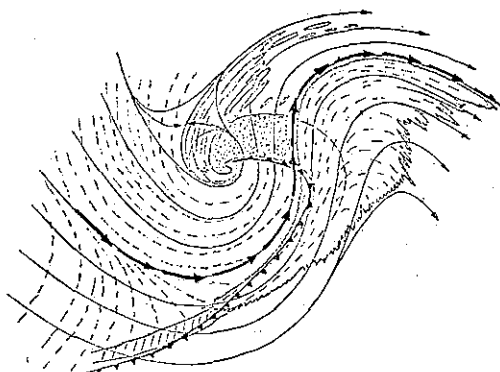


圖 3 A類成熟風暴雲型與三百毫巴氣流線、噴射氣流軸及地面鋒面

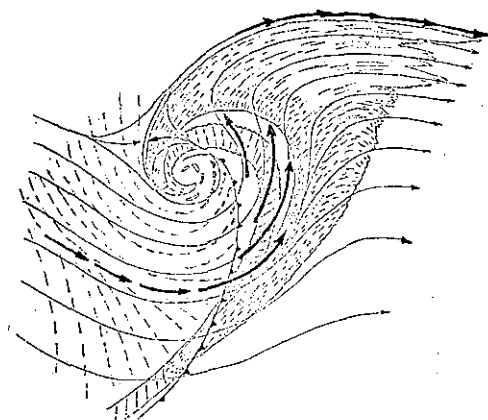


圖 4 B類成熟風暴雲型與三百毫巴氣流線、噴射氣流軸及地面鋒面

這些雲型（包括A類及B類）是代表近地面或對流層中部（middle troposphere）（譬如說七百毫巴）的風暴。剛達到最低中心氣壓（lowest

central pressure）的階段。自此之後，風暴的演化常會長得更大，即中心氣壓不再更低，但是低壓的面積却擴張，而且強大梯度遠離低壓中心。

本文所用的圖解，除非註明其他的情況，旨在強調具有中層面及高層面雲頂的雲系，這種雲型的模式（models of cloud patterns）係根據最佳的紅外線觀測資料，深具代表性。

二、A類成熟冬季風暴雲型之解說

在圖1中，標示A部分的雲系代表卷雲組（deck of cirrus），它通常是厚的卷層雲而且經常含有好幾層，同時它也可能包括由低層面對流所致成的雲頂和碎片雲（debris）。這卷雲組的西面和北面通常有一方明顯的邊緣（edge），這與對流層上部的斜壓帶及伴隨該斜壓帶的噴射氣流最有關係。然而，不論是直接的碎片雲或間接的高空濕氣的貯存，這類雲大多數是由對流所造成的。

標示B的雲系代表「過度逗點」雲型（“vorticity comma” cloud pattern）的後期雲型，這系統的一部分被斜壓帶之卷雲組覆蓋住。一般來說「過度逗點」系統的雲頂多是在中層面（middle levels）上。然而這系統經常對流很旺盛，而有許多高達卷雲高度的積雲雲頂（cirrus level cumulus tops）包含在內。這逗點雲的型態、高度和數目都比那些A部的卷雲組更為善變。幾乎在所有的個案中，與斜壓帶卷雲組後緣（back edge）交叉的逗點雲，多是位在一不同的低層面上。

標示C部分是卷雲，常比A部的卷雲較低、較薄。這些雲經常是以多重的帶狀及條紋狀出現，可稱為變形卷雲帶（deformation zone cirrus），在西面和北面亦展示出明顯的邊緣，同時沿着邊緣常有一清晰的較亮條紋（可能是較厚而不是較高所致）。

虛線部分代表在低層冷平流氣流場（low level cold advection flow field）內的積雲或層積雲。

橫影線區的雲是自渦度逗點尾部延伸出來的，常與低層的冷鋒帶（cold frontal zone）相伴隨，這部分一般沒有旺盛的對流，它的雲頂經常比起緊在其後方的冷平流積雲（cold advection cumulus）為暖和。

圖3除了包括剛才在圖1所討論的雲型外，還

重疊了其他的資料。其中氣流線代表對流層上部（三百毫巴）的風場；粗箭頭代表噴射氣流軸（jet axis），可以視為在同一層面上氣流場的最大風速軸。

噴射氣流軸是緊靠斜壓帶卷雲組的大部分邊緣，但在噴射氣流軸的南方部分則有一更向西偏離邊緣的趨勢，這種關係並非經常如此，但可以說這是大多數標準的特徵，噴射氣流軸與卷雲組邊緣最一致的地方，一般是在沿脊線上的反氣旋部位。

另一在C區西邊的卷雲的邊緣，沿着通過氣流線變曲線點（在這裏脊線和槽線相交）的輻合漸近線（convergent asymptote），這在第一部分中已指出，它是成熟風暴共同的特徵。由三十分鐘間距的重複影片觀察雲的運動，我們發現雲帶的南方部分向南移動，而同一雲帶的相反端即北方部分的雲向北或東北方向移動時，這變形帶卷雲即有變形的傾向。

在噴射氣流軸與逗點雲交叉處以南的地方，逗點尾的後緣和卷雲組的後緣幾乎重合，以大尺度而言，我們可以視為一項尚屬不錯的規則。但注意圖中所示逗點邊緣的後部稍微要超越卷雲邊緣。雖然從一個風暴到另一個風暴（或在一風暴內隨着時間的變化）這種關係會有不同的變化，而在這裏故意以這種方式畫出，來顯示這種具有代表性的特殊模式，換句話說，噴射氣流軸與逗點雲交叉點以南的中層鋒面（middle level front）是在高層鋒面（high level front）的東方。

注意圖上畫着一道鋒面符號，它是代表地面的鋒面位置，它沿着逗點雲後緣一段相當長的距離，雖然卷雲組的後緣也接近部分的鋒面，但鋒面並不沿着卷雲組的後緣。總而言之，地面的鋒面位置與逗點雲型的後緣比較有關。

沿着鋒面帶更往南看，地面鋒由下面橫越中層逗點雲的尾端和低層鋒面帶的雲系，最後延伸至風暴南方位於鋒面帶雲的前緣。惟地面鋒中的實際位置有時可能比圖中所展示的稍有差距。總之，它是在逗點雲尾部的下方和後緣的東方。

三、B類成熟冬季風暴雲型之解說

第二種成熟冬季風暴的雲型展示於圖2上，而此類雲型與其他重疊的資料則展示於圖4裏。兩種風暴間的主要不同是在卷層雲組，即在斜壓帶卷雲副的結構。A類的風暴它的卷雲組的後緣由上面橫

越較低層的逗點雲，而B類的風暴則不同，取而代之的是它的卷雲組後緣包繞着環流中心（circulation center）（不是完全地僅在西北邊或西邊包繞），而且它在氣流場變曲線區的地方與變形卷雲帶合併。

注意圖4中之噴射氣流軸位置，它在B類的風暴類型中，脊線有包繞着低壓更多的趨勢，同時噴射氣流不橫越脊線，取而代之的是反時鐘方向的強風緊跟在卷雲邊緣後面，而形成一寬廣的強風帶。

假設在這個區域裏，繪一噴射氣流軸，它將可能大略地經由所示的粗箭頭而延展，因此這噴射氣流軸對氣流線有一斜角，而顯著地橫越等高線，從高氣壓處到達低氣壓（或高度）處。風速在脊線處有顯著的減弱；沿着脊線北邊的卷雲邊緣，另有一支噴射氣流。

在卷雲邊緣後方的渦度逗點，即圖2中標示B部分，它的雲頂比卷層雲組較低，這是許多種B類風暴的典型，但逗點雲並不一定要在卷雲邊緣的後方，在有些個案中，逗點雲的後緣和卷層雲的後緣會重合；或者逗點邊緣僅僅是稍為落後一點，而有一部分逗點雲顯現出來。

在B類風暴發展的階段中，斜壓帶卷雲有比中層逗點雲移動得較快的趨勢。因此隨着時間的進行，逗點將由卷雲後緣的下方出現。整個逗點雲將會出現使得在這兩系統的較高、較冷的雲中有一條溝界或長縫出現。

這種高層卷雲邊緣的流出而超越中層逗點雲的趨勢，甚至可向下伸展至低層的大氣中；因此地面鋒位置如圖上所繪更為落後。這種情況雖然不是經常如此，但它是相當普遍值得注意。

從截至目前在這方面所看到的，我們必須說，對流層上部的卷雲邊緣流出超越中層逗點雲的情形，比中層逗點雲流出而超越地面鋒的情形更為普遍。

通常在卷雲組的下方將會發生大雨和對流，有的甚至發生在逗點雲出現以後。繼之，對流性降水發生在逗點雲上或在逗點雲中，即使在秋冬期間此處的對流也能引起大雨，而在春天期間則可能發生劇烈的雷雨。至於在地面鋒位置當可能有更多的對流性降水發生。

在圖4中沿着鋒面帶更向南看，卷雲組的後緣漸漸地接近逗點雲尾部的後緣。同時地面鋒由下面

橫越兩種雲系的邊緣位於鋒面雲帶前緣。自垂直方向觀之，一個連續的斜壓帶的坡度，在鋒面帶的北方部分隨高度之增加往前傾斜，而在南方部分則是向後傾斜。

充分的例證顯示：顯著的斜壓帶（密度梯度）存在於對流層部的逗點雲後緣和對流層上部的卷雲組後緣。但尚未能確定它們是否各為一連續斜壓帶的一部分，抑或是在垂直方面，分離成為不連續（目前兩者都有可能，通常這系統開始是呈一連續帶，然後由於局部垂直運動的改變，於是形成分離而不連續的部分；當有山岳障礙牽連在內時，這類變形可能相反地進行即先分後合。）

隨便那一種個案，在風暴之鋒面地區，有關雲層邊緣，經常相互地交叉，就像圖 3 和圖 4 所展示的情形一樣，有時它們也以其他的方式交叉，但畢竟不是經常出現。

四、問題與評論

為什麼會有兩種不同型態的成熟風暴出然？對於這個問題，目前雖無確切的解答，但是相信這兩種不同的類型乃代表垂直發展不同的程度。換句話說，B 類型代表一種在大氣中已經發展得較深或較高的風暴，它在對流層上部的脊線和暖空氣已包繞了氣旋式的環流。

由此言之，在冬季風暴發展階段中，B 類較 A 類更為成熟。有些大的風暴實際是由 A 類的結構演化至 B 類的結構；而其餘未經這樣演化過程的風暴，也可以解釋是這些風暴祇因沒有足夠長的時間來繼續它們的發展。

但事實上由同一類氣旋生成的一些風暴常能直接地發展成為 B 類風暴的結構，這個事實並不否定了 B 類風暴是一發展較深的風暴的觀念，需另行討論。

在圖 3 或圖 4 中未曾指出地面的暖鋒，最主要的一個理由是不知道在何處來置放暖鋒。風暴附近的地面的暖鋒經常很困難（或不可能）在衛星雲圖上定位，主要的是因為廣泛而深厚的卷雲覆蓋着這個地區，有時伴隨暖鋒的低雲，它向內延伸而趨向中心。有些時候當卷雲很薄時，在可見光雲圖上才能够偵察到接近風暴中心的低層暖鋒雲。

省略暖鋒的另一個理由，假如我們描出了地面暖鋒，則因迴鋒也要介紹，同時還引出了上滑性（upglide）或侵佔性的（overrunning）降水問題。

總而言之，暖鋒亦具重要性，伴隨暖鋒的風變、低雲霧和低能見度都是很重要的，只因限於瞭解，目前還沒有辦法好好地來應用衛星資料至成熟風暴附近的暖鋒方面。

Volume 28, Number 1

March 1982

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

- Remote Sensing of Atmospheric Temperature Profiles with
Angles by Scanning Microwave Spectrometer from
the Nimbus 6 Satellite *Hsu Yueh-Jiuan* (1)
- The Primary Studies for the Relationship between Solar
Radiation and Sunshine duration in Taiwan..... *Kao-Cheng Hnang*
Sen-Hsiung Hsu (22)
- The Application of Dry Day probability on the Scheduling
of Rice Combine Operation *Chiu, Yung-ho*
Lee, Nan-wen (30)

Translation

- The Structure and Evolution of winter Storm
..... Translated by *Lie-Shieu Fang* (36)

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

第二十八卷 第二期

目次

論著

初冬中尺度氣壓系統及其對臺灣北部天氣

之影響.....許廣南 (1)

譯述

短時大雨預報.....徐晉淮 (31)

報告

民國六十九年北太平洋西部颱風概述..... (39)

氣象學報

季刊

第二十八卷 第二期

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	吳宗堯
社長	吳宗堯
	電話：三一〇八四〇
印刷者	文英印書公司
地址	臺北市三水街七號
	電話：三〇六四七二四
	三〇六七八二五

◎ 敬請交換 ◎

中華民國七十一年六月出版

初冬中尺度氣壓系統及其對臺灣北部天氣之影響

A Study of Mesoscale Pressure Systems and Their Precipitation over the Northern Taiwan in the Early Winter

許 廣 南

Kuang-nan Hsu

ABSTRACT

Mesoscale pressure systems which often induce severe weather exhibit rapid changes in intensity. In Taiwan, the analysis of mesoscale pressure systems is complicated by topographical effects.

Two different cases of mesoscale precipitation in the early winter of 1980 have been analyzed in detail. In the first case, the very local and short period precipitation in Keelung area resulted from the topographical lifting of the unstable tropical air ahead of an approaching cold front. In the second case, the widespread and heavy precipitation in the Yeelan area resulted from an easterly wave disturbance accompanied by the topographical lifting of warm moist air advected inland from the northwestern Pacific Ocean.

In order to determine the importance of mesoscale precipitation, weather maps are analyzed to classify the types of precipitation which occurred in the northern Taiwan during the early winter of the past ten years (1971-1980). A total of 39 cases can be classified into two major weather categories with eight subcategories of weather type.

一、前 言

由於氣象學家 Newton, C. W. (1950) Fujita T. (1958), 及 Tepper, M. (1959) 等人先後利用中尺度分析方法, 解決了不少劇烈天氣預報之難題, 且引起了其他學者之興趣, 不斷加以研究, 使中尺度天氣學內容日益充實, 於是產生氣象學之一門新科學——中氣象學 (Mesometeorology)。目前世界各國氣象學家一方面致力於綜觀尺度天氣系統之研究, 以預測它們的消長與運行, 及所伴生之大範圍天氣現象; 另一方面則致力於中尺度天氣系統之研究, 以預測小規模之天氣現象。

過去由於設備及資料之不足, 國內甚少見到有

關討論中尺度降水之文獻; 近年來因有氣象雷達及衛星雲圖之供應, 此等資料對中尺度天氣分析和預報有極大之貢獻。雖資料之密度及頻度仍嫌不足, 但已可使氣象人員能着手從事中尺度天氣系統之分析與預報。故而有關此方面之研究報告, 迭有發表, 諸如王時鼎 (1958, 1970)、王崇岳 (1978)、陳泰然 (1978)、蔡清彥 (1978)、謝信良 (1979) 等專家學者, 對中尺度天氣系統之研究, 均有極良好之成果。

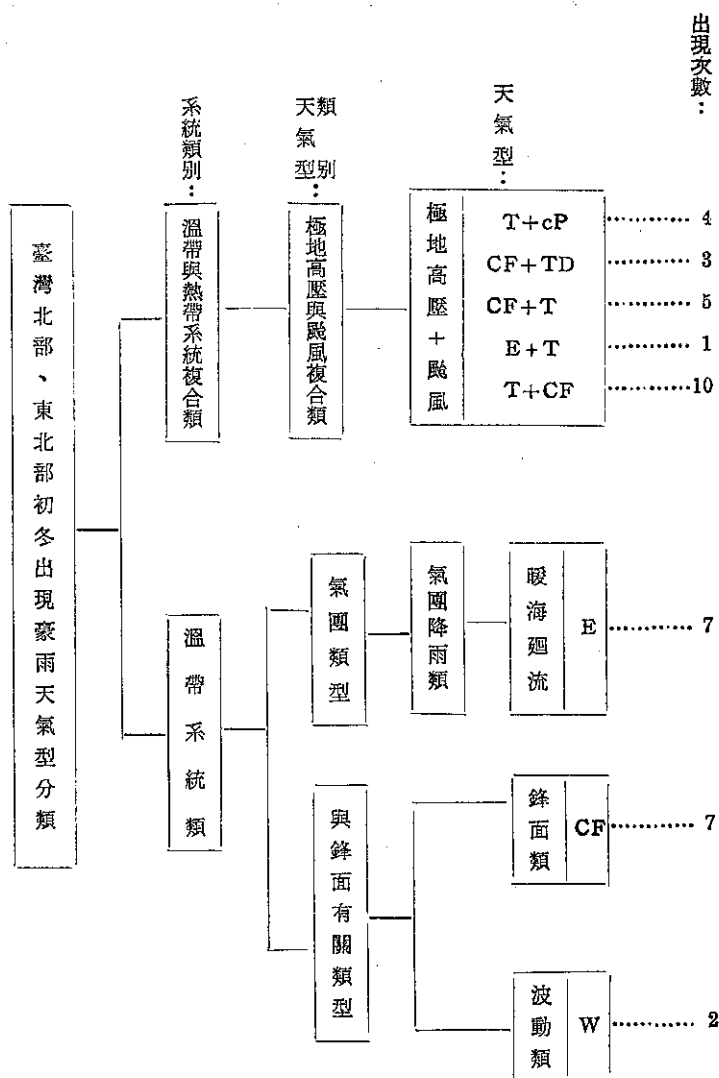
本文所稱之初冬, 概指冬半年初期之十月至十二月而言, 所謂中尺度氣壓系統, 即為小於綜觀尺度, 範圍在十至數百公里, 而生存期在數小時之天氣系統。

本研究係藉自民國 60 年至 69 年計十年中,

表 1 臺灣北部、東北部初冬出現豪雨 (≥ 80 公厘) 天氣資料表 (民 61.10.-69.12.)
Table 1 Heavy precipitation records (≥ 80 mm) and associated weather types over the northern and the northeastern Taiwan from Oct. 1972 to Dec. 1980.

編 號	日 期		天 氣 型	各 測 站 日 降 雨 量 (單位: 公厘)				
	年	月 日		新 竹	臺 北	基 隆	宜 蘭	花 蓮
1a	60.	10. 6	T+CF	0.8	16.4	53.7	117.3	187.6
1b	60.	10. 8	T+CF	0	5.1	1.2	23.9	270.4
2	60.	10. 24	CF	T	T	112.7	11.5	5.6
3	61.	10. 16	CF	0	0.2	13.5	185.8	0
4a	61.	11. 7	CF+T	0.7	6.2	36.5	80.8	119.8
4b	61.	11. 8	E	0	12.6	40.3	109.2	27.8
5	62.	10. 1	CF	0	1.9	85.4	26.4	0
6a	62.	10. 8	T+cP	13.8	41.8	121.3	41.0	199.0
6b	62.	10. 9	T+cP	7.4	48.5	189.4	159.6	223.4
6c	62.	10. 10	T+cP	6.7	40.4	57.1	56.2	96.6
7	62.	10. 17	CF+T	T	2.2	52.0	121.8	21.8
8a	63.	10. 12	T+CF	16.1	29.3	37.8	51.3	135.2
8b	63.	10. 14	CF+TD	11.8	2.0	23.7	16.3	96.6
8c	63.	10. 15	CF+T	16.3	93.8	61.5	110.6	42.4
8d	63.	10. 16	T+CF	7.3	4.9	30.7	9.0	82.8
8e	63.	10. 17	T+CF	2.0	12.8	38.6	83.3	105.6
8f	63.	10. 18	T+CF	3.5	10.1	30.2	44.3	169.1
8g	63.	10. 19	T+CF	1.1	7.2	168.2	68.6	8.9
9a	63.	10. 25	E	1.3	3.1	12.9	62.3	159.1
0b	63.	10. 28	CF+T	0	5.5	189.1	76.6	22.2
10	63.	11. 3	E	12.3	T	2.4	3.7	110.9
11	63.	12. 30	W	0.3	0.3	108.8	22.8	0.5
12	64.	10. 10	E+T	0	1.6	0.5	106.5	2.0
13a	64.	10. 15	CF	6.0	7.0	141.5	15.9	0
13b	64.	10. 16	CF	1.2	78.2	47.1	120.0	38.0
13c	64.	10. 19	CF+TD	T	2.0	10.0	17.5	126.4
14	64.	11. 2	E	0	3.2	16.9	93.7	2.4
15	66.	11. 15	CF+T	0	45.5	166.1	45.6	43.5
16	66.	12. 31	CF	81.9	56.8	47.5	4.4	1.9
17a	67.	10. 13	T+CF	81.0	117.0	153.4	388.9	68.5
17b	67.	10. 14	T+CF	11.8	13.4	124.7	1.0	1.8
18	68.	10. 31	W	0	77.6	83.4	21.8	0
19	68.	11. 8	CF+TD	T	48.8	46.5	131.4	1.3
20	68.	12. 16	E	0	26.5	99.9	86.7	0
21	69.	10. 19	CF	4.8	4.5	107.7	20.9	2.4
22a	69.	11. 6	T	0	3.5	68.1	146.2	93.2
22b	69.	11. 7	T	9.2	4.5	82.5	21.7	T
23a	69.	11. 19	E	T	104.5	68.3	168.8	171.1
23b	69.	11. 20	E	10.9	119.5	112.8	99.4	40.3

表 2 臺灣北部、東北部初冬豪雨天氣型之分類
Table 2 Classification of weather types of heavy precipitation over the northern and the northeastern Taiwan in the early winter



中央氣象局在臺灣北部及東北部所設立之新竹、臺北、基隆、宜蘭、花蓮等五個氣象測站資料，擷取其日雨量大於或等於八十公厘者，審視該日之地面天氣圖型式，配合高空圖、渦旋度圖、垂直運動圖及探空報告等，研判分析，並以統計方法，分別歸納十年來臺灣北部東北部出現豪雨之天氣類型；最後以各種輔助天氣圖為工具，針對 69 年 10 月 19 日及 11 月 19 日至 20 日發生於臺灣北部、東北部之兩中尺度降水個案，作詳細分析，以期了解中尺度氣壓系統對臺灣北部初冬天氣之影響。

二、初冬中尺度氣壓系統之分析

(一)臺灣地區初冬有利於中尺度降雨天氣系統發生之基本條件

臺灣之地理位置及基本氣象條件，對臺灣區初冬中尺度天氣系統之發生具有直接影響，茲擇要簡述如下：

(1)海陸分布——臺灣附近之海陸及洋流分布，使經過臺灣區域之空氣常有着明顯之氣團特性對比，並易遭遇迅速之變性。

(2)地理位置——在冬半年臺灣區恰為中緯度與低緯度氣壓系統交綫最顯著之區域。

(3)西風槽——冬半年臺灣區恰為東亞沿海之錨

槽 (Anchor Trough) 位置所在，特別是以低指標時為最顯著。

(4) 冬半年臺灣低層屬東北季風所控制，且為顯著之斜壓區。

(5) 中央山脈縱貫全省，有阻擋季風去向之作用，及易出現多變之局部性氣流。

(二) 初冬臺灣北部、東北部出現中尺度豪雨系統之天氣類型

茲統計過去十年中 (民國 60 年至 69 年)，初冬臺灣北部新竹、臺北、基隆、宜蘭及花蓮等氣象測站，其日降雨量達八十公厘以上者，計有 39 次 (只要其中任一測站之日雨量達八十公厘，即計為一次)，按其出現先後，列如表 1，藉此表可略見影響臺灣區北部、東北部中尺度降水之實際天氣圖型式。計在 39 次之例中，大別可分為二類，即 (A) 熱帶系統與溫帶系統複合類，此類主要為颱風與極地冷高壓之複合。(B) 溫帶系統類，其中又可分為：(a) 鋒面類，(b) 東風類，(c) 波動類。以下可再細分為各種天氣型，即 39 次之例中，共可分為八種型式，該各型式名稱及其出現次數，詳列如表 2。今以表中所列產生中尺度降水之八種天氣型式特徵，舉例說明如下：

(1) 受颱風與極地高壓之聯合影響 (代號 T + cP)

因颱風來自熱帶大洋，所携水汽極豐，以其特殊之結構與氣流之運轉，所經之地必有暴雨。但臺灣叢山峻嶺，遍布全島，由颱風進行路徑之不同，暴雨分布地區多差異，惟迎風面山坡獲量最豐，此為不易之事實。據統計，初冬侵臺颱風因受西伯利亞極地大陸高壓侵入之影響，其路徑至北緯 26 度，東經 120 度附近時，有折向西南或東北象限之趨勢。本類型茲舉民國 62 年 10 月 8—10 日娜拉 (Nora) 颱風者為例 (見圖 1)，藉圖可見該次颱風到達巴士海峽時，尚屬中型強烈颱風，雖其範圍至 8 日 1200 Z (2000LST, 地方時) 始涵蓋本省南部，但寒潮早已在 7 日南下，由於峻急氣壓梯度之局部擴展，故其環流和東北季風在本省構成一強烈輻合區。因娜拉颱風移至巴士海峽後受冷空氣入侵之影響，在巴士海峽滯留達 9 小時之久，再呈西北走向，接近東南海面，使強烈輻合氣流在東北部造成水患，而在背風面之桃園、新竹，僅見日降雨量在 20 公厘以下之小雨。

(2) 受鋒面之影響 (代號 CF)

此處所稱之鋒面，於初冬期間而言，一般均指大陸高壓南下時前緣之冷鋒或滯留鋒而言，在冬季臺灣區域主要天氣之產生均與此有關。南下至此間之鋒面，一般均具顯著之氣團對比。本類型茲舉民國 64 年 10 月 15 日 1200 Z 鋒面入侵本島為例 (見圖 2)，地面天氣圖上大陸冷高壓位在東九省中韓交界一帶，勢力不強，等壓線之走向大致呈東西向，冷暖平流不強，此亦可從探空屬性中驗證之。15 日探空資料 (見圖 3)，顯示東風層維持在 700 mb 以下，惟風速不強，風向為東北東，平均在 10 哩左右。由此可見本鋒面入侵僅在基隆一地出現有效地形雨，宜蘭一帶却因東風不強未能立即反應出顯著地形雨。但 16 日當冷高壓南移到日本海時，氣壓梯度增大，東風層厚度雖略微下降，但却出現較為強勁東北風，風速達 25 哩以上。審視當日日降雨量，以宜蘭居首位，高達 120 公厘，此時鋒面略微南移，基隆雨勢減弱，僅及 48 公厘，臺北則出現 82 公厘之雨量。

(3) 受颱風與鋒面之聯合影響 (代號 T + CF)

即颱風出現在臺灣東部近海，同時在臺灣北部海面有顯著滯留鋒，發生強烈輻合現象，不斷輸進潮濕氣流，因地形而急劇上升，發生豪雨。此型所受天氣系統影響，以颱風為主，而鋒面為副。茲舉民國 67 年 10 月 13 日阿拉 (Ora) 颱風為例 (見圖 4)，當該次颱風掠過本島東方近海時，13 日日降雨量統計結果，宜蘭高達 388.9 公厘，而臺北 117.0 公厘、新竹 81.0 公厘、基隆 153.4 公厘，花蓮 68.5 公厘。此種顯著降水差異，實應歸因於宜蘭係屬一三角平原，氣流輻合舉升之結果，13 日當天由臺北探空分析可知，因受颱風環流影響，其東風厚度高達 10000 呎以上。

(4) 受鋒面與颱風之聯合影響 (代號 CF + T)

此類型之降水，主要係在鋒面控制之下，而受颱風之影響力次之。茲以民國 66 年 11 月 15 日 1200 Z 之天氣圖為例 (參見圖 5)，由圖可見此次颱風強度並不大，且係在呂宋島西北部向東北方移動，顯距臺灣北部甚遠，但由臺北探空曲線可知 (見圖 6)，於 770 mb 以下，由於颱風東側南來氣流進入，而有顯著暖平流現象發生，加強鋒面區之氣流輻合，基隆降雨量達 166.1 公厘，花蓮、臺北、宜蘭在 45 公厘左右。

(5) 受東風波之影響 (代號 E)

大體言之，本類型天氣圖演變程序，有一定型

式可循。通常約在寒潮過後二至四天出現最爲頻繁，臺灣北部及其東方洋面有一頗大寬度之東風帶，並具顯著之水平溫度梯度及氣流之氣旋式曲度。本類型茲舉民國 68 年 12 月 16 日 1200 Z 之天氣圖爲例（見圖 7），注意此時之臺北探空屬性在 730 mb 以下幾均爲顯著暖平流（見圖 8）如此可使氣層較趨不穩定，造成顯著的垂直運動，而誘生不穩定波，造成北部及東北部下雨（基隆 99.9 公厘、宜蘭 86.7 公厘、臺北 26.5 公厘）。

(6) 受東風與颱風之聯合影響（代號 E+T）

此類型之降水主要受東風之影響，颱風影響次之。茲舉民國 64 年 10 月 10 日 0000 Z 天氣圖爲例（見圖 9），因臺灣區出現寬廣的東風帶時，則颱風每受其導引西行，如此東風氣流常因颱風環流之擴大而增強，宜蘭通常可引發地形雨，但背風之北部區域則雨量稀少（宜蘭 106.5 公厘）。

(7) 受鋒面與熱帶低壓之聯合影響（代號 CF+TD）

熱帶低壓其性質與颱風相類似，惟其環流範圍較小，然若其滯留於臺灣附近或臺灣海峽一帶，亦可導致豪雨。此類型降水主要受鋒面之影響，熱帶低壓影響次之。初冬期間，熱帶低壓緯度一般仍低，當熱帶低壓位在呂宋島東方洋面時，如鋒面位在臺灣東北部一帶，則常可助長東北季風的輻合強度，而使東北部地區增加降雨量，尤以宜蘭爲甚，以民國 68 年 11 月 8 日 1200 Z 之天氣圖爲例（見圖 10），宜蘭日雨量達 131.4 公厘。

(8) 受波型擾動之影響（代號 W）

此處所稱之波型擾動，係指在臺灣四周海上，新形成之溫帶氣旋小波動，其對臺灣天氣之影響，關係至爲密切。本類型茲舉民國 68 年 10 月 31 日 0000 Z 地面天氣圖爲例（見圖 11），北部測站降雨情況：基隆 83.4 公厘、臺北 77.6 公厘、宜蘭 21.9 公厘、新竹及花蓮均無雨跡。

三、民國 69 年 10 月 19 日基隆豪雨個案分析

(一) 資料之分析

此例係屬鋒面上中尺度降水系統，發生於民國 69 年 10 月 19 日，是日臺灣北部五測站之日降雨量是：基隆 107.7 公厘、臺北 4.5 公厘、新竹 4.8 公厘、宜蘭 20.9 公厘、花蓮 24.0 公厘。可見此次中尺度之局部強烈降水發生在基隆，今以各種輔助天氣圖作物理量之詳細分析與討論。

(1) 地面天氣圖概況

由地面天氣圖分析，顯示此降雨期間臺灣東北部正值鋒面接近區。18 日 1200 Z 鋒面自大陸移出後，由於受到附近冷暖洋流影響，勢力雖略加強，但在鋒後並非伴有顯著冷氣空氣南下，因此於 19 日 0000 Z（見圖 12），當鋒面抵達東北角時，所出現之東風僅在 10 哩以下，東北部溫度下降約在 1—2°C 之間，氣壓梯度小，以致東風微弱。基隆在地形分布上，位於本島北端，平地狹小，在其南方有 100—600 公尺山地，是以基隆位於迎風面山坡下，故當這種勢弱而暖濕的東風氣流，一經爬坡即冷卻達到飽和，同時因風勢不大，水氣容易集中，加之臺灣局部環流之日夜變化與東風氣流之交互作用，使局部輻合更形加強。

(2) 地面氣象要素時間變化圖之分析

對於中尺度降水分析，地面氣象要素時間變化圖的配合說明（見圖 13），仍可找出其中原因。溫度曲線（T）、氣壓曲線（P）、雨量分布、風向及風速（V），不乏有其相關性。在 19 日 0700—0800 LST 時距內，基隆雨量達 45.7 公厘，而溫度曲線由 0500 LST 開始下降至 0800 LST 達最低點，氣壓曲線亦由 0500 LST 開始作顯著上升，於 0700 LST 至 0800 LST 時距內上升趨勢較爲峻急，地面風向由東北風逆轉爲北北西風，有顯著風變存在，由此足見 0700—0800 LST 時距內是鋒面過境現象，此時風向對着基隆之特殊地形，正好有極爲顯著之垂直分量，因此伴隨鋒面過境，由海面吹來溫濕氣流，受地形抬升所產生之垂直運動，每可預期。1900—2000 LST 時距內第二降水高峯，亦有如第一降水高峯之氣象因素存在。

(3) 穩定度指標（K-index）及可降水量（Precipitable Water）

穩定指標係 George 氏所設計，其公式如下：

$$K = (T T_{850 \text{ mb}} - T T_{500 \text{ mb}}) + T_d T_{850 \text{ mb}} - (T T_{700 \text{ mb}} - T_d T_{700 \text{ mb}})$$

T T：溫度 T_d T_d：露點溫度

按統計探空報告中之 850 mb 與 500 mb 兩定壓面之溫度差，可代表大氣柱內之溫度直減率，亦即穩定度；850 mb 層之露點值可代表低層大氣中之水汽含量；700 mb 層上溫度與露點差表示低空濕空氣層是否已向上發展至 700 mb 層，故上述 K 值可代表空氣中所含水汽量及其穩定度之指

標。

空氣中之水汽含量主要集中在 500 mb 以下之氣層內，300 mb 以上之水汽含量是很少，故計算空氣柱內之可降水量 W_p (Precipitable Water) 時，亦只考慮到 500 mb 下各層，其公式如下：

$$W_p = \bar{M}_{s,8} \times \Delta P_{s,8} + \bar{M}_{s,7} \times \Delta P_{s,7} + \bar{M}_{7,5} \times \Delta P_{7,5}$$

$\Delta P_{s,8}$ —地面和 850 mb 兩層間氣壓差值

$\bar{M}_{s,8}$ —地面和 850 mb 兩層間之混合比平均值
其餘說明仿此。

圖 14 係 19 日 0000 Z 之穩定度指標及可降水量分布圖，另加繪該時之 700 mb 高空風資料，圖中 W 為 Wet，表示潮濕而不穩定區；D 表 Dry，乾燥而穩定區。每一測站有二組數字，上方表 K 值（以實線表之），即穩定度指標；下方表示可降水量值（以虛線表之），單位為公厘。由圖可知，在臺灣北部近海有一明顯氣流軸合區，而該區無論 K 值及 W_p 值均屬最大，亦即無論熱力與動力條件均為有利於造成猛烈降雨之條件。

(4) 高空圖及臺北高空風之分析

分析 19 日 0000 Z 之 500 mb 及 700 mb 各層高空圖，發現其槽線均呈向西傾斜，而 850 mb 鋒面位置亦位在地面鋒面位置之後（見圖 15），由此可以看出，臺灣區北端有正渦度平流向上增加之勢，此有助於垂直上升氣流之發展。

探空屬性分析對中尺度降水至為重要，此中深為有趣的是，臺北探空報告自 18 日 1200 Z 起，底層出現微弱東風（見圖 16），迨至 19 日 0000 Z，此東風層僅略升高至 850 mb，風速仍維持在 10 哩左右。850 mb 至 600 mb 則為微弱西南風，其係為太平洋高壓楔西緣之氣流，來自低緯太平洋，風向隨高度順轉；600 mb 以上之西風氣流，即為西風帶內者，係來自大陸；二者在此次探空溫度曲線並未具溫度差異（見圖 17），逆溫不顯，有利於氣流舉升。惟此時東風勢弱，臺北一地未能出現顯著下雨，乃因位於大屯山區之背風面所致。而基隆一地之所以在此刻顯著下雨，乃因氣流受地形抬升，在底層先觸發了垂直上升氣流以配合高空有利形勢。迨至 19 日 1200 Z，臺北探空曲線中，底層已有明顯降溫現象，此時東風層已增厚至 800 mb，且勢力增強（10—15 哩），氣流之地形迫舉現象增大，且逐漸配合有利高空形勢，造成

氣流垂直上升結果，此時臺北一地始有雨，而基隆於 1900—2000 LST 則又出現一場劇雨。

(5) 垂直運動與渦旋度圖之分析

上升運動為產生天氣之最主要動力。

根據 ω (Omega) 方程

$\left(\frac{\text{上升}}{\text{下沉}}\right) \text{運動} \propto (\pm) \text{渦度平流隨高度而增大之變率} + \left(\frac{\text{暖}}{\text{冷}}\right) \text{平流}。$

圖 18 係 19 日 0000 Z 700 mb 垂直運動實際分布圖，臺灣在垂直運動氣流上升區（負區）；圖 19 係相同時間之 500 mb 渦旋度實際分布圖，臺灣附近出現渦旋度為負值。由於中低層有上升氣流，結果在 500 mb 層附近外流，造成輻散，抵消了部分正渦度平流。如輻散外流過強，則掩蓋了正渦旋度，而使本區上空出現負渦旋度值。中高層有輻散外流，低層必有輻合上升以補充氣流之消失，此可由 700 mb 垂直運動實際分布圖看出發展良好之負 ω 值。

(6) 相當位溫 (θ_e) 之分析

分析相當位溫之垂直變化，可知大氣之潛能（或條件）穩定度情況，相當位溫向上減少為不穩定，向上增加則為穩定。圖 20 為北部地區降水前及降水期間之相當位溫分布；由該圖可知降水前（18 日 0000 Z—1200 Z），800 mb 至 900 mb 層不穩定，800 mb 至 700 mb 及 900 mb 以下皆為穩定。降水期間（19 日 0000 Z—1200 Z），不穩定層擴及地面，且地面 θ_e 出現最大值，除 850 mb—800 mb 係穩定層外，其不穩定層厚度達到 600 mb。各層 θ_e 較降水前增加約在 2—5°K，顯然降水期間近地層之水汽上傳與潛熱釋放之影響大部局限於 600 mb 以下。

(7) 衛星雲圖及降水之分析

由 19 日 0000 Z 同步氣象衛星 (GMS) 紅外線雲圖顯示，伴隨鋒面之雲系由東海向西南延伸經臺灣北部至南海（見圖 21），由該雲圖可見，此鋒面雲帶係由多個胞狀對流雲系組成。圖中在臺灣海峽北部、臺灣北部及東部兩個對流旺盛雲區，且臺灣東北部位於對流雲之迎風區，而雲頂溫度之梯度較大（愈白表溫度愈低），亦顯示對流作用較強，此時基隆之降水量達最高峯 45.7 公厘；由 19 日 1200 Z 之衛星雲圖知（見圖 22），對流雲已移至臺灣東北方海面，而臺灣東北部地區受中低雲控制，2000 LST 以後降水量急速減少，顯見

1900—2000 LST 之降水乃受已移至東北方之對流雲影響所致。

(二) 降水原因之探討

綜合以上分析，對本次基隆地區出現中尺度強烈降水之探討，可歸納其要點如下：

(1) 基隆一地地形效應再配合微弱東風氣流之影響，水汽容易集中，垂直氣流場一經建立，即容易產生凝結降雨。同時由於降雨發生在晚上及晨間之時距內，顯示由於雲頂夜間輻射冷卻，產生不穩定，此亦有助於降雨。

(2) 氣層因垂直上升絕熱冷卻，厚度必減，地面氣壓應適時下降。而基隆一地之短暫劇烈降水，地面氣壓却呈上升狀態，因之可以研判其原因必由鋒面過境及局部垂直運動所造成。

(3) 由穩定度指標及可降水量分布圖，顯示臺灣北部近海區，無論熱力與動力條件，均適合降雨。基隆一地雨量短暫而集中，可推知其主要係屬冷鋒上之中小尺度對流雲胞所造成。

(4) 由高空至地面，槽線皆呈向西傾斜，顯示臺灣附近有正渦度平流向上增加之勢，如此有助於垂直上升氣流之發展。同時藉探空屬性分析，得知 850 mb 至 600 mb 間，源自太平洋高壓楔西緣之西南風，和 600 mb 層以上偏西風，風向隨高度順轉，有利於氣流之垂直上升運動。因此基隆一地，先由氣流之地形迫舉現象增大，而逐漸配合有利之高空形勢，造成氣流垂直上升結果而降雨。

(5) 分析相當位溫，顯示當鋒面過境降水期間，其不穩定層厚度增大，且地面 θ_e 出現最大值。

(6) 配合衛星雲圖，發現雲區係由多個胞狀對流雲系組成，臺灣東部位於對流雲之迎風區，基隆一地之降水，係因鋒際中小尺度雲系系統之降雨。

四、民國 69 年 11 月 19—20 日，臺灣北部、東北部豪雨個案分析

(一) 資料之分析

此例發生於民國 69 年 11 月 19 日至 20 日，臺灣北部五個測站之日降雨量紀錄是：19 日，臺北 119.5 公厘、基隆 112.8 公厘、宜蘭 99.4 公厘、花蓮 40.3 公厘、新竹 10.9 公厘；20 日，臺北 104.5 公厘、基隆 68.3 公厘、宜蘭 168.8 公厘、花蓮 171.1 公厘、新竹僅有雨跡。顯然在北部、東北部有相當猛烈之中尺度降水。本節即針對造成此強降水之成因，予以詳盡分析。

(1) 地面天氣圖概況

本例為屬低層東風中類似東風波擾動之情形，此處茲藉圖 23—28 以為說明。圖 23 至 28 為 18 日至 20 日之地面天氣圖，間隔 12 小時。由圖可見極地大陸高壓中心係於 35° — 40° N 之間移出東中國海；約 32° N 以南至 20° N 緯度之間，臺灣及以東 150° E 經度以內區域，均屬寬廣之東風氣流。此東風氣流平均達 9000 呎之高度，風速平均則在 20—30 哩之間（圖 29）。在該寬廣深厚之東風氣流中，藉圖可見有兩東風波系統存在其中。並顯見於 19 及 20 日臺灣北部及東北部測站發生顯著降雨期間，其氣流具有顯著氣旋式曲度，兼之深厚東風氣流首遇中央山脈，加強對流，致有此次之猛烈降雨。圖 30 為臺灣北部、東北部豪雨期間（19 日 1200 Z）地面詳圖，藉圖顯見由於東風氣流之爬山效應，臺灣東側出現迎風「脊」，而西側則出現背風「槽」，此亦所以此東風波系統之豪雨僅出現於臺灣東側（氣流爬山增劇上升運動），而臺灣西側降雨特少（氣流越山後下沉而抵消系統性之上升運動）之原因。

(2) 地面氣象要素時間變化圖之分析

由花蓮、宜蘭、基隆、臺北等四測站之氣象要素變化圖觀之，其中諸要素幾乎都有其共同趨勢（見圖 31 及 32），例如雨量均集中在 19 日夜間至 20 日清晨期間，氣壓曲線及溫度曲線亦皆在這段時距內呈下降趨勢，可見北部及東北部被籠罩在一個共同氣團內。19 日 1200 Z 正恰值東風波移近臺灣並增強期間（見圖 26），臺灣北部及東北部均有暖平流現象（見圖 34），於是氣層虛溫增加，虛溫愈大，氣層水汽愈豐。此種水汽充沛之濕氣層，如維持原來厚度、將反應到地面顯著之降壓，而此時距內氣壓僅作微弱下降，顯係氣層受垂直運動冷卻降溫，縮短了氣層厚度；而使地面氣壓不但未見上升，反而呈微弱下降趨勢。

(3) 穩定指標及可降水量

圖 33 係 19 日 1200 Z 之穩定度（K 值）指標及可降水量（Wp）分布圖，另加繪該時之 700 mb 高空風資料。由圖中可知，臺灣東方海面有最大之可降水量值及最大之 K 值，亦即不穩定度，而此時之對流層中下層盛行風均來自東方（見圖 29），其風向恰與 K 值線及 Wp 值線垂直，有最顯著之水汽量輻合，並吹向山脈，氣流爬山不穩定度釋放，加強猛烈降水之產生。

(4) 高空圖及臺北高空風之分析

圖29爲 18 日 0000 Z 至 21 日 1200 Z 觀測之高空風情況，由圖知，19 日 0000 Z 之東風伸展達 700 mb，風向向上呈順轉現象，持續至 20 日 0000 Z；且 19 日 1200 Z 700 mb 以上，500 mb 以下之太平洋高壓南緣之東南氣流亦略呈順轉現象。另由 19 日 1200 Z 之探空溫度曲線得知，700 mb 以下有顯著暖平流，而使中低層整層有增溫現象（見圖 34）。至 20 日 0000 Z，比較 12 小時溫度曲線之差異，發現經 12 小時後，700 mb 以上氣層已有顯著降溫，700 mb 以下僅作微弱增溫，顯係垂直運動絕熱冷卻作用所致。審視地面天氣圖波形彎曲氣流型式，與 850 mb 圖相一致（見圖 35），而 700 mb 及 500 mb 高空槽線即在臺灣之西方（位在 110°E 附近），顯示臺灣區一帶有正渦度平流，且由臺灣區域高空風分布可知，正渦度平流向上增加。另由 700 mb 高空圖及 850 mb 高空圖，可見臺灣區一帶之東來氣流伴隨有顯著暖平流現象。由於正渦旋度向上增加及配合顯著暖平流，由 ω 方程（Omega Equation）可知，空氣垂直運動必加劇，此之所以造成北部、東北部地區普遍降雨之現象。

(5) 垂直運動及渦旋度圖之分析

圖 36 爲 19 日 1200 Z 700 mb 垂直運動及 850 mb 溫度分布圖，將其與該日同一時間 500 mb 高空圖及渦旋度分布圖（見圖 37）加以比較，可發現 700 mb 圖上 ω 負區涵蓋臺灣北部一帶，而 500 mb 圖上，正的渦旋度值亦涵蓋臺灣北部地區，顯係垂直運動上升氣流極為旺盛，高達 500 mb 以上。

(6) 相當位溫之分析

圖 38 爲北部地區降水前及降水期間之相當位溫分布，降水前（17 日 0000 Z 至 18 日 0000 Z），900 mb 以下爲不穩定，900—850 mb 及 800—700 mb 爲穩定，600—700 mb 爲不穩定；降水期間（19 日 0000 Z 至 20 日 0000 Z），不穩定厚度增大，且各層之 θ_e 平均較降水前增加，此種條件不穩定空氣之到達，並有適當之觸發因素，致帶來北部地區豐沛之降雨量。

(7) 衛星雲圖及降水之分析

19 日 0600 Z 同步氣象衛星雲圖上顯示，在臺灣東部及東北部海面上有多個對流性雲（見圖39）；至 1200 Z，此等雲層已較有組織，臺灣東部亦

有一對流雲存在（見圖 40）；2100 Z，臺灣東部海面之對流雲系與大陸東南區域因槽前氣流及自太平洋東來氣流之輻合雲系聯合，形成呈近似圓形之中尺度雲系（見圖41）。此次臺灣北部、東北部之中尺度降水，其主要降水時間出現在 19 日之晚間至 20 日晨間，顯受此對流雲系之影響。

(8) 雷達回波之分析

19 日 1055 Z 花蓮氣象雷達降雨回波圖顯示，位在臺灣東部海面 169 度，距離 52 浬處，有一強度 39 分貝，呈東北——西南走向之條狀回波，此回波朝西北方向，以每小時 9 浬之速度，於 1156 Z 移至花蓮及宜蘭境內（見圖42），宜蘭於此時距內降雨 35 公厘，花蓮於 2100—2200 LST 降雨 52.5 公厘。此回波繼續移向臺灣東北方；且另一位於花蓮雷達站 184 度方位，66 浬處，強度 30 分貝之降雨回波，逐漸移入花蓮。至 1504 Z，其強度增爲 39 分貝，花蓮地區全部籠罩於強烈回波之下（見圖 43），故此時出現每小時 62 公厘之豪雨，而宜蘭亦達 27.7 公厘。

19 日 1600 Z 此籠罩宜蘭、花蓮之降雨回波以每小時 16 浬之速度向東北移動，其強度大約在 33—45 分貝，此時該二地之降雨量略顯減弱。至 1659 Z，原在宜蘭呈較零散之回波，結合成塊，於原地滯留不動；直至 19 日 1900 Z，此滯留之回波，方以每小時 8 浬之速度，向東逐漸離去，此次之降水，遂告減弱而終至放晴。

(二) 降水原因之探討

綜合以上對本次臺灣北部、東北部產生中尺度降水之研討，可得以下之結果：

(1) 本次中尺度強烈降水係由於極地高壓經暖海迴流之深厚寬廣東風中，產生東風波動所造成。

(2) 造成本類降水必須極地高壓在中上緯度出海時才有可能，此類模式每在冬季亞洲區域高指標環流型式下出現。

(3) 本類降水均伴有較大東風強度及厚度。

(4) 臺灣區域由極地高壓影響所造成東風，一般均不超過 700 mb 層，故如東風層厚度甚大時，應須參考探空曲線屬性、高空圖及地面圖分析，以決定此類中尺度降雨系統出現之可能性。

五、地形對兩個案豪雨之影響

本節擬在定量上估計地形影響對上述兩個案豪雨之影響。此處之設定爲：一地之降雨可視爲兩部

表 5 兩個案中地形影響降雨之重要性估計

Table 5 The comparison of rainfall resulted from topographical effects at Keelung and Hualien.

編	號	時 年 月 日 時(L)	時雨量(R) (公厘)	地形雨估計 (Rc) (公厘)	環流雨估計 (Ro) R-Ro (公厘)	Rc/Ro 比 值	Rc/R (%) 比 值
基隆豪雨(個案一)	69	10 19 20	32.0	4.82	27.18	5.7	15
宜蘭豪雨(個案二)	69	11 19 20	35.0	14.04	20.96	1.5	40

由以上各表可見

(1)上述兩個案所受地形之影響均不相同，就基隆豪雨之例言，地形雨之分量僅佔時雨量之 15 %，而宜蘭豪雨却達 40 %。顯見以中尺度之降雨系統觀之，宜蘭區之地形降雨仍佔極重要之地位，此吾人均知在東風氣流中，宜蘭較臺灣東部任何一地均易致雨。

(2)由以上之設定，除地形雨之分量外，其餘部分均屬中尺度系統之環流雨。如此可見，就基隆豪雨之例，環流雨之分量為地形雨之 5.7 倍；宜蘭者為 1.5 倍。而實際可知，於基隆豪雨兩個小時，降雨僅局限於基隆區域，顯係就鋒面上中尺度對流系統影響所致，而基隆附近之地形僅為引發 (Trigger)，鋒面區氣流不穩定度之釋放，並加強 (Enhance) 局部對流之控制而已。

(3)必須說明，Fulks 之公式對垂直速度 (Vz) 之影響非常敏感，其值增加一倍，雨量值亦增加一倍，其餘各因子之值，即使略有誤差，影響並不大。垂直速度迄今均未有直接觀測，而僅賴公式推算。

以上兩例係僅對地形坡度所造成垂直運動之計算，故可作地形影響降雨之估計。由於當時均有探空資料藉作對各因子值之測定，故其可有某種程度之可信度。

六、結 論

綜合上述各節討論，可得以下之結論：

1.造成個案一基隆豪雨之鋒面強度並非最強，但因鋒面前方屬溫濕均高之熱帶海洋氣團，存在着顯著之潛在不穩定度，故由衛星雲圖則可略見中尺度之對流雲系。至於其豪雨僅出現於基隆，且兩次豪雨時間均甚短暫，乃因基隆恰屬氣流迎風面，附近山區恰使氣流被迫抬升而使不穩定度釋放，亦即地形為引發並加強對流的機制。且 700 mb 層以下，風力均小於 15 哩，有利於局地性之對流。故不但豪雨之區域範圍小，且時間亦短。另外，類似鋒面豪雨位於冬季期間，僅能初冬時出現，故此

時中緯高空西風未向南充分移至臺灣之緯度帶，且非初冬之時，臺灣區難出現熱帶海洋氣團。

2.個案二豪雨中心在宜蘭，其因乃係暖海迴流之季風氣團中出現東風波動，向西移入本區，氣流復受中央山脈地形迫舉所致。本類降雨無論就雨區及雨時言，均較個案一為大。類此暖濕變性，冬季季風氣流中出現東風波動及出現豪雨之例，過去甚少見有研究，而本次提供一甚佳之例（按東風波一般係出現於副高之南信風氣流中）。

3.兩個案豪雨之例，基隆豪雨（個案一）出現於低層冷平流情形下，宜蘭豪雨（個案二）則在暖平流下出現。當豪雨出現之前，相當位溫兩例均為增加，表示均有水汽之輻合。

4.兩次豪雨之個例，臺灣北部一帶均有 K（穩定度指標）及 Wp（可降水量）之最大值，且 700 mb 層之氣流均與該兩等值線（K 值及 Wp 值）相交，自高值吹向低值，並由氣流分布顯有輻合現象，以滿足豪雨所需之熱力與動力條件，故該合成圖頗可作豪雨預報之參考。

5.兩個案豪雨之例經初步藉 Fulks 公式估計地形影響對此中尺度降雨之重要性，發現：個案二宜蘭豪雨地形影響約佔環流影響之 40 %，而個案一基隆降雨則僅 15 %。故宜蘭豪雨，地形影響充演甚重要角色。而基隆者受地形影響如上述 1.所述，僅屬「偶發」降雨之一項引發機制。

6.為了解初冬期間中尺度系統降雨對臺灣北部天氣變化之重要性，此處曾對民國 60 年至 69 年冬半年初期 10—12 月間豪雨（日雨量達 80 公厘以上者）作出統計及天氣圖形勢之調查，發現以下八種天氣圖型式中，均可出現中尺度系統之強降水，即：

- (1)受颱風與極地高壓之聯合影響 (T+cP)。
- (2)受鋒面之影響 (CF)。
- (3)受颱風與鋒面之聯合影響 (T+CF)。
- (4)受鋒面與颱風之聯合影響 (CF+T)。
- (5)受東風波之影響 (E)。
- (6)受東風與颱風之聯合影響 (E+T)。

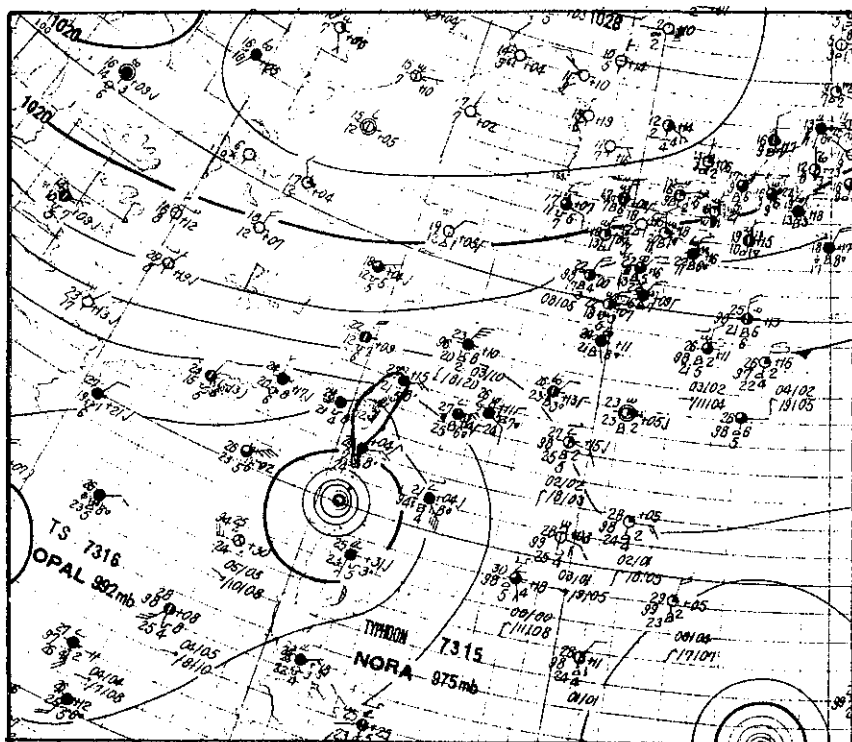


圖 1 受颱風與極地高壓聯合影響之豪雨天氣型 (民國62年10月8日1200Z 地面天氣圖)

Fig. 1 Surface chart at 1200Z Oct. 8, 1973 showing a case of weather type T+cP (typhoon and polar high).

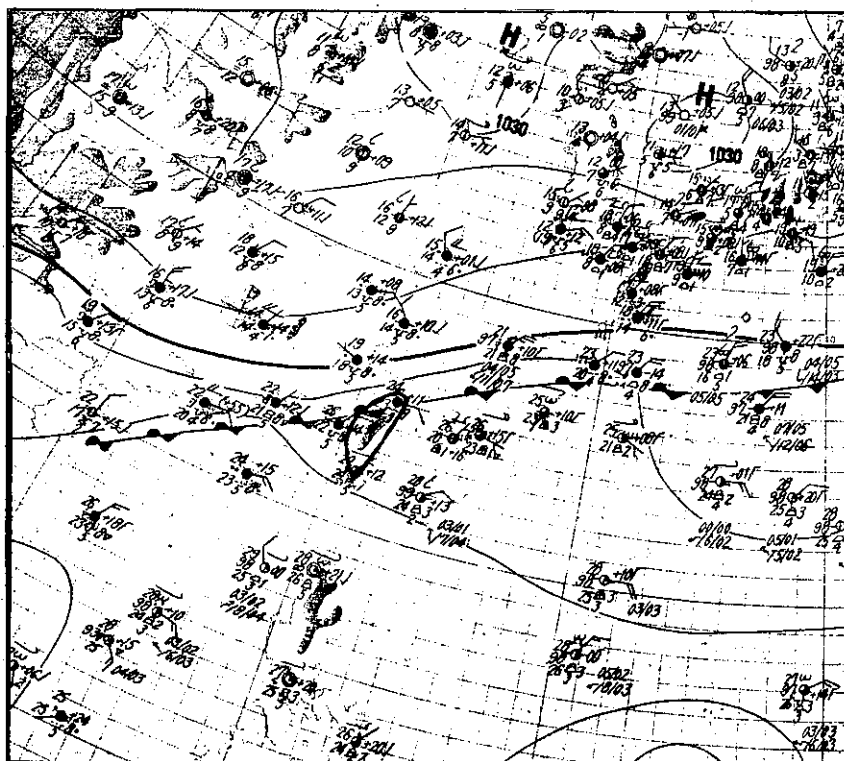


圖 2 受鋒面影響之豪雨天氣型 (民國64年10月15日1200Z 地面天氣圖)

Fig. 2 Surface chart at 1200Z Oct. 15, 1975 showing a case of weather type CF (cold front).

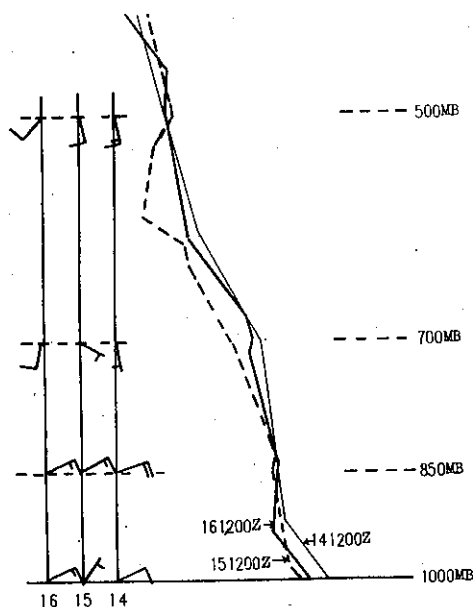


圖 3 民國64年10月14-16日
台北探空屬性變化

Fig. 3 Upper-air sounding at Taipei
for 14-16 Oct. 1975.

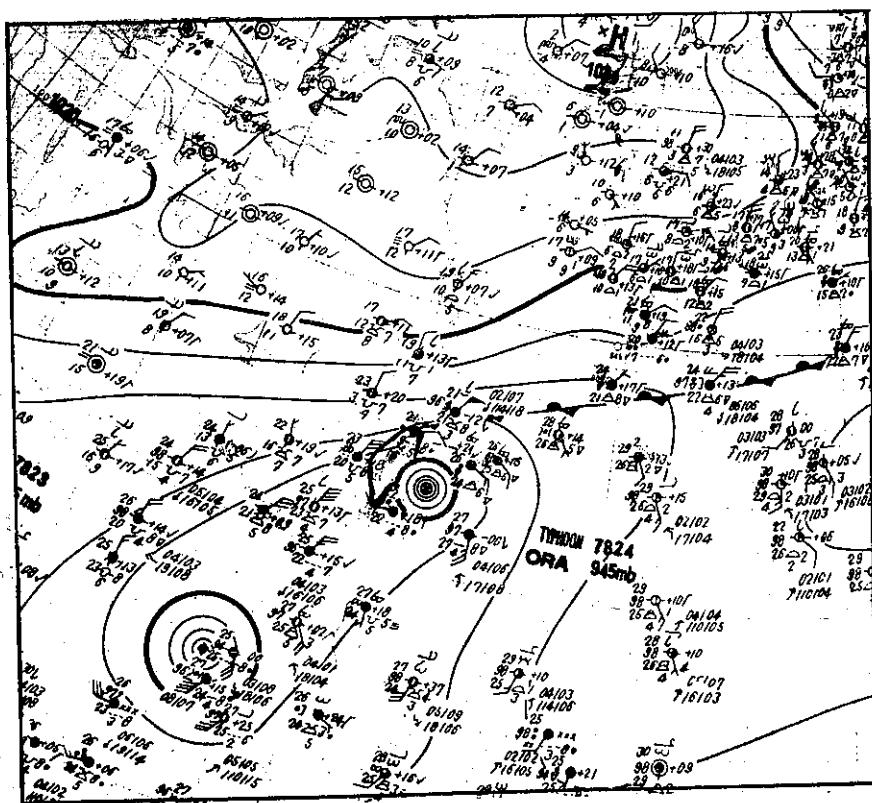


圖 4 受颱風與鋒面聯合影響之豪雨天氣型(民國67年10月13日0000Z 地面天氣圖)

Fig. 4 Surface chart at 0000Z Oct. 13, 1978 showing a case of weather type
T+CF (typhoon and cold front)

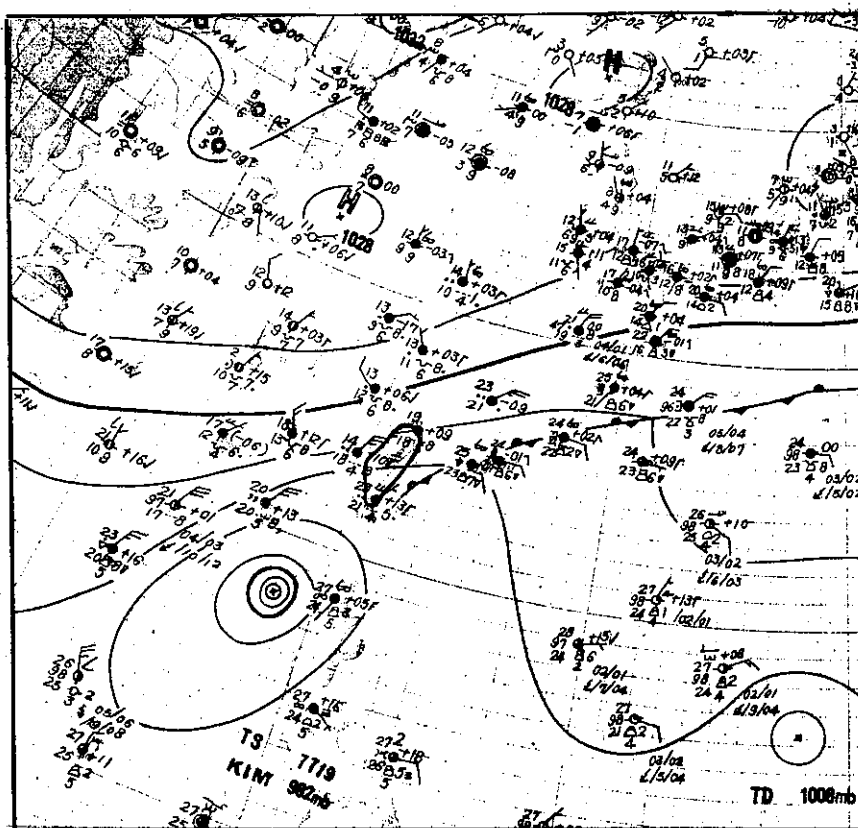


圖5 受鋒面與颱風聯合影響之豪雨天氣型(民國66年11月15日1200Z地面天氣圖)

Fig. 5 Surface chart at 1200Z Nov. 15, 1977 showing a case of weather type CF+T (cold front and typhoon).

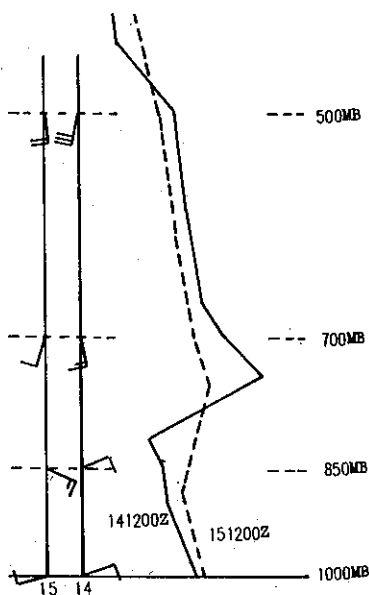


圖6 民國66年11月14~15日
台北探空屬性變化

Fig. 6 Upper-air soundings at Taipei for 14-15 Nov. 1977.

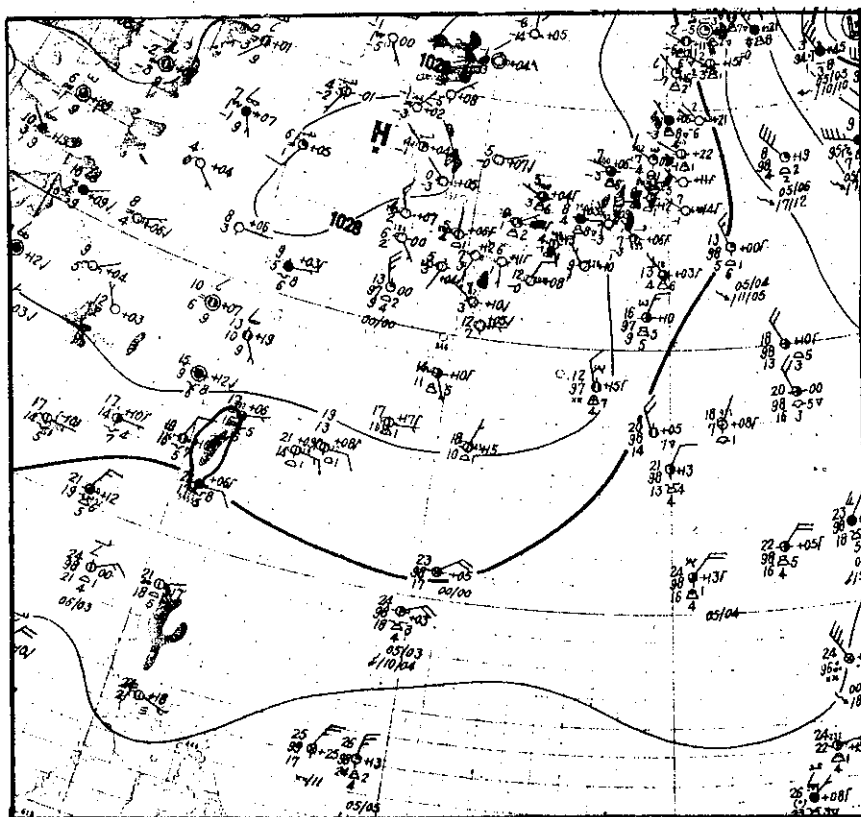


圖 7 受東風波影響之豪雨天氣型 (民國 68 年 12 月 16 日 1200Z 地面天氣圖)

Fig. 7 Surface chart at 1200Z Dec. 16, 1979 showing a case of weather type E (easterly wave)

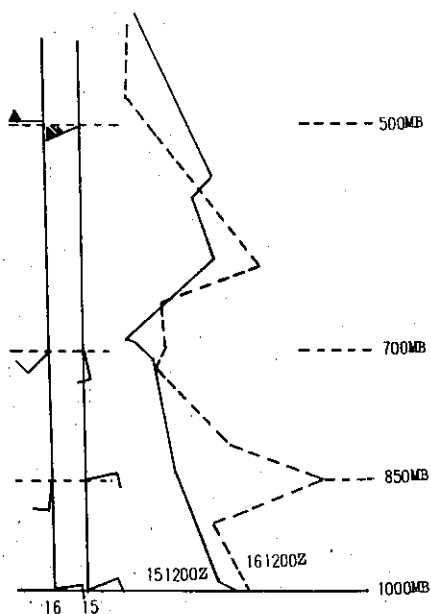


圖 8 民國 68 年 12 月 15 ~ 16 日
台北探空屬性變化

Fig. 8 Upper-air soundings at Taipei
for 15-16 Dec. 1979.

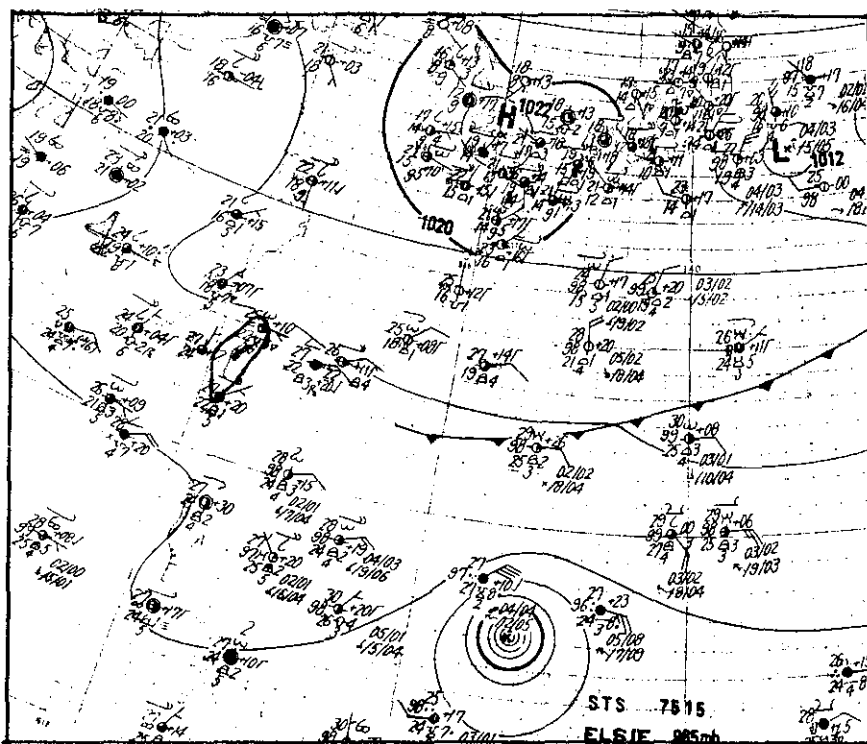


圖9 受東風與颱風聯合影響之豪雨天氣型(民國64年10月10日0000Z
地面天氣圖)

Fig. 9 Surface chart at 0000Z Oct. 10, 1975 showing a case of weather type E+T (easterly wave and typhoon).

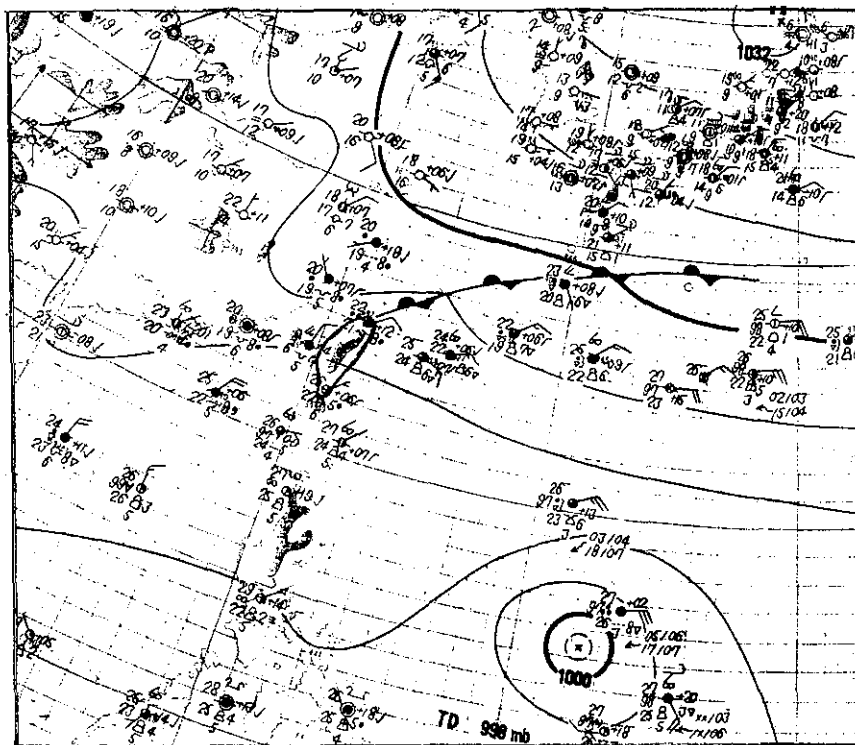


圖10 受鋒面與熱帶低壓聯合影響之豪雨天氣型(民國68年11月8日1200z
地面天氣圖)

Fig. 10 Surface chart at 1200Z Nov. 8, 1979 showing a case of weather type CF+TD (cold front and tropical depression).

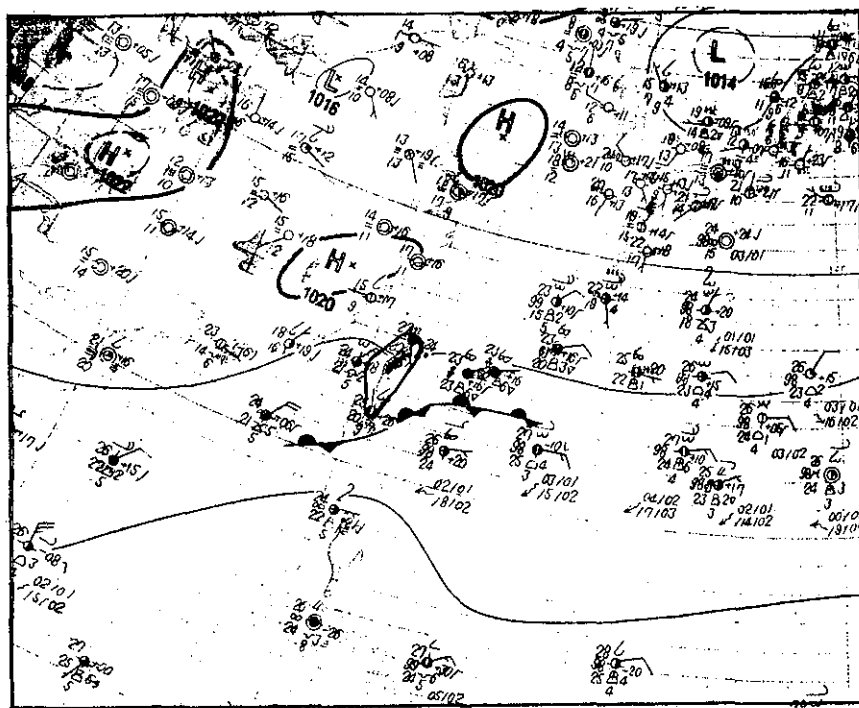


圖 11 受波型擾動影響之豪雨天氣圖型 (民國 68 年 10 月 31 日 0000Z 地面天氣圖)

Fig. 11 Surface chart at 0000Z Oct. 31, 1979 showing a case of weather type W (wave-type disturbance).

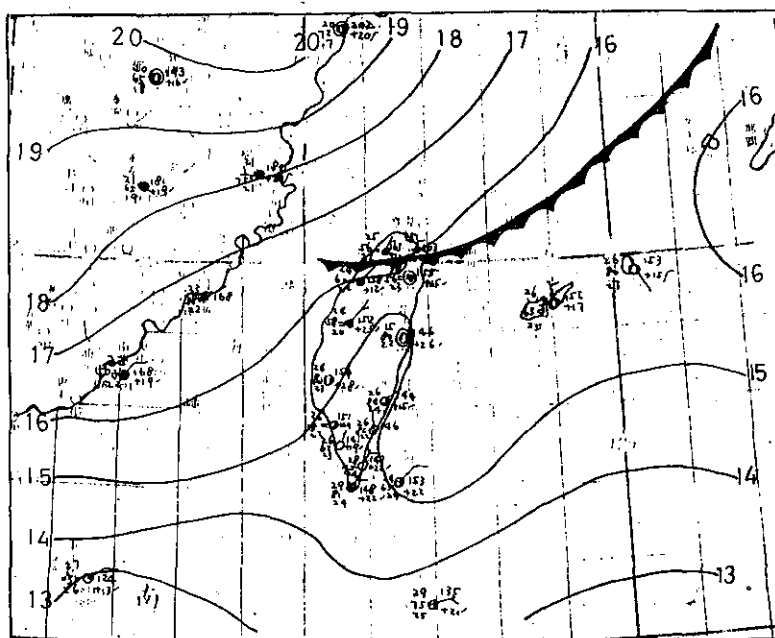


圖 12 民國 69 年 10 月 19 日 0000Z 地面天氣詳圖

Fig. 12 Surface chart at 0000Z Oct. 19, 1980.

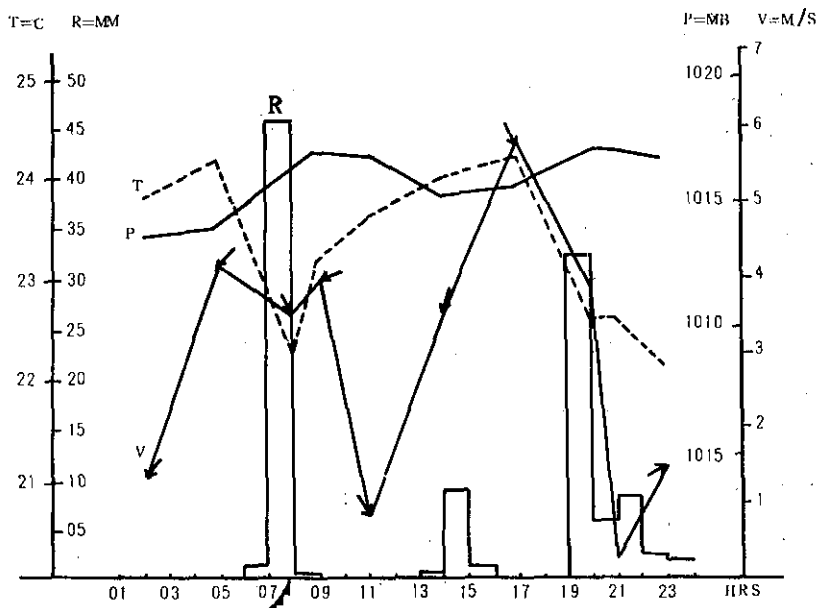


圖13 民國69年10月9日基隆測站地面氣象要素時間變化圖。T示溫度(°C)，R示雨量(MM)，P示氣壓(MB)，V示風速(M/S)，箭頭示風向

Fig. 13 Hourly variation of temperature (T), pressure (P), rainfall (R), wind velocity (V) and direction (arrows) on surface at Keelung

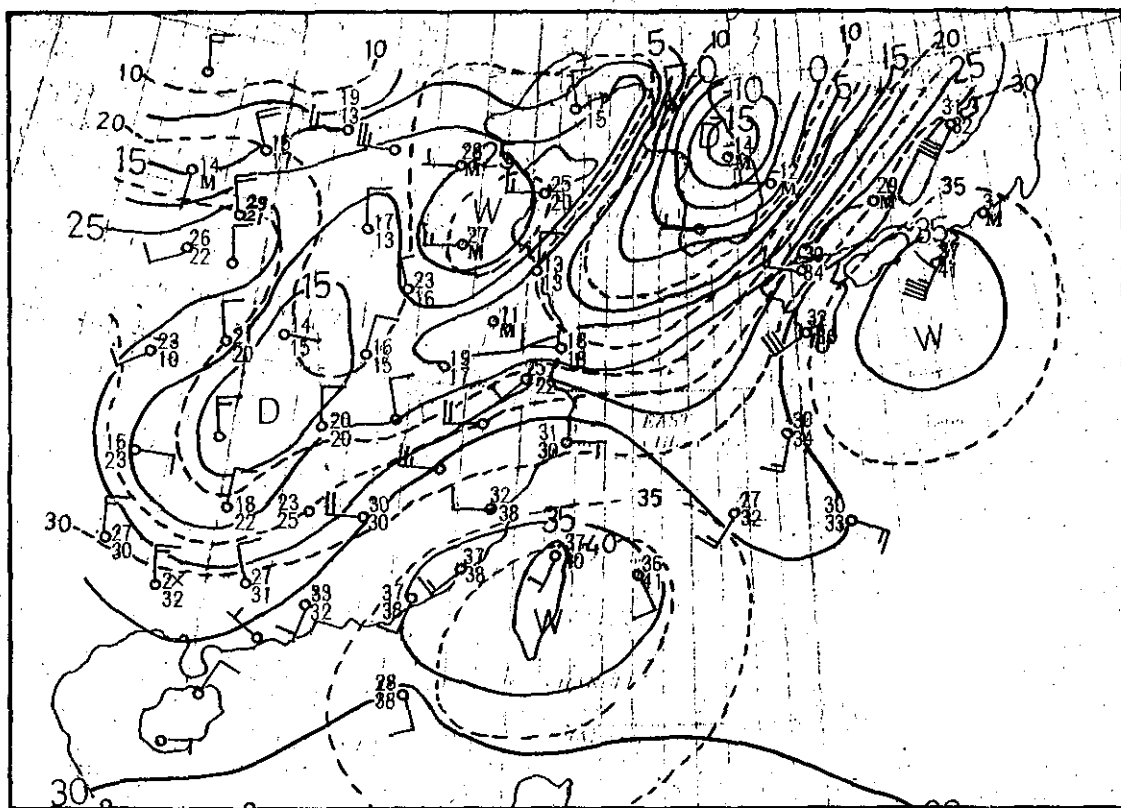


圖14 民國69年10月19日0000Z穩定度(k)值，可降水量(W_P)及700MB(0000Z)流場之合成圖；實線示k值等值線，點線示W_P等值線，W表溼而不穩定區，D表乾燥而穩定區

Fig. 14 Composite chart of K-index (solid lines), precipitable water (dashed lines) and 700-mb wind field at 0000Z Oct. 19, 1980. W indicates wet and unstable area, D dry and stable.

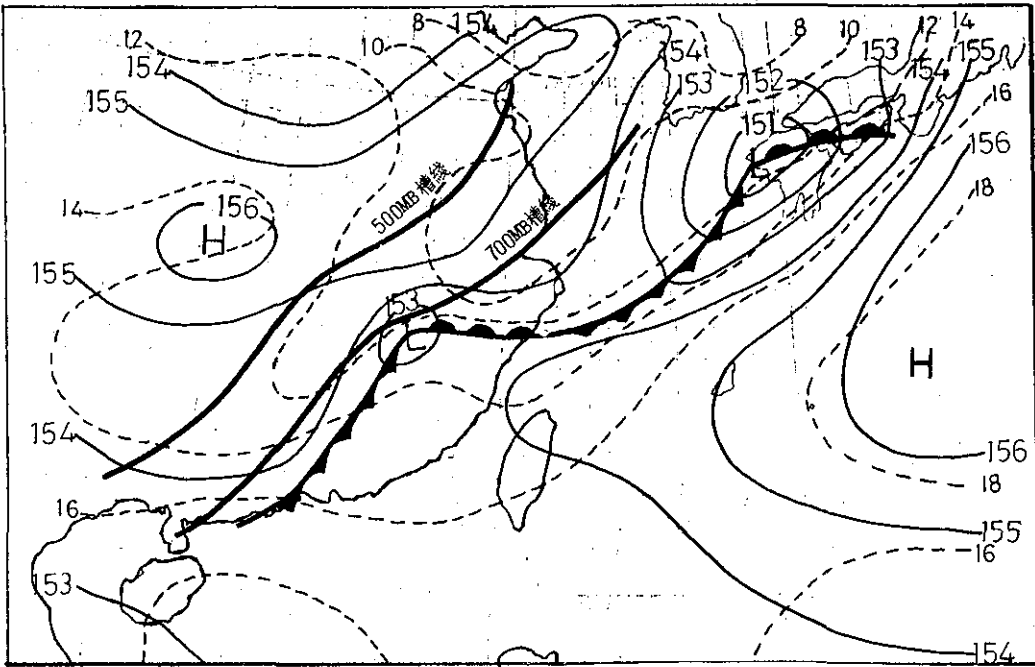


圖15 民國69年10月19日0000Z850MB 高空天氣圖，另加繪同時間500 MB 高空圖及700MB 高空圖之槽線位置

Fig. 15 850-mb chart at 0000Z Oct. 11, 1980, superimposed the troughs at 500-mb and 700-mb.

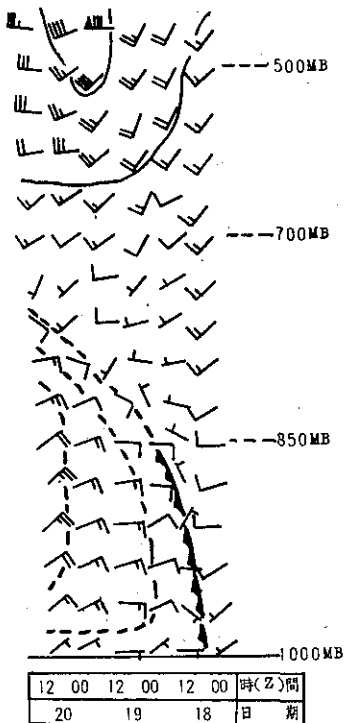


圖16 民國69年10月19-20日台北高空風垂直變化剖面圖；斷線表等風速線，間隔為20哩。

Fig. 16 Time cross section of upper winds for 18-20 Oct. 1980 at Taipei.

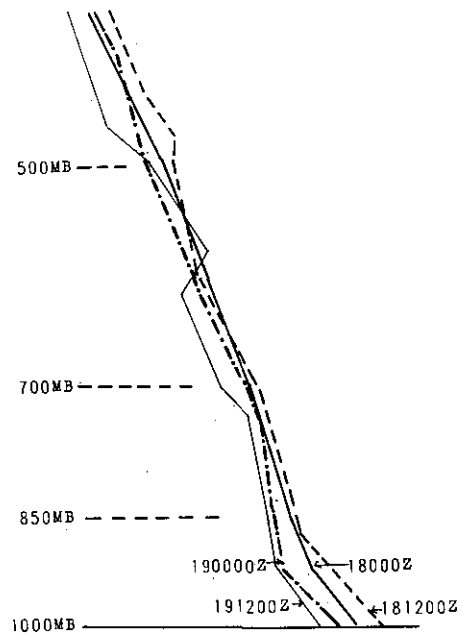


圖17 民國69年10月18~19日台北上空之溫度分布

Fig. 17 Upper temperature profiles for 18-19 Oct. 1980 at Taipei.

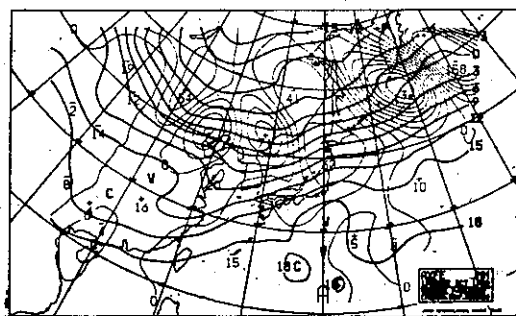


圖18 民國69年10月19日0000Z 700MB
垂直運動 (ω) 及 850MB 之溫度
($^{\circ}\text{C}$) 分布圖 (單位 mbh^{-1} ,
“-”區表上升運動, “+”區表下
沉運動)。

Fig. 18 700-mb Omega (mb/h) and 850-mb temperature ($^{\circ}\text{C}$) chart at 0000Z Oct. 19, 1980.

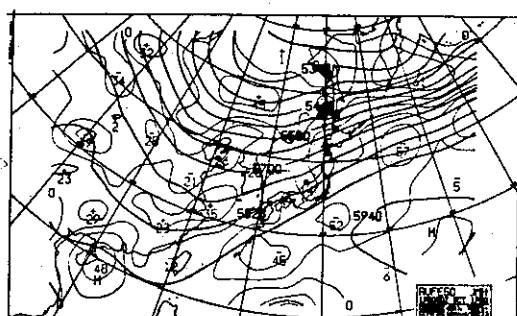


圖19 民國69年10月19日0000Z 500MB
高空圖及渦旋度分布圖 (單位 10^{-6}
 sec^{-1})

Fig. 19 500-mb contours and vorticity (10^{-6} sec^{-1}) chart at 0000Z Oct. 19, 1980.

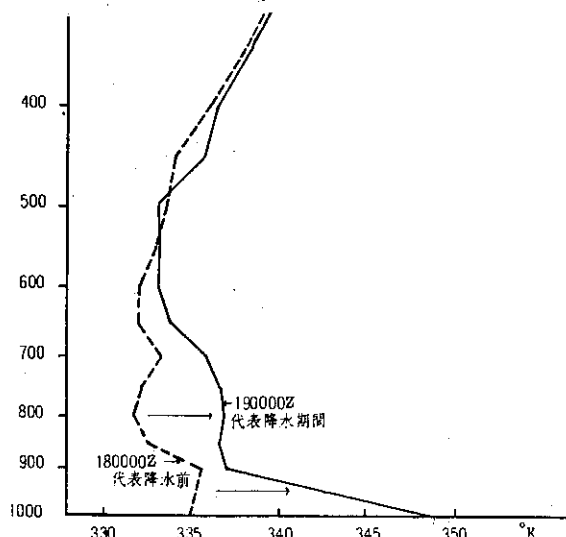


Fig. 20 Profiles of equivalent potential temperature (θ_e) over Taipei at 0000Z Oct. 18, 1980 (before raining, dashed line) and at 0000Z Oct. 19, 1980 (during raining, solid line).



圖21 民國69年10月19日 0000Z 同步衛
星紅外線雲圖

Fig. 21 GMS IR imagery at 0000Z Oct. 19, 1980



圖22 民國69年10月19日 1200Z 同步衛
星紅外線雲圖

Fig. 22 GMS IR imagery at 1200Z Oct. 19, 1980.

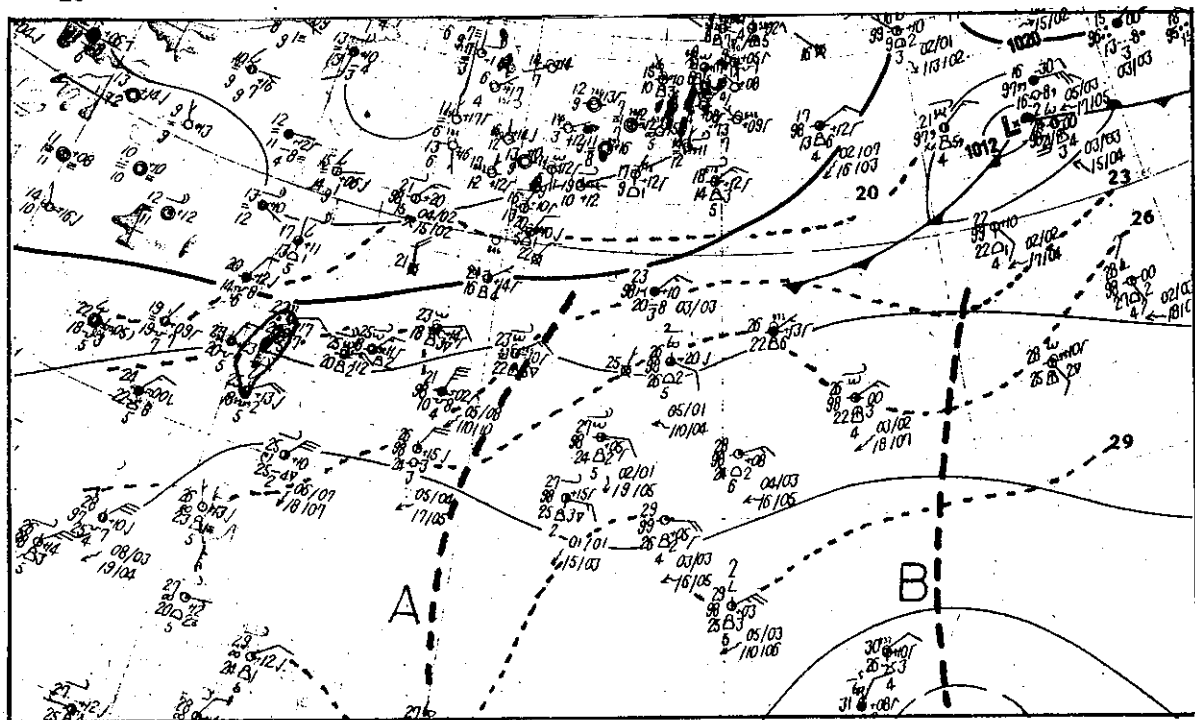


圖23 民國69年11月18日 0000Z 地面天氣圖，……示暖海迴流之東風氣流中之波動(A與B二處)

Fig. 23 Surface chart at 0000Z Nov. 18, 1980. A and B designate, respectively, two easterly wave disturbances in the warm moist air.

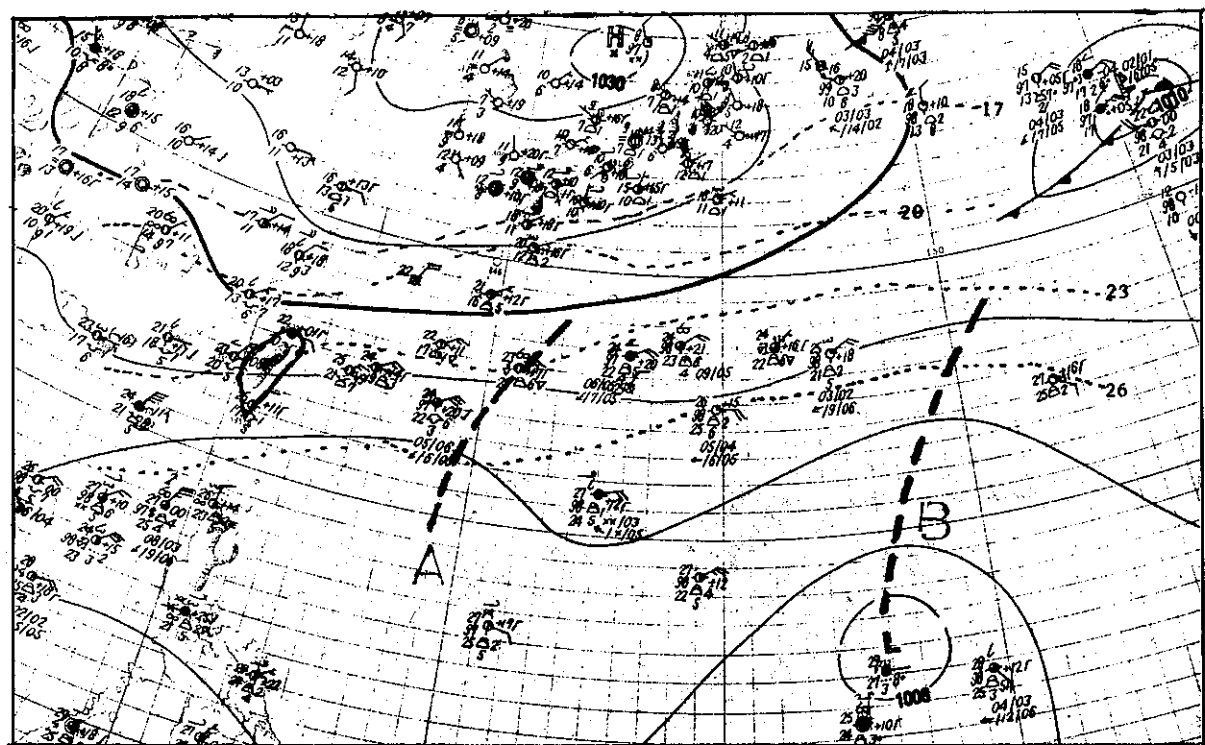


圖24 民國69年11月18日 1200Z 地面天氣圖，示兩東風波動(A與B)均向西移。

Fig. 24 Surface chart at 1200Z Nov. 18, 1980. Easterly waves, A and B, are moving westwards.

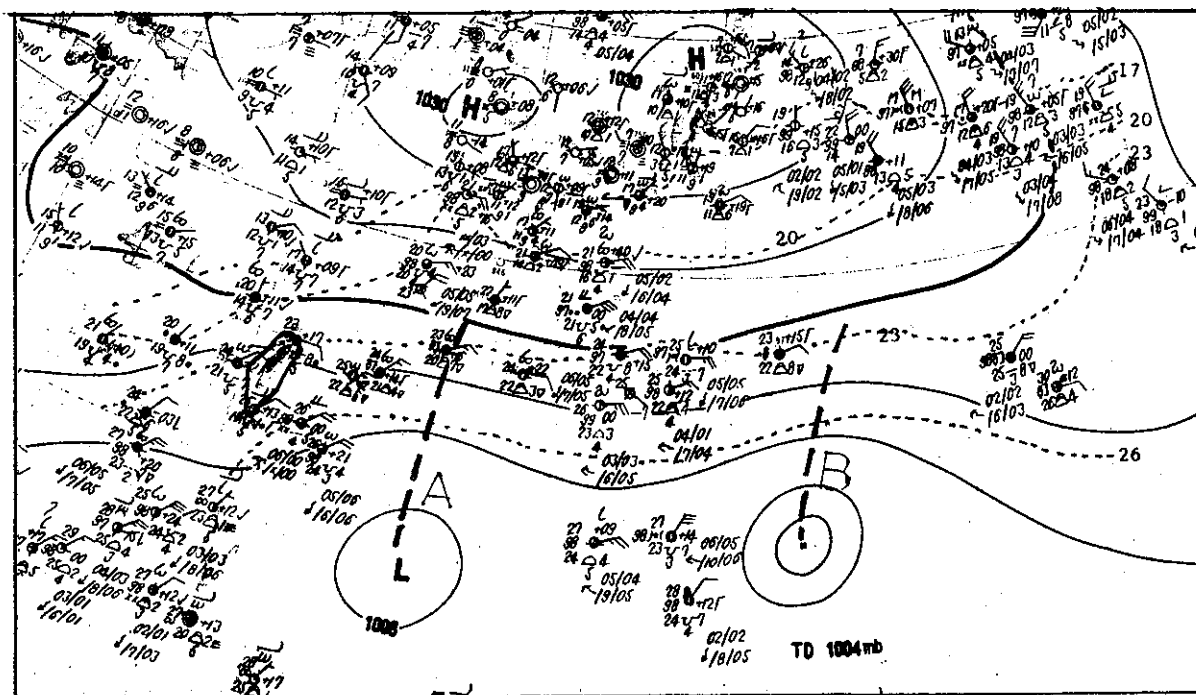


圖25 民國69年11月19日 0000Z地面天氣圖，示兩東風波動（A與B）續向西移動

Fig. 25 Surface chart at 0000Z Nov. 19, 1980. Easterly waves, A and B, are continuously moving westwards.

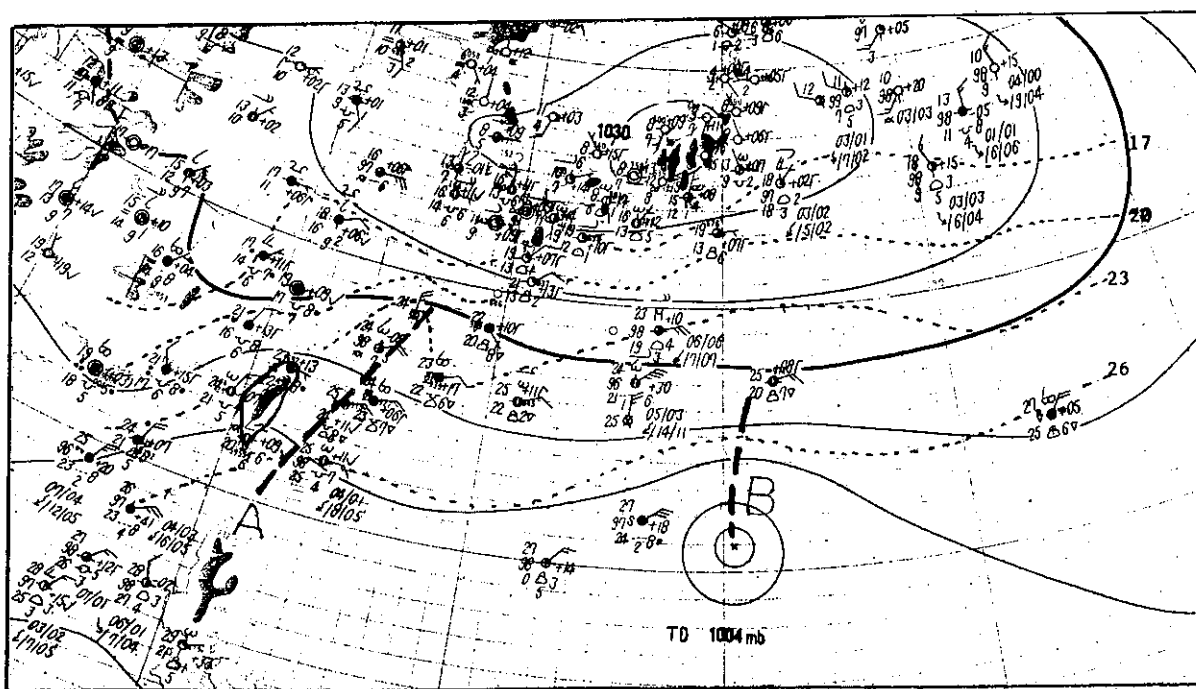


圖26 民國69年11月19日 1200Z地面天氣圖示東風波A已移近台灣東方海面，台灣東北部有豪雨

Fig. 26 Surface chart at 1200Z Nov. 19, 1980. Easterly wave A moves close to the eastern waters of Taiwan.

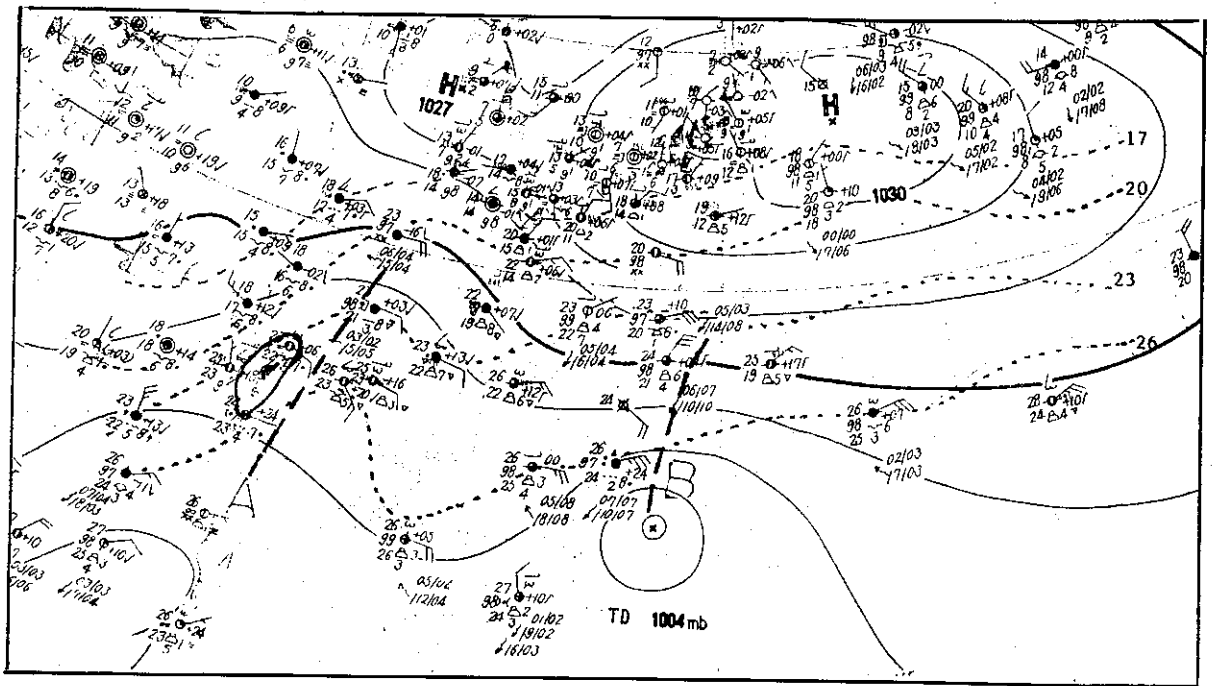


圖 27 民國 69 年 11 月 20 日 0000Z 地面天氣圖，示東風波(A)續滯留於台灣東方近海，波幅增大

Fig. 27 Surface chart at 0000Z Nov. 20, 1980. Easterly wave A stations over the eastern waters of Taiwan and its wave amplitude has enlarged.

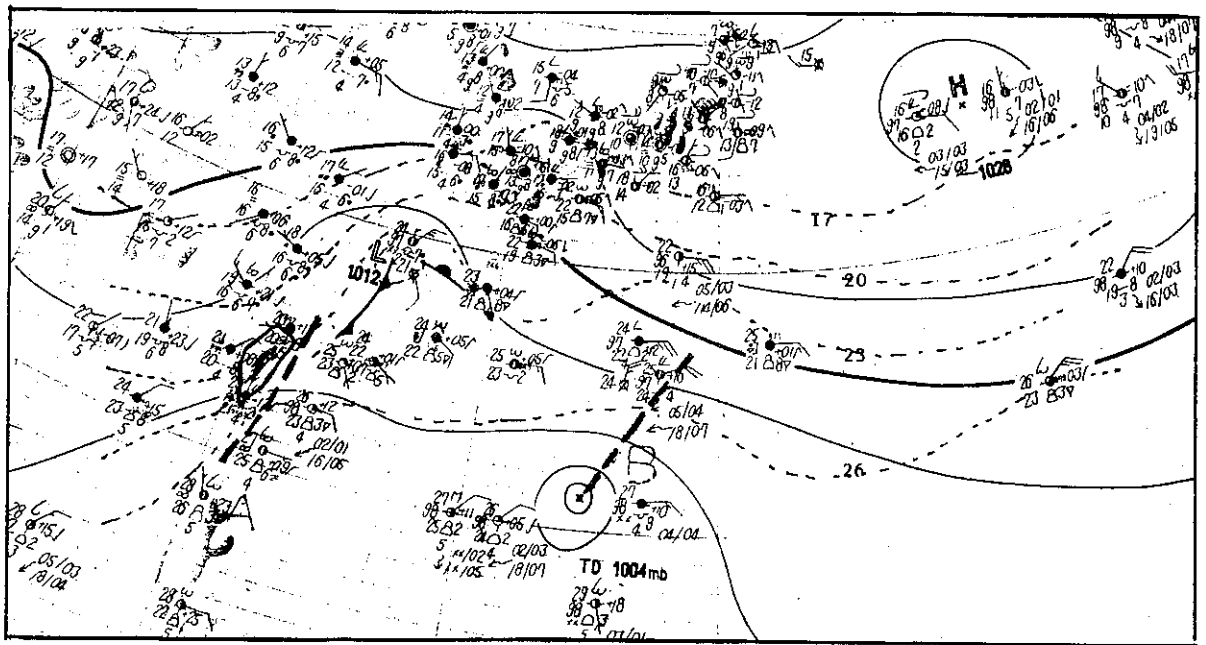


圖 28 民國 69 年 11 月 20 日 1200Z 地面天氣圖，示高空西風槽 趨近東風波區域，因高空正渦度平流造成在東海部分東風加深，成為溫帶波動

Fig. 28 Surface chart at 1200Z Nov. 20, 1980. An upper-air westerly trough approaches the area of easterly wave A, which has deepened and become an extratropical cyclone due to the positive vorticity advection aloft.

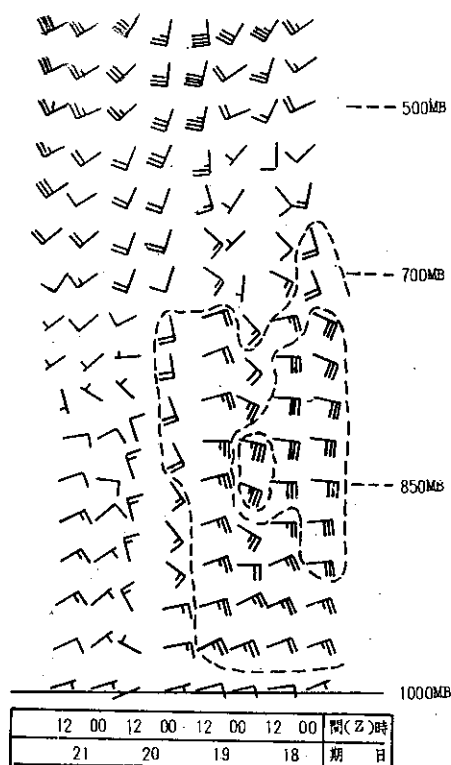


圖 29 民國 69 年 11 月 18 ~ 21 日台北高空風
垂直變化剖面圖

Fig. 29 Time cross section of upper winds for
18-21 Nov. 1980 at Taipei.

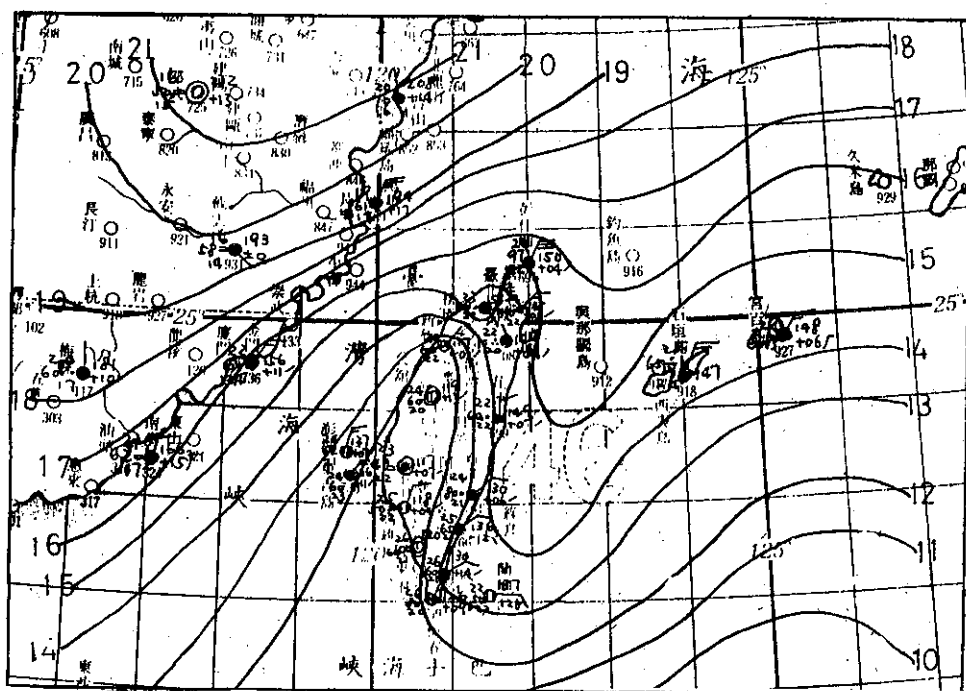


圖 30 民國 69 年 11 月 19 日 1200Z 台灣東北部豪雨時地面天氣詳圖

Fig. 30 Surface chart at 1200Z Nov. 19, 1980

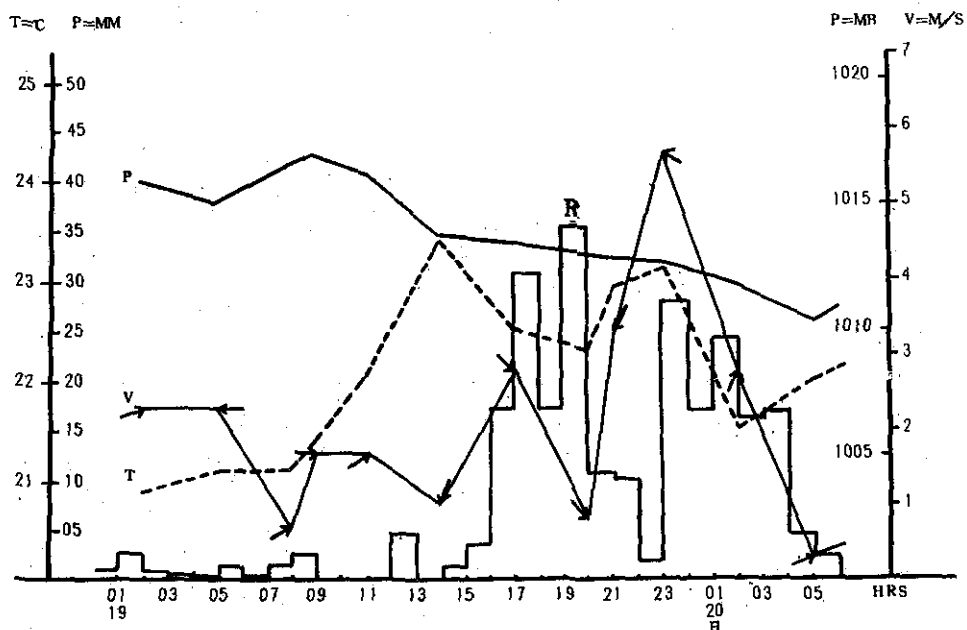


圖31 民國69年11月19~20日宜蘭測站地面氣象要素時間變化圖

Fig. 31 Hourly variation of temperature (T), pressure (P), rainfall (R), wind velocity (V) and direction (arrows) on surface for 19-20 Nov. 1980 at Yeelan.

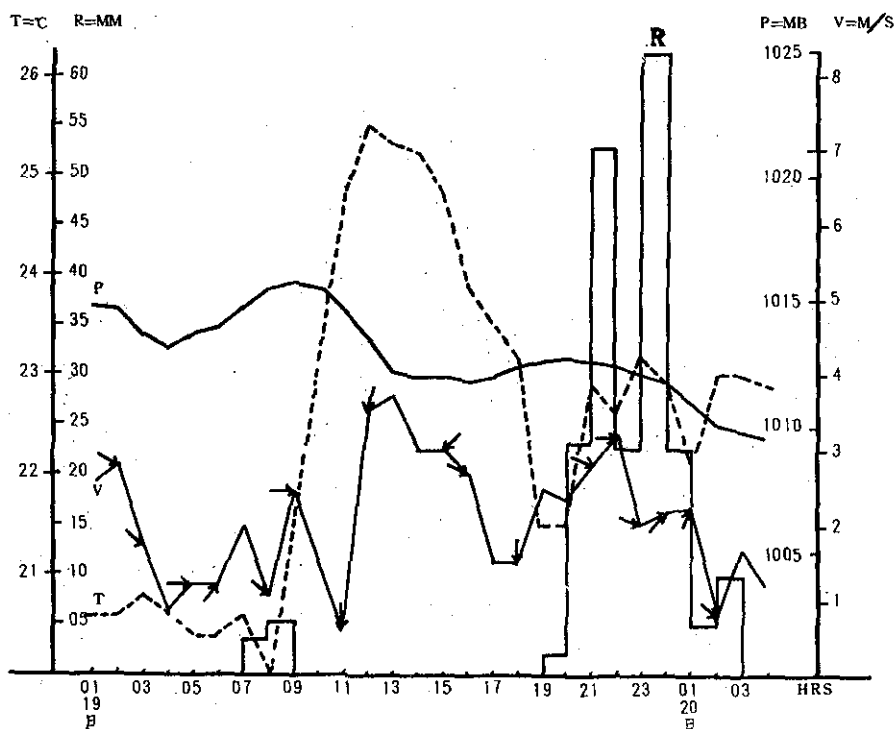


圖32 民國69年11月19~20日花蓮測站地面氣象要素時間變化圖

Fig. 32 Hourly variation of temperatures (T), pressure (P), rainfall (R), wind velocity (V) and direction (arrows) on surface for 19-20 Nov. 1980 at Hualien.

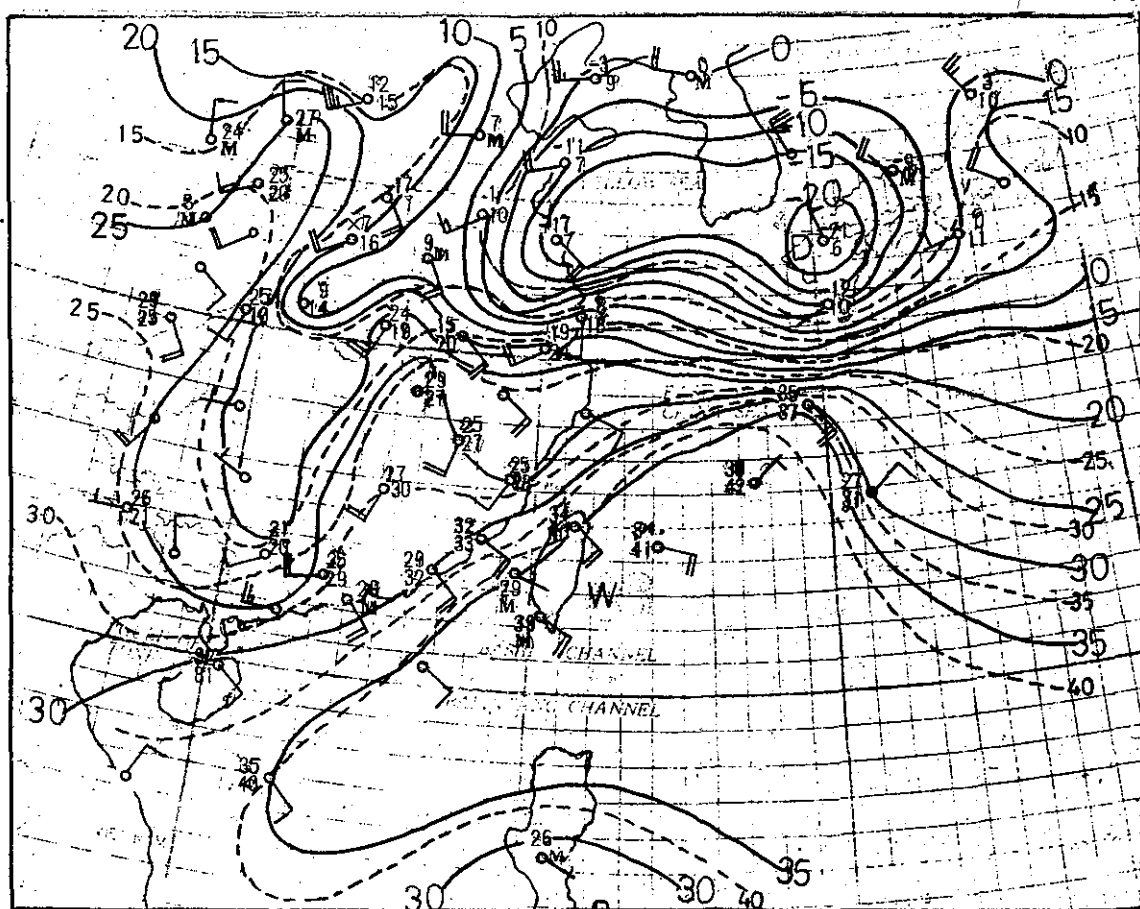


圖33 民國69年11月19日1200Z穩定度(k)值，可降水量(W_p)及700MB流場(1200Z)之合成圖

Fig. 33 Composite chart of K-index (solid lines), precipitable water (dashed lines) and 700-mb wind fields at 1200Z Nov. 19, 1980.

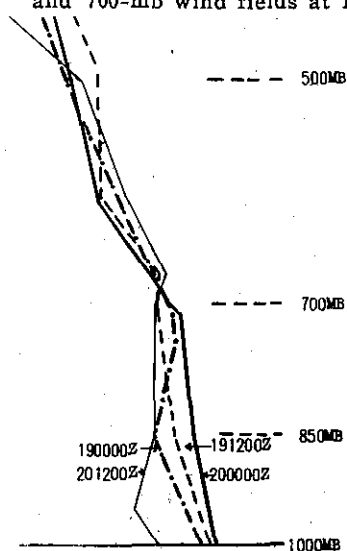


圖34 民國69年11月19~20日台北探空屬性變化

Fig. 34 Upper temperature profiles for 19-20 Nov. 1980 at Taipei.

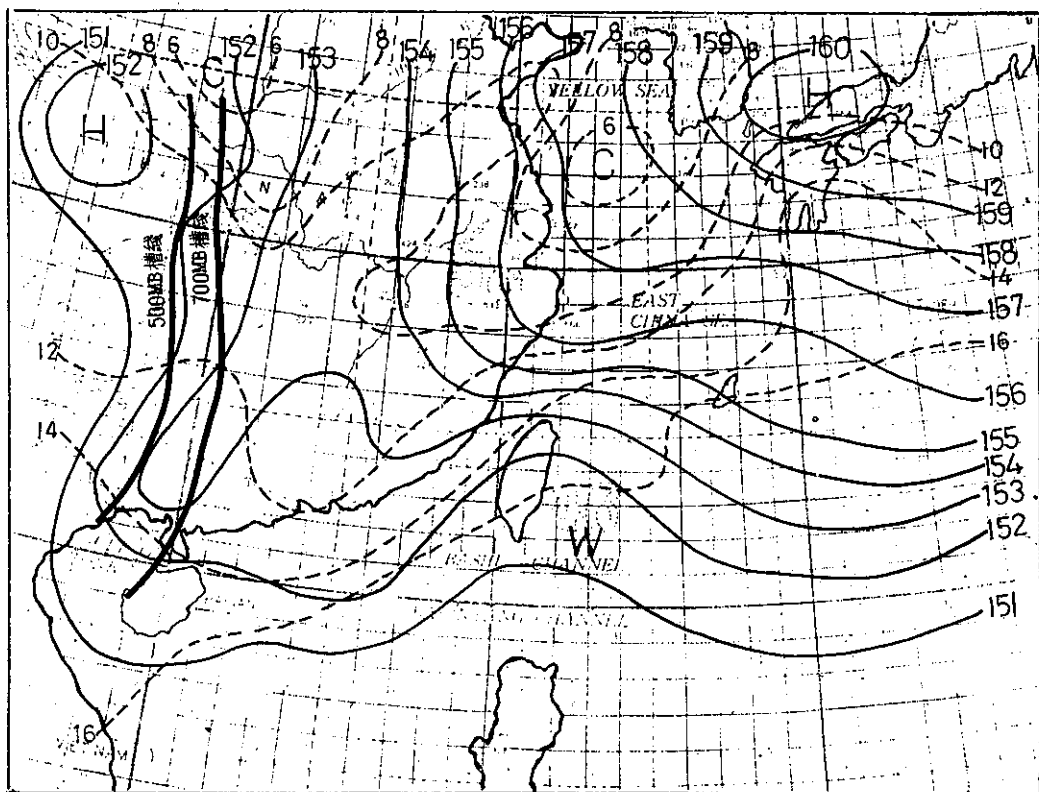


圖35 民國69年11月19日 1200Z 850 MB 高空天氣圖，另加繪同時500 MB 高空圖及 700 MB 高空圖之槽線位置

Fig. 35 850-mb chart at 1200Z Nov. 19, 1980, superimposed the troughs at 500-mb and 700-mb

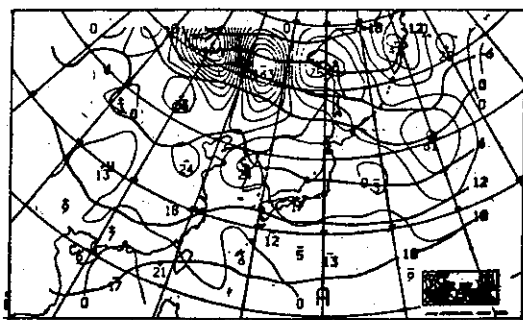


圖36 民國69年11月19日 1200Z 700 MB 垂直運動 (ω) 及 850 MB 溫度 ($^{\circ}\text{C}$) 分布圖

Fig. 36 700-mb Omega(mb/h) and 850-mb temperature ($^{\circ}\text{C}$) chart at 0000Z Nov. 19, 1980.

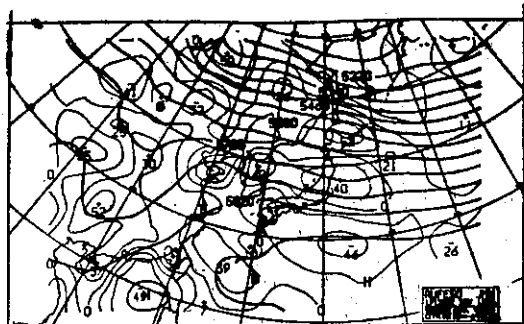


圖37 民國69年11月19日 1200Z 500 MB 高空圖及渦旋度分布圖

Fig. 37 500-mb contours and vorticity (10^{-6} sec^{-1}) chart at 0000Z Nov. 19, 1980.

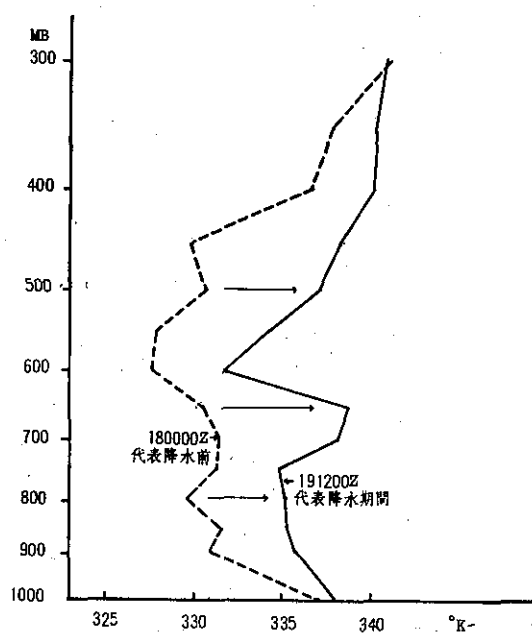


圖38 民國69年11月18日 0000Z (降水前，虛線) 與19日 0000Z (降水期間實線) 臺北相當位溫

Fig. 38 Profiles of equivalent potential temperature (θ_e) over Taipei at 0000Z Nov. 18, 1980 (before raining, dashed line) and at 0000Z Nov. 19, 1980 (during raining, solid line).

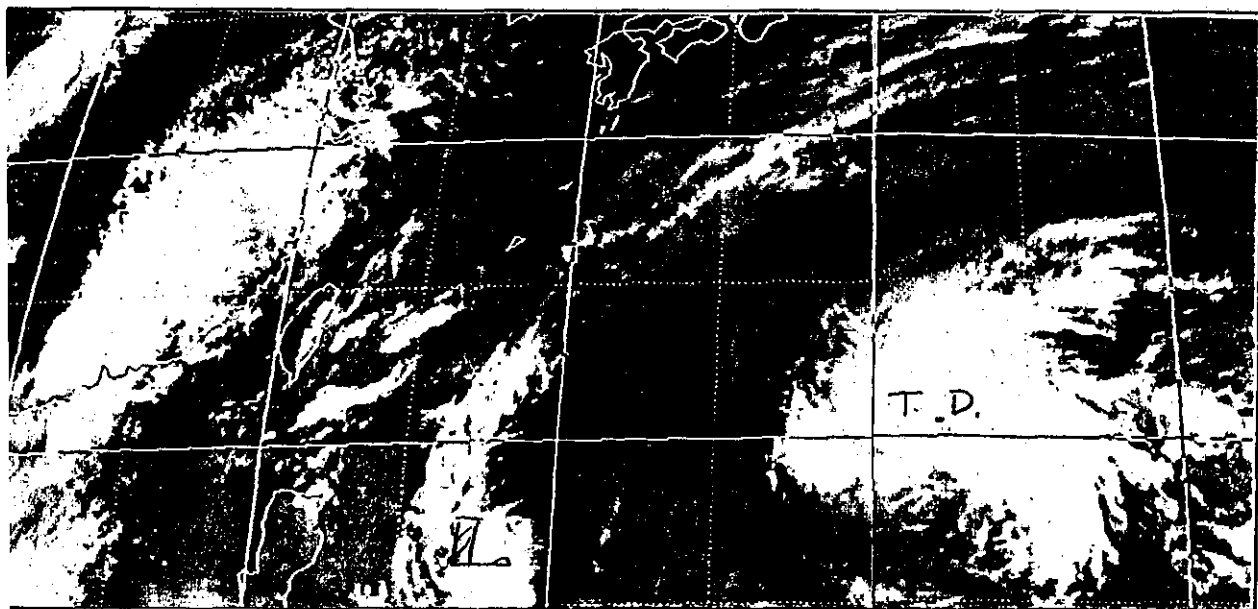


圖39 民國69年11月19日 0600Z 同步衛星紅外線雲圖

Fig. 39 GMS IR imagery at 0000Z Nov. 19, 1980.

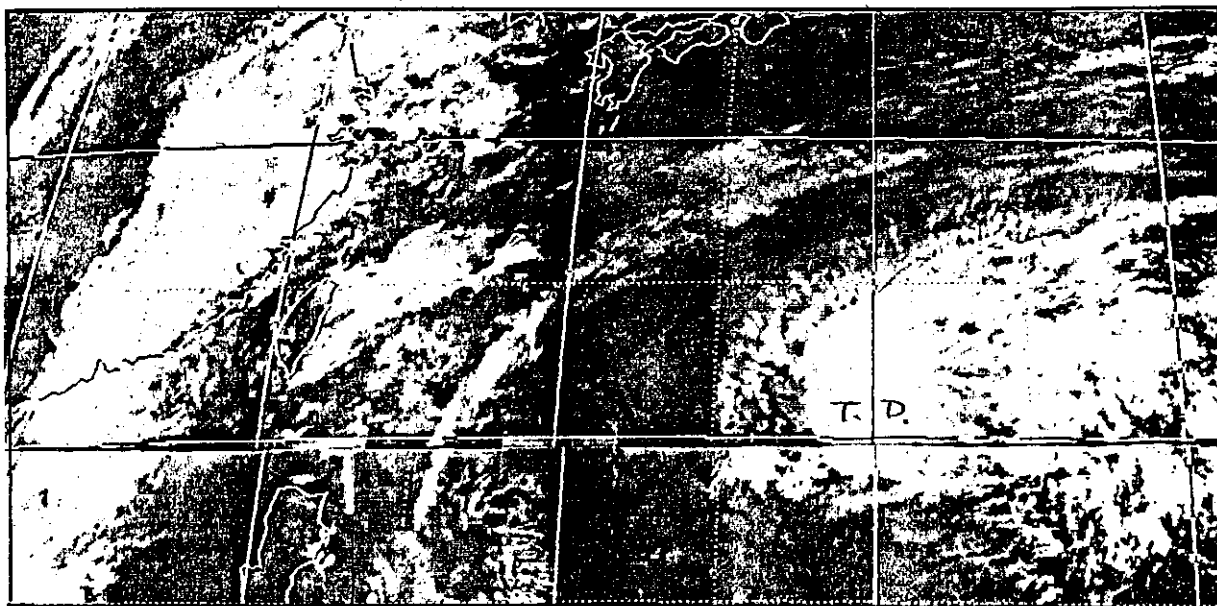


圖40 民國69年11月19日 1200Z 同步衛星紅外線雲圖

Fig. 40 GMS IR imagery at 1200Z Nov. 19, 1980.

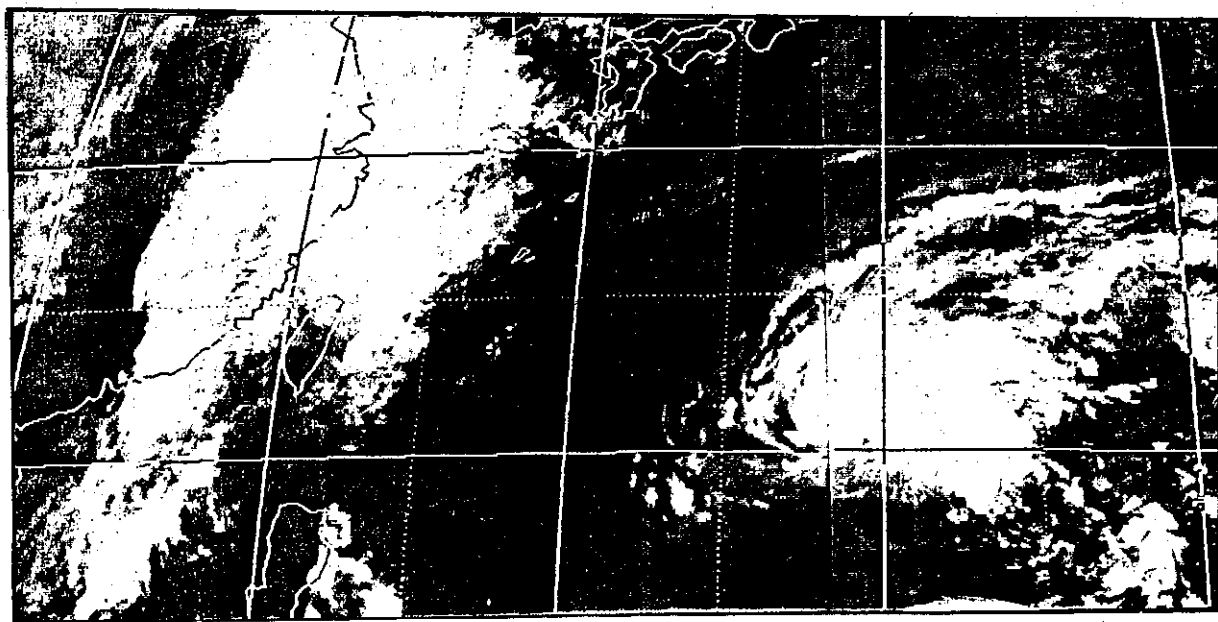


圖41 民國69年11月19日 2100Z 同步衛星紅外線雲圖

Fig. 41 GMS IR imagery at 2100Z Nov. 19, 1980

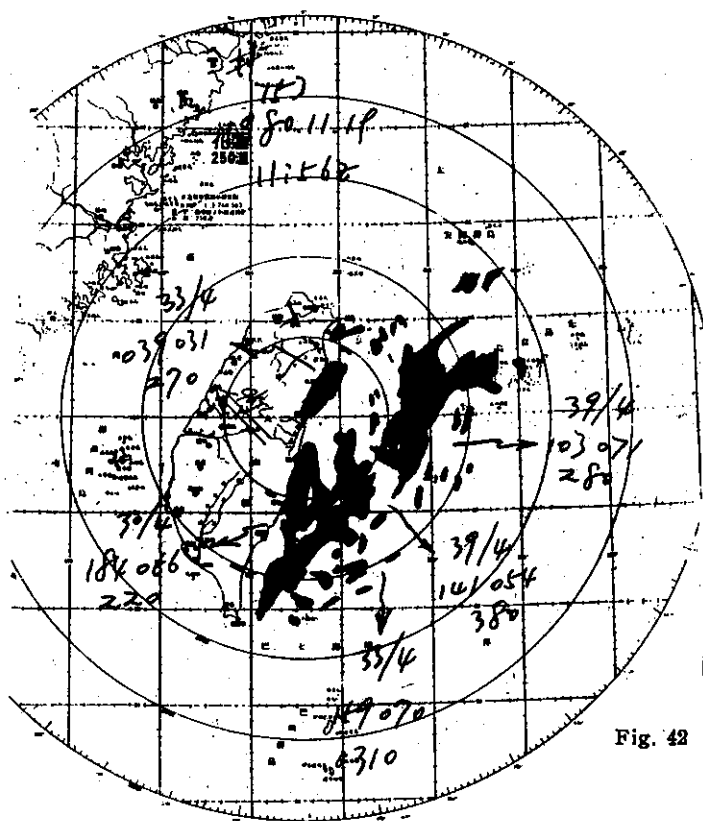


圖42 民國69年11月19日 1156Z
花蓮雷達降雨回波

Fig. 42 Echoes of Hualien PPI radar scope
at 1156Z Nov. 19, 1980.

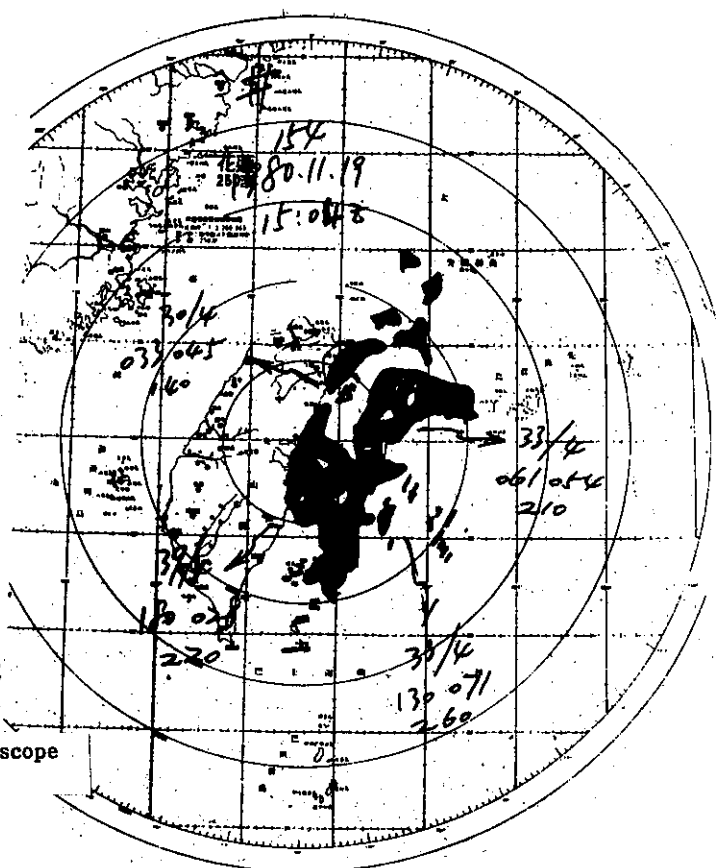


圖43 民國69年11月19日 1504Z
花蓮雷達降雨回波

Fig. 43 Echoes of Hualien PPI radar scope
at 1504Z Nov. 19, 1980.

(7)受鋒面與熱帶低壓之聯合影響(CF+TD)。

(8)受波型擾動之影響(W)。

誌 謝

本文得以完成，承蒙中央氣象局簡任技正王時鼎先生之悉心指導，由衷感激；並蒙氣象預報測站主任謝信良先生之核閱，謹致最高敬意。撰寫期間，技正喬鳳倫先生、空軍通校陳正利先生、氣象預報測站、衛星站及電算中心諸位同仁所提供之資料與協助，於此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 王時鼎，1958：民國四十七年十一月份臺灣區域二次非鋒面性質降雨，空軍「氣象統計與分析」，47年11月號，1-11。
2. 王時鼎，1970：臺灣區域冬半年長期惡劣與良好天氣型研究，氣象預報與分析，第42期，9-17。
3. 王時鼎，1970：臺灣區域冬半年連續三至六天惡劣天氣型研究、氣象學報，第16卷第2期，18-31。
4. 王崇岳，1978：梅雨期臺灣地區中範圍天氣之分析與預報、大氣科學，第5卷，第1期，15-27。
5. 王崇岳，1978：天氣學（下冊），358-360。
6. 吳宗堯，1972：冬季大陸移動性高壓與臺北天氣之關係，中國文化大學氣象系刊，創刊號，8-22。
7. 吳宗堯、王時鼎，1979：1978-1979年冬季季風實驗(Winter MONEX)期間重要大氣現象分析，大氣科學，第6卷第1期，55-65。
8. 吳宗堯等，1980：曾文水庫集水區降水特性分析及颱風降水之預報研究，中央氣象局研究報告53號。
9. 吳宗堯、陳正改，1978：臺灣北部地區豪雨特性之分析，氣象預報與分析，第77期，15-30。
10. 車僑仕，1960：中範圍氣象學介紹，氣象預報與分析，第3期，14-18。
11. 俞家忠，1969：民國五十七年二月份臺灣地區降水異常問題之檢討。氣象預報與分析。
12. 俞家忠，1973：臺灣冷季鋒面及其相伴天氣預報之研究，中國文化大學氣象系列，第2期，10-17。
13. 陳泰然、紀水上，1978：臺灣梅雨鋒面之中幅度結構，大氣科學，第5卷第1期，35-47。
14. 陳泰然、李金萬、劉廣英，1980：冬季東北季風影響下之臺灣北部異常降水之初步研究，大氣科學，第7期，73-84。
15. 陳泰然、蔡清彥，1987：臺灣地區梅雨個案之中幅度系統，觀測誤差，與平衡 ω 值之分析，臺灣大學大氣科學系研究報告 Mei-Yu-002。
16. 陳泰然，1981：大氣之物理量——與熱力有關者，中央氣象局講義，1-26。
17. 劉衍淮，1961：臺灣氣團之特質，氣象學報，第7卷第4期，1-6。
18. 劉鴻喜，1966：臺灣區天氣預報之研究，師範大學地理學研究，第1期，4。
19. 劉昭民，1973：中範圍天氣分析之方法，中國文化大學氣象系列，第2期，90-92。
20. 劉廣英、陳泰然，1981：臺灣北部冬半年異常降水之氣候分析與研究，異常氣候研討會論文彙編，229-239。
21. 劉廣英、陶家瑞，1969：鋒面雷雨之個案分析，氣象預報與分析，第84期，21-29。
22. 謝信良，1969：因固鋒面系統之中範圍降水型態，中央氣象局。
23. 謝信良，1981：華南地區天氣系統與臺灣天氣關係之研究。中央氣象局研究報告 059 號。
24. 蔡清彥、周根泉，1979：臺灣北部地區局部環流及其對北部核能電廠廢氣擴散之影響，臺大大氣科學研究報告 LU-CIR-OI, 35。
25. Fujita T., 1958: Mesoanalysis of the Illinois Tornadoes of April 9, 1953, J. Meteor. 15, 288-296
26. Holmboe J., 1945: Dynamic Meteorology 141-144
27. Holton J. R., 1979: An Introduction to Dynamic Meteorology 89-91, 122-143
28. Humphreys W. J., 1935: Monthly Weather Review. Vol. 63, No. 10, 291-294
29. Newton, C. W. and Newton, H. R., 1950: Dynamical Interaction between Large Convection Cloud and Environment with Vertical Shear. J. Met., 16, 433-496
30. Saucier W. J., 1953: Principles of Meteorology Analysis.
31. Tepper M., 1959: Meteorology-The Line between Macroscale Atmospheric motions and Local Weather Bull. Amer. Meteor. Soc. 40, 50-72

譯述

短時大雨預報*

Heavy Rain Forecasting in Short Time

徐 晉 淮 譯

Chin-Huai Hsu

一、前言

區域性天氣突變如大雨、豪雨等屢次導致嚴重災害，已普遍引起人們關心，莫不希望獲得適時而更詳細之預報資料期能先予防範以減輕災害。

日本氣象廳為加強守視全國各地異常天氣如集中豪雨之發生，而建立區域氣象觀測網 (AMeDAS—Automatic Meteorological Data Acquisition System)，以期有效蒐集適時稠密氣象資料，俾供防災應變措施之參考以減輕災害。由於氣象廳管轄之觀測網分布密度不足於完全掌握局部性異常天氣，因而氣象廳為了加強經常守視天氣之目的，承電電公社（電話、電信局）協助下，在全國 1300 處設置有線自動氣象測報系統（840 處具有雨量、風向速、氣溫、日照率等要素，460 處具有雨量要素），由中心電腦控制指令，利用電話網路隨時實施觀測，將編報資料依序傳輸至設於東京氣象廳之資料通訊局六樓之 AMeDAS 中心，經中心整理後將全國氣象資料還元送至氣象廳預報中樞，管區氣象臺及有關單位利用。

AMeDAS 自 1974 年啟用以來發揮了很大功能，對區域性天氣突變、大雨、豪雨之守視上，及短時預報技術之開發上均有莫大貢獻。

頃接日本氣象廳送寄該廳 1981 年度全國預報技術檢討會資料，其中有對利用 AMeDAS 及雷達回波之短時預報方法，頗富參考價值，特將其譯述以饗讀者。

二、短時大雨預報法綜論**

* 資料來源：日本全國預報技術檢討會資料（1981 年度）氣象廳預報部

** 小楠純一，笹原秀一。

降雨之短時預報乃指小區域之短時間雨量之預測而言。而此類預報需賴中尺度分析技術始能期以良好預報效果，因此必須有細密之觀測網，短時間內可完成處理之計算能力，迅速的情報發報及傳遞方法以及配合設施，而此等完善之設施乃可連環促進短時大雨預報之發展。目前氣象廳正努力發展應用雷達、AMeDAS 及衛星資料之運動學的方法以增進短時大雨預報效果。

運動學的方法之作業步驟大約如下：

掌握實況（分析初期值）→運動學的外延→系統發展、衰弱之修正→換算雨量→預測雨量。

實況之掌握乃利用雷達、AMeDAS、衛星等資料，其中衛星資料受制於觀測時間間隔，未能配合預報作業時間將即時資料利用於研判作業上。

外延之方法種類甚多，但簡單而具客觀性之方法為使用中層大氣（700mb）之風資料，以駛流雷達回波及單純外延過去回波移動之方法等。

發展、衰弱之修正為短時預報作業上最重要之過程，此種修正方法有利用雷達回波初期值與一小時前回波強度差之方法，利用 AMeDAS 資料之方法，考慮地形效應之方法，利用氣候學特性之方法等。其中 AMeDAS 具有分布較密（20 Km 間隔）之觀測資料，檢討會上乃有許多有關利用 AMeDAS 資料以修正系統之發展與衰弱方法之討論，然而尚未獲有定量方面利用方法之驗證，尚待今後之調查發展。

雨量預報係使用雷達雨量係數，此係數乃得自初期值回波與 AMeDAS 雨量以及使用統計值求取平均值等方法。此次檢討會乃注重整理以往所檢討之各種預報技術方法，而以客觀化之方法加以檢驗，評估其精確度。

三、使用 AMeDAS 之風輻散與地形性雨量之短時大雨預報 *

(一)預報方法與資料

1979年及1980年兩年間，在東京都內測得一小時及三小時雨量超越大雨注警報（分為大雨注意報與大雨警報，以後簡稱注警報）基準者選擇六個實例，於短時間雨量首先到達注警報之基準以上之時刻一至三小時以前，作預報。其步驟如下：

1. 使用東京和富士山雷達之間波素描之合成圖。
2. 駛流回波之風使用 700 mb 面，以十五分鐘時段 (Time step) 積分之。數值預報上，乃以六小時間隔之預報值以 150 km 網格 (mesh) 輸出，因此預報值採用最接近 $T = 0$ 之數值。因 700 mb 之風無輸出，因而使用 750 mb 和 650 mb 之平均值，又假設在網格區域內之卓越風與網格點輸出之風相同，因此在網格領域之境界上將發生不連續，作業上將境界十至二十公里之間波領域予以重疊而取其平均值。

3. 依照竹村之方法 *¹ 從 AMeDAS 之風以 10 km 網格計算輻散，在境界處假設輻散為 0，如同波移至輻散量之絕對值 $15 \times 10^{-5} \text{ Sec}^{-1}$ 以上之地域內，而同波落在輻散區則其強度減弱（含消滅）一階級 (rank)，反之，如落在輻合區則增強（含發生）一階級，但同一領域僅施行此操作一次，且假設在預報期間內 $T = 0$ 之輻散分布及強度不變。

4. 將雷達強度換算為雨量則以 WK (Weak) 為 2mm/h，MDT (Moderate) 為 8mm/h，STG (Strong) 為 32mm/h。

5. 雷達雨量係數 (AMeDAS 雨量 / 雷達雨量) 之方法乃由 $T = -1$ 和 $T = 0$ 之間波（如無 $T = -1$ 之觀測時只用 $T = 0$ ）與 $T = 0$ 之 AMeDAS 之雨量求之， $T = 0$ 之間波如使其回流則考慮在輻散域發達，在輻合域衰弱。

雨量之預測乃求東京都及神奈川縣之主要二十多個 AMeDAS 觀測站之 $T = 0$ 之雨量係數中，

* 小楠純一，竹村行雄

*¹ 請參閱昭和 53 年 (1978 年) 日本全國預報檢討會氣象廳資料。

*² 請參閱日本「天氣」第 23 卷第 2 號。

*³ 仙臺管區氣象臺應用數值預報資料預報東北地方之多雨區域 (昭和 55 年 (1980 年) 3 月)。

除了極端大的數值或小的數值及無雷達雨量地點以外之觀測站之平均值，再乘預測雷達雨量為預測雨量。

6. 計算點乃針對東京都及離縣境二十至三十公里以內之 AMeDAS 測站三十二個及補助點七個計算預測雨量。

7. 地形性雨量依照平方式 *² 計算之，因為無適當數值預報之預測風，將 950 mb 之風代用為 900 mb 之風，850 mb 代用 800 mb、750 mb 代用 700 mb，然後修正如下：

由比濕求各層寄與率 (Contribute Rate)，及分別求出各層之比濕、風速、預測雨量與基準值之比率，將此相乘，再依照仙臺方式 *³，乘第 1 表之係數。

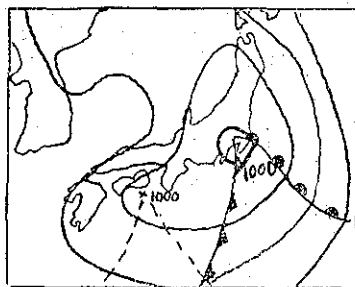
第 1 表 地形性降雨仙臺方式之係數

$T \leftarrow T_d$	0	1	2	3 ≤
係數 (f)	1.0	0.9	0.5	0

針對計算地點，從基準雨量圖依各層之風向分別讀出之地形性雨量乘前述之修正係數，此等三層 (900 mb、800 mb、700 mb) 修正後之雨量合計值即為所求之地形性雨量，再加上此測站之預測雨量即為最終之預測值。

(二)結果與考察

除二例以外大雨注警報均能提前發布，其結果如第 2 表所示。回波僅以 700 mb 之風駛流者（以下稱無修正）其分布狀況大部分不佳，又量的預報方面，除了熱雷雨之一例外，全部不佳。但利用上述修正之方法預測者（以下稱有修正），例數之



第 1 圖

地面天氣圖 (1979 年 5 月 8 日 21 時)，虛線與 X 點為 12 小時前之鋒面與低氣壓之中心位置

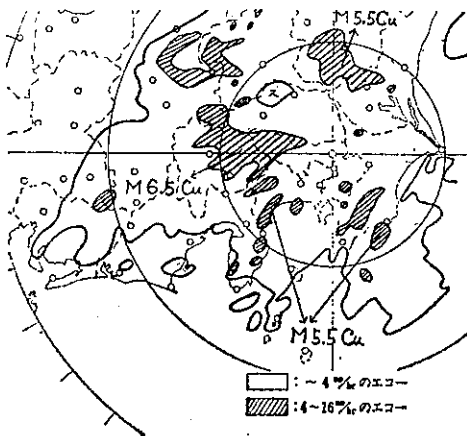
第2表 在東京都內超過大雨注警報基準值例做預測短時間雨量之結果

年 月 日	R ₁ R ₃ 最初 到達注警 報之時間	左項時間 之最大值	預 報				氣 壓 配 置	大 雨 注 意 報 發 表 日 時
			計 算 之 初 期 時 間	短時間雨量 之 種 類	左之最大值			
					無修正	修 正		
1979. 5. 8	18h	mm R ₃ 41	h 15	h h R ₃ (15~18)	mm 20	mm 69	大太平洋低氣壓	日 h m 大雨注： 8 10 10
		R ₁ 21	15	R ₁ (17~18)	8	37		
		*17	//	14	25			
1979. 8. 11	14	R ₁ 36	**12	R ₁ (13~14)	2	7	熱 雷	雷雨注：11 12 56 大雨・雷雨： 11 13 15
			**13	//	7	20		
1979. 8. 24	16	R ₁ 34	**14	R ₁ (15~16)	2	5	熱 雷	大雨・雷雨注： 24 14 40
			**15	//	34	34		
1979. 10. 19	99	R ₁ 40	*08	R ₁ (08~09)	16	57	颱風20號中部 地方向東北進	大雨注：18 16 40 大雨警：19 06 20
1980. 9. 10	16	R ₁ 34	*14	R ₁ (15~16)	16	17	沿南岸停滯前 線沖繩東海上 颱風13號北上	大雨注：10 15 58
			15	//	8	13		
1980. 10. 14	18	R ₁ 31	15	R ₁ (15~18)	11	27	颱風19號南海 上向東北東進 行	大雨注：14 45 30 大雨警：14 19 10
		R ₁ 20	15	R ₁ (17~18)	1	8		
			16	//	3	8		
			17	//	9	11		

(註) R₃：3小時降水量，R₁：1小時降水量

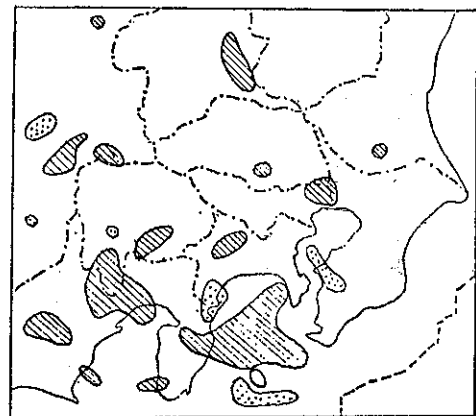
*：T=-1 之時間無雷達觀測值者，時間均用 135° E. M. T.

**：因無法利用雷達雨量係數以 W(WEAK)=2mm/h, M(MODERATE)=8mm/h, S(SEVERE)=32mm/h. VS(VERY SEVERE)=128mm/h 代為換算之。



第2圖

東京・富士山雷達回波合成圖(1979年5月8日15時)



第3圖

由 AMeDAS 之風算出之 10 K 網之輻散經對值超過 10^{-5} SEC⁻¹ 以上之地域(1979 年 5 月 8 日 15 時)點域(.....)：輻散，斜線域(////)：輻合，虛線(---)：領域之境界線。

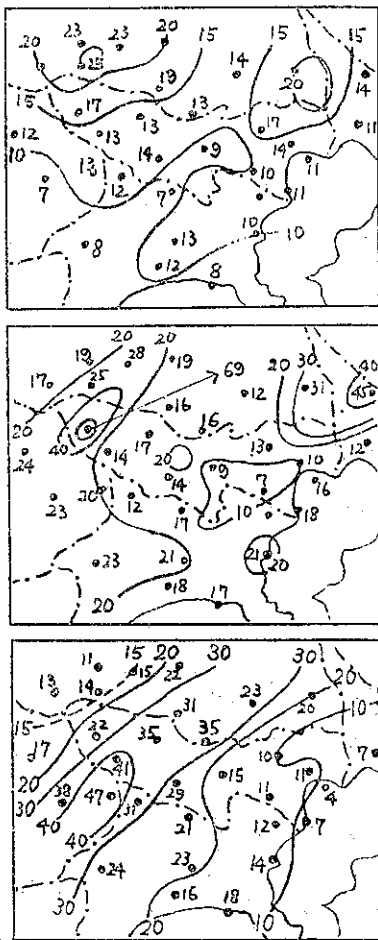
一半預測有強雨，其分布雖有一部分不符但大致相符合，頗能有效加以利用。

1. 1979 年 5 月 8 日之例

稍發達之低氣壓通過日本本州南沿岸之例（第 1 圖）。首次短時間雨量到達基準值以上時刻之三小時前，即 8 日 15 時之雷達合成圖示以第 2 圖，地面之輻散狀況如第 3 圖所示，700 mb 之風約為西南風 14 M/S。

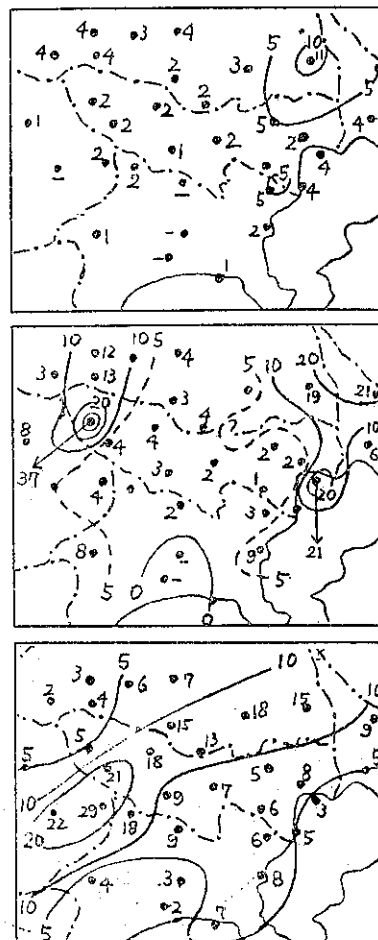
15 時* 為 $T=0$ ，15~18 時之 3 小時預測雨量。17~18 時之 1 小時預測雨量各示於第 4 圖及第

5 圖。無修正者之分布與定量預測值均與實測（值以下簡稱實況）不符。已有修正者其分布雖有一部分不符，但以定量觀點而言，則已起過大雨注意報之基準，所預測之最大值比實況為大，諒為地形性降雨量發揮其效果之關係，但氣象廳以外之其他資料尚未調查供驗證前不能一概視之為太大。最大值之發生點與實況雖不相一致，但出現在同一領域內（東京都細分三區）。另外在實況上無大雨之其他區域內亦有超過大雨注意報基準以上之預測值出現



第 4 圖

1979 年 5 月 8 日 15~18 時之 3 小時雨量，上圖： $T=0$ 為 15 時，無修正者。中圖： $T=0$ 為 15 時，有修正者。下圖為實際雨量圖。



第 5 圖

1979 年 5 月 8 日 17~18 時之 1 小時雨量，上圖： $T=0$ 為 15 時，無修正者。中圖： $T=0$ 為 15 時，有修正者。下圖為實際雨量圖。

，此現象可能受第3圖所示東京都東部之輻合區之影響所導致者，由此可見關於強雨區域細分乃是相當困難。

2.1980年9月10日之例

鋒面沿著日本南岸滯留，而颱風8013號在沖繩島之東方海面北上之例。本例對於回波之發展以本文所述方法乃未能予以預測，現場預報作業上亦未能對回波之發展提出預報，似有根據實況而慌忙發布大雨注意報之跡象。

3.1980年10月14日之例

颱風8019號在日本南方海面向東北東進行之例，無修正者均發現分布不符且預測量較小。修正者三小時雨量之最大雨量與實況極接近，但發生區域不符，其分布向西偏倚，一小時雨量預測之分布及量均不相符。

15~18時之雷達颱風中心向70度方向以50~70km/hr移動，回波分布也向東北東以50km/hr移動。700mb風為偏南風，從地面輻散推測在東京都內料無強雨出現，預測結果不良，可能起因於主宰回波動向之駛流風選用上有所問題。

4.1979年8月11日及24日之例

這是熱雷雨之例，三小時前尚未發生回波，一小時前、二小時前在分布上均極符合，但量的預測以修正者結果較佳。

如熱雷雨等小規模且變化激烈的現象，使用此方法，預測其發達是不充分的。以強度加減二階級處理發達、衰弱乃是值得考慮之一種手段。

(三) 檢 討

由地面之輻合、輻散影響回波之發達、衰弱及地形性雨量以嘗試短時間強雨之預報，得知利用此方法之結果較僅以700mb之風供駛流之方法更加有效。為增進其精度，似應考慮以下幾點：

1. 駛流回波之風，應由700mb之風相關法及其他方法之中，選出最適宜的方法處理之。
2. 由於作業上之關係時段設為15分鐘，必要時應予縮短。
3. 熱雷雨時，發達、衰弱變化強度應加二階級或將基準改為二階段。似有再檢討之必要。
4. 發達、衰弱之起因即地面輻散之基準為 $\pm 15 \times 10^{-5} \text{Sec}^{-1}$ 是否適當，有再檢討之必要。

四其他方法之預測校驗及精度之評估

1. 預測校驗之方法

茲就(一)所述中之三方法試圖校驗*。預測校驗之方法及內容如下：

(1) 校驗日期：1981年度在東京都發布大雨注意報之日期中具有東京每小時之雷達素描圖者（6例，含部分時間缺測者）。預測之區域為東京都，分為 $10 \times 10 \text{ km}^2$ 之網格，求每網格點之預測雨量。細分為山岳部、中央部及南部（即稱23區）等三個區域，求此三區域之平均雨量及最大地點雨量，預報開始時間為實際雨量達到大雨注意報之短時間雨量基準值之前一小時、前二小時及前三小時，預測有效期間為開始時間後三小時。

(2) 雷達回波之外延方法乃使用大氣中層（750mb）之風，此750mb之風是由數值預報輸出者，可獲得每隔六小時之數值，且外延之間隔定為十分鐘。

(3) 預測方法為以下四種：

I、單純外延法（A）

II、加雨量係數法（B）

雨量係數從初期值與初期值一小時前之雷達回波及AMeDAS之前一小時之雨量求之，並使用細分區域之平均雨量係數。

III、發達、衰弱修正之方法（C和D）

使用AMeDAS資料求出之渦度及輻合估計發達、衰弱以修正B方法。渦度及衰弱之計算使用竹村之方法，又假設渦度及輻合均在預測期間內無變化。

IV、利用渦度及渦度變化趨勢，修正發達、衰弱之方法（C）

在渦度 $\geq 10 \times 10^{-5} \text{ Sec}^{-1}$ 而較前1小時增大時，雷達雨量為兩倍。

在渦度 $\leq 10 \times 10^{-5} \text{ Sec}^{-1}$ 而負之渦度較前1小時增大時雷達雨量為 $\frac{1}{2}$ 倍。

V、利用輻合、輻散修正發達、衰弱之方法（D）

輻合 $\leq -10 \times 10^{-5} \text{ Sec}^{-1}$ 時雷達雨量乘兩倍。

輻散 $\geq 10 \times 10^{-5} \text{ Sec}^{-1}$ 時雷達雨量乘 $\frac{1}{2}$ 倍。

2. 驗證預測結果

在檢討預測結果時，應考慮下列事項，校驗日之實際降雨是一過渡性之強雨，且此強雨時間大約為1~2小時，最大地點雨量約為10~30mm/hr是強雨中比較弱的一種，且達到注意報基準值區域，於

* 時間為135°E、M、T之時間

* 笹原秀一

同時間不跨越兩區域以上，這點反映到渦度或輻合之分布，而呈全般性絕對值較小之分布狀態。因之對發達、衰弱之修正反映不顯，此修正效果之有效性在此校驗中未能獲得驗證。

(1)量的檢討

第6圖示3小時區域平均雨量預測與實際降雨量(C方法之精度與D方法之精度，兩者呈同樣結果，故省略之，第7圖亦同)。由第6圖可知：

I、預報開始時間越提前，預測雨量越少，預測開始時間在前兩小時者，預測與實際降雨有良好之對應例為一半，在一小時前則預測與實際降雨量之對應性更佳，預測雨量較實際雨量甚大者有2例。

II、B(●)之方法，其結果在預報開始時間前3小時之圖與A方法相差無幾，1小時前、2小時前

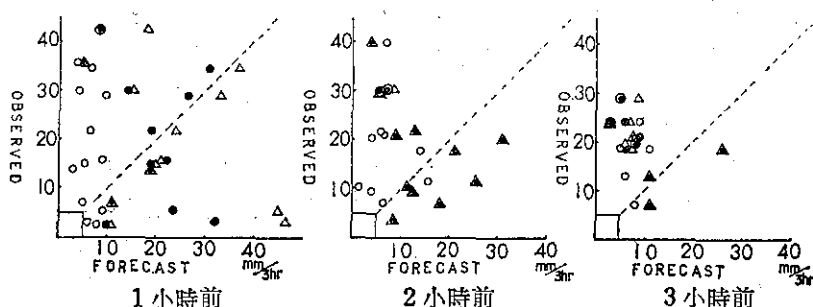
則兩者之相差逐漸變大，B法之精度較佳。

III、D(△)之方法，在2小時前與B方法相差無幾，在1小時前之預測雨量則較B方法為多，而且較實際雨量亦為多，即在1小時前輻合及輻散之修正效果影響及預報雨量之增大，此修正效果未必對預測精度之提高有所貢獻。在2小時前、3小時前此種修正殆無效果，假設輻合、輻散分布在預報期間中無變化一節似有問題。

第7圖為雨峯(Peak)時，即實際雨量達到注意報基準值之時刻前1小時所做雨量之預測與實際雨量。

IV、一小時雨量預測與3小時預測雨量相較，整個預測與實際雨量間之對應不佳。

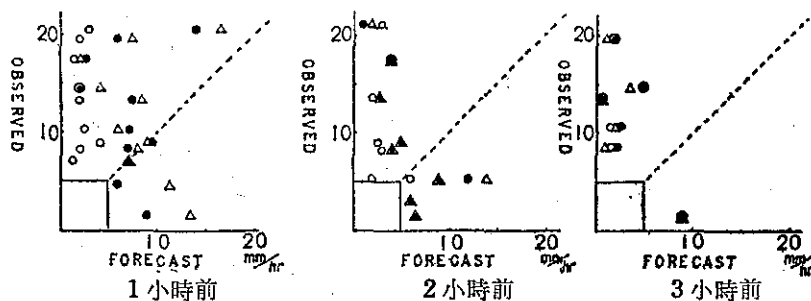
V、A、B、D之各方法之差與第6圖所示之結果略同。



第 6 圖

從實際雨量到達短時間注意報基準值之時間前1、2、3小時來預測
3小時之地域平均雨量與實際雨量之比較 (5mm/3hr. 以上)

○：A之方法 ●：B之方法 △：D之方法



第 7 圖

從實際雨量到達短時間注意報基準值之時間前1、2、3小時來預測
1小時之地域平均雨量與實際雨量之比較 (5mm/hr. 以上)

○：A之方法 ●：B之方法 △：D之方法

(2)時間之檢討

短時間注意報基準值以地點雨量表示之，茲就各區域內之最大地點雨量預測以檢討注意報發布之時間。

第3表所示為預測之最大地點雨量到達注意報基準值之時間，空格是未達注意報基準值者，／格為無雷達資料之時間，最下面一欄為實際注意報發布時間，以時間差表示之。6月9日之(+2)係不考慮注意報基準之附帶條件者。

I、A方法，全部預測雨量均未達注意報基準值。

II、B~D方法。在2~3小時前預測雨量大都未

達注意報基準值。

III、前1小時之預測，B~D方法6例中有4例達注意報基準值。

IV、預測雨量比實際雨量少，故假設預測雨量 $R_1 \geq 15\text{mm}$ ， $R_3 \geq 25\text{mm}$ 基準以發布注意報（有（）者）則用B、C方法時6例中有5例，D方法6例全部示注意報發布在前一小時以內均屬可行。

V、大雨區域依B、C方法半數以上均符合。用D方法則成績稍劣。

第 3 表

實際雨量到達注意基準值之時間		6.9 8h		6.30 3h		7.9 10h		7.31 1h		9.10 16h		10.14 18h	
實際雨量之最大值		R_1	R_3	R_1	R_3	R_1	R_3	R_1	R_3	R_1	R_3	R_1	R_3
R_1 :1小時雨量 R_3 :3小時雨量		20	34	18	36	26	40	10	32	34	36	20	31
預測開始時刻 1小時前(0)	A												
	B			(○)	(○)	(○)	○	○	○	(D)	D	(○)	○
	C			(○)	(○)	(○)	○	○	●	(D)	D	(○)	○
	D	(○)		(○)	(○)	○	●	○	●	(D)	D	●	●
預測開始時刻 2小時前(-1)	A											/	/
	B								○		D	/	/
	C								○		D	/	/
	D								○		D	/	/
預測開始時刻 3小時前(-2)	A					/	/			/	/		
	B					/	/		D	/	/		
	C					/	/		D	/	/		
	D					/	/		D	/	/		
實際發布注意報之時間		(+2)		0		0		-2		0		-2	

從短時間雨量預測，到達注意報基準值之時刻與實際發布注意報之時刻。A、B、C、D：預報方法。○：已到達注意報基準值。D：到達注意報基準值，但是地域不同。●：2個地域到達注意報基準值。—：到達注意報基準值前之時間數。+：到達後之時間數。（）：預測雨量 $R_1 \geq 15\text{mm}$ ， $R_3 \geq 25\text{mm}$ 之時，發布注意報。

3.檢 討

(1)本文對於利用單純外延之方法，利用雨量係數之方法，使用 AMeDAS 資料簡易估計發達、衰弱之修正預測之方法，施行雨量預測之校驗，其精度以使用雨量係數及發達、衰弱修正之方法較佳，而單純外延法則預測雨量偏少。

(2)追溯時間越長，預測雨量越小，3小時雨量較1小時雨量預測其精度較佳。

(3)發達、衰弱之修正效果在此次校驗中不大顯著。

(4)除單純外延之方法外，其他方法在實際雨量達到注意報基準值前1小時以內，發布大雨注意報尚屬可行。

(5)大雨區大部分可以預測，地域之細分也可行。

四、關東甲信地方各測站之調查報告*

(一)雷達回波之移動

有關雷達回波之移動，大多數地方測站都使用 700 mb 之風，但在橫濱測站則利用 每小時富士山之實測風 (10m/s 以上) 以外延回波系統。在橫濱、熊谷兩站對有關雷雨之移動，發現自 AMeDAS 之風所求得輻散之 1 小時偏差分布之負中心與 1 小時後之回波位置具有高度之對應率，又熊谷測站指出追蹤 AMeDAS 氣溫之 1 小時變化之低溫域，可以推定回波之移動。

(二)回波之發達、衰弱

關於雷達回波之發達、衰弱，關東地方大多數測站乃利用 AMeDAS 觀測風之輻合，其 1 小時變化，氣溫及其 1 小時變化 (橫濱利用空間平均之偏差)，單獨或組合利用於發達、衰弱之驗證。

各測站均認為在輻合域回波將發達，尤其在熊谷、橫濱兩站均認為雷雨之時，輻合域與低溫域乃相對應，而這些輻合與低溫域擴大或強化時，回波會持續或發達。但在熊谷則尚指出：如輻合域與低溫域之對應相反時，將無回波發生，或回波將減弱。

熊谷測站認為如氣溫梯度大時在氣溫之 1 小時變化之零度線附近，回波有發展趨勢，銚子則認為氣溫梯度大的地方、回波有發達之趨勢。

但均為定性預報，均未達到定量之預報。

(三)降水定量預測

水戶測站依戶畑方式，由下式求取預測雨量

$$R_f = \frac{(R_e + R_g) + (R_a + R_g)}{2},$$

上式 R_f ：預測雨量。 R_e ：由回波換算出之雨量。 R_g ：地形性雨量。 R_a ：AMeDAS 雨量。迎風面之 R_e 、 R_a 乃以 700 mb 之風為駛流而求出預測雨量，但雷雨則地域雨量較地點雨量有較大之預測可能性。

長野測站利用潮渾之溫度平流量 (850~500 mb)，由 850 mb 之西南風之水平平流量，700 mb 之比濕，對流不穩定 (850~500mb) 及 $T=0$ 之回波強度等組合求出重回歸式以預測 2 小時後之降雨強度。並又將縣內分割為 35 km 網格，將迎風面之 AMeDAS 之雨量分布圖以 700 mb 之風或以回波之過去移動方向，速度平流後，將網格域之平均值乘以係數而為預測面積雨量，成效尚佳，但尚待改善。

甲府測站利用富士山之比濕及 2 小時前之御前崎之數值與正時之富士山數值所求之穩定度，以及利用溫度平流求得之重回歸式以預測地點最大雨量。惟此預測式只能在夏季使用，且不適用於雷雨，其利用範圍受限制為其缺點。

以上所述之定量預測未考慮回波之發達、衰弱要素，在這方面尚待開發。

* 小楠純一

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·

民國六十九年北太平洋西部颱風概述

A Brief Report on Typhoons in the Western North Pacific in 1980

ABSTRACT

There were twenty eight tropical cyclones occurred in the western North Pacific in 1980. Twenty four of them matured to reach the intensity of typhoon. Based on the typhoon grades employed by the Central Weather Bureau, eight typhoons (Ellen, Joe, Kim, Marge, Percy, Vernon, Wynne) developed to be severe; Six out of the twenty four (Dom, Lex, Betty, Norris, Orchid, Sperry, Dinah,) were of the intensity of moderate typhoon and ten (Carmen, Forrest, Georgia, Herbert, Ida, Ruth Thelma, Alex, Cary, Ed) fell in the weak typhoon grade. JTWC at Guam Classified Kim, Wynne as the super typhoons of this year due to their extreme intensity with maximum surface winds 130 kts (66.9m/s) or above.

Norris and Percy invaded Taiwan in August and September respectively, but they caused only slight damages and casualties, since they landed on I-lan, and Heng-Chun.

In the monthly distribution of typhoons in this year, it is seen that there were only two typhoons in August, about four typhoons less than the monthly average of 5.6 typhoons in August; and there were four typhoons in May, about three typhoons more than the monthly average of 1.0 typhoons in this month based on the data from 1947 to 1979.

一、總 論

(一) 本年內颱風發生之次數

民國六十九年(以後簡稱本年)在北太平洋西部發生颱風共有 24 次。其中屬於輕度颱風者 10 次，中度颱風 6 次，強烈颱風 6 次，超級颱風 2 次。各颱風之紀要詳見表 3，各颱風之公報中心位置(Bulletin position)則如表 5 所示。

在此 24 個颱風中，由於其位置迫近臺灣，經中央氣象局預測有侵襲臺灣及其近海之可能，因而發佈颱風警報者共計有七次。其中除 5 月的喬琪亞(GEORGIA)及 7 月的開梅(KIM)僅發佈海上颱風警報外，其餘 5 次均發佈海上陸上警報。此 5 次颱風分別為：8007 號颱風艾達(IDA)，8012

號颱風諾瑞絲(NORRIS)，8014 號颱風珀西(PERCY)，8019 號颱風魏恩(WYNNE)，及 8021 號颱風貝蒂(BETTY)。各颱風之警報歷程如表 1 所示。

其中對臺灣造成損害者為艾達，諾瑞絲及珀西，茲分別說明如後：艾達颱風通過巴士海峽，僅東部及東南部降雨較多(200-300 mm)其他地區甚少，對今年的乾旱，毫無幫助，但當艾達到達臺灣海峽南部時却引起海水倒灌。屏東、高雄及臺南等部份濱海低窪鄉鎮受災不輕，估計損失約新臺幣一億元以上，所幸無人傷亡。諾瑞絲颱風在宜蘭附近登陸，帶來不少災害，使房屋倒塌約三百餘間，其他鐵路塌方交通斷絕，水利設施堤防潰決，電力設備損壞均造成若干損失，然由於此颱風帶來了充

沛降雨使北部及中部嚴重乾旱獲得舒解。又珀西在恆春附近登陸，在枋寮地區引起海水倒灌。茲將

三次颱風侵臺期間之有關資料作成綱要表如表 2 所示。

表 1. 民國六十九年 (1980) 颱風警報統計表
Table 1. The Summary of Typhoon Warnings issued by the Central Weather Bureau in 1980

次	強 度	警報種類	颱風總號及名稱	發佈時日	解除時日	發佈 號數	備 註
1	輕 度	海 上	8005 喬琪亞 (GEORGIA)	5月23日 15時30分	5月25日 4時45分	7	由中沙島東方海面經東沙島海面在汕頭附近登陸
2	輕 度	海上，陸上	8007 艾達 (IDA)	7月 8日 14時30分	7月11日 15時15分	13	從呂宋島東方海面經過巴士海峽及恆春南方海面亦在汕頭附近登陸
3	輕 度	海 上	8009 開梅 (KIM)	7月25日 10時 0分	7月27日 14時30分	10	經過呂宋島北部通過東沙島在汕頭附近登陸
4	中 度	海上，陸上	8012 諾瑞斯 (NORRIS)	8月26日 15時30分	8月28日 14時30分	9	由本省東方海面向西北進行在宜蘭登陸而於新竹附近出海在福建省平潭島進入大陸
5	強 烈	海上，陸上	8014 珀西 (PERCY)	9月15日 15時 0分	9月19日 3時 0分	15	從巴士海峽通過恆春在福建漳浦附近進入大陸
6	強 烈	海上，陸上	8019 魏恩 (WYNNE)	10月10日 15時30分	10月13日 4時 0分	11	由本省東方海面向西北進行經過宮古島附近轉向北進行接向日本九州
7	輕 度	海上，陸上	8021 貝蒂 (BETTY)	11月 6日 4時40分	11月 7日 4時 0分	5	從呂宋島南東方登陸於呂宋島北北西方出海，於巴士古附近轉向東北進行遠離

表 2. 民國六十九年侵臺颱風綱要表
Table 2. The Summary of typhoons invaded Taiwan in 1980.

颱風 名 稱	艾 達 (IDA) 7月 9日	諾 瑞 斯 (NORRIS) 8月27日	珀 西 (PERCY) 9月18日
本省測得之最低氣壓 (mb)	994.2 (蘭 嶼)	961.5 (宜 蘭)	952.6 (恆 春)
本省測得之持續最大風速 (m/s)	29.5 (蘭 嶼)	35 (宜 蘭)	28
本省測得之瞬時最大風速 (m/s)	31.8 (蘭 嶼)	47	59
本省測得之最大總雨量 (mm)	273 (大 武)	591 (阿里山)	389 (陽明山)
登 陸 地 點	無 (通過恆春近海)	宜 蘭 附 近	恆 春 附 近

(一) 本年度各月份颱風發生頻率分配：

本年所發生之 24 個颱風，在各月份之分配及所佔百分比如圖 1 所示：

圖中顯示本年內 4 月、6 月、11 月、12 月各發生颱風 1 次，各佔全年總數之 4.2%，8 月發生颱風 2 次，佔全年總數 8.3%，5 月、7 月、10 月各發生 4 次各佔全年總數 16.7%，9 月發生 6 次，佔全年總數 25%，是本年的最高數。1 月 3 月沒有颱風發生。本年各月發生颱風次數與過去 33 年 (1947 年至 1979 年) 各月平均數之比較如圖 2 所示。

5 月份發生颱風 4 次較過去平均多 3 次，8 月

發生 2 次較過去少四次。茲將本年內各月在太平洋西部出現的颱風與過去 33 年之紀錄列表如表 4 所示。

(二) 本年內颱風發生地區及最大強度之颱風：

本年內颱風發生的地點，如圖 3，散佈極廣，其中有四個發生在南海，其餘廿個均發生在北太平洋西部。各颱風在生命過程中所達最大之強度亦如表 3 中所示，其中以達超級颱風強度者 2 次，即 7 月份的開梅和 10 月份的魏恩。魏恩為本年度最强大者，中心最低氣壓曾低達 890 毫巴，暴風半徑 350 公里，近中心最大風速每秒 75 公尺。

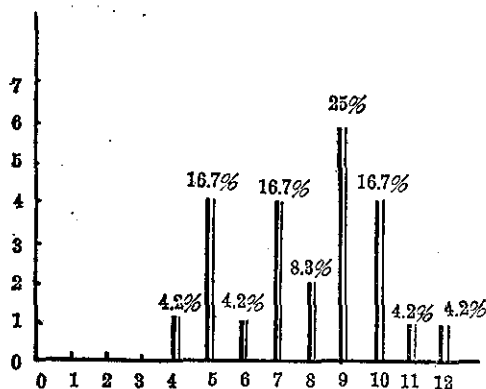


圖 1. 民國六十九年間颱風發生次數及其百分率
Fig. 1. The monthly frequency distribution of typhoons in 1980.

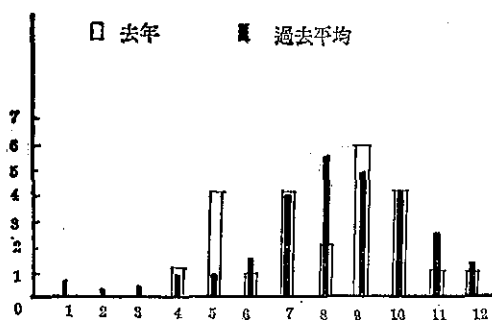


圖 2. 過去 33 年平均次數 (1947-1979) 與今年各月發生颱風次數之比較
Fig. 2. The monthly comparison between the number of typhoons occurred in 1980 with the average since 1947.

二、各月份颱風發生經過概述

(一) 四月份颱風

卡門 (CARMEN)

卡門是本年度第一個颱風亦是四月份唯一颱風。於 4 月 4 日 18 時在北緯 8 度西經 179 度誕生，因為時值春季，其強度僅達輕度颱風，此颱風形成後沿着 180°E 換日線向北北西進行，於 7 日轉向東北進入西半球境內，(見圖 5)，隨後減弱消失，歷時僅 2 天。

(二) 五月份颱風

(1) 唐姆 (DOM) 颱風

5 月 8 日在非島東方海面熱帶性低氣壓，於 10 日發展為輕度颱風 (位置在 12.5°N , 129.3°E) 成為本年第二個颱風，此颱風形成後向西北西進行。

13 日 06Z 到達 16.6°N 123.6°E 時，由於華南有一鋒面南移到本省北部近海。唐姆颱風速度減慢，並轉向西北移動。惟此時太平洋高氣壓勢力仍強，與鋒面系統相持不下，使唐姆颱風在呂宋島東方近海近似滯留。15 日 00Z 由於高空槽線通過 120°E ，引進北來氣流迫使鋒面南下，太平洋高氣壓亦開始東退，颱風開始轉向由西北轉向北而後東北，並有加速現象。於 17 日 00Z 增強為中度颱風，但僅維持一天即減弱為輕度颱風。

13 日 06Z 在雅浦島東南方海面另發生的艾倫颱風，一直朝西北方向前進，到了 19 日 00Z 與唐姆相距僅 1000 公里，兩個颱風產生相互牽制，因此唐姆發生打轉的現象，至 19 日 12Z 即減弱為熱帶性低氣壓。

(2) 艾倫 (ELLEN) 颱風

此颱風於 5 月 13 日在關島南方海面 (9.5°N , 142°E) 形成。在其初生期恰是太平洋高氣壓最盛之時。由於地處廣大遼闊的海洋，發展迅速，48 小時後 (15 日) 即增強為強烈颱風，其強度維持達 4 天之久。

15 日太平洋高氣壓開始東退，艾倫受影響轉向北緩慢移動。

大陸高氣壓於 18 日南下出海，並且與太平洋高氣壓合併，再次阻碍艾倫向北進行，乃轉向西北方向進行。此時喬琪亞 (GEORGIA) 亦於南海發展為輕度颱風，造成三個颱風並存的盛況。

20 日艾倫威力減弱成為中度颱風。綜觀 20 日天氣型式黃海南部的低氣壓將進入日本海發展，太平洋高壓由強趨弱東退，造成艾倫轉向東北，進入西風帶，時速由每時 30 公里增至 50 公里快速向東北進行，21 日變成輕度颱風，不久就併入溫帶系統結束 9 天的生命。

(3) 佛瑞特 (FORREST)

緊跟在唐姆 (DOM) 及艾倫 (ELLEN) 颱風之後，發生於關島東南方海面，(7°N 151°E) 始終維持輕度颱風的強度。

從 5 月 20 日 00Z 形成輕度颱風後，整個歷程三千餘公里，始終以西北西的方向進行，主要因艾倫颱風消失後，太平洋高氣壓增強向西南伸展，籠罩着中低緯度地區，因此佛瑞特一直沿着太平洋高氣壓的邊緣進行，同時其威力未獲得增強。於 25 日 06Z 在呂宋島東部登陸，遭受地形的破壞而

圖 3 颱風生成源地分布圖

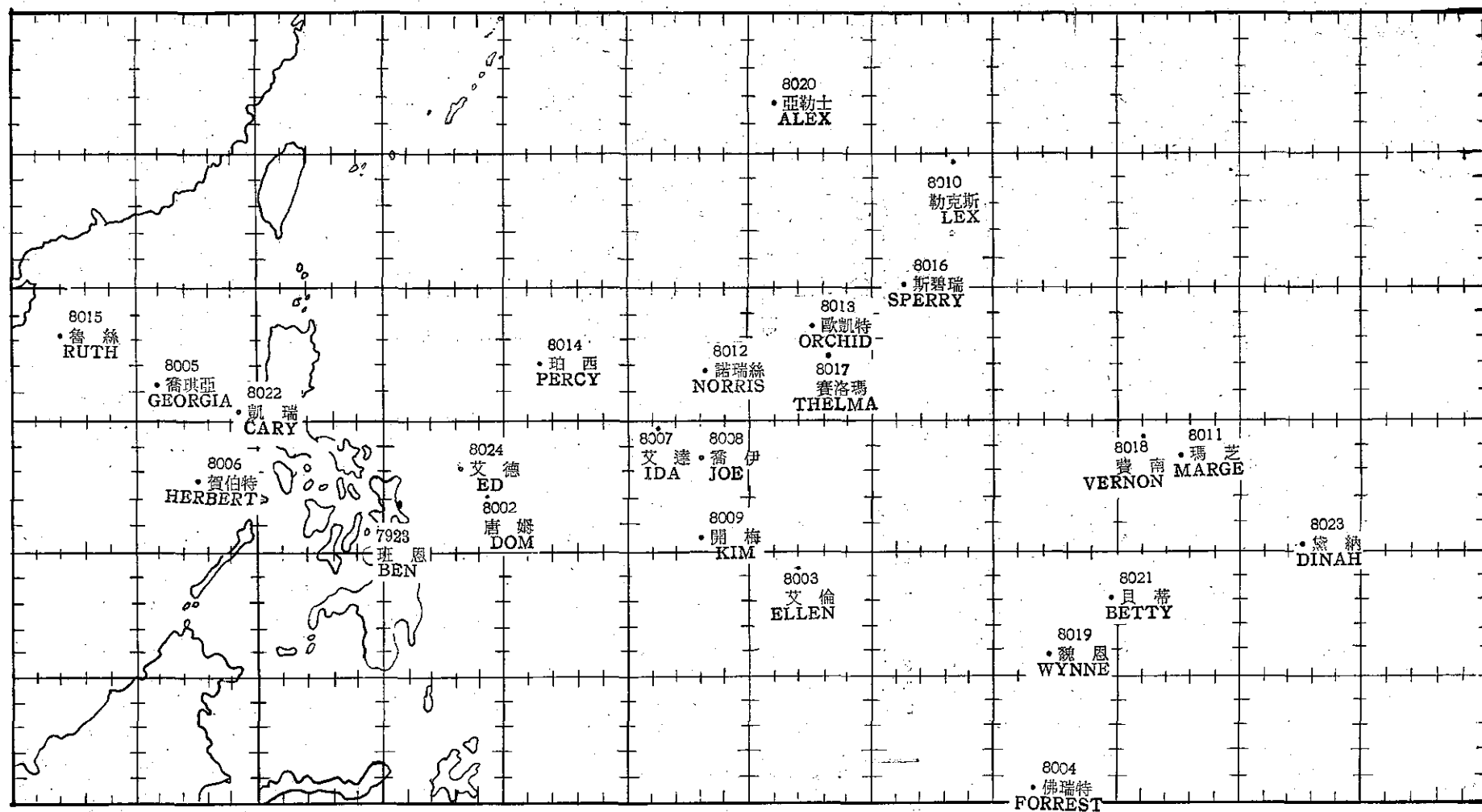


表 3. 民國六十九年北太平洋西部地區颱風網要表

Table 3. The summary of typhoon data in the area of North-Western Pacific Ocean in 1980.

月 份	當 月 次 序	本 年 編 號 (公 元)	颱 風 名 稱	起 訖 時 間			發 生 地 點	成 輕 度 颱 風 以 上 地 點		中 最 心 太 附 風 近 速 m/s	暴 風 半 徑 (公 里)		中 心 最 低 氣 壓	最 大 移 行 速 度 (公 里)	強 度 分 類	警 報 階 級	附 註
				全 部 起 訖	輕 度 以 上	中 度 以 上		北 緯	東 經		7 級 (30 哩)	10 級 (50 哩)					
4	1	8001	卡門 (CARMEN)	05/04-07/04	05/04-07/04		馬歇爾群島東方海面	11.0	178.2	30	250		980	32	輕度		
5	1	8002	唐姆 (DOM)	10/05-19/05	10/05-19/05	12/05-14/05	菲島東方海面	12.5	129.3	45	250	100	956	26	中度		
5	2	8003	艾倫 (ELLEN)	13/05-21/05	13/05-21/05	15/05-20/05	關島南方海面	9.5	142.0	55	250	180	931	68	強烈		
5	3	8004	佛瑞特 (FORREST)	20/05-25/05	20/05-25/05		關島東南方海面	6.7	151.4	28	200		990	36	中度		
5	4	8005	喬琪亞 (GEORGIA)	21/05-24/05	21/05-24/05		呂宋島西方海面	16.2	115.8	28	200		985	28	輕度	海上	
6	1	8006	賀伯特 (HERBERT)	24/06-28/06	24/06-28/06		菲島西方近海	12.5	118.0	25	120		980	30	輕度		
7	1	8007	艾達 (IDA)	07/07-11/07	07/07-11/07		雅浦島北方海面	14.5	136.5	30	230		980	36	輕度	海上陸上	
7	2	8008	喬伊 (JOE)	18/07-23/07	18/07-23/07	14/05-22/07	雅浦島北方海面	13.9	137.6	53	250	150	940	26	強烈		
7	3	8009	開梅 (KIM)	24/07-27/07	21/07-27/07	23/07-25/07	雅浦島東方海面	10.4	138.0	65	300	200	908	34	超級	海上	
7	4	8010	勒克斯 (LEX)	29/07-07/08	29/07-07/08	31/07-04/08	硫磺島東方海面	24.8	148.3	40	250	140	962	30	中度		
8	1	8011	瑪芝 (MARGE)	08/08-15/08	08/08-15/08	10/08-14/08	關島東方海面	14.0	157.5	55	350	250	944	58	強烈		
8	2	8012	諾瑞斯 (NORRIS)	25/08-28/08	25/08-28/08	26/08-27/08	關島南方海面	16.8	138.3	45	200	120	950	30	中度	海上陸上	侵台
9	1	8013	歐凱特 (ORCHID)	06/09-11/09	06/09-11/09	09/09-11/09	關島北方海面	18.0	142.7	43	350	100	958	70	中度		
9	2	8014	珀西 (PERCY)	14/09-19/09	14/09-19/09	16/09-18/09	呂宋島東方海面	17.0	131.2	63	200	100	919	34	強烈	海上陸上	侵台
9	3	8015	魯絲 (RUTH)	13/09-16/09	13/09-16/09		海南島東方海面	18.3	113.2	33	200		975	22	輕度		
9	4	8016	斯碧瑞 (SPERRY)	15/09-20/09	15/09-20/09	18/09-19/09	硫磺島東南方海面	20.3	146.1	33	150	50	987	32	中度		
9	5	8017	賽洛瑪 (THELMA)	27/09-30/09	27/09-30/09		硫磺島南方海面	17.3	143.0	28	350	100	982	86	輕度		
9	6	8018	費南 (VERNON)	28/09-03/10	28/09-03/10	30/09-03/10	關島東方海面	14.4	156.0	53	300	200	935	106	強烈		
10	1	8019	魏恩 (WYNNE)	04/10-14/10	04/10-14/10	07/10-14/10	加羅林群島中部海面	5.8	152.2	75	350	180	890	88	超級	海上陸上	
10	2	8020	亞力士 (ALEX)	12/10-14/10	12/10-14/10		硫磺島東南方海面	26.7	141.3	18	150		999	68	輕度		
10	3	8021	貝蒂 (BETTY)	29/10-07/11	29/10-07/11	30/10-04/11	加羅林群島中部海面	8.3	154.9	60	350	250	928	46	強烈	海上陸上	
10	4	8022	凱瑞 (CARY)	20/10-01/11	29/10-01/11		呂宋島西方近海	15.5	118.3	20	180		998	24	輕度		
11	1	8023	黛納 (DINAH)	20/11-25/11	20/11-25/11	21/11-24/11	加羅林群島東方海面	10.5	157.6	50	180	100	941	70	中度		
12	1	8024	艾德 (ED)	16/12-20/12	16/12-20/12		菲島東方近海	12.8	128.5	25	180		988	14	輕度		

表4. 1947年以來北太平洋西部各月颱風次數統計表
Table 4. The Summary of typhoon occurrence in North Western Paicific since 1947.

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	1	8	2	0	6	4	2	6	1	0	3	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	4	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	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	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	1	1	0	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	4	1	3	3	0	4	2	0	1	1	0	1	1	0	28	19	1	
1956	0	0	0	0	0	0	1	1	0	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	18	2		
1958	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	3	2	0	7	6	1	5	3	1	5	3	1	3	3	0	2	2	0	2	0	0	31	21	3	
1959	0	0	0	1	0	0	1	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	28	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	5	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	25	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	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	2	
1972	1	1	0	0	0	0	0	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	9	0	0	0	21	11	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	3	
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	
1976	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	4	2	0	4	1	1	5	4	0	1	1	0	1	1	0	2	0	0	0	25	16	1
1977	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	2	2	0	1	5	2	0	4	3	0	1	1	0	2	2	0	19	11	3	
1978	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	1	4	3	0	7	3	1	5	4	0	4	3	1	3	1	0	0	0	0	28	15	3	
1979	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	1	2	2	1	6	2	0	3	2	0	2	1	0	2	0	0	23	13	2	
總數	18	8	0	8	2	0	14	4	0	26	19	0	33	25	3	54	34	9	135	85	19	166	106	28	159	108	28	131	96	12	85	57	7	46	23	0	896	573	107	
平均	0.5	0.2	0	0.2	0.1	0	0.4	0.1	0	0.8	0.6	0	1.0	0.8	0.1	1.6	1.0	0.3	4.1	2.6	0.6	5.6	3.2	0.8	4.8	3.3	0.8	4.0	2.9	0.4	2.6	1.7	0.2	1.4	0.7	0	27.2	17.4	3.2	
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	2	0	1	0	0	4	3	0	2	1	1	6	4	1	4	2	0	1	1	0	1	0	0	24	14	2	

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難者）。

* 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, 1963）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報告第 85 號。

* 過去本局為 4 次，今考慮美軍資料（同上）及颱風名稱英文字母次序更正為 5 次。

迅速減弱。中心最大風速從 28m/s 減弱為 18m/s。12 小時後在呂宋島西北部出海，並繼續減弱變成熱帶性低氣壓。

(4) 喬琪亞 (GEORGIA)

本年度第一次發佈警報的颱風——喬琪亞；其誕生地是南海。

五月份裏，太平洋高氣壓顯著西伸，熱帶輻合帶北移，加上颱風影響（唐姆及艾倫）致使本省地區梅雨不顯著，造成歷年來罕見的乾旱。當唐姆及艾倫仍活躍於本省東南方海面時，而且佛瑞特也正經在關島南方海面形成之際，五月裏第四個颱風喬琪亞亦在南海醞釀成熟。（註：五月份只在 1971 年曾發生 4 個颱風）。

喬琪亞發生於南海，只能夠獲取「短程能源」（海面歷程短），體型發展不大，華中地區有大陸冷高壓南下、發展受制，從高層來分析，颱風位於兩高氣壓之間的鞍形場裏，其動向勢必北進，22 日喬琪亞誕生後，太平洋高氣壓即開始東退，惟其中心勢力仍甚強盛，此可由佛瑞特颱風始終維持平穩的西進可資證明；故喬琪亞在轉向東北方向進行的強度並不大，由於他轉向東北，本局於 23 日 06Z 對臺灣海峽南部，澎湖及金門海面發佈海上警報，24 日 00Z 在汕頭附近登陸，沿着福建海岸向東北進行，威力迅速減弱成為熱帶性低氣壓，結束三天的生命。

喬琪亞對本島並未帶來任何災害，僅給金門帶來了豪雨，（共 374 公厘），以及 11 級強風。

(三) 六月份颱風

(1) 賀伯特 (HERBERT)

賀伯特是在菲律賓羣島東方近海開始發展（10°N 130°E），然而却在通過了菲律賓羣島後才增強為輕度颱風（12.5°N 119.0°E）。

五月份共發生四個颱風，打破了卅年來的紀錄，但是並沒有給臺灣地區帶來一些雨量，更導致歷年來最嚴重的乾旱現象。六月份唯一的颱風，賀伯特之出現，給我們全國上下帶來了一線希望，不管他距離我們有多遠。

當熱帶性低氣壓通過菲律賓羣島中部時，環流未被地形所破壞，反而於離開陸地後發展成颱風，主要原因可歸納如下：

- (1) 菲律賓羣島中部都是較小島嶼，而且山岳亦不高。

- (2) 熱帶性低氣壓之歷程已達 1500 公里以上之海域，吸收了足夠的能量。

- (3) 天氣型式為太平洋高氣壓脊線在 21°N 左右，高層輻散氣流明顯化。

- (4) 菲律賓羣島東西兩側，及南海附近海溫約在 29-30°C 間 (COPN JMH 1980 JUNE)

由於以上諸原因，所以熱帶性低氣壓穿過菲律賓羣島中部後，進入南海仍然威力增強發展為颱風。

綜觀賀伯特的生命期 6 月 24 日 12Z-28 日 18Z，因為發生於較低緯度帶，加上能量供應之限制，所以全期威力僅達輕度颱風之階段。其路徑依循高氣壓駛流 (Steering flow) 之方向進行，亦就是西北方向。此乃因其本身強度不大，而且該時期氣壓分佈正常，故其生命期穩定，於 25 日 12Z 接近西沙島附近時，移動速度減慢，威力減弱。

賀伯特減弱為低氣壓，納入大陸低壓帶。從 27 日天氣圖上可見，賀伯特導引了間熱帶輻合區北上 (ITCZ)，使西南氣流增強，故 28 日嘉義降雨 6 公厘，臺南微量，29 日西南氣流更加旺盛，南部地區普遍降雨，短暫舒緩了歷年來最嚴重的旱象，（29 日本局測站紀錄：阿里山 14 公厘，嘉義 0.5 公厘，臺南 50 公厘，高雄 33 公厘），颱風雖非直接給臺灣南部帶來降雨，可是却間接的引進西南氣流，給南部地區帶來了短暫「甘霖」。

(四) 七月份颱風

(1) 艾達 (IDA)

七月七日在雅浦島北方海面發展為輕度颱風，是七月份第一個颱風，亦是本年度第一次發佈海上陸上警報的颱風。

艾達在雅浦島北方海面形成時，（15°N, 137°E 附近），太平洋高氣壓與大陸高氣壓連結，相當穩定，雖然在廣大洋面上，強度威力並未發展，乃是歷時歷程均太短，誕生後 48 小時就到達呂宋島東北方近海。

由於太平洋高氣壓穩定，海洋上又毫無阻擋，始終朝着西北西的方向進行，即使通過巴士海峽，僅僅速度減慢而已，也未改變進行方向。因其行經穩定故本局特別發佈海上陸上警報。警戒地區包括：臺灣東南部海面，巴士海峽臺灣海峽南部以及臺灣南端東南部陸地等。

當艾達颱風順利通過巴士海峽後，雖然方向轉變，由於環流因地而破壞。却衍生了兩個副低氣壓，一在臺灣海峽北部，一在香港附近。於 11 日在汕頭附近登陸後，香港附近的副低氣壓再併入颱風環流，登陸不久威力因地形作用，急速減弱，變成普通低氣壓。

本局於 8 日下午四時卅分發佈警報，艾達颱風沒有帶來任何災害，亦未給我們帶來所渴望的雨水，南部嚴重旱災依然無法解除。

(2) 喬伊 (JOE)

七月十六日在關島東南方海面發現的熱帶性低氣壓，兩天後於十八日 12Z 增強為輕度颱風，12 小時後更增強為中度颱風，北 25 至 30 公里之時速向西北西進行。20 日 18Z 在呂宋島登陸，其勢力稍減弱，但是 18 小時後 (21 日 06Z) 進入南海域，其威力再度增強，經過東沙島南方海面，而於 22 日 12Z 穿過雷州半島，迅速進入東京灣後，勢力才減弱為輕度颱風，23 日 06Z 深入雲南山區再減弱為低氣壓。

從喬伊颱風進行路徑可以發現，他兩度穿過陸地並未被地形造成太多的破壞，主要是因為，當其穿過陸地後，迅速的進入廣大海域裏，亦就是在陸地上被地形所破壞的環流很快的在海域裏又重新組織。其勢力往往稍有增強，此一現象與 Brand & Blellah (1973) 之結論相符合。

喬伊颱風，本身發展完整，在這段期間，太平洋高氣壓相當穩定，脊線橫亙於北緯 28 度左右。因此颱風沿着高氣壓的南緣，以穩定且較快的速度向西北西進行，自始至終幾乎都維持着中度颱風的威力，是本年度較「穩健」的颱風之一。

(3) 開梅 (KIM)

在雅浦島東北方海面的熱帶性低氣壓於 7 月 22 日 00Z 發展為輕度颱風。

開梅發展迅速 23 日 06Z 成為中度颱風，24 日 12Z 更發展為強烈颱風。此時已經逼近呂宋島。12 小時後在呂宋島登陸，減弱為中度颱風，25 日 12Z 中心離開呂宋島，並繼續向西北進行，撲向東沙島，終於在 27 日 06Z 在汕頭與汕尾之間進入大，陸隨後減弱成為熱帶性低氣壓。

開梅進行的路徑相當穩定，一直維持西北西到

西北的方向，乃是因為此期間太平洋高氣壓龐大而很穩定，主中心在日本南方海面面向西南伸展，使颱風快速向西北西進行。此颱風的外圍環流給本省東南部帶來些許的雨量。

(4) 勒克斯 (LEX)

發生於七月底，地點是在硫磺島東南東方海面上，颱風生成時的天氣圖型式是：北面，東面，西面均有高氣壓存在，三面高氣壓的消長左右着颱風的動向。

29 日勒克斯發生後，東面的高氣壓稍減弱東退到西經 170 度，31 日起增強並與北面堪察加半島的高氣壓連結起來，其勢力達 1030 毫巴。此期間颱風由緩慢東移轉而向西進行。8 月 1 日北面高氣壓繼續東進，而引進了日本北方的低氣壓並且加深，由於颱風北面的高氣壓被低氣壓所取代，勒克斯受鋒面的吸引而轉向北進行，其轉向點是在 23.5°N 143.8°E。

由於太平洋高氣壓繼續向西伸展增強，於 8 月 3 日追隨鋒面而轉向東北進行，於 8 月 8 日結束其生命。

(五) 八月份颱風

(1) 瑪芝 (MARGE)

瑪芝颱風 8 月 8 日發生於關島東北方海面 (14.5°N 158°E)。此一海面正是颱風發展的溫床，因此瑪芝威力迅即於 10 日 00Z 增強為中度颱風 12Z 再繼續發展為強烈颱風。是本年度發展最快的颱風。

颱風發展期間正是太平洋高氣壓東退之時，而且斯時勒克斯 (LEX) 颱風在 45°N 157°E 減弱消失，亦就是在日本北海道東方海面的高空槽更加潛深，導引颱風向北進行，12 日威力減弱 13 日瑪芝進入了鄂霍次支海低氣壓的鋒面帶而轉向東北移動，15 日減弱消失。

(2) 諾瑞斯 (NORRIS)

諾瑞斯，8 月 24 日在關島西北方海面發展成為輕度颱風後，即向西北方向筆直進行，目標臺灣，於 27 日夜在花蓮與宜蘭之間登陸，帶來充沛雨澤，解決本省嚴重的乾旱，諾瑞斯颱風另文報導，不再贅述。(見氣象卷報 27 卷第二期 1981 年六月 P. 27-37)。

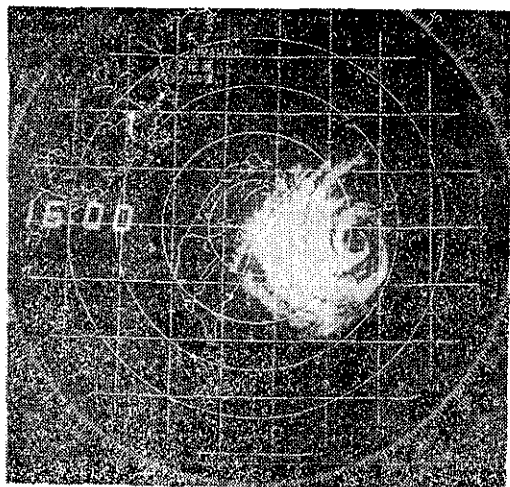


圖 4. 諾瑞斯颱風接近本省東北部時，270000Z 雷達回波照片。

Fig. 4. Hualien PPI radar picture at 270000Z Aug. 1980.

丙 九月份颱風

(1) 歐凱特 (ORCHID)

九月份裏六個颱風之第一個就是歐凱特颱風，其形成時的天氣形勢是：太平洋高氣壓中心位於 45°N 175°E 向西南伸展，低氣壓中心在鄂霍次克海，冷鋒經日本到達東海，同時大陸高氣壓位於蒙古 (42°N 115°E)。此時颱風在 18°N 143°E 發生。

颱風發生於較高的緯度，沿着太平洋高氣壓的邊緣向西北西進行，經過了兩天的路程，歐凱特即與鋒面帶的雲塊結合一起，颱風被鋒面吸引向北直撲日本，11日00Z在日本九州登陸，隨後勢力減弱，而在日本海結束。

對於歐凱特曾付予密切的注意，因為太平洋高氣壓維持其西進，直逼 130°E 附近打了三個轉 (LOOP) 才開始轉向北，所幸鋒面帶亦因高氣壓的阻礙緩慢東移，此乃是蒙古高氣壓勢力在此季節裏仍然不够強大，東移力量不足，也因此歐凱特趕得上冷鋒而轉向北進，併入鋒面系統減弱消失。

(2) 珀西 (PERCY)

珀西於9月14日在呂宋島東方海面生成時適值太平洋高氣壓增強向西伸展，全部歷程大致以西北偏西的方向進行。在9月15~16日兩天因受位於關島北方海面，之斯碧瑞颱風影響發生藤厚效應，使珀西在呂宋島東北方海面打了兩圈，同時威力亦更增強為強烈颱風。後因太平洋高氣壓增強，才導

引颱風繼續向西北西進行。此時 (即17日) 低層有槽線在日本附近，因槽淺且位置偏北，颱風仍受高層東風所導引，維持西北西方向的路徑。日本附近的槽線却吸引了斯碧瑞，亦解除了藤厚效應。亦因而其威力更發展為中度進而強烈。

珀西颱風發生在呂宋島東方海面，初生時大陸高氣壓出海，鋒面移到日本，大陸高氣壓助長了太平洋高氣壓的勢力，衝破了珀西追隨鋒面之路，因此本局在颱風出現後的第二天即15日下午3時發佈了警報，與斯碧瑞經過兩天後，繼續向西北西前進，而於18日00Z在恒春附近登陸，進入海峽南部，並且在福建漳浦附近登陸。其侵襲期間給本省南部東南部帶來了狂風暴雨，請參照表(5)，他給東部帶來豪雨，且造成枋寮地區海水倒灌。除中部外，其他地區均有降水，不無利益。

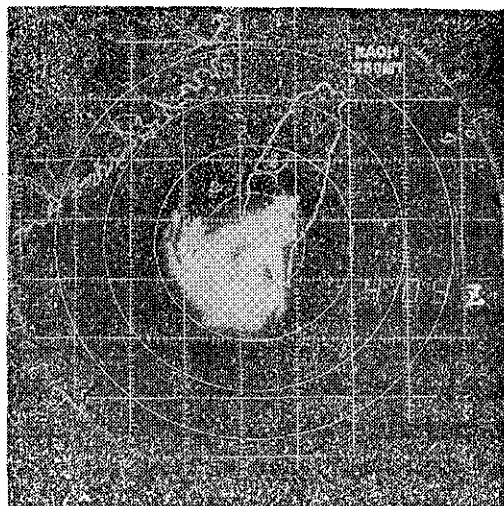


圖 5. 珀西颱風掠過本省南部時18日12時09分雷達回波照片。

Fig 5. Kaohsiung PPI radar picture at 180409Z Sep. 1980.

(3) 魯絲 (RUTH)

魯絲於9月14日生成，首先向東北移動了6個小時，爾後因東風增強，轉向西北西方向進行，維持穩定的速度 (15 公里至 18 公里的時速) 穿過海南島，進入東京灣，在北越登陸，再次的被地形破壞而消失，結束三天的生命。

(4) 斯碧瑞 (SPERRY)

發生在關島東南方海面的熱帶性低氣壓，經過兩天的發展後，於9月15日在關島的北北東方海面上形成輕度颱風，此時已達 20°N 經過兩天向西北

進行以後，因為高空槽線的導引，轉向北行，然後於18日再轉向東進行。至20日減弱為溫帶氣旋。

(5) 賽洛瑪 (THELMA)

9月23日在關島東方海面發生之熱帶性低氣壓，醞釀期相當長，歷時四天之久。始於27日18Z，在關島西北方海面發展成颱風，此時其所在緯度已達北緯23度，位置已經相當高。

9月下旬，東亞大陸鋒面已開始活躍而且容易南下到達較低緯度了，當賽洛瑪發展後，其北面適有一發展完整的鋒面接近，所以颱風生成12小時後即被鋒面所牽引，隨即縱西北轉向北進行，爾後併入鋒面系統再轉向東北進行，在鋒面系統裏以80公里的時速快速進行消失，颱風的生命期僅60餘小時，遠比其醞釀期短得多。

(6) 費南 (VERNON)

費南是九月底發生於遠洋的強烈颱風；其發展甚為迅速，在三天之內從熱帶性低氣壓迅速發展為強烈颱風。

費南發生於賽洛瑪颱風消失之時。當賽洛瑪消失後，太平洋高氣壓伸展至本省東南部海面亦就是呂宋島東方海面。由於中高緯度高空槽線在此季節裏已經開始發展，故當西伯利亞高氣壓向東移到日本附近時，高空槽線即在日本東方海面加深，很快的導引颱風向西北轉北進行。而於10月3日併入鋒面帶向東北加速遁去。其路徑呈拋物線型式，其生命歷程與賽洛瑪颱風相似。

(七) 十月份颱風

(1) 魏恩 (WYNNE)

魏恩颱風於10月4日在關島東南方海面生成。

因其孕育的地點良好，加上所經過太平洋廣大的水域，獲得了充分的能源，於10月8日威力增強為中度颱風，隨後繼續增強，至9日00Z更達到為超級颱風的強度，近中心最大風速高達75m/s，中心氣壓降至890毫巴。是本年度第二個超級颱風。

魏恩颱風生成後的動態主要是因為受到當時太平洋高氣壓西伸的影響，而且中心在琉球附近，並且伸展至我國華南，故魏恩在初期完全處於高氣壓南側的東風層，以穩定的西北西方向沿着高氣壓的南緣進行。到達20°N 133°E附近時，未能及時趕上北方的高空槽，失去了轉向的機會，繼續維持

西北西的方向前進，因為其威力強大，無法排除其對本省近海的威脅，故即刻於雙十節下午發佈颱風警報。

12日盤據在琉球的太平洋高氣壓勢力減弱而且分裂為二，東亞地區的天氣形勢，從地面到高空都發生了變化，原來在長江口的鋒面，配合高空槽線向東移到了日本，此時魏恩在25°N 126°E附近，因高層氣流的導引沿着太平洋高氣壓的西緣轉向北進行，繼而再轉向東北逸去，解除了他對本省的威脅。

(2) 亞勒士 (ALEX)

10月9日發生在關島東北方海面的熱帶性低氣壓，於12日到達硫磺島北方海面時發展為颱風並向西北移動，正值強烈颱風魏恩在琉球南方海面轉向之時。由於此颱風發生緯度偏高（在26.7°N, 141.3°E），僅持續12小時即變成溫度氣旋，是為本年度生命期最短的颱風。

(3) 貝蒂颱風

10月29日在關島東南方海面上形成為輕度颱風，以西到西北西的方向進行，31日00Z增強為中度颱風，11月2日更增強為強烈颱風。11月4日颱風中心氣壓更加深至928mb，最大風速達63/sm。

在4日登陸呂宋島以前，一直維持着穩定的速度向西到西北西之方向進行，主要的因素是太平洋高氣壓脊線在北緯十五度左右，而且勢力仍強，颱風沒有北偏的機會。

貝蒂於4日12Z登陸呂宋島前，亦是她生命史上最強盛的時期肆虐呂宋島。侵襲呂宋島22個小時後，終於在呂宋島的西北端出海。貝蒂登陸呂宋島後，其環流被地形破壞無遺，其威力迅速減弱，由強烈降為輕度颱風。

由於此颱風在5日由呂宋島北端出海進入巴士海峽南部向北進行，對南部構成威脅本局即刻於6日清晨發佈海上陸上警報，所幸並未給本省東南部帶來任何災害，但是帶來了將近100公厘的降雨量。

在6日00Z太平洋高氣壓中心，東退到東經145度，貝蒂也緊隨着高氣壓邊緣向東北方向進行，逐漸地遠離本省，同時由於太平洋高氣壓減弱東退，加速大陸冷高氣壓的南下。使貝蒂颱風繼續減弱，於7日18Z變成熱帶低壓。

(4) 凱瑞 (CARRY)

當貝蒂 (BETTY) 在關島東南方海面發展成為颱風之時，凱瑞亦幾乎同時 (10 月 29 日) 在南海北部發生。

27 日發生在菲律賓羣島東方近海的熱帶性低氣壓，向西北進行，穿過菲律賓羣島，在馬尼拉附近出海 10 個小時左右，即發展為輕度颱風，在他穿過菲律賓羣島中部，並未被地形完全破壞，於一出南海後很快重組而且發展，其情況與 6 月 24 日的賀伯特 (HERBERT) 颱風類似。

凱瑞颱風發生期間，正值大陸高氣壓南下位於華中，故初期颱風向西北進行，10 月 30 日初低空強勁東北季風導引轉向西南進行，隨後登陸越南，並在越南陸地減弱消失。

(v) 十一月份颱風

黛納颱風 (DINAH)

11 月 18 日發生在馬歇爾羣島附近的熱帶性低氣壓經過兩天半之醞釀而發展為輕度颱風，18 小時後更發展為中度颱風，在其生命結束之前 12 小時仍然維持着中度颱風的勢力，其生命雖短但勢力強勁。

黛納颱風發生後維持西北西方向進行，21 日 06Z，亦就是颱風發生之時，位於 $23^{\circ}\text{N } 150^{\circ}\text{E}$ 的太平洋高氣壓主中心也開始東退，高緯度高空槽適時在日本附近掠過，導引颱風轉向西北進行，高空槽移到日本東方海面加深，同時大陸高氣壓南下到達東海。颱風再次轉向，從西北轉向北進行，速度亦從時速 40 公里減慢為 24 公里，由於西面西邊大陸高氣壓阻碍，北面槽線導引，黛納於 23 日 18Z 到達 $18.6^{\circ}\text{N } 143.9^{\circ}\text{E}$ 後轉向東北進行，速度從 25 公里加速到達 70 公里左右，而於 25 日 12Z 快速的進入鋒面帶，結束其短暫的生命 (共 4 天半)。

(vi) 十二月份颱風

艾德 (ED)

本年度最後一個颱風，乃是 12 月中旬發生在菲律賓羣島東方近海的艾德颱風。

艾德一出現就已經達到了輕度颱風的威力，雖然是冬季裏，他仍然是發展良好的小型颱風，威力曾發展達中度。

在十二月裏，大陸冷高氣壓發展良好，隨着東北季風，不斷的將冷空氣經南及往東輸送，因此逐

漸地佔領了太平洋高氣壓的位置，高空又無輻散場支持颱風發展。故艾德颱風在先天不足，發育不良之下，行徑飄浮不定，一直打轉，路徑扭曲異常，忽北忽南忽東忽西的，成為很特殊的一個颱風路徑。

構成此一特殊的路徑，主要是因為颱風體型小，失去了太平洋高氣壓的導引，同時北面來的冷空氣破壞了颱風的結構，暖心結構無法維持，潛能釋放不再活躍，使他不知何去何從。亦因而很快的結束了他 4 天半的生命。

艾德颱風留下了二個特徵：

(1) 體形小，活動領域僅僅在三個經度 4 個緯度之間。

(2) 每打了一個反時鐘方向的小轉 (Loop) 跟着打一個很大的反時鐘方向的轉。而當打了一個順時鐘的小轉後，就再打一個順時鐘的大轉。

三、災 情

災情損失統計表

颱風名稱	發生時間	受 傷 人 數				房屋倒塌(間)	
		死亡	失蹤	重傷	輕傷	全倒	半倒
諾瑞絲	8月26日	4	2	—	7	74	298
珀西	9月19日	7	—	8	19	164	305

諾瑞絲的災害在北部地區是因強風所造成，中部地區是豪雨所引起，東北部宜蘭地區是強風及豪雨雙重破壞所造成，是災情較嚴重的地方。珀西颱風帶來東南部地區豪雨以及枋寮地區海水倒灌，是本年度最大的天然災害。

四、結 論

本年臺灣地區發生了歷年來罕見的旱災。大家企盼梅雨季節的梅雨，却因為太平洋高氣壓提早發展西伸，鋒面停留於長江口未能南下接近臺灣而造成「空梅」，七月八月份的熱雷雨又不活躍，旱象之解除，唯有仰賴颱風之賜，始能紓解。8月底的諾瑞絲，9月中旬的珀西給我們帶來之雨量均甚珍貴，因此他們所引起的災害可謂微不足道。所以說本年是歷年來全國上下最熱切盼望颱風來臨的一年。

趙世騰執筆

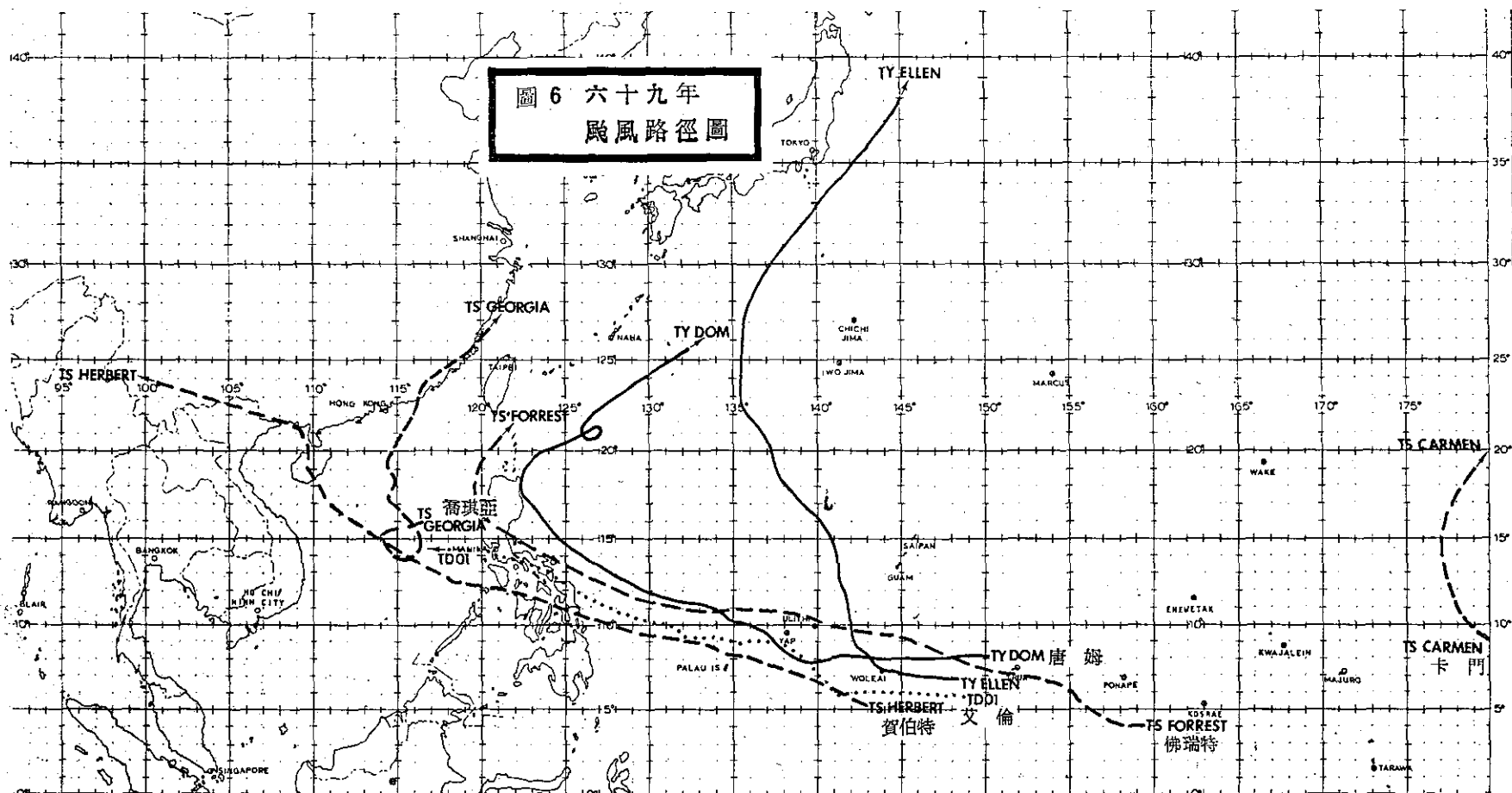


圖 7 六十九年
颱風路徑圖

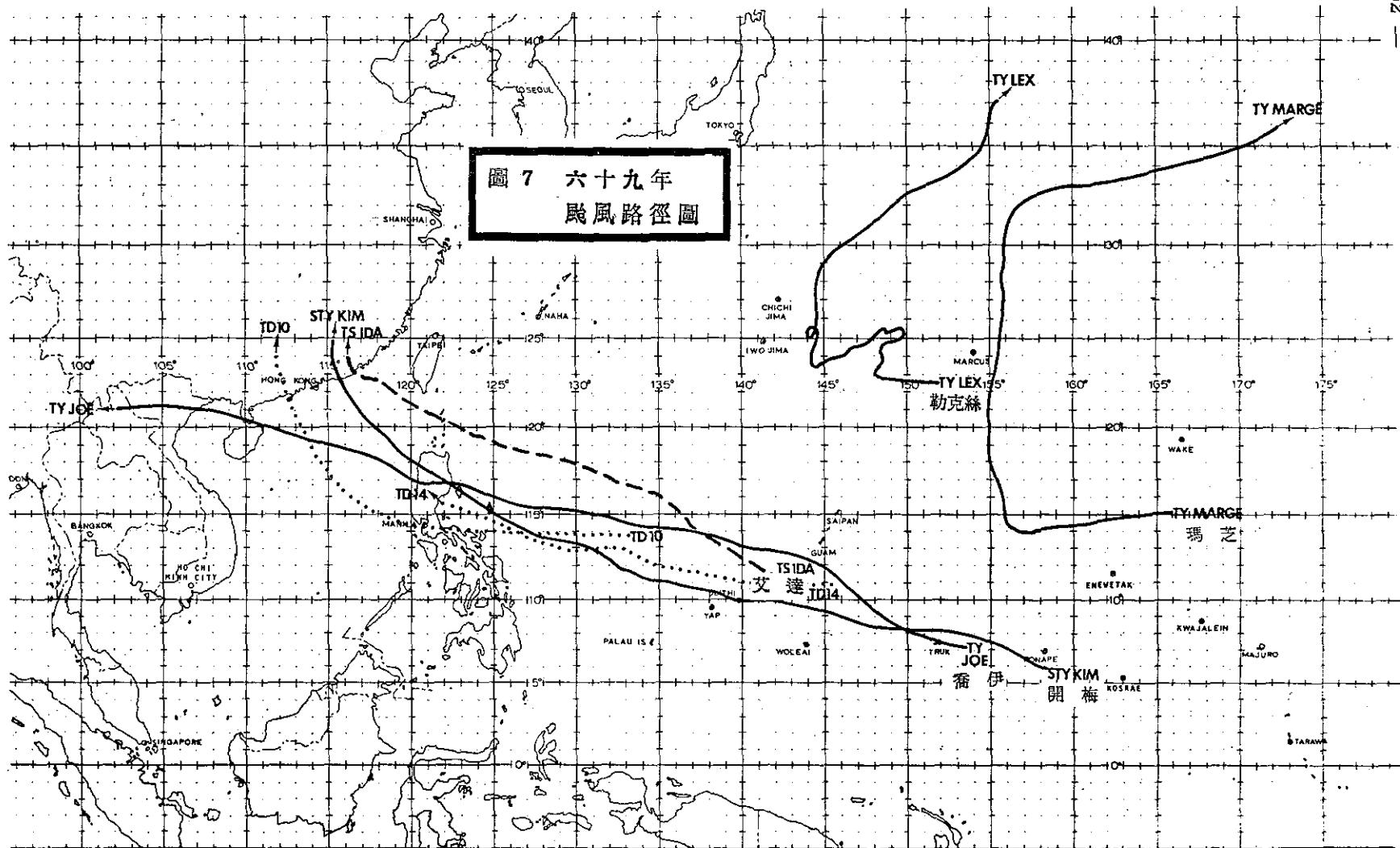


圖 8 六十九年
颱風路徑圖

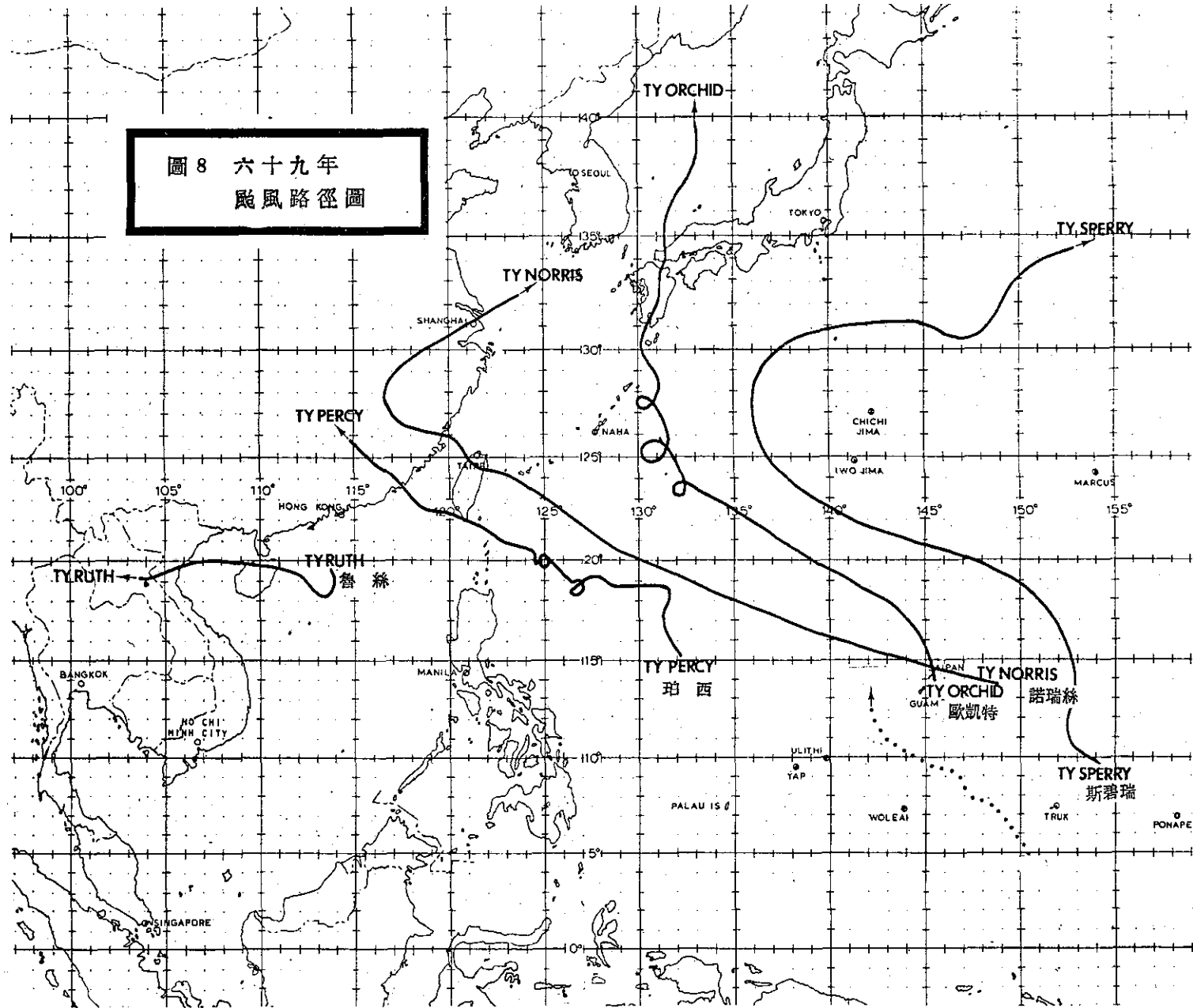


圖 9 六十九年
颱風路徑圖

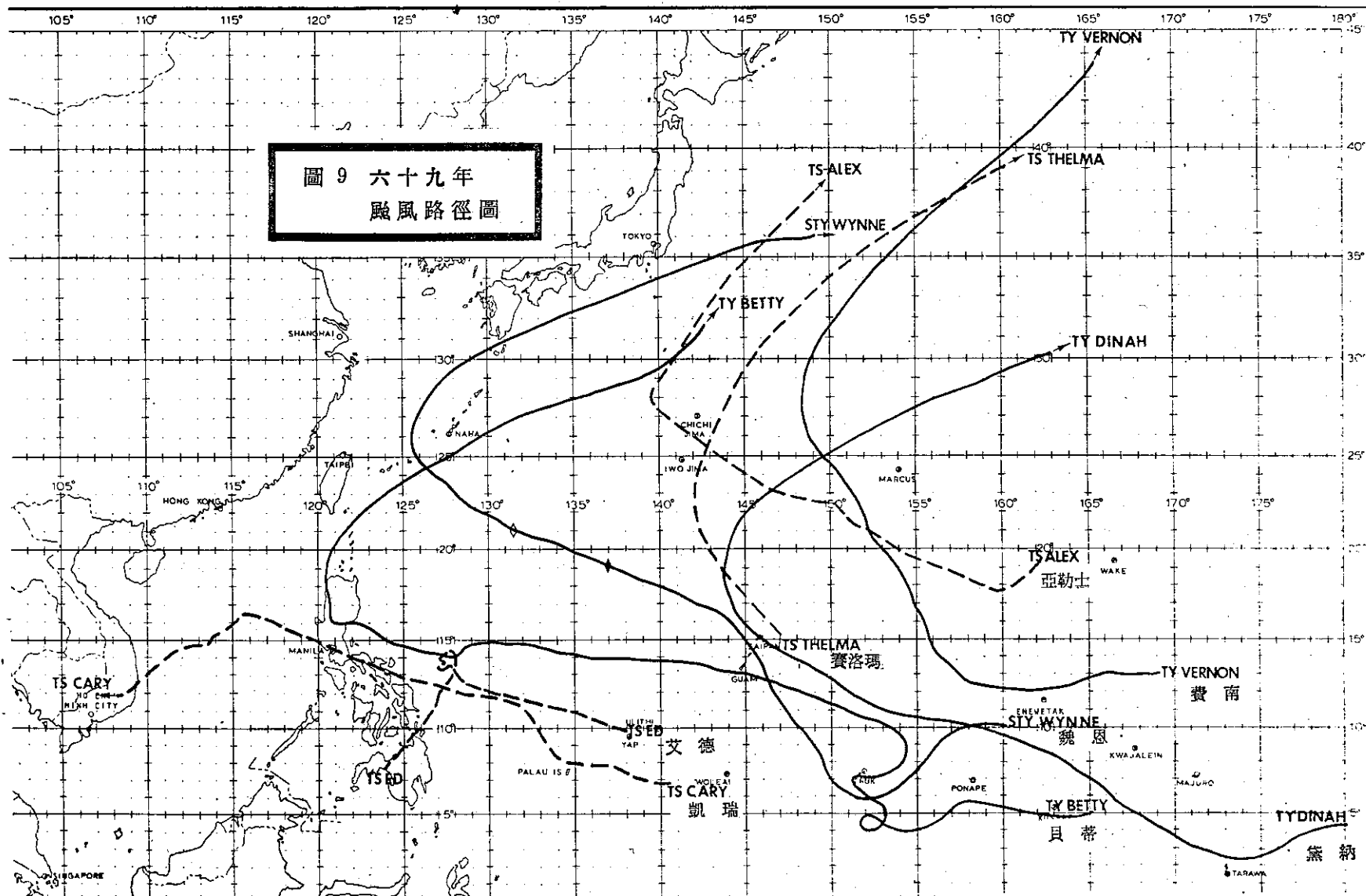


表 5, 珀西颶風影響期間本局所屬各測站重要氣象要素綱要表
Table 5. The extreme weather elements from C. W. B stations during Percy passage.

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 速 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 (10 m/s) 以上		最 大 降 水 量 (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 分至日 時 分	日 時 分至日 時 分	一小時 內	日 時 分至日 時 分	十分鐘 內	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分		
彭 佳 嶼	1003.0	18. 16. 00	SE	31.0	18. 11. 40	1004.5	25.4	97	E	24.5	18. 09. 50	15. 14. 00~19. 01. 00	16.2	18. 11. 10~18. 12. 00	8.7	18. 11. 25~18. 11. 35	39.7	16. 18. 35~18. 21. 45			
基 隆	999.4	18. 15. 00	NNE	22.0	18. 05. 35	1004.0	25.1	96	NNE	13.3	17. 17. 00	17. 01. 00~18. 08. 20	21.0	18. 08. 45~18. 09. 45	6.8	18. 08. 48~18. 08. 58	104.9	15. 12. 15~18. 20. 30			
鞍 部	906.2	18. 16. 43	S	27.1	18. 19. 28	909.0	21.2	94	S	16.8	18. 16. 40	17. 03. 30~19. 02. 40									
竹 子 湖	999.2	18. 14. 45							SW	6.8	17. 21. 10		36.6	17. 23. 00~17. 24. 00	9.0	18. 03. 00~18. 02. 00	428.2	15. 20. 15~18. 13. 40			
梧 棲	989.4	18. 13. 27	NE	38.5	18. 07. 53	992.7	25.9	83	NE	22.4	18. 05. 40	16. 13. 50~18. 19. 00	4.1	15. 19. 32~15. 20. 32	1.2	15. 19. 32~15. 19. 42	6.3	15. 19. 32~18. 10. 35			
臺 北	997.9	18. 14. 30	ESE	22.0	18. 19. 32	1000.9	28.0	76	ESE	10.2	18. 20. 00	18. 19. 50~18. 20. 00	25.5	15. 22. 57~15. 23. 57	9.0	15. 23. 40~15. 23. 50	138.8	15. 20. 00~18. 16. 33			
新 竹	989.9	18. 15. 10	NE	19.6	18. 07. 49	997.8	25.0	94	NE	12.0	18. 06. 50	18. 04. 10~18. 08. 20	20.6	15. 21. 44~15. 22. 44	13.0	15. 20. 16~15. 20. 26	72.0	15. 17. 45~18. 11. 30			
臺 中	989.4	18. 13. 55	NNE	14.0	18. 04. 20	995.6	25.3	84	NNE	6.5	17. 15. 40		3.4	15. 19. 40~15. 20. 40	1.2	15. 20. 07~15. 20. 17	5.6	15. 19. 30~19. 03. 00			
日 月 潭	883.2	18. 13. 10	S	18.0	48. 13. 40	883.8	26.3	53	S	10.0	18. 13. 50		3.6	15. 19. 20~15. 20. 20	1.4	15. 20. 00~15. 20. 10	5.3	15. 15. 20~18. 9. 30			
澎 湖	989.6	18. 12. 15	NNE	35.0	18. 08. 10	994.6	25.8	84	NNE	20.0	18. 10. 15	16. 16. 10~19. 03. 05	6.4	18. 15. 40~18. 16. 40	4.0	18. 16. 06~18. 16. 16	8.5	16. 02. 25~19. 00. 30			
嘉 義	987.8	18. 10. 45	NNE	17.0	18. 09. 26	988.9	26.1	87	NNE	12.3	18. 09. 50	18. 09. 00~18. 11. 00	T		T		T	18. 01. 52~18. 08. 05			
阿 里 山	2982.0	18. 09. 59	NE	23.6	18. 09. 50	2982.0	14.7	93	NE	15.0	18. 00. 50	18. 00. 00~15. 10. 00	6.2	19. 00. 00~19. 01. 00	2.5	18. 07. 20~18. 07. 30	50.3	15. 15. 02~19. 03. 07			
玉 山	2957.5	18. 09. 43							ESE	19.7	18. 09. 40	18. 09. 00~18. 15. 00	8.1	18. 16. 00~18. 17. 00	2.3	18. 16. 00~18. 16. 10	134.2	15. 21. 00~15. 08. 00			
臺 南	985.0	18. 10. 45	N	26.0	18. 10. 12	986.6	28.5	86	N	11.3	18. 10. 15	18<09. 50~18. 10. 15 15. 45<16. 05	1.6	18. 13. 10~18. 14. 10	0.7	18. 13. 40~18. 13. 50	4.4	18. 07. 11~19. 03. 55			
高 雄	977.8	18. 10. 30	SE	34.4	18. 11. 15	982.7	27.5	81	SE	21.7	18. 11. 20	18. 06. 50~18. 22. 00	2.1	17>15. 45~17. 15. 53 18>14. 00~18. 15. 00	1.7	17. 16. 30~17. 16. 40	14.8	17. 15. 45~18. 23. 00			
東 吉 島	986.1	18. 12. 00	NNE	43.0	18. 09. 55	988.4	25.2	92	NNE	27.5	18. 10. 35	15. 12. 37~19. 15. 45	7.0	18. 14. 00~18. 14. 50	4.2	18. 14. 10~18. 14. 20	12.0	18. 13. 38~18. 22. 45			
恒 春	951.6	18. 08. 45	S	42.4	18. 09. 38	969.6	26.2	96	S	22.8	18. 09. 40	16. 09. 10	32.0	18. 09. 25~18. 10. 25	14.5	18. 09. 25~18. 09. 35	170.6	15. 19. 55~18. 23. 22			
蘭 嶼	970.0	18. 05. 00	NE	59.2	17. 21. 12	993.2	23.2	100	NE	52.8	17. 23. 10	15. 05. 50~18. 20. 10	45.6	17. 01. 00~17. 02. 00	17.0	17. 01. 24~17. 01. 34	146.5	15. 20. 45~18. 09. 30			
大 武	981.4	18. 07. 57	SSW	35.6	18. 07. 34	982.6	25.9	95	SSW	29.9	18. 07. 20	17. 18. 10~18. 13. 20	9.4	18. 09. 00~18. 10. 00	4.6	18. 19. 21~18. 19. 31	88.0	15. 22. 48~19. 04. 20			
臺 東	993.0	18. 05. 18	NE	26.6	18. 07. 32	994.3	25.6	97	NE	15.0	18. 08. 10	18. 02. 30~18. 12. 30	17.6	19. 00. 10~19. 01. 10	7.4	18. 04. 30~18. 04. 40	76.0	16. 18. 30~19. 05. 00			
新 港	995.3	18. 04. 30	N	27.1	18. 02. 42	996.7	24.8	98	N	20.0	18. 02. 40	16. 08. 30~18. 17. 00	23.5	18. 04. 00~18. 05. 00	9.0	18. 04. 50~18. 05. 00	206.4	15. 14. 50~19. 06. 30			
花 蓮	1001.1	18. 05. 52	N	22.1	17. 14. 57	1005.6	24.8	89	NNE	11.5	17. 19. 40	17. 13. 40~17. 23. 50	38.0	18. 07. 00~18. 08. 00	24.0	18. 05. 10~18. 06. 20	482.4	15. 14. 05~18. 21. 58			
宜 蘭	1000.2	18. 15. 15	NE	16.8	18. 07. 52	1003.4	26.0	97	SSE	14.7	18. 17. 10	<17. 24. 00~18. 08. 00 18. 16. 00~18. 17. 00	35.0	18. 09. 00~18. 10. 00	12.0	18. 09. 45~18. 09. 55	123.2	15. 17. 10~18. 19. 48			

表 6. 民國六十九年各次颱風公報位置表
Table 6 The Bulletin position of typhoon centers in the year of 1980.

颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度	颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度		
	日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		
8001號 4 月 卡 門 (Carmen)	5	20	11.0	178.2	994	20	NW	24		16	02	11.5	142.0	950	52	N	12		
	6	02	13.8	177.7	992	23	NNW	36		08	12.2	141.5	935	52	N	12			
		08	14.7	176.8	992	23	NNW	30		14	12.3	141.2	935	52	NNW	10			
		14	15.4	177.2	990	23	N	30		20	12.7	141.0	940	55	NNW	10			
		20	17.0	177.9	985	30	NE	26		17	02	12.9	141.4	940	55	N	10		
	7	02	18.4	178.7	985	27	NE	30			08	13.2	141.2	935	55	N	8		
		08	18.5	179.7	985	25	NE	22			14	13.7	141.2	935	55	N	10		
		8002號 5 月 唐 媽 (Dom)	11	20	12.5	129.3	991	23			WNW	20	20	14.4	141.2	935	55	N	14
				12	02	13.1	128.1	991		25	NW	22	18	02	15.2	141.0	940	55	NNW
	08				13.6	126.7	991	25		NW	25	08		15.6	140.3	940	55	NNW	12
14	14.2				125.7	991	25	NW	25	14	16.3	140.0		940	53	NNW	16		
20	14.8	125.0	980		30	NW	15	20	17.2	139.5	940	53		NNW	20				
	13	02	15.4	124.4	980	30	NW	13	19	02	17.6	139.5	940	53	NW	18			
		08	16.0	124.0	980	35	NW	9		08	18.0	138.3	945	52	NW	18			
		14	16.6	123.6	970	35	NW	15→10		14	19.0	137.6	950	52	NW	20			
		20	16.9	123.2	956	43	NW	3		20	19.9	137.0	955	45	NW	20			
	14	02	17.2	123.0	956	43	NW	3	20	02	21.2	136.8	965	45	N	26			
		08	17.3	122.8	956	43	NW→NNW	10		08	22.1	135.5	970	38	NW	24			
		14	17.5	122.7	960	38	NNW	Station-ary		14	23.5	135.4	970	38	NNW	24			
		20	17.6	122.6	970	38	NNW	5→10		20	25.4	135.3	975	33	N	26			
	15	02	17.9	122.6	980	35	NNW	8	21	02	27.8	130.1	978	33	N	34			
		08	18.1	122.5	985	28	NNW→N	5		08	29.9	137.1	980	28	NE	44			
14		18.1	122.5	985	28	N	5	14		31.5	139.1	980	33	NE	66				
20		18.7	122.4	985	28	N→NNE	5	20		33.8	141.9	980	32	NE	66				
	16	02	19.1	122.7	985	23	NNE	8	22	02	36.0	144.1	980	30	NE	60			
		08	19.5	122.9	990	20	NEN	8		08	38.2	146.8	980	30	NE	60			
		14	19.8	123.2	985	30	NE	10		14	40.2	148.8	985	25	NE	60			
		20	20.1	123.4	985	28	NE	10		20	08	06.7	151.4	1000	18	W	35		
	17	02	20.3	123.7	985	28	NE	15	23	14	07.3	149.9	1000	18	WNW	35			
		08	20.6	123.9	975	33	NE→ENE	15		20	08.1	148.0	1000	18	WNW	35			
		14	20.9	125.6	975	33	ENE	18		21	02	09.0	146.0	1000	20	WNW	48		
		20	21.0	126.3	975	33	ENE	15		08	09.2	145.2	990	20	W	25			
	18	02	21.1	127.0	980	30	ENE→E	15	14	09.1	143.7	990	23	W	30				
		08	21.1	127.5	978	28	E	28	20	09.1	142.1	990	23	W	30				
14		21.1	127.9	978	28	E	10	22	02	09.6	140.7	990	23	WNW	30				
20		21.1	128.3	980	25	E	10	08	10.5	138.6	990	20	WNW	30					
	19	02	21.1	128.9	980	23	E	3	14	10.7	136.7	990	23	W	50				
		08	21.1	129.7	980	20	E→W	2	20	10.7	136.0	990	23	W	20				
		8003號 5 月 艾 倫 (Ellen)	15	08	9.5	142.0	975	34	NW	12	23	02	10.8	134.5	990	23	W	30	
				14	10.4	141.9	790	35	NW	12	08	11.0	132.2	990	25	W	50		
20	11.0			142.0	960	35	N	12	14	11.3	130.6	990	25	W	30				

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)
8006號 6月 賀伯特 (Herbert)	23	20	11.4	129.7	990	23	W	25	8008號 7月 喬伊 (JOE)	18	14	13.9	137.6	1000	18	WNW	28
	24	02	11.8	127.9	997	23	WNW	40		20	20	14.2	136.0	998	20	W	30
		08	12.4	126.1	990	25	WNW	40		19	02	14.3	134.3	990	23	W	30
		14	13.0	124.8	990	28	NW	30			08	14.7	132.8	990	25	WNW	28
		20	13.2	124.5	990	28	NW	20			14	14.9	131.5	983	28	WNW	25
	25	02	14.6	122.5	997	28	NW	40			20	15.2	130.0	974	33	WNW	25
		08	15.0	121.8	997	25	NW	15		20	02	15.4	128.4	974	35	WNW	25
		14	15.4	121.2	990	23	NW	15			08	15.6	126.6	970	40	WNW	32
		20	15.7	120.6	996	18	WNW	15			14	16.0	124.8	960	43	WNW	35
	26	02	16.1	119.5	996	18	WNW	20		20	20	16.4	123.7	950	45	WNW	30
	24	20	12.5	118.0	990	35	WNW	26		21	02	17.1	122.4	950	48	WNW	26
	25	02	13.3	116.4	990	35	WNW	28			08	17.4	120.5	960	40	WNW	26
		08	14.3	114.9	990	35	NW	28			14	17.9	119.1	955	43	WNW	30
		14	15.2	113.4	990	45	NW	28		20	20	18.5	117.3	970	38	WNW	30
		20	16.0	112.3	990	45	NNW	17		22	02	19.0	115.7	970	38	WNW	30
	26	02	16.6	111.6	990	50	NW	17			08	19.5	114.0	975	35	WNW	33
		08	17.2	110.9	990	45	NW	17			14	20.2	111.9	975	35	WNW	39
		14	17.9	110.2	990	45	NW	17		20	20	20.4	110.0	975	35	WNW	39
		20	18.3	110.0	990	40	NW	7		23	02	20.8	108.2	985	35	WNW	18
	27	02	18.8	109.8	990	40	NW	7			08	21.3	106.9	985	30	WNW	26
		08	19.2	109.6	990	35	NNW	7			14	21.8	105.0	990	15	WNW	26
		14	19.7	109.5	995	35	NNW	7	8009號 7月 開梅 (KIM)	22	02	10.4	138.0	992	18	WNW	35
		20	20.2	109.3	995	35	NNW	7			08	11.0	136.7	992	20	WNW	32
8007號 7月 艾達 (IDA)	7	08	14.5	136.5	998	20	WNW	24			14	11.5	135.3	992	20	WNW	32
		14	15.7	135.4	994	20	WNW	14		20	20	11.6	134.4	992	20	WNW	30
		20	16.5	133.7	994	20	NW	15		23	02	11.7	132.8	992	23	WNW	30
	8	02	17.1	131.9	990	23	WNW	16			08	13.2	130.6	992	30	WNW	36
		08	17.7	130.2	990	23	WNW	16			14	13.7	129.0	979	33	WNW	36
		14	18.2	128.6	990	25	WNW	28		20	20	14.0	128.0	979	35	WNW	28
		20	18.7	127.1	983	28	WNW	28		24	02	14.1	127.0	970	85	WNW	24
	9	02	18.9	125.8	983	28	WNW	28			08	14.4	126.1	970	43	WNW	25
		08	19.3	124.5	983	30	NNW	23			14	14.9	125.3	970	45	WNW	20
		14	19.8	123.2	983	30	WNW	18		20	20	15.4	124.4	970	55	WNW	17
		20	20.2	122.2	983	30	WNW	18		25	02	16.1	123.3	980	60	WNW	22
	10	02	20.6	121.4	983	30	WNW	18			08	16.8	122.2	930	45	WNW	22
		08	20.9	120.6	983	28	WNW	15			14	17.3	121.5	940	35	WNW	22
		14	21.5	119.4	983	28	WNW	18		20	20	17.9	120.3	940	35	WNW	18
		20	21.9	118.6	988	23	NW	20		26	02	18.7	119.5	960	33	NW	18
	11	02	22.1	118.0	990	25	NW	15			08	19.2	118.7	960	33	NW	18
		08	22.2	117.6	990	25	WNW	15			14	19.7	118.1	960	33	NW	18
		14	22.5	117.2	992	25	WNW	8		20	20	20.2	117.4	985	25	NW	18
		20	23.2	116.8	985	25	NW	8		27	02	20.9	116.7	990	23	NW	28
											08	21.6	116.3	990	23	NW	28

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速度 (km/h)	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速度 (km/h)
	日	時	北緯	東經						日	時	北緯	東經				
8010號 7 月 勒克斯 (LEX)	27	14	22.6	115.8	990	20	NW	18	8012號 8 月 諾瑞斯 (Norris)	9	02	14.4	156.4	998	40	NW	12
	30	02	24.8	148.3	998	18	NNW	8		08	14.5	156.3	998	40	NW	12	
	08	25.1	149.4	990	23	NE	6	14		15.0	156.1	992	45	NW	12		
	14	25.3	149.0	990	25	NE	10	20		16.2	155.5	990	45	NW	12		
	20	25.3	149.3	980	28	NNE	6	10		02	16.6	155.3	990	45	NNW	12	
	31	02	25.7	149.3	980	28	NNE	6		08	18.5	154.8	990	65	N	24	
	08	25.3	148.6	980	30	S	6	14		19.9	155.0	990	70	N	28		
	14	25.4	148.0	970	33	WNW	10	20		21.3	155.4	990	110	NNE	30		
	20	25.3	147.7	970	33	W	10	11		02	22.7	155.6	944	110	N	28	
	1	02	24.9	146.6	970	33	W	14		08	24.0	155.6	944	110	N	28	
	08	24.7	146.6	970	33	W	12	14		25.4	155.6	946	110	N	28		
	14	24.6	145.7	970	33	W	16	20		26.7	155.8	946	100	N	26		
	20	24.0	145.6	970	35	W	12	12		02	27.8	155.9	946	95	N	24	
	2	02	24.0	145.0	967	35	W	12		08	28.7	156.0	946	95	N	20	
	08	23.5	144.5	965	38	WSW	12	14		29.0	156.0	946	95	N	14		
	14	23.3	143.8	965	38	WSW	12	20		29.8	156.1	946	95	N	14		
	20	23.8	144.4	965	38	NE	12	13		02	30.6	156.4	946	80	NNE	14	
	3	02	24.3	144.0	962	40	NW	6		08	31.1	156.6	946	80	NNE	14	
	08	25.5	144.0	960	40	N	12	14		31.8	156.8	946	75	NNE	16		
	14	26.2	144.4	960	40	NNE	16	20		32.1	157.1	946	70	NNE	12		
	20	26.8	144.6	960	40	N	14	14		02	32.7	157.7	946	65	NE	12	
	4	02	27.6	144.3	960	38	N	16		08	32.8	157.8	946	65	N	14	
	08	27.9	144.4	969	35	N	12	14		32.9	158.0	946	65	NE	20		
	14	28.9	144.7	970	33	NNE	16	24		08	16.8	138.3	1000	30	WNW	10	
	20	29.4	144.9	970	33	NNE	14	14		17.3	137.4	1000	30	WNW	10		
	5	02	30.0	145.3	970	30	NNE	16		20	17.7	136.5	1000	30	WNW	10	
	08	30.2	146.3	970	30	NE	16	25		02	18.0	135.6	1000	30	WNW	9	
	14	30.7	147.0	980	30	NE	18	08		18.2	134.7	998	35	WNW	14		
	20	31.0	147.5	980	30	NE	14	14		18.7	133.5	998	35	WNW	14		
	6	02	31.4	148.5	980	30	NE	18		20	19.2	132.3	995	40	WNW	14	
	08	32.2	149.5	980	30	NE	22	26		02	19.7	131.0	995	40	WNW	12	
	14	32.7	149.9	980	30	NE	18	08		20.1	129.8	990	45	WNW	15		
	20	33.2	151.3	980	28	ENE	24	14		20.7	128.6	985	55	NW	15		
	7	02	34.0	153.0	980	25	NE	34		20	21.5	127.2	980	60	NW	14	
	08	34.7	154.5	980	25	NE	32	27		02	22.3	126.0	975	65	NW	14	
	14	35.8	155.4	985	23	NE	32	08		23.1	124.8	960	75	WNW	13		
	20	36.8	156.3	985	23	NE	30	14		23.6	123.7	955	85	WNW	12		
	8	02	38.3	156.5	985	23	NNE	30		20	24.3	122.7	950	85	WNW	15	
	08	39.7	155.8	985	23	N	30	28		02	24.6	121.3	970	80	WNW	8	
	14	41.0	156.0	985	23	N	30	08		24.7	120.6	980	55	WNW	13		
	20	42.0	156.0	985	23	NNE	28	14		25.2	119.5	990	40	WNW	15		
8011號 8 月 瑪芝 (Marge)	8	14	14.0	157.5	998	35	WNW	12	20	25.9	118.2	995	30	WNW	13		
	20	14.2	156.5	998	40	WNW	12	29	02	26.6	117.1						

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行方向	速度 (km/h)	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行方向	速度 (km/h)
	日	時	北緯	東經						日	時	北緯	東經				
8013號 9月 歐凱特 (Orchid)	29	08	27.4	116.4					8017號 9月 賽洛瑪 (Thelma)	20	02	31.1	146.0	990	75	E	10
		14	28.2	116.6						08	31.0	146.8	980	55	E	10	
		20	29.1	117.1						26	14	30.8	147.7	980	50	E	10
	7	08	18.0	142.7	994	20	WNW	30		27	02	17.3	143.0		40	WNW	8
		14	18.5	141.2	994	23	WNW	30		08	17.7	142.9		40	WNW	6	
		20	18.9	139.6	992	23	WNW	30		14	18.0	142.4		40	NW	6	
	8	02	19.5	138.8	990	28	NW	20		20	20.5	143.9		40	NW	13	
		08	20.2	138.1	985	30	NW	17		28	02	22.8	141.9	992	55	NW	17
		14	20.8	137.5	985	30	NW	17		08	24.0	142.7	990	55	N	10	
	9	20	21.6	136.4	980	30	NW	24		14	22.4	142.2	990	45	NNE	8	
		02	22.3	135.4	970	30	NW	24		20	24.4	142.0	990	45	NNE	15	
		08	22.9	134.3	970	30	NW	24		29	02	25.8	142.8	987	50	NNE	15
	10	14	23.4	133.2	970	33	WNW	20		08	26.8	143.5	985	65	NE	12	
		20	23.8	131.9	970	33	WNW	20		14	27.3	143.5	980	70	NE	12	
		02	24.7	130.8	966	35	NW	20		20	28.0	144.2	980	70	NE	12	
8015號 9月 魯絲 (Ruth)	14	08	25.1	131.4	966	35	NW	18	30	02	30.8	145.0	980	70	NE	14	
		14	18.3	113.2	992	20	Stationary		08	32.0	146.2	980	70	NE	15		
		20	19.2	112.2	990	20	NW	14	14	33.9	147.9	980	60	NE	20		
	15	02	19.3	110.9	990	20	NW	24	20	37.8	155.5	980	55	ENE	40		
		08	19.4	109.5	992	18	WNW	16	29	02	14.4	156.0	994	20	WNW	18	
		14	19.5	108.5	990	23	WNW	18	08	14.8	155.5	992	25	WNW	25		
	16	20	19.6	107.6	990	25	WNW	18	14	15.5	155.5	985	28	NW	12		
		02	20.1	106.4	990	28	WNW	24	20	16.5	155.4	985	30	NNW	14		
		08	19.5	105.3	990	28	WSW	22	30	02	17.3	154.9	975	33	NNW	15	
	8016號 9月 斯碧瑞 (Sperry)	14	14	19.1	104.3	990	15	WSW	22	08	18.1	154.4	975	33	NNW	15	
			15	14	20.3	146.1	996	40	W	15	14	19.0	154.1	965	38	NNW	17
			20	20.8	144.2	993	45	WNW	15	20	20.2	153.5	965	38	NNW	20	
	16	02	21.4	142.5	993	45	WNW	16	1	02	21.1	152.3	965	40	NNW	28	
		08	22.2	140.8	993	45	NW	18	08	22.3	152.3	950	43	NNW	28		
		14	22.8	139.8	993	45	NW	15	14	23.3	151.3	945	50	NNW	23		
17	20	23.5	138.7	993	45	NW	15	20	24.7	150.4	940	50	NNW	25			
	02	24.5	137.4	993	50	NW	15	2	02	26.5	149.5	937	53	NNW	38		
	08	25.4	136.4	993	50	NW	13	08	26.3	148.4	940	55	NNW	33			
18	14	27.0	136.0	993	55	NNW	13	14	27.0	148.4	940	55	N	14			
	20	28.8	136.1	990	55	N	13	20	28.2	148.5	940	55	N	20			
	02	29.7	136.9	987	55	NE	15	3	02	29.7	148.7	940	53	NNE	28		
19	08	30.4	138.0	987	50	NE	15	08	31.1	149.7	950	50	NE	30			
	14	30.5	138.7	989	65	E	14	14	32.3	151.3	960	45	NE	40			
	20	30.6	139.6	990	65	E	10	20	34.7	153.8	970	40	NE	60			
8019號 10月 魏恩 (Wynne)	4	02	30.9	141.2	990	65	ENE	11	4	02	36.4	157.1	980	35	ENE	70	
		08	31.0	142.8	990	65	E	14	08	39.0	160.0	990	25	ENE	95		
		14	31.0	144.3	990	65	E	15	4	08	5.8	152.2	985	27	W	17	
20	31.0	145.3	990	65	E	13	14	6.2	151.3	980	30	W	17				

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速度 (km/h)	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速度 (km/h)
	日	時	北緯	東經						日	時	北緯	東經				
8020號 10月 亞力士 (Alex)	4	20	6.5	150.8	975	30	WNW	13	8021號 10月 貝蒂 (Betty)	13	08	26.7	141.3	999	17	NW	32
	5	02	7.3	149.6	975	30	WNW	18		14	27.4	140.6	999	17	NW	26	
		08	7.8	149.4	975	25	NW	10			20	28.2	139.8	998	17	NW	26
		14	7.9	149.4	975	25	NNW	15		14	02	30.3	141.7	998	17	ENE	46
		20	8.8	149.1	975	25	NNW	15		29	08	8.3	154.9	998	35	NW	11
	6	02	10.7	147.2	975	25	NW	26			14	8.9	154.1	998	35	NW	6
		08	11.5	146.2	975	25	NW	25			20	9.6	153.2	998	40	NW	11
		14	12.6	146.0	975	25	NW	25		30	02	10.2	152.0	998	50	NW	15
		20	13.5	145.7	975	25	NW	20			08	10.6	151.5	994	50	NW	12
	7	02	14.7	144.9	975	25	NW	25			14	11.8	149.3	991	60	NW	16
		08	15.5	144.3	975	25	NW	20			20	12.4	147.5	991	60	WNW	17
		14	15.8	144.1	975	25	NW	15		31	02	12.8	145.7	981	60	WNW	13
		20	16.6	143.6	975	25	NW	15			08	13.3	143.5	981	70	WNW	20
	8	02	16.8	143.1	975	25	NW	14			14	13.5	140.7	981	80	WNW	20
		08	17.3	142.7	975	30	NW	14			20	13.7	139.6	981	85	WNW	20
		14	17.5	141.1	975	33	NW	17		1	02	13.9	137.5	959	85	W	20
		20	17.8	140.1	975	35	NW	17			08	14.0	136.2	959	90	W	16
	9	02	18.5	139.0	975	48	NW	24			14	14.2	134.6	960	90	W	17
		08	19.0	138.0	900	70	NW	24			20	14.7	132.5	960	90	W	18
		14	19.2	136.7	890	75	WNW	24		2	02	14.8	131.8	960	85	W	16
8022號 10月 貝蒂 (Betty)	20	19.5	135.2	890	75	WNW	15		08	14.9	130.4	960	85	W	14		
	10	02	20.2	134.8	890	75	NW	20		14	14.9	130.3	960	100	W	9	
		08	20.6	133.7	900	70	NW	24		20	14.8	129.5	956	100	W	9	
		14	20.8	132.2	900	65	WNW	25	3	02	14.5	128.5	959	105	W	10	
		20	21.4	130.7	900	63	WNW	25		08	14.4	127.8	959	110	W	8	
	11	02	22.1	129.5	905	63	WNW	25		14	14.4	127.7	948	110	W	4	
		08	22.6	128.8	910	63	NW	25		20	14.4	126.6	942	115	W	6	
		14	23.5	128.0	910	58	NW	25	4	02	14.6	126.0	942	115	W	7	
		20	23.8	127.4	915	55	NNW	10		08	14.7	124.9	926	115	W	8	
	12	02	24.7	126.5	915	55	NNW	20		14	15.1	123.7	928	120	WNW	12	
		08	24.8	126.2	915	55	NNW	20		20	15.1	123.6	928	120	W	11	
		14	25.3	125.9	920	55	NNE	15	5	02	16.5	121.9	928	100	NW	10	
		20	25.9	125.7	920	50	NNE	10		08	17.3	121.2	928	65	NW	11	
	13	02	26.4	125.7	925	50	NNE	10		14	17.8	120.9	970	40	NW	11	
		08	27.8	126.3	925	50	NNE	20		20	18.5	120.7	987	45	NNW	11	
		14	28.9	127.0	930	45	NE	25	6	02	19.6	120.9	988	45	N	6	
		20	29.6	128.3	930	42	NE	28		08	19.8	121.0	988	45	N	6	
	14	02	30.3	130.0	940	40	ENE	40		14	20.4	121.3	990	40	NE	8	
		08	31.7	133.3	950	38	ENE	55		20	21.1	121.8	990	35	NE	12	
		14	32.4	136.3	955	33	ENE	55	7	02	22.3	123.4	995	35	NE	13	
	20	34.0	139.9	965	33	ENE	70		08	23.5	125.1	995	35	NE	18		
15	02	36.3	145.1	975	33	ENE	80		14	24.6	126.3	995	35	NE	18		
	08	36.0	150.0	980	33	ENE	80		20	25.3	128.5	995	35	NE	22		

Volume 28, Number 2

June 1982

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Article

- A Study of Mesoscale Pressure Systems and Their
Precipitation over the Northern Taiwan in the
Early Winter*Kuang-nan Hsu* (1)

Translation

- Heavy Rain Forecasting in Short Time.....Translated by *Chin-Huai Hsu* (31)

Report

- A Brief Report on Typhoons in the Western North
Pacific in 1980 (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

第二十八卷 第三、四期

目次

論著

颱風誘發焚風現象及其對農作物

之影響.....郭文鏢 楊之遠 (1)

報告

民國七十年颱風調查報告—侵臺颱風 (8104號) 艾克..... (13)

民國七十年颱風調查報告—侵臺颱風 (8105號) 裘恩..... (35)

民國七十年颱風調查報告—侵臺颱風 (8108號) 莫瑞..... (49)

氣象學報

季刊

第二十八卷 第三、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: 3713181 (10線)
發行人 吳宗堯
社長 吳宗堯
電話: 3110840
印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話: 3064724
電話: 3067825

◎ 敬請交換 ◎

中華民國七十一年九月、十二月出版

颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響

The Foehn Phenomena Induced by Typhoons and The Effects on the Agricultural Crops

郭 文 鑠 楊 之 達

Wen-Shuo Kuo, Chea-Yuan Young

ABSTRACT

In the period from 1959 to 1979, of sixty six typhoons that invaded Taiwan, forty seven induced foehn by accompanying circulation. The frequency of occurrence reached as high as 71%.

Accounting to the typhoon tracks classified by the Central Weather Bureau, the most typhoons, about 31.9%, belong to the third category inducing foehn in the northwest district of Taiwan, such as Taichung and Hsinchu. The rest, about 25.5%, belong to the second category inducing foehn in south-east district, such as Tawu and Hsinkong. In addition to an increase in temperature and a decrease in relative humidity, it is also found that an abrupt increase of wind velocity, change of wind direction and slight drop in pressure are associated with the occurrence of typhoon-induced foehn.

Two indices of foehn, If_1 and If_2 , are introduced and come to a conclusion as follows:

- (1) The Value of If_1 , which is greater than 0.1 may be regarded as the threshold of foehn in about 96% probability, if the diurnal variation is omitted
- (2) The foehn intensity may be divided into three grades during day and night time respectively as shown in the Table 8 and Table 9.

一、前 言

臺灣位於颱風路徑之要衝，在颱風季節，每年均有遭受颱風侵襲的機會，其挾帶之豪雨及強風，往往對本省農作物造成極大之損失。國內氣象學者對於颱風的研究多偏重於降水與風力的分析與預報，關於颱風經過臺灣時，受中央山脈山嶺地形的影響，常在背風面誘發之焚風 (foehn) 現象，除廖學銓教授 (1979)^(*) 曾發表對臺灣地區焚風因素足以導致颱風強度突然減弱，或改變颱風推進方向的個案研究之外，鮮有論著，尤其是對於農作物的影響。

民國七十年六月十三日艾克颱風經過臺灣北方海面，在宜蘭地區誘發焚風，時值一期水稻孕穗至抽穗期，自十三日下午八點起至十四日清晨六點左右氣溫由 25.6°C 上升至 27.9°C ，相對濕度由 93% 減至 62% (見圖一)，僅數小時之乾熱風，導致五結、壯圍等地區水稻發生白穗，受害面積高達 7258 公頃，受害程度亦達 46%，損失頗鉅。由此可知颱風對於本省之為害不僅為其暴風及豪雨，同時其誘發之局部焚風，亦有可能成為致害原因。

為了解臺灣地區颱風誘發之焚風現象，本文應用中央氣象局 1959~1979 年各測站之颱風報告資料，所採方法與步驟如下：

(1) 根據各測站之颱風報告，調查逐時之溫度及濕度變化，凡在白晝一小時內濕度遽降 10%，溫度遽昇 1°C 以上，及夜晚濕度降低，溫度升高者，均視為焚風現象^(*)。

^(*)(1)此為作者之主觀決定，因在氣象名詞中，對焚風尚缺確切的定義。

^(*)(2)指颱風中心在臺灣登陸，或經過臺灣近海而導致陸上發生災害者。

表一 民國 48—68 年間在臺灣誘發焚風之侵台颱風

Table 1. The foehn induced by the typhoon which invaded Taiwan, during 1959-1968

颱風名稱 Name of typhoon	時間 Time	焚風地點 Location of foehn	路徑 Track	颱風名稱 Name of typhoon	時間 Time	焚風地點 Location of foehn	路徑 Track
艾倫 Ellen	48. 8. 8	新港 ^b	6	艾妮達 Anita	56. 6. 29	淡水 ^b	3
艾瑞絲 Iris	48. 8. 24	臺中 ^b	3	吉達 Gilda	56. 11. 17	臺東 ^b	2
瓊安 Joan	48. 8. 28	新港 ^c	3	范迪 Wendy	57. 9. 4	新港 ^b 臺東 ^b 日月潭 ^b 大武 ^b 臺中 ^b 新竹 ^b	3
莎拉 Sara	48. 9. 15	大武 ^b	4	衛歐拉 Viola	58. 7. 26	花蓮 ^b 臺東 ^b 大武 ^b 恒春 ^b 臺中 ^c	3
雪莉 Shirley	49. 7. 30	花蓮 ^b 新港 ^b 基隆 ^b	1	艾爾西 Elsie	58. 9. 26	臺東 ^a 大武 ^b	2
艾爾西 Elsie	50. 7. 14	臺中 ^b	3	芙勞西 Flossie	58. 10. 2	大武 ^b	6
裘恩 Iune	50. 8. 7	大武 ^b	2	歐加 Olga	59. 7. 3	宜蘭 ^b 大武 ^b	4
波密拉 Pamela	50. 9. 12	臺東 ^b 大武 ^b	1	芙安 Fran	59. 9. 6	大武 ^b	7
沙莉 Sally	50. 9. 28	新竹 ^c 臺中 ^b 花蓮 ^b 新港 ^c	3	露西 Lucy	60. 7. 21	大武 ^b 臺南 ^b 臺北 ^b 臺中 ^b 新竹 ^b	3
艾瑞絲 Iris	51. 5. 28	大武 ^b	7	娜定 Nadine	60. 7. 25	花蓮 ^b 臺東 ^b 新港 ^b 新竹 ^b 大武 ^b	2
娜拉 Nora	51. 7. 31	大武 ^c	4	娜妮絲 Agnes	60. 9. 18	大武 ^b	2
愛美 Amy	51. 9. 4	新港 ^b	1	貝絲 Bess	60. 9. 22	新港 ^a 臺東 ^b 大武 ^b	1
黛納 Dinah	51. 10. 3	臺中 ^b	3	貝蒂 Betty	61. 8. 16	新港 ^b 臺東 ^b	1
范迪 Wendy	52. 7. 15	新港 ^b 臺東 ^b	1	畢莉 Billie	62. 7. 16	大武 ^b	4
費依 Faye	52. 9. 4	新竹 ^c 臺中 ^b 恒春 ^c	3	娜拉 Nora	62. 10. 8	日月潭 ^b 永康 ^b 臺南 ^b	5
葛樂禮 Gloria	52. 9. 11	臺東 ^b 新港 ^a	1	葛樂禮 Gloria	63. 11. 7	新港 ^b 新竹 ^b	3
裘恩 June	53. 8. 12	恒春 ^b	3	妮娜 Nina	64. 8. 3	臺東 ^b	2
解拉 Carla	54. 6. 4	大武 ^a	4	娜拉 Ora	64. 8. 12	臺東 ^a	2
黛納 Dinah	54. 6. 18	大武 ^b 基隆 ^b	6	貝蒂 Betty	64. 9. 22	臺中 ^b 新港 ^b	3
琴恩 Jean	54. 8. 3	大武 ^c	4	艾爾西 Elsie	64. 10. 12	日月潭 ^b 高雄 ^b 新港 ^b	3
瑪麗 Mary	54. 8. 18	新港 ^b 大武 ^c	1	畢莉 Billie	65. 8. 9	臺東 ^a 新港 ^b 花蓮 ^b	1
妮娜 Nina	55. 7. 19	宜蘭 ^b	1	賀璞 Hope	68. 8. 1	臺中 ^b	3
蒂絲 Tess	55. 8. 16	大武 ^b	1	歐敏 Irving	68. 8. 15	臺東 ^a	4
寇拉 Cora	55. 9. 6	大武 ^b	1				

* 焚風地點右上角之英文字母根據 If₁ 分報之焚風強度 a. b. c 分列表示輕度中度強烈焚風（見表七、八）

(2)表列各測站發生焚風現象時之溫度較差，濕度較差，風向變化及焚風持續時間。

(3)標訂誘發焚風時之颱風中心點所在位置及路徑。

(4)探討誘發焚風時之颱風路徑，及氣象要素變化特徵，進而研討焚風指數 If (Index of Foehn) 探討焚風之開端及其強度分級。

二、颱風侵襲路徑與誘發焚風之關係

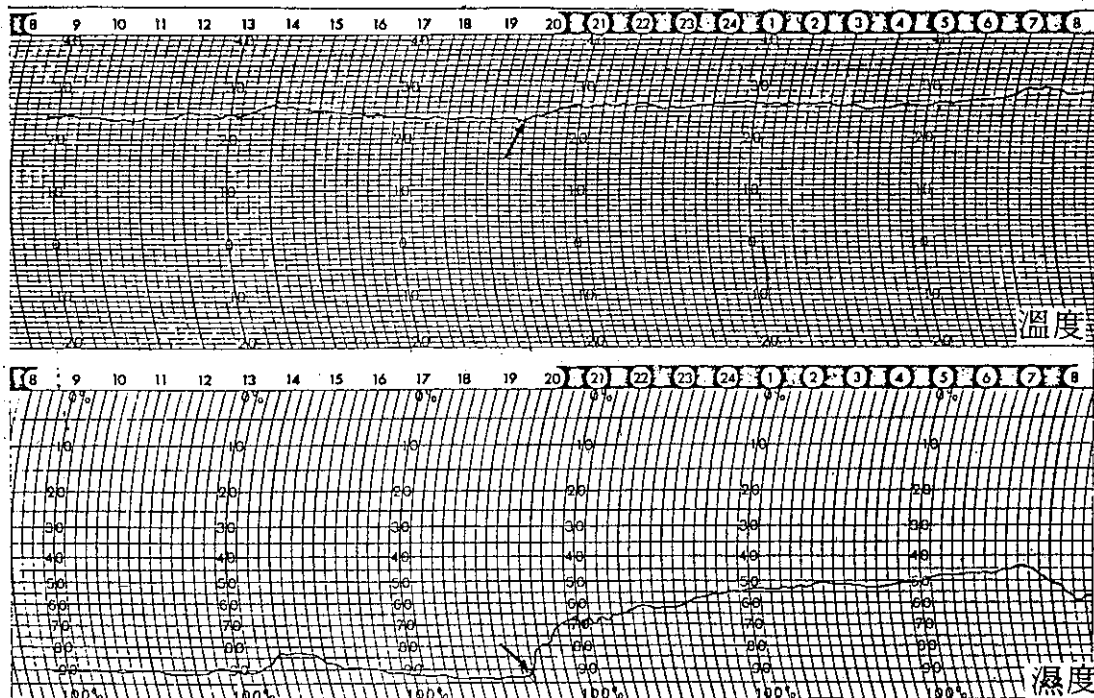
在 1959~1979 年間計有 66 個侵臺颱風*(2)根據各測站之颱風資料，發現有 47 個颱風曾經至少在某一測站誘發焚風，其發生頻率約佔總數 66 個的 71 % (見表一)，從各測站的記錄，可發現這 47 個颱風在各地誘發之焚風，計 96 個案例 (case)，可見颱風侵襲臺灣時，其環流造成焚風之機會是相當高的。如根據中央氣象局颱風路徑分類方法，則上述誘發焚風之 47 個颱風之路徑，以第三類路徑最多 (通過本省南部或附近海面)，有 15 個，佔總數 31.9%。第一類路徑 (通過本省北部及附近海面)，有 12 個，佔總數 25.5%，居第二位。第三位則為第二類路徑 (通過本省中部) 及第四類路徑 (沿東岸或東部海面北上) 各有 7 個，分別佔總

數 14.9%。第四位為第六類路徑 (通過中南部，再向東北方出海)，僅有 3 次，佔總數 6.4 %。第七類路徑 (怪異路徑) 及第五類路徑 (沿西岸或臺灣海峽北上) 最少，分別僅有 2 次及 1 次。(見表二)

表二、1959~1979年間誘發焚風之侵臺颱風路徑分類

Table 2. The tracks classification of the typhoons-induced foehn in Taiwan during 1959~1979

路 徑 tracks	發生頻次 frequency	佔總數 百分比 %	焚風發生地點 location of foehn
第一類 1st Category	12	25.5%	臺東、大武、新港、花蓮
第二類 2nd Category	7	14.9%	臺東、大武、新港、花蓮、新竹
第三類 3th Category	15	31.9%	新竹、臺中、日月潭、淡水
第四類 4th Category	7	14.9%	臺東、大武、宜蘭
第五類 5th Category	1	2.1%	臺南、永康、日月潭
第六類 6th Category	3	6.4%	大武
第七類 7th Category	2	4.3%	大武
合 計 Total	47	100%	



圖一 1981 年 6 月 13 日艾克颱風在宜蘭誘發焚風，宜蘭氣象測站溫度，濕度自記曲線變化。
Fig. 1 The circulations of typhoon "Ike" induced foehn in Ilan, figure shows the variation of temperature and relative humidity at Ilan station in June 13, 1981. Arrow indicates the foehn began at 17:45.

圖二 1959~1979 年間侵臺颱風在臺灣西部誘發焚風之路經分析
Fig. 2 The trucks distribution of typhoons which induced foehn in the west of Taiwan during 1959-79

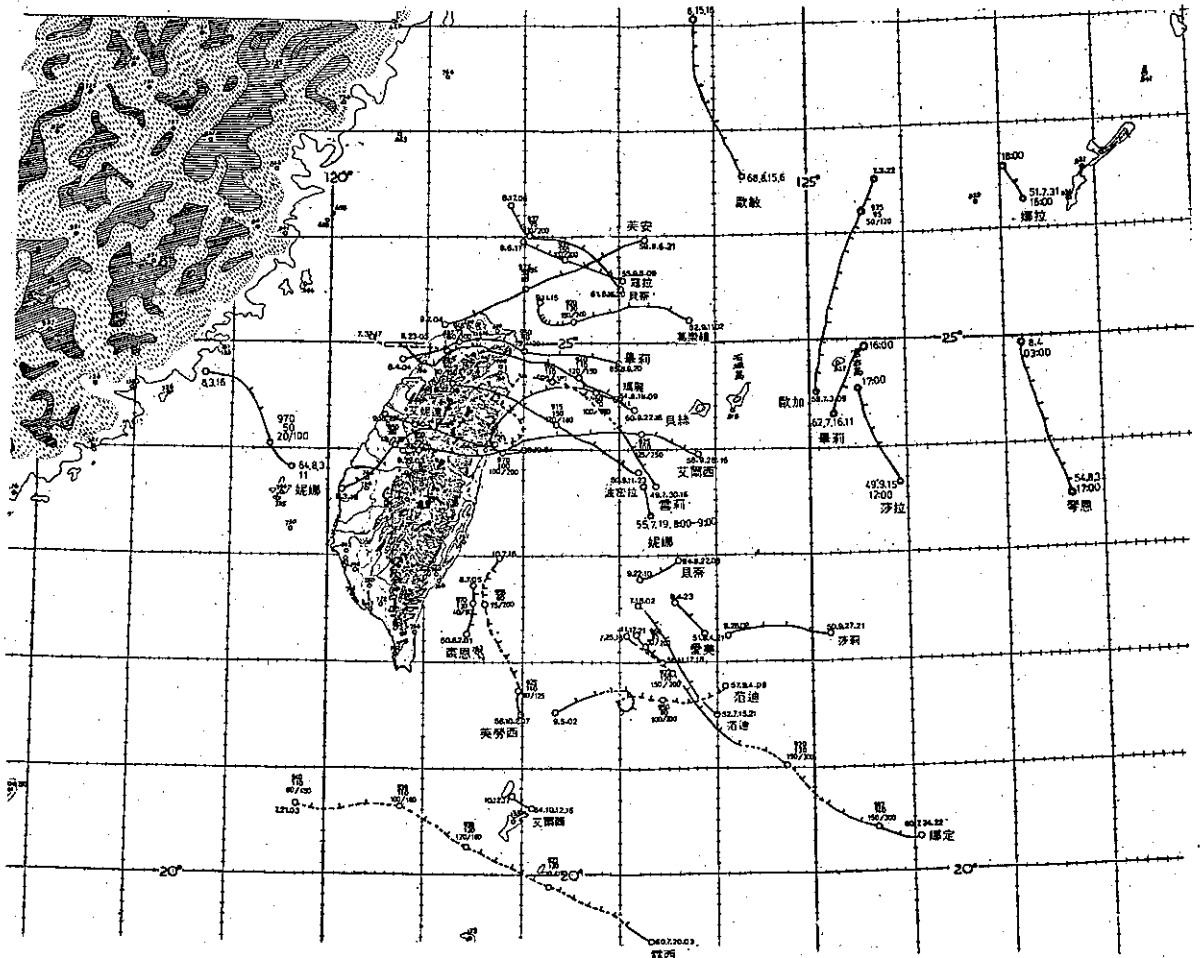
37次，其次為增加 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，發生約 15 次， $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 者約有 13 次，其後隨溫度增加而次數減少，增溫程度最強者在一小時內可達 8.6°C (60年 9 月 22 日且絲颱風，新港)，其溫度變化曲線如圖五。

圖六係 1959~1979 年間侵臺颱風誘發之焚風期間，最高溫度與開始溫度差異值之頻次分布。如果焚風持續時間較長，則一小時內之溫度變化，並不能真正表示焚風之最大增強程度，如果不考慮時間因素，而以焚風期間之最高溫度 (T_{max}) 與開始溫度 (T_c) 差異值做比較，則各種溫度頻次變化較大，以增溫 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 發生最多，計有 22 次，其次為 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 有 17 次， $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 者有 16 次，溫度增加最多者可達 11.7°C (57 年 9 月 5 日范迪颱風，臺中，最高溫度為 39.5°C ，焚風持續時間達 8 小時)。

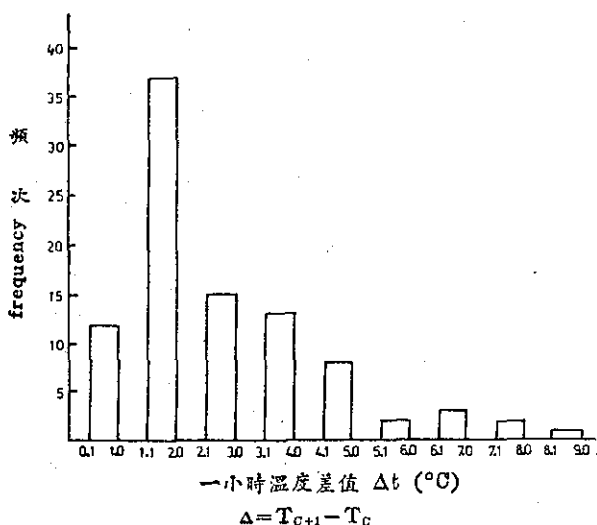
(2) 濕度變化：

颱風誘發焚風時，另一重要特徵，即為降雨停止，濕度迅速下降，其下降之幅度通常要比溫度更為明顯而快速，圖七係 1959~1979 年間颱風誘發焚風最初一小時內之相對濕度差異值之頻次分布，由圖七可知在焚風開始發生一小時內溫度減少 $13\sim 18\%$ 者最多，有 26 次，其次為減少 $7\sim 12\%$ 有 20 次，減少 $19\sim 24\%$ 者有 18 次，在一小時內相對濕度減少最多者可達 49% (68 年 8 月 15 日歐敏颱風，臺東測站相對濕度由 88% 減至 39% ，見圖八)。

由圖九可見，如以焚風發生以後之最低相對濕度與開始時之相對濕度之差異值做比較，則其頻次分布以減少 $19\sim 24\%$ 最多，有 24 次，其次為減少 $13\sim 18\%$ ，有 17 次，減少 $31\sim 36\%$ ，有 14



圖三 1959~1979 年間侵臺颱風在臺灣東部海岸誘發焚風之路經分析
Fig. 3. The tracks distribution of typhoons which induced foehn in the east coast of Taiwan during 1959-79

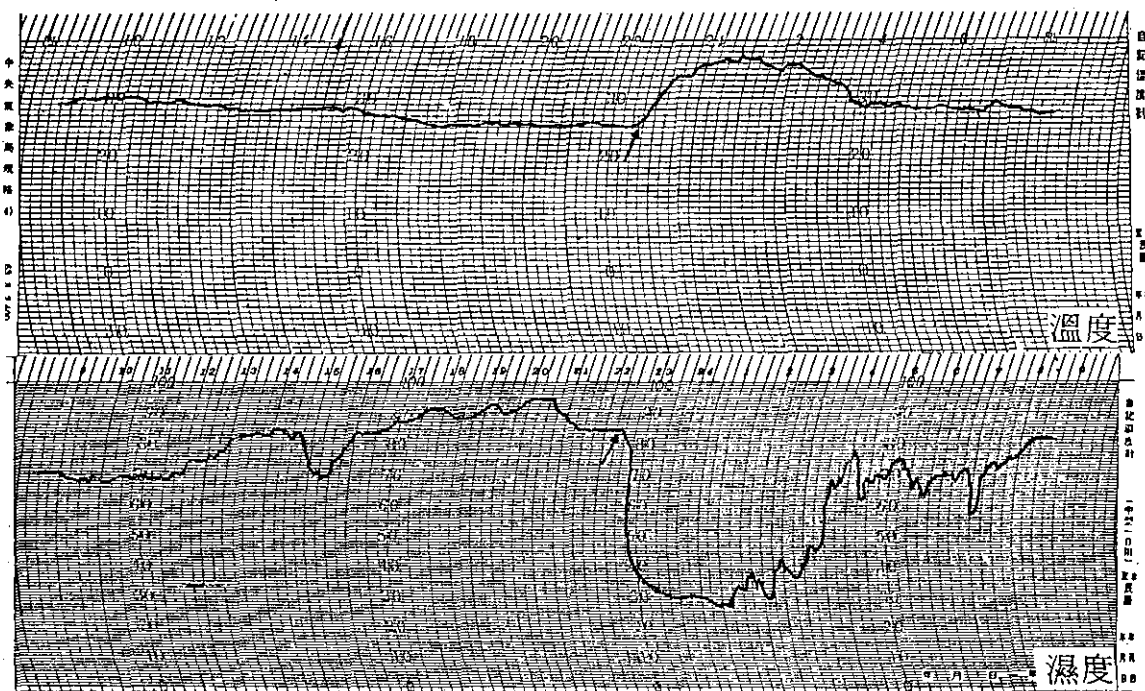


圖四 1959-1979 年間侵臺颱風誘發之焚風在一小時內之增溫效果 ($\Delta t = T_{C+1} - T_C$) 頻度分布
 Fig. 4 The frequency distribution of Δt , the 1st hour temperature increment caused the typhoon-induced foehn during 1959-79. Δt is defined as the difference between the commence temperature T_C and the temperature at the following hour T_{C+1} . $\Delta t = T_{C+1} - T_C$.

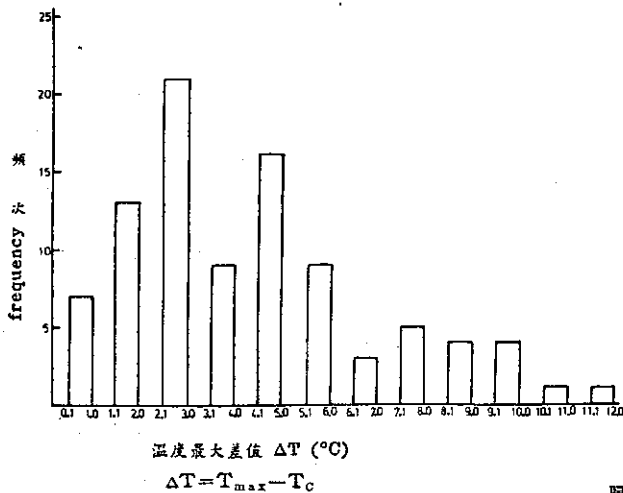
次，減少 49~54 % 者亦達 6 次。60 年 9 月 22 日貝絲颱風在新港誘發之焚風，曾使其相對濕度由 78% 降至 27%，減少幅度達 51%，為近 20 年臺灣地區相對濕度最低記錄（見圖五）。如比較颱風誘發焚風時之溫度及濕度自記曲線（圖一），（圖五），可見溫度之變化，一般要比濕度變化平緩，惟後者變化非常迅速，因此焚風對農作物之影響，濕度之迅速變化，才是導致作物發生傷害之最主要原因。由於相對濕度遽減，植物蒸散作用遽增，加上溫度升高，風速增強，造成植物快速脫水而枯萎，如持續時間延長，則受害程度更嚴重。

(3) 風向與風速之變化

焚風發生時，另一有趣的現象是風的變化，風速增加，同時風向變化。圖十係 68 年 8 月 15 日歐敏颱風在臺東測站誘發焚風時風向風速自記曲線記錄。由圖八可知該焚風之增溫於 15 日清晨 5 時開始。由圖十亦可看出在清晨 1~3 時為東北風，在焚風發生前有一陣風向不定，係變化時刻，但在 5 時焚風發生時，風向驟變為西北風，同時由於在山岳背面形成下沉氣流（downdraft），風速由 2~3 公尺/秒增加到 15~17 公尺/秒。

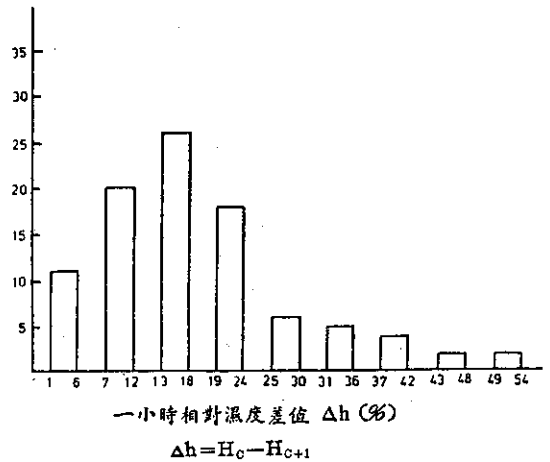


圖五 1971 年 9 月 22 日貝絲颱風在新港誘發焚風，新港氣象測站溫度、濕度自記曲線變化。
 Fig. 5 The circulation of typhoon "Bess" induced foehn at Hsinkang Station, figure shows the curve variation of temperature and relative humidity of Hsinkang Station on Sept. 22, 1971. Arrow indicates the foehn beginning at 22:45L.



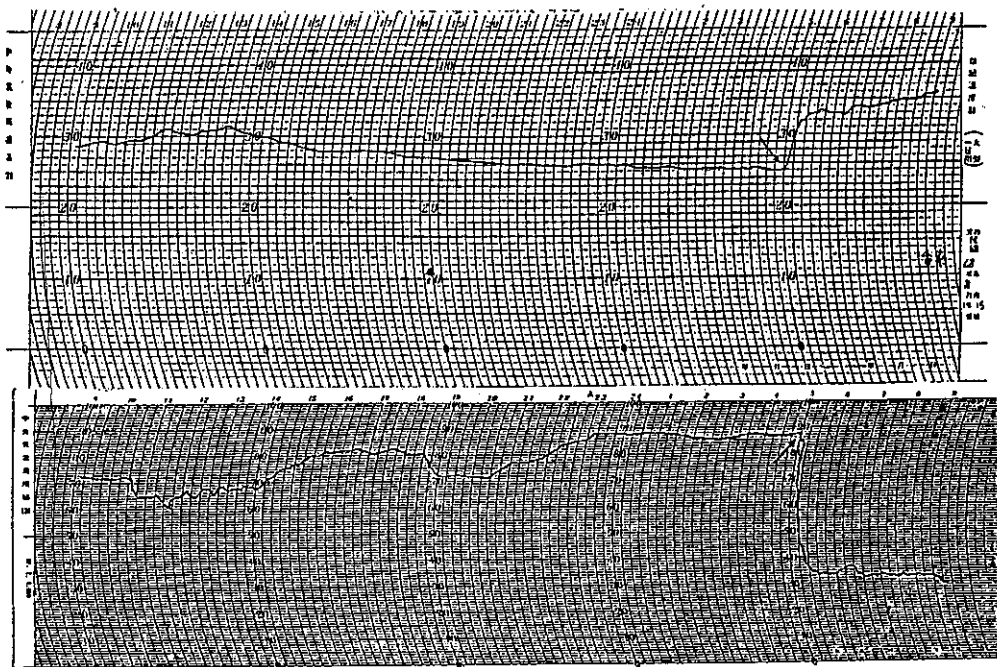
圖六 1959-79 年間侵臺颱風誘發之焚風最大增溫效果
 $\Delta T = T_{\max} - T_c$ 頻次分布

Fig. 6 The frequency distribution of the maximum temperature increment caused by the typhoon-induced foehn, the maximum temperature increment ΔT is shown as the difference between the maximum temperature T_{\max} and the commence temperatme T_c .
 $\Delta T = T_{\max} - T_c$.



圖七 1959-79 年間侵臺焚風誘發之焚風在一小時內
相對濕度差與值 ($\Delta h = H_c - H_{c+1}$) 頻次分布

Fig. 7 the frequency distribution of the relative humidity drop Δh caused by typhoon-induced foehn in the 1st. hour during 1959-79, the relative humidity drop Δh is shown as the difference between commence relative humidity H_c and the next houre H_{c+1} . $\Delta h = H_c - H_{c+1}$.



圖八 民國 68 年 8 月 15 日歐敏颱風在臺東誘發焚風，臺東測站溫度、相對濕度自設曲線變化。
Fig. 8 Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung on Aug. 15, 1979, figure shows the curve variation of temperature and relative humidity of Taitung Station. Arrow indicates the foehn began at 17:00L.

一般而言，各測站於焚風發生時之風向變化，以臺中、大武二地有明顯之特徵，即為由北風系統轉為南風系統，尤其以大武表現最明顯，在焚風發生時，一定變成南風系統，此可能由於颱風環流越山後，在大武東南方造成副低壓所致，其餘如新竹、花蓮等地之風向變化由於測站之地形位置影響並不明顯（見表三）。

表三 中央氣象局主要測站颱風誘發焚風時之主要風向變化

Table 3. The change of the prevailing wind direction of the C. W. B. main stations associated with the foehn occurrence induced by typhoon

測站名稱 stations	主要風向變化 (the prevailing wind direction change)	
	焚風發生前之主要風向 before foehn occurrence	焚風發生時之主要風向 after foehn occurrence
臺 中 Taichung	ENE, NW, N	SE, E, SSE, ESE
大 武 Tawu	NNE, W, NE, NNW, WNW	SSE, S, SSW
臺 東 Taitung	NNE, NE	NNE, NNW, NN, SSW, W

(4) 氣壓變化

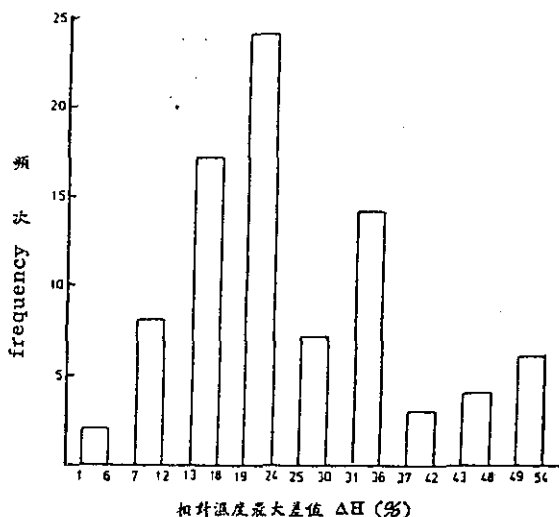
在颱風誘發焚風之地區，當地的氣壓亦會下降，同時其氣壓通常亦較周圍附近測站為低。表四係57年9月5日范迪颱風在臺中誘發焚風時各測站之溫度、濕度、氣壓之分布。可見當時臺中的氣壓較之花蓮、嘉義要低 10 mb。表五係68年8月15日歐敏颱風在臺東誘發焚風時各測站之溫度、濕度、氣壓之分布。亦可發現當時臺東測站之氣壓要比高雄、臺南等地要低 8mb。此種因焚風導致氣壓降低之現象，可能係由於溫度上升；抑或係由於氣流越山之機械作用 (mechanical effect) 所產生背風槽效應或副中心之結果，尚待進一步之研究。

四、颱風誘發焚風之開端及其強度探討

歷次颱風誘發焚風時，氣象要素變化不同。為便於探討這些焚風現象的開端及其強度，茲就增溫與乾燥程序二項，擬訂焚風指數 If (Index of Foehn) 如下：

$$If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$$

$$If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$$



圖九 1959-79 年間侵臺颱風誘發之焚風其相對濕度最大差異值 ($\Delta H = H_c - H_{min}$) 頻次分布

Fig. 9 The frequency distribution of the maximum relative humidity drop caused by the typhoon-induced foehn, the maximum drop of relative humidity ΔH is defined as the difference between commence relative humidity ΔH and the minimum relative humidity H_{min} . $\Delta H = H_c - H_{min}$.

T_c ：焚風開始時之溫度

H_c ：焚風開始時之濕度

$\Delta t = T_{c+1} - T_c$ ：焚風開始一小時內之溫度差

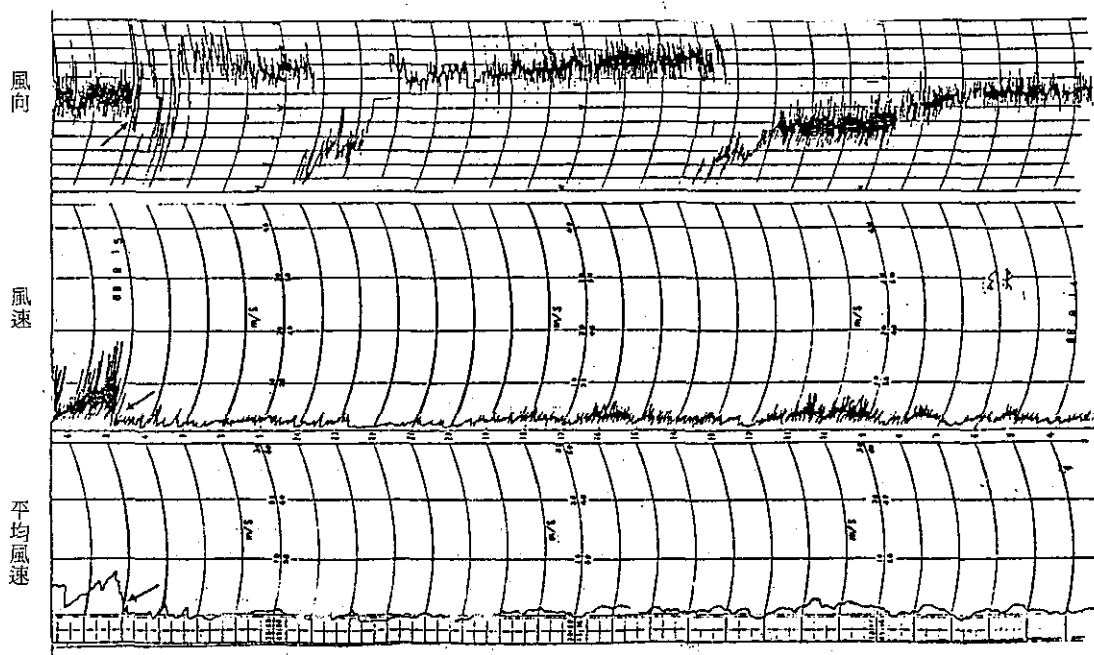
$\Delta h = H_c - H_{c+1}$ ：焚風開始一小時內之濕度差

$\Delta T = T_{max} - T_c$ ：焚風期間之最大溫度差

$\Delta H = H_c - H_{min}$ ：焚風期間之最大濕度差

顯然可知 If 值是與焚風強度成正比的。

根據 1959~1979 年，47 個颱風在臺灣各地誘發 96 個 (次) 之焚風案例記錄，分別計算 If_1 值。圖十一係 1959~1979 年二十一年間侵臺颱風在臺灣各地誘發焚風第一小時內 If_1 之頻次分布，由圖可見 If_1 介於 0.21~0.30 之頻次最高，達 26 次，佔 27%。至於 If_1 最小值，除有少數 4% 小於 0.1 (48年8月瓊安， If_1 為 0.0034，54年8月琴恩 If_1 為 0.0729，57年9月范迪， If_1 為 0.0766) 之外，96% 案例中， If_1 均大於 0.1。假如不考慮溫度之日變化 (diurnal variation)，吾人可以指出， $If_1 > 0.1$ 時，接近焚風之開端 (threshold) 或臨界值，其機率約為 96%，亦可用以判斷焚風是否發生之參考。



圖十 民國 68 年 8 月 15 日 17:00 時，歐敏颱風在臺東誘發焚風時，臺東測站風向。
Fig. 10 Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung on Aug. 15, 1979, figure shows the variation of wind speed and wind direction of Taitung Station. Arrow indicates wind direction changing from NE to NW, and the wind speed increasing abruptly as the foehn began at 17:00L.

表五 68年8月15日11:00時，歐敏颱風因在臺東誘發焚風，各地測站之溫度，濕度，氣壓比較

Table 5. The distribution of temperature humidity and pressure among main stations at 11:00, August 15, 1979. when Typhoon "Irving" induced foehn in Taitung

測 站 Stations	溫 度 Temperature (°C)	相 對 濕 度 relative humid (%)	氣 壓 Pressure (mb)
臺 東 Taitung	37.1	34	987
大 武 Tawu	32.0	60	990.8
新 港 Hsinkang	28.6	89	987.8
恒 春 Heng- chun	28.3	94	995.0
臺 中 Tai- chung	26.4	97	994.5
高 雄 Kaohs- iung	30.2	89	995.0
臺 南 Tainan	31.2	82	995.5
花 蓮 Hua-lien	27.8	79	988.0

表四 79年5月5日13:00時，范施颱風在臺中誘發焚風，各地測站之測站之溫度，濕度，氣壓比較

Table 4. Typhoon "Wendy" induced foehn in Taichung Sept. 5, 1968, the comparison of temperature, humidity and pressure among stations at 13:00.

測 站 Stations	溫 度 Temperature (°C)	相 對 濕 度 Relative humidity (%)	氣 壓 Pressure (mb)
臺 中 Taichung	36.9	45	992.4
花 蓮 Hualien	25.8	92	1002.1
嘉 義 Chiayi	29.6	84	1002.0
新 竹 Hsinchun	32.3	59	997.2
臺 南 Tainan	28.6	86	993.3
臺 北 Taipei	31.6	03	1001.4
宜 蘭 ilan	29.4	86	1003.1

由於夜間無日射因素，增溫及降濕現象易於確定，故探討焚風強度實按晝夜* 分別討論。在各測站 96 個焚風案例中，45 個發生在白晝，51 個發生在夜晚。表六係颱風分別在夜間與晝間誘發焚風時，不同 If_1 之頻次統計。

* 0600~2000 為白晝，2000~6800 為夜晚。

表六 颱風於夜間及晝間誘發焚風時不同 If_1 之頻次
Table 6. The frequency of typhoon-inducing foehn index If_1 in daytime and nighttime

發生時間 time If_1 值	夜 間 nighttime	晝 間 daytime
0.0~0.09	4	2
0.1~0.19	8	8
0.2~0.29	14	12
0.3~0.39	10	9
0.4~0.49	9	8
0.5~0.59	2	4
0.6~0.69	2	0
0.7~0.79	1	0
0.8~0.89	1	2
合 計 Total	51	45

根據 If_1 值之綜合比較，將發生於夜晚及發生於白晝的焚風的強度分為三段，見表七與表八。實際上，焚風之強度尚需考慮多種因素，諸如增溫之最大程度，焚風之持續時間，風力變化等，牽涉甚多，尚有待進一步作深入研究。

表七 夜間焚風之強度分級

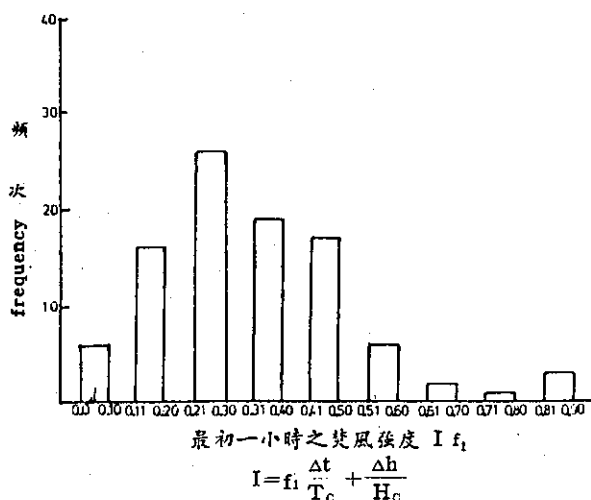
Table 7. The classification of foehn intensity induced by typhoon in nighttime

焚風強度分級 classification foehn intensity	輕 度 Light	中 度 Moderate	強 烈 strong
If_1 之 範圍 range of If_1	<0.09	0.10~0.49	>0.50

表八 晝間焚風之強度分級

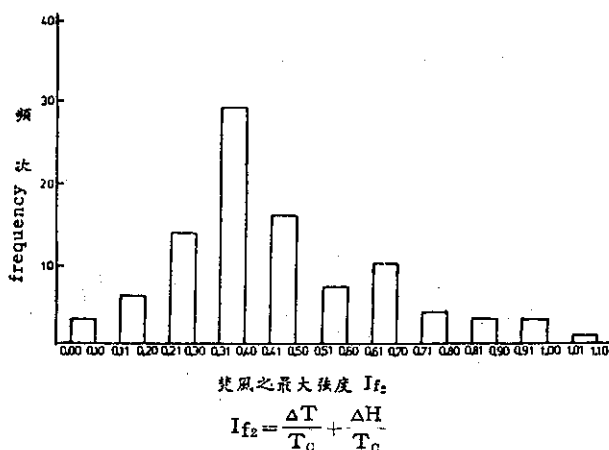
Table 8. The classification of foehn intensity induced by typhoon in daytime

焚風強度分級 classification foehn intensity	輕 度 Light	中 度 Moderate	強 烈 Strong
If_1 之 範圍 range of If_1	0.1~0.19	0.2~0.59	>0.60



圖十一 1959-79 年間侵臺颱風誘發焚風開始一小時內
強度 ($If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$) 頻次分布

Fig. 11 The frequency distribution of typhoon-induced Index If_1 in Taiwan during 1957-79. If_1 shows the commence foehn intensity during the 1st. hour.
 $If_1 = \frac{\Delta t}{T_c} + \frac{\Delta h}{H_c}$ where Δt , Δh , T_c , H_c Were defined as in figs. 4,7.



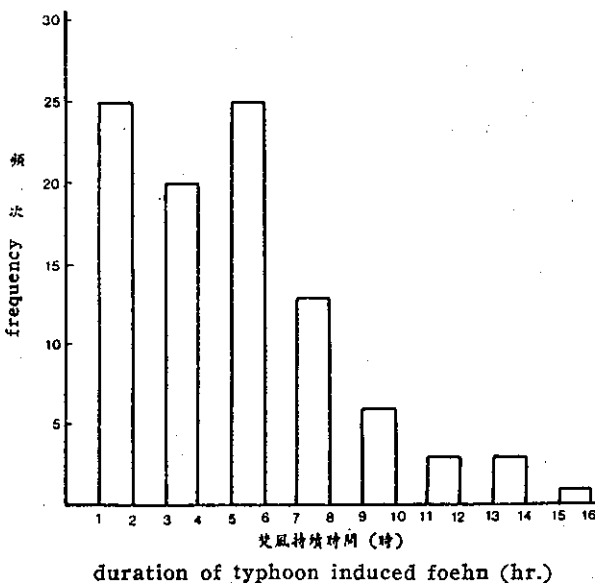
圖十二 1959-79 年間侵臺颱風誘發焚風最大強度

($If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$) 頻次分布

Fig. 12 The frequency distribution of typhoon-induced foehn index If_2 in Taiwan during 1959-79. $If_2 = \frac{\Delta T}{T_c} + \frac{\Delta H}{H_c}$ which shows the maximum foehn intensity. ΔT , ΔH , T_c , H_c were defined as figs. 6,8.

圖十二係 If_2 之頻次分布，以 If_2 介於 0.31~0.40 之頻次最多，達 29 次，佔 30 %。最大值達 1.03 (60年 9 月 22 日貝絲颱風)。

有關焚風之持續時間視颱風路徑及其環流範圍而異，一般言之，焚風持續時間愈長，強度愈大。在 1959~1979 年間侵臺颱風誘發焚風之持續時間，以 1~2 小時及 5~6 小時之頻次最多，各達 25 次，3~4 小時者達 20 次。持續時間最長者達 15~16 小時(60年 7 月 20 日露西颱風，新竹) 見圖十三。



圖十三 1959-79 年間侵臺颱風誘發焚風持續時間之頻次分布

Fig. 13 The frequency distribution of duration of typhoon-induced foehn during 1959-79.

五、討 論

侵臺颱風在臺灣地區誘發焚風之頻率高達 71%，最重要之原因係由於臺灣山系為南北走向，中央山脈之山脊均高達 3000 公尺以上，當颱風環流挾帶豐富之水汽，沿山脈迎風坡上升時，溫度按直減率 (lapse rate) 約為 $0.6^{\circ}\text{C}/100$ 公尺，逐漸降低，實際水汽壓因溫度下降而漸趨飽和，到達舉升凝結高度 (L. C. L)，水汽凝結降雨，釋出潛熱，減溫率變小，按飽和絕熱直減率 (saturation-

adiabatic lapse rate) 約為 $0.5^{\circ}\text{C}/100$ 公尺遞減。當環流越過中央山脈以後下沉時，由於空氣水汽已釋，氣溫按乾絕熱直減率 (約為 $1^{\circ}\text{C}/100$ 公尺) 絕熱增溫，溫度驟增而相對濕度隨之劇減形成焚風。臺灣東部地區山勢較為陡峭，高度皆超過 500 公尺，因此東海岸地區如大武、臺東等之焚風較為明顯，發生頻次亦較多，同時發生區域範圍亦較廣。

70年 6 月 13 日艾克颱風通過臺灣東北部海面，在宜蘭誘發焚風，時逢該地區之水稻 (晚稻) 臺南六號抽穗期，僅 5~6 小時之乾熱風，使得數千公頃之稻田發生白穗而無法收穫，損失近億元，為近年來最嚴重之焚風災害，以往在南投、新竹、臺東地區之農作物雖偶有焚風災害，但其受害面積不大，亦未引起人們重視。吾人深信如果正在生殖生長 (開花) 之農作物，一旦遭遇此種突然發生之乾熱風，由於濕度及溫度之劇烈變化，同時伴以風速增強，開花或授粉均會受到嚴重影響，如程度嚴重者，亦可能造成脫水枯萎。因此，農業氣象預報人員今後對於颱風動態，不但要對於風速及降雨加以注意，亦同時須對其誘發焚風之機會及地點加以考慮，及時提供農業有關單位參考，俾對此種乾熱風之來臨採取預防措施，以減少焚風災害之損失。

六、結 論

1. 1959~1979 年間侵臺颱風有 66 個，在臺灣地區誘發焚風者，有 47 個，發生頻率達 71 %。
2. 颱風中心通過臺灣南部或南方及西部海面時，能在中央山脈西側，新竹、臺中等地誘發焚風。颱風中心通過臺灣中部、北部、東北部及東方、東北方海面時，能在東部海岸如臺東、大武、新港、花蓮、宜蘭等地誘發焚風。
3. 利用溫度與相對濕度兩項參考數，厘訂焚風指數 If_1 與 If_2 ，據以研討焚風之開端及其強度。
 - (1) 如不考慮日變化， $If_1 > 0.1$ 時，極近焚風之開端，其機率約為 96 %。
 - (2) 焚風強度按白晝與夜晚時間分別分為三級，見表八與表九。

參 考 文 獻

1. Grace, J., E. D. Ford & P. G. Jarvis 1981. Plants and their Atmospheric Environment P 31~56. Blackwell Scientific publication oxford London.
2. Grace, J. 1977. Plant Response to wind Academic press. London New Yock San francisco
3. Shyue-Yih Lias 1979. Analysis of typhoon modification in Relation to the Foehn wind over Taiwan the Bulletin of the institute of Geophysico National Central university No. 18.
4. 中央氣象局颱風報告，民國48年~68年。
5. 蔣丙然 1954. 臺灣氣候誌 P 147~150. 臺灣銀行經濟研究室編印。
6. 戚啓勳 1980. 颱風 P25 季風出版社
7. 王時鼎 1980. 臺灣近海颱風運動及強度預報法。

誌

謝

本研究進行期間承中央氣象局吳局長宗堯多方鼓勵，預報測站王枝正時鼎提供有關颱風資料，臺大陳泰然教授提供寶貴意見，農業氣象科潘芝、楊綺霞小姐協助整理資料始得順利完成，謹申最高之謝意。

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·

民國七十年颱風調查報告

侵台颱風(8104號)艾克

Report on the Typhoon IKE in 1981

ABSTRACT

IKE, the 4-th typhoon in the western North Pacific, was the first one attacked Taiwan in 1981. Although the control of steering flow in upper level is not apparent, its moving direction and speed kept steady. Its track coincided with the steering field of 3-level (700, 500, 300mb) mean flow chart.

IKE landed in the vicinity of Tung-Chiang at 0235Z on June 13. The intensity of IKE decreased after landed. To verify the vector and right angle errors and angle deviation for 12 and 24 hours IKE position prediction, some objective typhoon track forecasting methods was applied and discussed respectively.

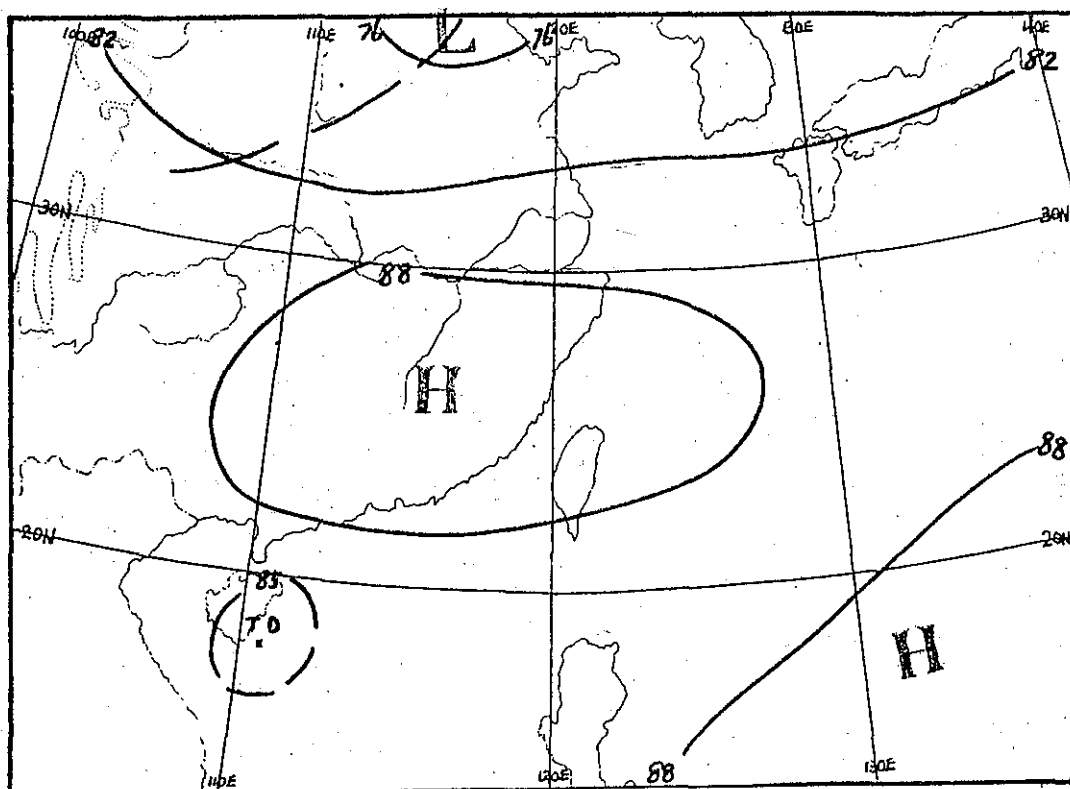
一、前

言

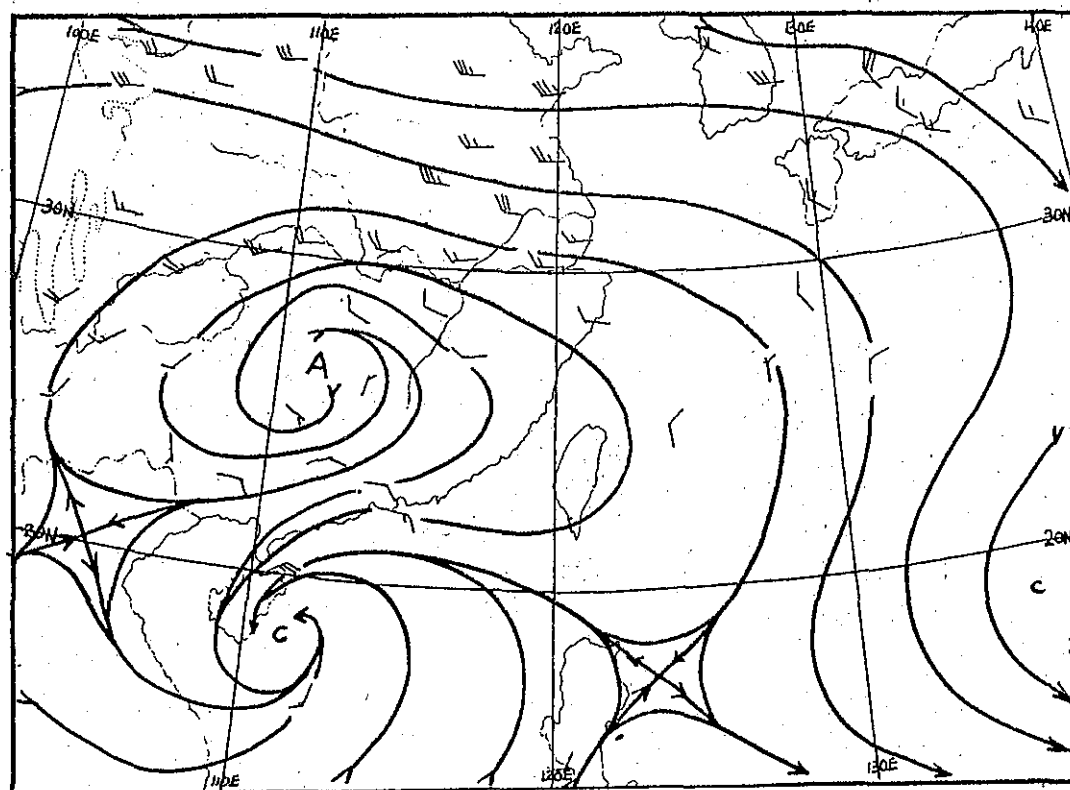
自前年(69年)五月開始,全球之天氣呈現反常現象。就本省而言,出現梅雨期極端少雨,造成嘉南及高屏地區因水庫缺水,無法實行稻作,再如北部之供水亦成問題。入夏後,午後雷陣雨發生之頻率均低於歷年平均值,縱使有颱風且多遠離本省或轉向,此異常天氣現象延續至今(70年)之梅雨期止,自五月十二日入梅後,降雨呈現正常,五月二十八日北部豪雨造成新竹、桃園一帶遭受近來罕見之水災。至六月初南方之熱帶輻合區(ITCZ)即相當活躍,於六月八日南海便有熱帶性低氣壓(TD)形成,進而發展為颱風並經命名為艾克(IKE),編號為8104,而使今年之梅雨期提早結束,因為此颱風之形成及發展階段甚至於其移向極特異,影響本省之農業甚巨;且其移向之導流場甚顯,引起吾人對艾克颱風之路徑(軌跡)興趣探討,故將其行徑作一分析,以便於日後有類似路徑之颱風可作研究之參考,並希望對今後此型颱風之預報有所助益。

二、發展經過

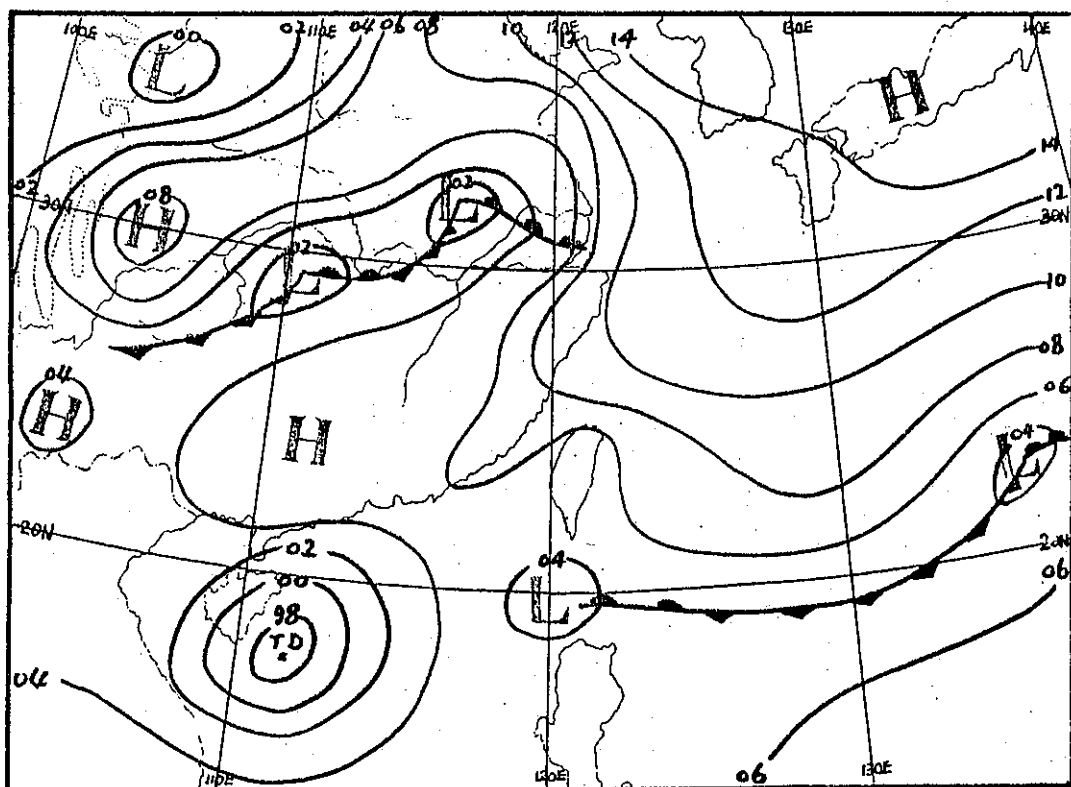
今(70)年五月下旬最後一次梅雨鋒通過本省後,28日造成北部水災,隨後梅雨鋒即徘徊於巴士海峽一帶。此時,因南方之熱帶輻合區相當活躍,故於6月7日21Z,南海形成熱帶性低氣壓。同時,在中國華中一帶亦伴有低壓形成,其氣壓場之配置對於颱風之形成極為有利,於日本東方有高氣壓存在,脊線向西南伸展,促使南海之熱帶性低氣壓向西移。到9日00Z起,高壓脊緩慢退後,而高層500毫巴上華南至華南一帶為一幅散場(見圖一)且700-300毫巴之平均圖亦顯示南海北方同為輻散場(見圖二),在這有利之條件下,配合南海溫濕之洋面,使此一熱帶性低氣壓強化,迨9日06Z時,已增強接近輕度颱風程度,加上華中之低壓槽亦加深(見圖三),到12Z西沙島北方海面上之熱帶性低壓槽威力增強,形成颱風,命名為艾克(IKE),關島美軍聯合警報中心9日12Z開始發佈第一次颱風警報,她的中心位置在北緯17.7度,東經110.0度,中心最大風速每秒18公尺(35kt)



圖一 民國70年6月9日 00Z 500mb 圖
Fig. 1. 500mb chart at 00Z 9th Jul. 1981.

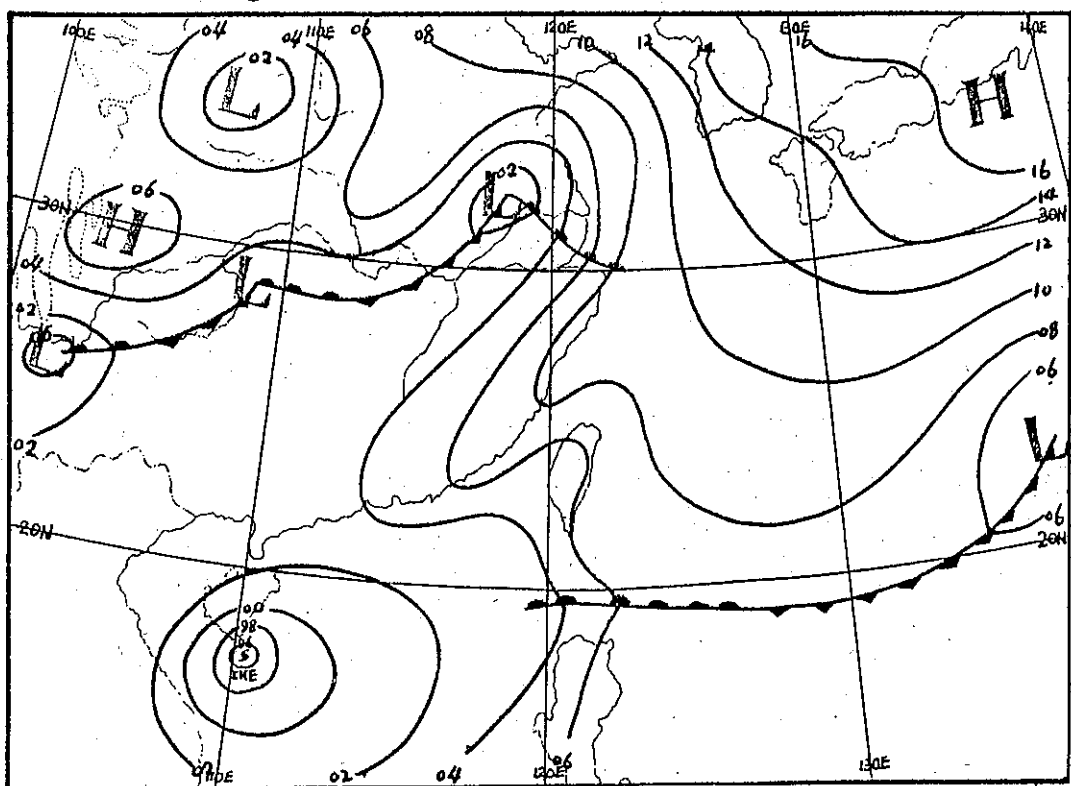


圖二 民國70年6月9日 00Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖
Fig. 2. 3-level mean flow chart at 00Z 9th Jul. 1981.



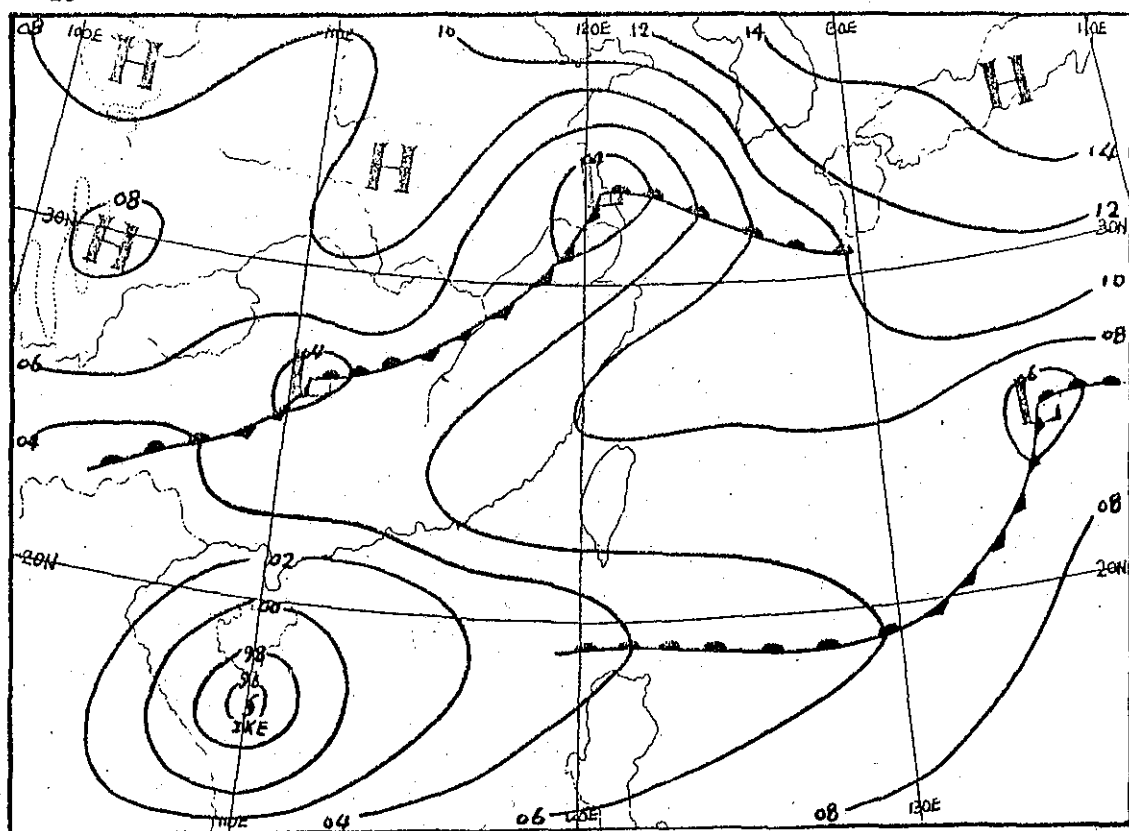
圖三 民國70年6月9日 06Z 地面天氣圖

Fig. 3. Surface weather chart at 06Z 9th Jul. 1981.



圖四 民國70年6月9日 12Z 地面天氣圖

Fig. 4. Surface weather chart at 12Z 9th Jul. 1981.



圖五 民國70年6月10日 00Z 地圖天氣圖

Fig. 5. Surface weather chart at 00Z 10th Jul. 1981.

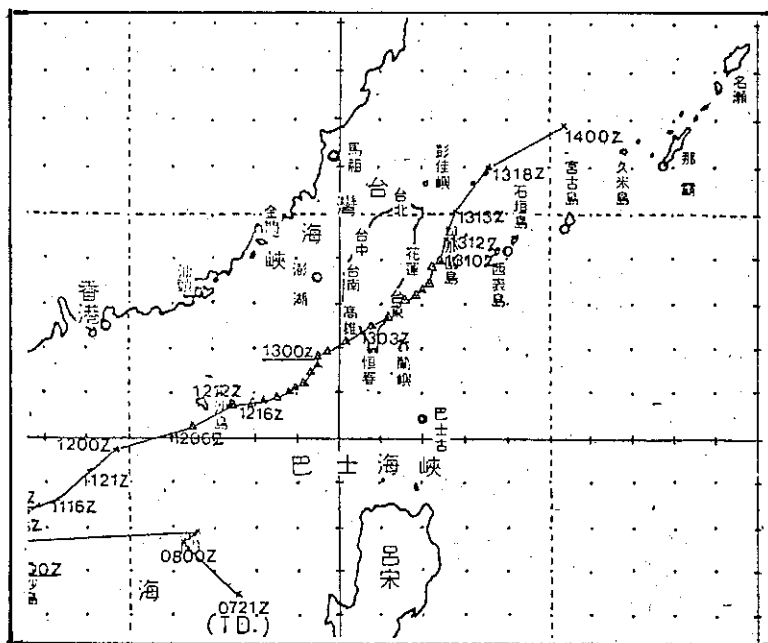
，最大陣風每秒 23 公尺 (45kt)，以每小時 15 公里之速度向西 (270 度) 進行。一直到 10 日 00Z 艾克颱風幾乎呈停留狀態，其中心始終位於 17.6 度，東經 109.7 度到北緯 17.7 度，東經 111.6 度間擺動 (oscillation)。待日本東方之高壓脊東退，華中之低壓向東北東移出而使冷鋒南下，才間接導引艾克東移 (見圖四、五)。

10 日 18Z 艾克颱風位於北緯 17.9 度，東經 111.6 度，以每小時 4 公里之緩慢速度向北移動。此時，其中心風速增為每秒 20 公尺 (40kt)，最大陣風每秒 28 公尺 (50kt)。10 日 21Z 艾克位於北緯 18.0 度，東經 111.6 度，以東北東方向緩慢進行，至 11 日 16Z 中心位於北緯 18.4 度，東經 113.3 度，開始向東北方向移動。這種動向甚為明顯，對臺灣海峽，巴士海峽及臺灣東南部構成威脅，本局乃於 12 日 15 時 (07Z) 發佈海上警報，相繼於 12 日 17 時 30 分對嘉義以南之臺灣南部及東港以南之臺灣東南部地區發佈陸上颱風警報，成為今年第一個侵臺之颱風，結束今年梅雨季。其路徑見圖六。

三、路徑探討

艾克颱風之形成乃歸功於其有利之高空輻散場 (由 700—300mb 之平均氣流圖可清楚地看出)，於其位置北方為輻散場，而其北北東方恰為一鞍形場而使艾克在 9 日 12Z 至 11 日 12Z 其移動緩慢 (見圖七~十一)，但自 11 日 12Z 起因原先位於華中之低壓迅速移至韓國南方海面，而鋒面南移，且平均駛流場 (steering-field) 亦明顯地看出高空槽南進而導引艾克向東移且有偏向東北之趨勢 (見圖十二)，這時，艾克之動向，由 850mb、700mb 及 500mb 均無法確定，唯有由 700—300mb 平均駛流圖可明顯地指出，艾克必向東北移動，於圖十三中虛線乃是將颱風環流忽略之等高場，可導引她向東北走。

12 日 06Z 華中有微弱之高壓出現，而冷鋒過境臺北，但艾克已北移至 20°N，北面有高壓阻擋，而向東北移動，影響東沙而直撲臺灣南端而來 (見圖六及十四)，吾人觀察艾克何以在短期內有如此之變化，由 850、700、500mb 圖均未能看出其



圖六 艾克颱風之最佳路經圖

Fig. 6. The best track chart for the typhoon IKE.

動態，但由 12 日 00Z 起之 700—300mb 平均駛流場看出其位於華中之高空槽，其北端迅速過 120°E 而其南端殘留部份短槽不明顯（弱），而取代之為有冷渦（Cold Vortex）之環流逐漸形成，到 12 日 12Z 則冷渦形成，位於艾克之北北西方，使高層冷渦南方外圍有偏西氣流形成（見圖十五）而迫使艾克受其牽制，而產生偏東移動，由於艾克與其北北西方之冷渦相距 7-8 個緯度，加上颱風有內力作用而使兩者產生膝原效應，冷渦向西南方移動而牽制艾克颱風向東北方加速移動（見圖十六），至 13 日 00Z 起艾克進入本局高雄雷達有效觀測範圍，實際上自 12 日 16Z 起即有每小時之雷達觀測位置（見圖六之△記號者及表一），由於與冷渦形成膝原效應，而使艾克於 13 日 02Z 至 03Z 間，根據本局高雄雷達報告，則艾克於 0235Z 登陸於東港附近之枋寮一帶，而於 13 日 04Z 由

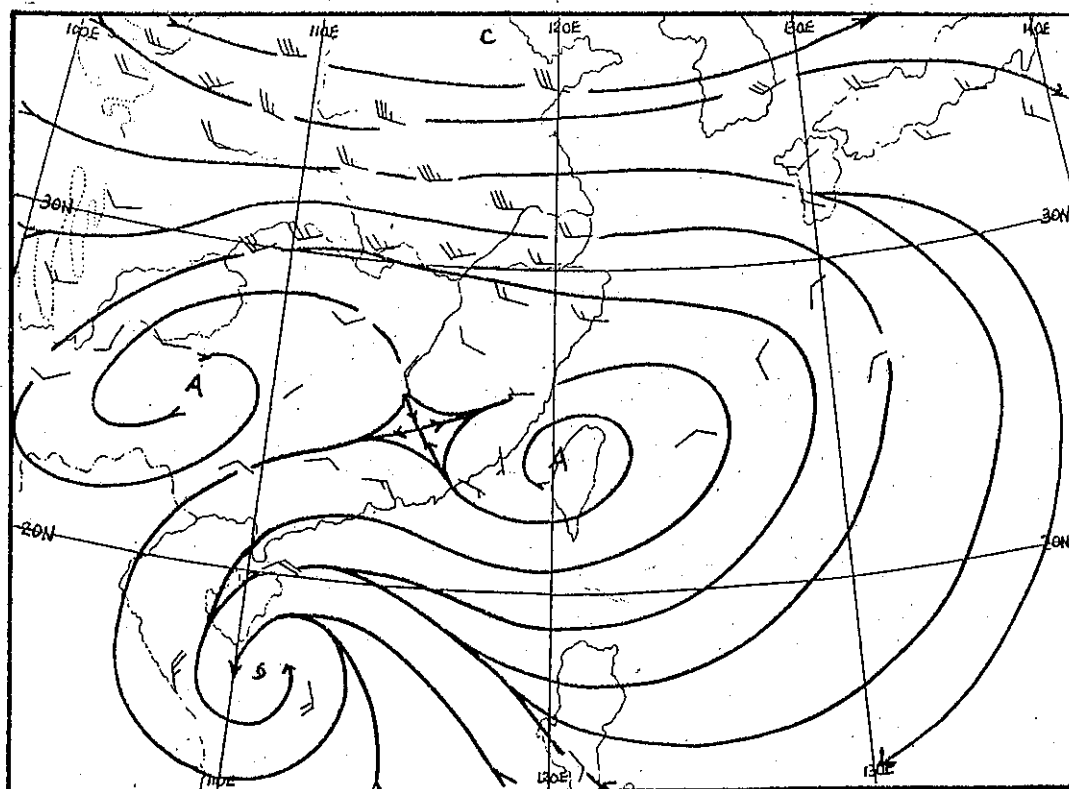
臺東附近出海，其威力由於登陸遭地形破壞（摩擦效用，減少其能量）而減弱（見颱風詳圖(a)——(1)），於 05Z 時中心環流不明，形成南北有兩中心，此乃因近地形（抬升作用）高阻擋而使中心受影響不明，至 06Z 時因中心遠離陸地而使環流再度明顯，加上冷鋒過境後，部份冷空氣灌入颱風環流而使其威力再度減弱，但其仍受 700-300 毫巴平均駛流場之導引而繼續以偏北方向移出，於 14 日 00Z—06Z 間，完全納入北方冷鋒雲系（中高對流層）而減弱為熱帶低壓，向東北偏東而形成溫帶氣旋而東移。

由以上之分析知艾克颱風之路徑相當特殊，在歷年之六月份颱風路徑很少看到如艾克之行徑，而艾克可謂完全發展於暖濕之南海海面上，其所走之路徑又是侵臺路徑，所幸沒帶來太大之風災及水患，反而適時帶來豐沛之雨量而舒解南臺灣之旱象。

表一 高雄雷達站自 6 月 12 日 16Z 至 13 日 02Z 之逐時 IKE 颱風位置表

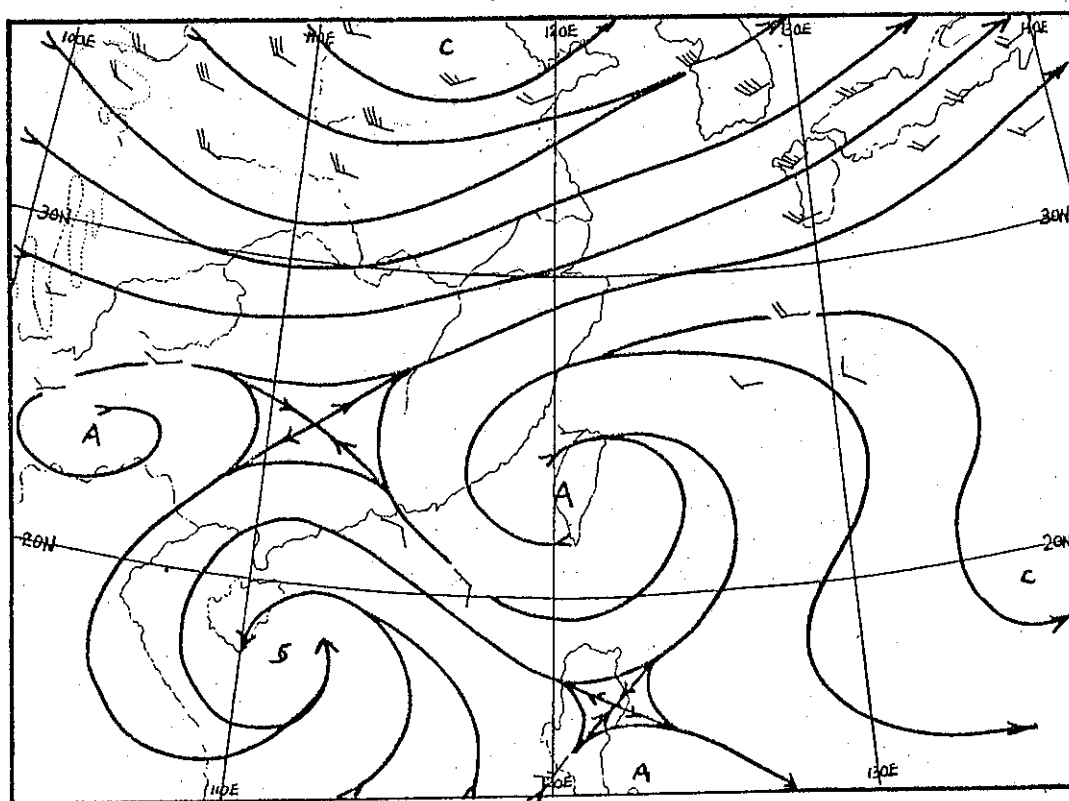
Table 1. IKE typhoon's Radar Position between 121600Z and 130200Z for Kao-Hsiung Radar station,

時 間 位 置	12日 1330Z	12日 16Z	12日 17Z	12日 18Z	12日 19Z	12日 20Z	12日 21Z	12日 22Z	12日 23Z	13日 00Z	13日 01Z	13日 02Z
緯 度	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4	21.6	21.7	21.8	21.9	22.1	22.2
經 度	118.0	118.2	118.5	118.8	119.1	119.2	119.4	119.4	119.6	119.9	120.1	120.2



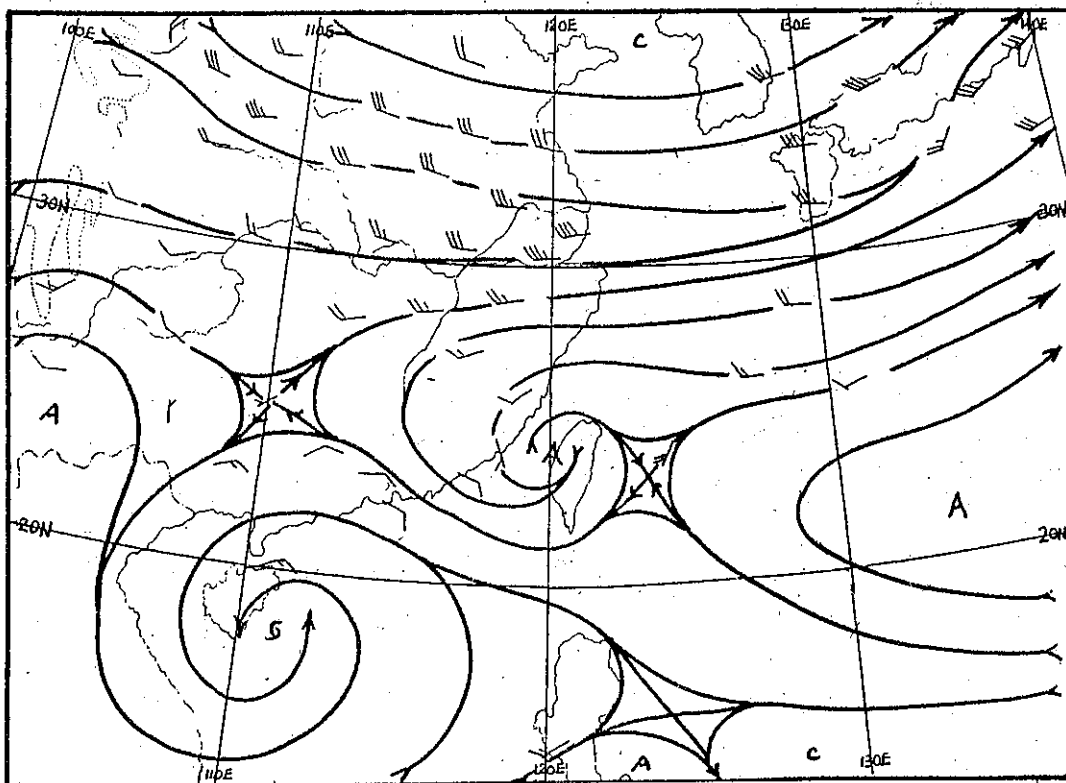
圖七 民國70年6月9日 12Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖

Fig. 7. 3-level mean flow chart at 12Z 9th Jul. 1981.



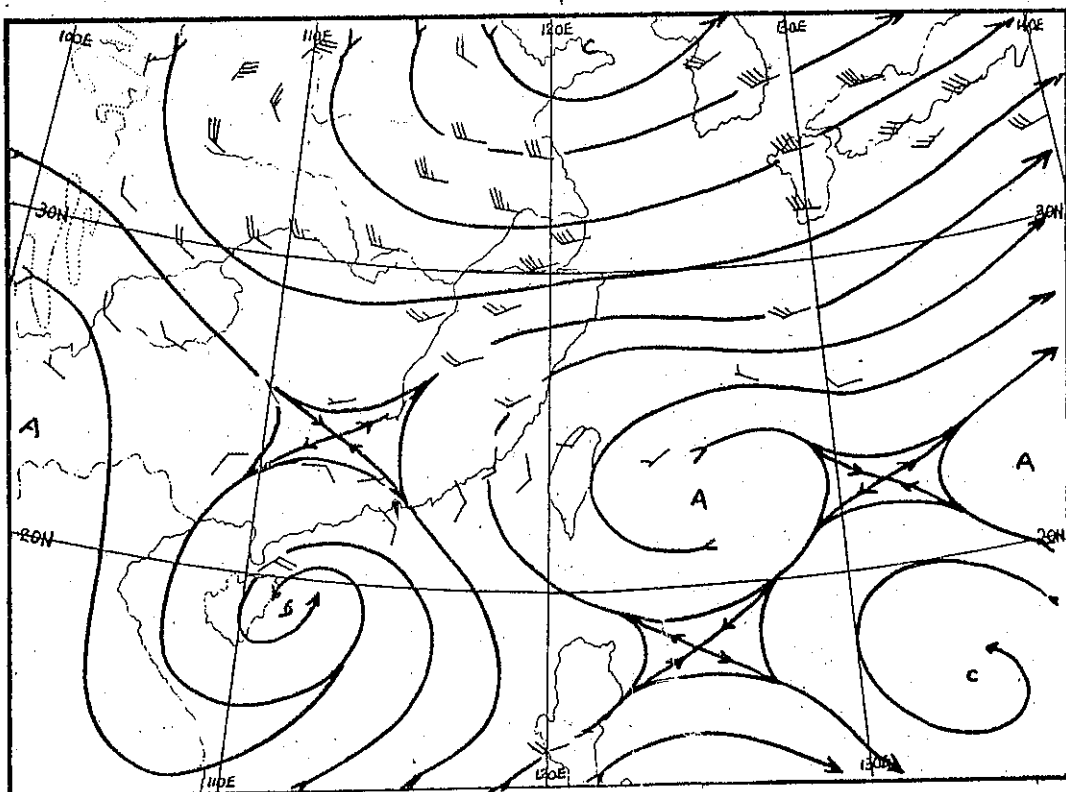
圖八 民國70年6月10日 00Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖

Fig. 8. 3-level mean flow chart at 00Z 10th Jul. 1981.



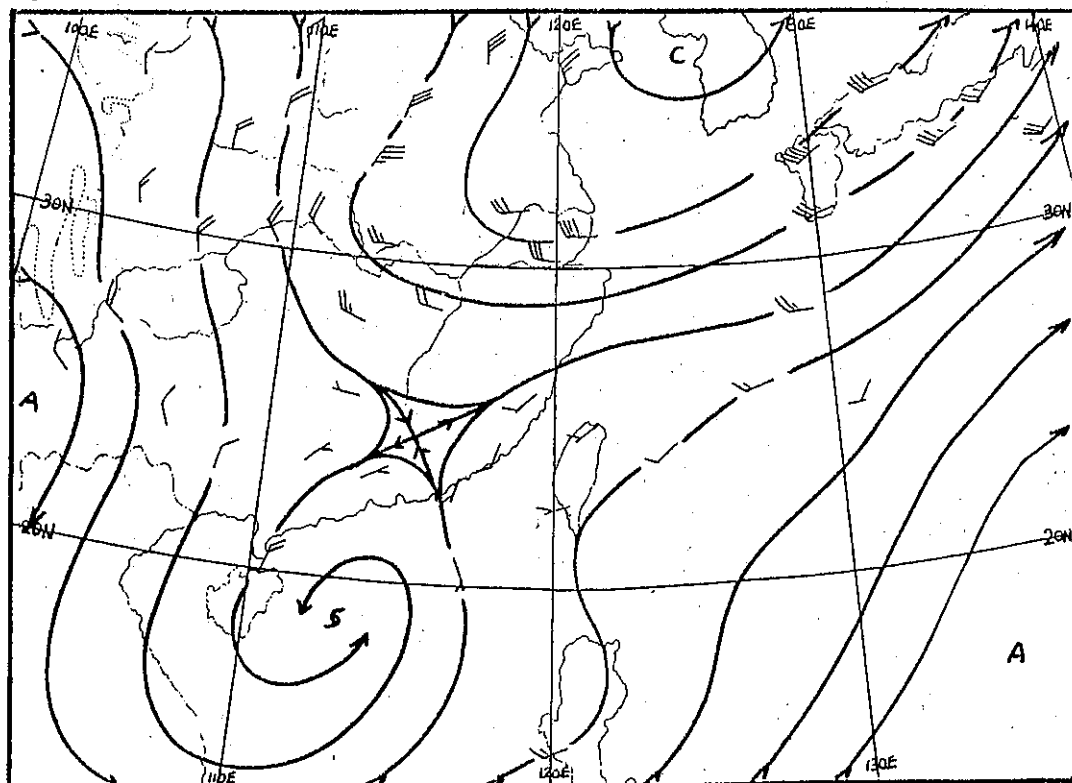
圖九 民國70年6月10日 12Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖

Fig. 9. 3-level mean flow chart at 12Z 10th Jul. 1981.



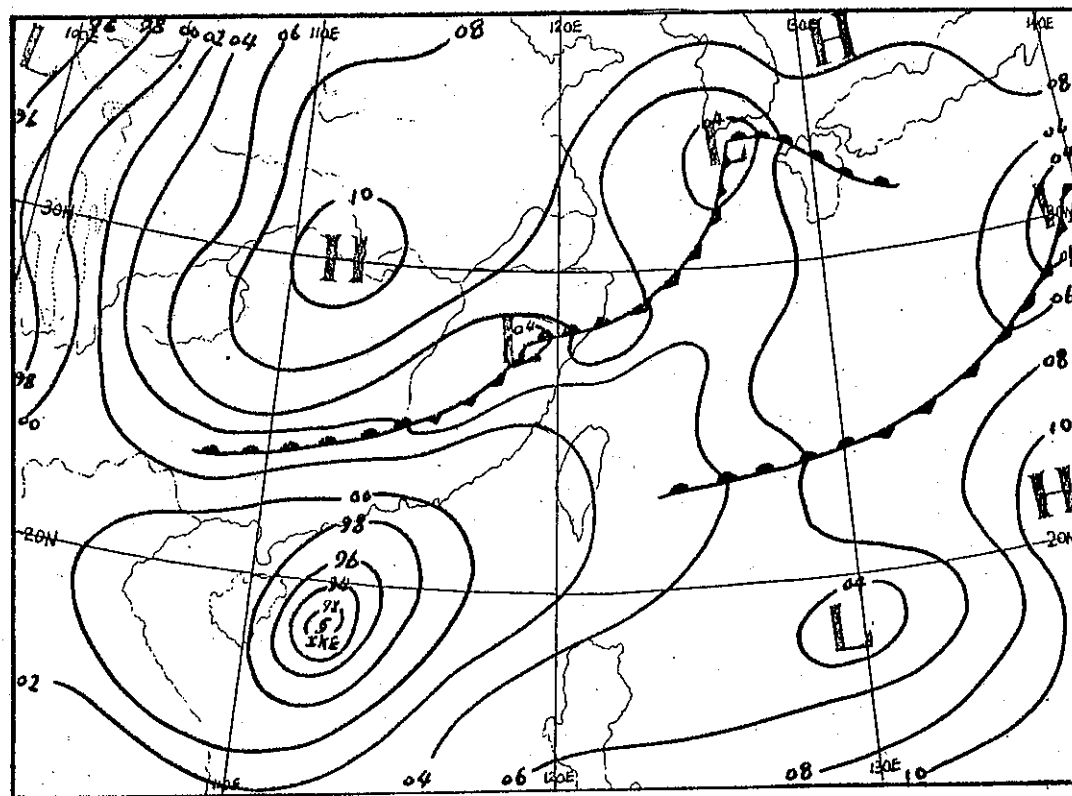
圖十 民國70年6月11日 00Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖

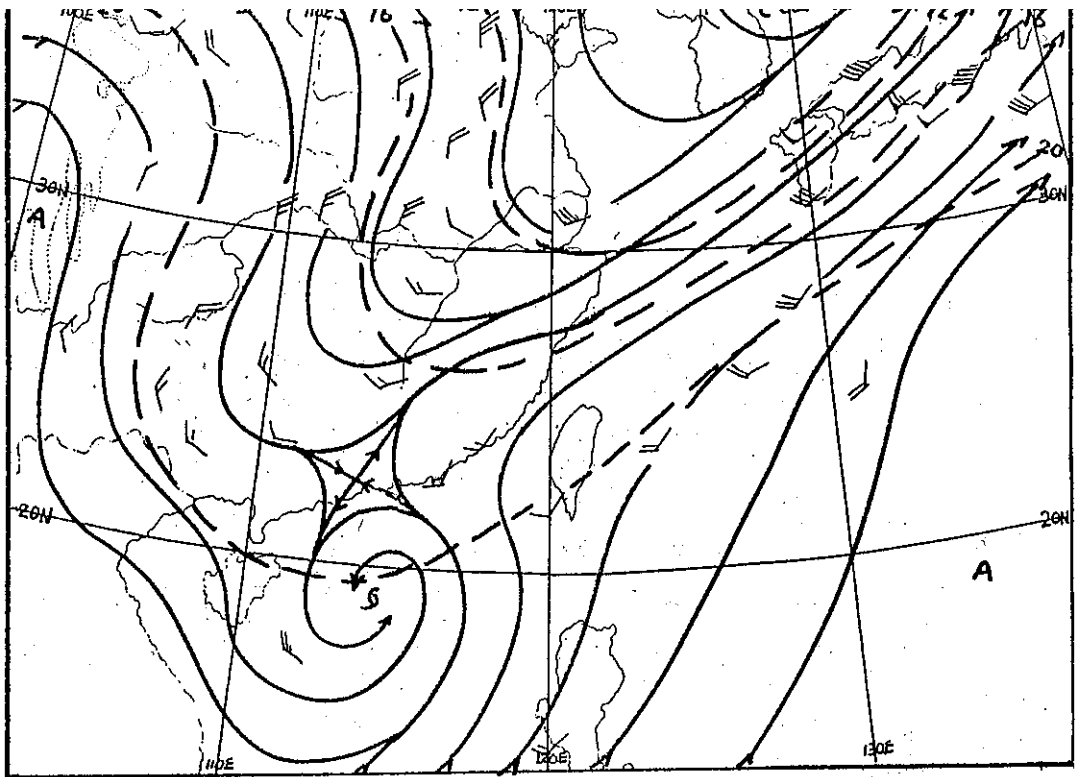
Fig. 10. 3-level mean flow chart at 00Z 11th Jul. 1981.



圖十一 民國70年6月11日 12Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖

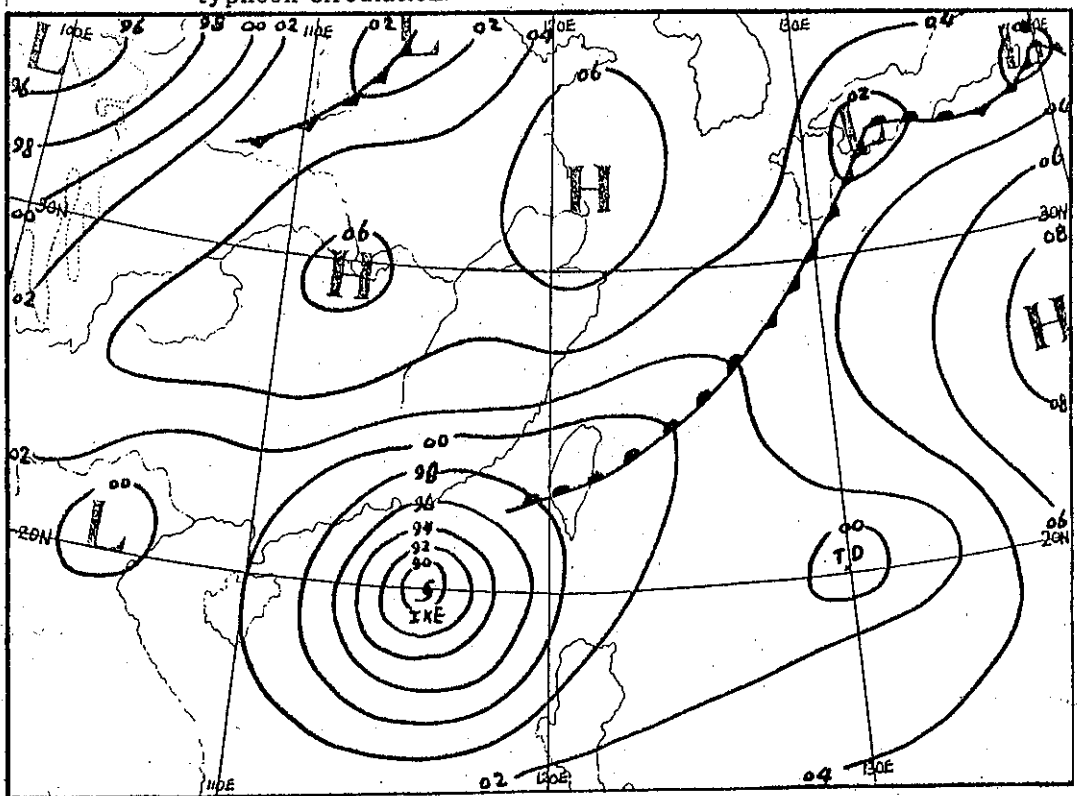
Fig. 11. 3-level mean flow chart at 12Z 11th Jul 1981.





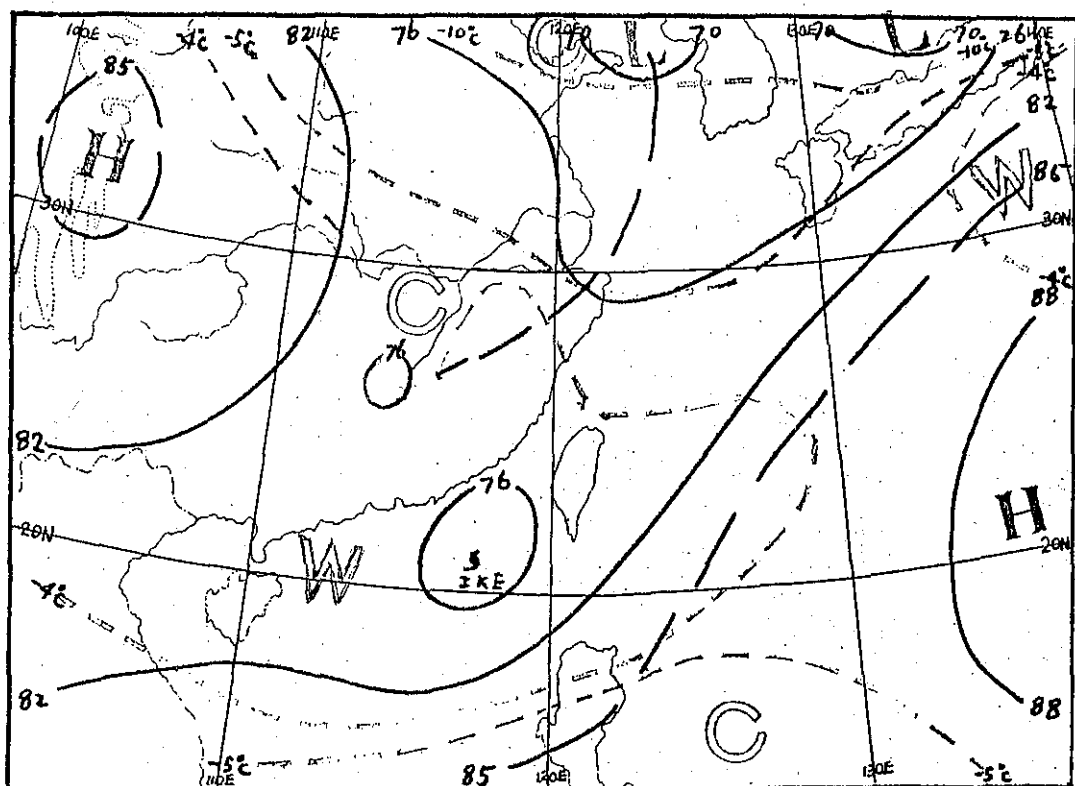
圖十三 民國70年6月12日 00Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均氣流圖。實線是三層平均氣流線，虛線是將颱風環流忽略之三層平均高度線

Fig. 13. 3-level mean flow chart at 00Z 12th Jul. 1981 solid line is 3-level mean flow line, dash line is 3-level mean height line but miss typhoon circulation.

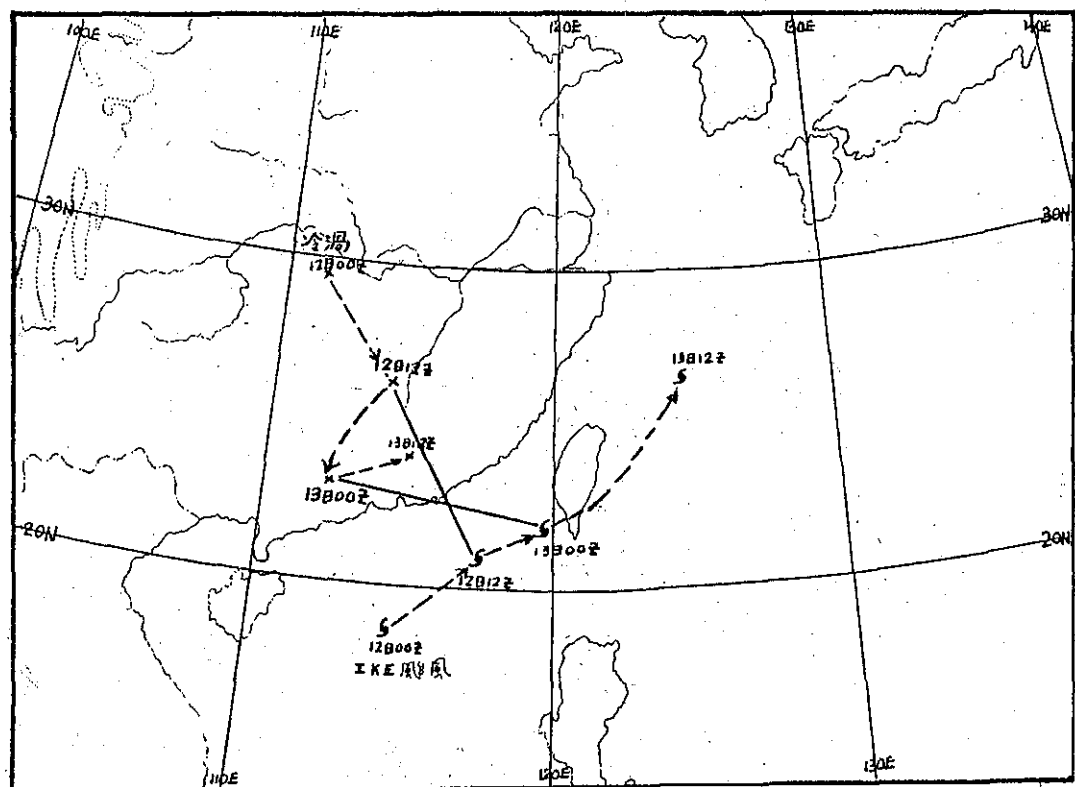


圖十四 民國70年6月12日 06Z 地面天氣圖

Fig. 14. Surface weather chart at 06Z 12th Jul. 1981.



圖十五 民國70年6月12日 12Z 500mb 圖
Fig. 15. 500mb chart at 12Z 12th Jul. 1981.



圖十六 500mb 之高空槽殘留之冷渦和 IKE 颱風產生藤原效應之運行圖
Fig. 16. The Fujiwara effect chart between IKE Typhoon and 500mb Cold Vortex.

0:850mb 爲準

表二 侵 台 颱 風 氣 象 統 計 表
Table 2. The extreme weather elements from C. W. B. stations during IKE Typhoon passage
颱 風 艾 克 (Ike) 編 號 8104 民 國 70 年 (1981 年)

測 站	最 低 氣 壓		瞬 間 最 大 風 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 (10m/s) 以 上	最 大 降 水 量 (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 日 時 分	一小時內	日 時 分至日 時 分	十分鐘內	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分		
彭 佳 嶼	984.0	14 00 20	ESE	37.0	13 18 35	987.5	25.4	98%	N	27.2	13 13 00	12 18 00~14 08 00	142.0	13 12 00~13 13 00	31.5	13 12 20~13 12 30	380.6	12 20 40~14 08 00		
基 隆	984.7	13 20 27	NE	15.5	13 18 29	986.2	25.7	98%	N	9.5	13 19 10	—	29.5	13 08 00~13 09 00	12.0	13 08 20~13 08 30	276.1	12 02 40~14 08 00		
鞍 部	896.8	13 20 35	N	20.6	13 22 25	897.5	19.3	100%	N	17.0	13 22 40	13 20 30~? 尚未終止	26.4	13 11 00~13 12 00	7.3	13 14 00~13 14 10	241.7	12 17 48~尚未終止		
竹 子 湖	986.3	13 19 30							NNE	10.7	13 23 40	—	18.1	13 11 30~13 12 30	7.5	13 12 20~13 12 30	173.7	12 17 00~13 21 00		
臺 北	986.6	13 17 58	ENE	18.0	13 11 31	991.6	26.6	93%	ENE	9.7	13 11 30	—	17.5	13 18 20~13 19 20	5.0	13 18 30~13 18 40	59.7	12 17 10~13 21 00		
新 竹	984.7	13 14 00	NE	20.4	13 11 45	986.5	24.5	93%	NE	9.2	13 12 40	13 01 46~13 21 06	27.0	14 01 00~14 02 00	?	14 01 20~14 01 30	120.8	12 17 25~14 07 20		
臺 中	983.9	13 13 00	N	10.7	13 12 50	983.9	25.0	94%	N	4.5	13 12 50		5.8	12 16 00~12 17 00	2.0	12 16 20~12 16 30	24.0	12 15 42~繼續中		
梧 棲	983.4	13 11 22	NNE	32.0	13 11 25	984.8	24.8	93%	NNE	24.9	13 11 30	13 02 25~14 01 30	7.2	13 22 00~13 23 00	2.0	14 04 10~14 04 20	59.3	12 16 25~14 07 10		
日 月 潭	876.4	13 12 35	SSE	17.1	13 19 25	881.4	19.5	100%	SSE	11.0	13 19 30	13 12 30~14 04 00	11.4	12 15 00~12 16 00	6.8	12 15 50~12 16 00	72.3	12 13 30~14--		
澎 湖	988.8	13 10 35	NNE	30.0	13 10 52	988.9	23.8	96%	NNE	12.7	13 10 00	13 08 15~13 16 50	14.2	13 18 00~13 19 00	6.2	13 18 00~13 18 10	125.0	12 12 20~13 22 40		
嘉 義	984.3	13 12 00	W	16.4	13 18 02	991.7	23.8	98%	WNW	12.3	13 18 40	13 11 20~13 21 00	7.3	13 12 20~13 13 20	1.8	13 12 50~13 13 00	57.5	12 19 00~13 21 00		
阿 里 山	2923.5	13 12 00	W	13.0	13 18 20	2975.0	14.3	100%	W	6.0	13 19 10	—	18.6	13 13 00~13 14 00	8.9	13 13 10~13 13 20	123.9	12 16 00~14 03 30		
玉 山	2912.0	13 11 25							SE	21.0	13 04 30	13 04 00~13 05 00	29.5	13 13 20~13 14 20	8.5	13 13 40~13 13 50	124.4	12 11 20~14 02 30		
臺 南	982.7	13 10 33	N	22.9	13 10 33	982.7	24.1	99%	NW	10.7	13 16 00	13 15 55~13 16 15	16.6	13 14 40~13 15 40	6.0	13 15 10~13 15 20	106.8	12 15 02~14 03 30		
高 雄	978.2	13 10 00	NNW	29.5	13 10 22	981.6	24.0	100%	WNW	20.2	13 16 00	13 09 00~13 21 00	56.5	13 09 00~13 10 00	14.0	13 09 40~13 09 50	317.0	12 00 00~13 24 00		
東 吉 島	987.3	13 10 00	NNE	37.2	13 09 45	987.4	23.3	100%	NNE	23.2	13 10 00	12 20 00~13 22 00	22.5	12 20 00~12 21 00	12.0	12 20 00~12 20 10	116.3	12 20 00~13 22 00		
恒 春	980.9	13 09 26	S	26.5	13 09 40	981.6	26.1	93%	S	14.1	13 09 50	13 06 50~13 10 50	10.0	13 02 00~13 03 00	4.2	13 02 01~13 02 11	55.1	12 13 25~14 02 20		
蘭 嶼	987.5	13 15 45	WSW	39.8	13 16 30	987.7	22.7	98%	WSW	33.3	13 16 00	13 02 00~14 03 10	5.4	13 01 30~13 02 30	5.0	13 00 36~13 00 46	19.0	12 22 05~13 07 23		
大 武	975.6	13日11時	SSE	22.6	13 10 01	982.4	26.4	97%	SSE	15.0	13日10時6分	13 07 05~13 10 30	17.7	12 15 40~12 16 40	10.5	12 13 40~12 13 50	73.3	12 20 00~13 19 58		
臺 東	977.7	13 12 00	SE	19.6	13 11 13	982.9	26.1	95%	SE	10.7	13 11 00	13 10 20~13 11 40	19.0	13 01 00~13 02 00	8.4	13 01 00~13 01 10	110.3	12 16 00~13 12 20		
新 港	978.3	13 13 12	SE	24.2	13 12 40	980.0	26.3	90%	SE	15.0	13 12 45	13 08 00~13 13 00	49.0	13 02 00~13 03 30	19.0	13 02 20~13 02 30	147.1	12 14 15~13 14 25		
花 蓮	980.1	13 16 15	NE	14.1	13 14 20	985.1	26.1	95%	NE	7.3	13 14 30	—	34.0	13 14 00~13 15 00	5.5	13 14 00~13 14 10	292.1	12 13 05~13 23 00		
宜 蘭	982.9	13 18 28	E	17.3	13 13 02	989.5	26.3	98%	E	12.7	13 13 05	—	34.3	13 17 00~13 18 00	6.8	13 17 45~13 17 55	131.3	12 19 00~13 17 38		

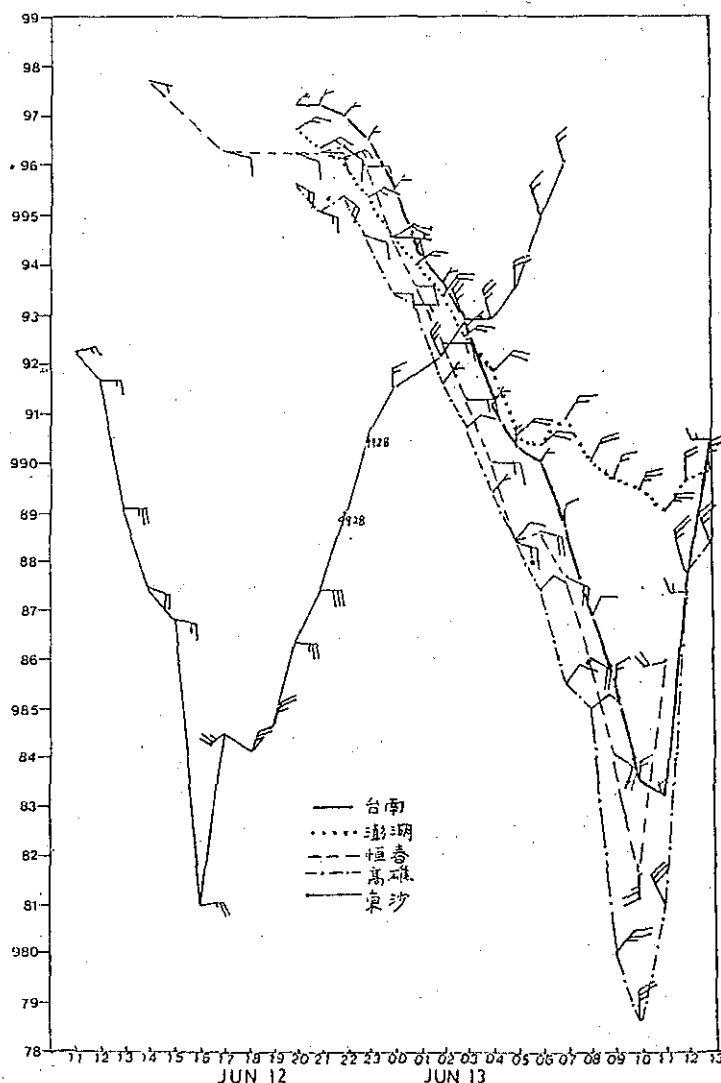
(預 17 之 5 表)

四、艾克颱風侵臺期間各地氣象情況

(一)氣壓：

艾克颱風於9日12Z形成後，在其整個生命史中，根據關島渦旋度(PGUA)之報告，其中心氣壓曾降至967毫巴，但為時短暫，在其侵臺期間由東沙、高雄、恒春、澎湖及臺南之逐時氣壓追蹤圖(圖十七)可看出，艾克形成於南海向東北移後，首先通過東沙島其最低氣壓出現在12日08Z為981毫巴，隨後不到一天之光景艾克即登陸，由氣壓追蹤圖亦可看出登陸時間，其過東沙島後，則高雄、恒春及臺南三地之氣壓驟降，此可表示艾克將

向南臺灣逼近，而高雄最低氣壓(978.2毫巴)出現於13日02Z，隨後急升現象，此即可表示登陸之時刻，臺南亦於02Z左右為最低氣壓982.7毫巴，而大武最低氣壓為975.6毫巴(出現時間為13日03Z)，此即表示03Z抵大武一帶，故與04Z在臺東附近出海相吻合，然臺東最低氣壓出現在13日40Z，數值為977.7毫巴、新港為978.3毫巴、花蓮為980.1毫巴、宜蘭為982.9毫巴、恒春為980.9毫巴，其他各地之最低氣壓及出現時刻請參閱表二之綱要表，由表二中各地最低氣壓時刻亦可看出艾克侵臺登陸及其出海之情形。



圖十七 IKE 侵臺期間，臺南、澎湖、恒春、高雄、東沙之逐時氣壓追蹤圖

Fig. 17. Tainan, Punghu, Hengchun, Kao-Hsiung pratas pressure chart during IKE passage.

（二）風：

艾克颱風侵臺期間，本局所屬各測站測得之最大風速以蘭嶼之 33.3m/sec 爲最大，其次爲彭佳嶼之 27.2m/sec，瞬間最大風速亦以蘭嶼之 39.8 m/sec 爲最大，其次爲東吉島 37.2m/sec，及彭佳嶼之 37.0m/sec，其他各地風速亦見表二。

（三）降水量：

艾克颱風因來得快去得快爲時甚短，故各地之降水量均不大，其總降水量以彭佳嶼之 380.6 公厘爲最大，其次爲高雄 317.0 公厘、花蓮 292.1 公厘、基隆爲 276.1 公厘；另北部山區部爲 241.7 公厘、竹子湖爲 173.7 公厘。（參考表二）

其餘氣象因素之情況因無特別現象，本文忽略

。然因艾克颱風在登陸前後，曾在宜蘭造成焚風現象，使得一期稻作幾乎全損，今將其溫度出現異常敘述如下：艾克颱風於 13 日 02Z-03Z 間登陸，然宜蘭在登陸前因颱風外圍風力影響造成焚風現象，於 13 日清晨 5 時至 8 時左右（即 12 日 21Z 至 13 日 00Z），宜蘭風向由 SW 轉爲 NNE-ENE，溫度由 23.4°C 增爲 24.9°C，在 13 日 00Z-01Z，風向由 ENE 轉爲 NE，溫度由 24.9°C 增爲 25.6°C，登陸後到出海期間（即 02Z-04Z）其風向又由 NE 轉爲 E，且溫度由 25.0°C 增爲 26.2°C，至 13 日 06Z 風向轉爲 ESE，溫度由 26.3°C 增爲 27.9°C，其全部過程見表三，其焚風現象甚顯著。

表三 宜蘭於 IKE 過境前後 12日17Z~13日06Z 產生焚風現象之風向，風速溫度逐時一覽表

Table 3. I-Lan station's wind direction, speed and Temperature between 121700Z and 130600Z during Ike passage.

時 間	12日 17Z	18Z	19Z	20Z	21Z	22Z	23Z	13日 00Z	01Z	02Z	03Z	04Z	05Z	06Z
風 向	W	W	NNW	SW	NNE	ENE	ENE	ENE	NE	NE	NE	E	ESE	ESE
風 速 m/sec	1.3	2.3	1.7	1.0	0.8	4.2	4.5	5.2	3.8	5.7	6.0	4.8	7.3	9.3
溫 度 °C	23.7	23.5	23.4	23.4	23.5	24.4	24.7	24.9	25.6	25.0	25.0	26.2	26.3	27.9

五、最佳路徑及各種颱風路徑預報方法之校驗

圖六爲艾克颱風之最佳路徑圖，本局目前已採用之颱風路徑客觀預報方法有 HURRAN, P.C. CLIPER, ARAKAWA 及本局之 CWB-80 及關島美軍 (PGTW) 的預報位置，其分別與最佳位置相互比較，以方位誤差 (Vector) 及正角誤差 (Right Angle) 分別校驗，然因艾克爲時甚短，僅有之預報位置僅有 12 日之 06Z、12Z 及 18Z 三次，其中 PGTW 所預測之位置和實際相差甚大爲其預報法中最差的，又 HURRAN 僅有 12 日 18Z 一次資料外，其餘之 ARAKAWA、CWB-80、P.C 用三次資料作 12 hr. 及 24 hr. 校驗，而 CLIPER 僅看 24 hr. 預測校驗，由表四可知在 12 小時預報校驗中 ARAKAWA、CWB-80 及 P.C 在 12 日 06Z 中三種方法之角度偏差 (Angle Deviation) 均偏左，若依方位誤差 (Vector Error) 及正角誤差 (Right Angle)

平均而言，方位誤差以 CWB-80 之 114.0 km 及 P.C 之 11.60km 爲較佳，而 ARAKAWA 爲 160.6 km 較其次，但其正角誤差則以 ARAKAWA 之 93.7 km 爲較佳，相反地 CWB-80 之 235.4 km 及 P.C 之 245.7 km 較差，但角度偏差則以 P.C 之 +2.7 (偏右) 爲佳，CWB-80 爲 +4.9 (偏右) 其次，ARAKAWA 之 +6.8 較差。然由表五中可知在 24 小時預報校驗中平均值而言，方位誤差以 CLIPER 之 196.7 km 爲佳，P.C 之 226.0 km 其次，CWB-80 之 276.3 km 第三，而 ARAKAWA 之 314.1 km 較差；正角誤差則以 ARAKAWA 之 311.0 km 最佳，CLIPER 之 425.2 km 其次，CWB-80 之 626.7 km 及 P.C 之 641.2 km 較差，但角度偏差亦以 ARAKAWA 之 +5.8 (偏右) 爲最佳，CLIPER 之 +8.9 (偏右) 其次，CWB-80 之 +18.5 及 P.C 之 +13.4 (均偏右) 較差。總之，以此三次資料之 12 小時及 24 小時之位置校驗而看，正角誤差及角設偏差以 ARAKAWA 爲

最佳，但 12 小時則以 P.C. 及 CWB-80 爲佳，
但如果以方位誤差則 12 小時應採信 CWB-80 及
P.C.，若 24 小時則應採信 CLIPER 及 P.C.。

表四 ARAKAWA, CWB-80, P. C. HURRAN 之客觀預報法之方位誤差，正角誤差及角度偏差之
12 小時預報校驗比較

Table 4. 12 hours forecast Vector error, Right Angle error and Angle deviation for
IKE typhoon in 1981.

	ARAKAWA			CWB-80			P. C			HURRAN		
	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.
12 06Z	155.6	24.2	-17.5	99.5	99.5	-18.1	122.7	122.7	-17.7	—	—	—
12 12Z	184.9	14.8	+ 9.7	84.6	209.3	+ 9.3	82.3	223.4	4.5	—	—	—
12 18Z	191.3	242.1	28.3	157.9	397.4	28.4	142.9	391.1	21.4	155.7	342.2	24.4
Average	160.6	93.7	6.8	114.0	235.4	4.9	116.0	245.7	2.7			

表五 CLIPER, ARAKAWA, CWB-80, P. C. HORRAW 之客觀預報之方位誤差，正角誤差及角度
偏差之 24 小時預報校驗比較

Table 5. 24 hours forecast Vector error, Right Angle error and Angle deviation for IKE
typhoon in 1981.

	CLIPER			ARAKAWA			CWB-80			P. C			HURRAN		
	Ve- ctor (km) error	R. Angle (km) error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.	Ve- ctor error	R. Angle error	Angle dev.
12 06Z	131.9	271.5	- 6.9	253.1	231.9	-17.5	97.6	463.6	0.0	112.2	478.4	- 0.6	—	—	—
12 12Z	245.3	375.3	17.7	308.6	247.0	8.9	300.0	598.3	28.7	225.8	637.6	15.9	—	—	—
12 18Z	212.8	628.7	15.8	380.5	454.2	26.0	431.2	818.2	31.8	339.9	807.6	24.9	322.3	752.2	25.1
Average	196.7	425.2	8.9	314.1	311.0	5.8	276.3	626.7	18.5	226.0	641.2	13.4			

六、災 情

(一)根據內政部警政署之調查報告，艾克颱風造成之災害：人員傷亡為死亡5人（高雄縣一人、臺東縣三人、高雄港一人），失蹤三人（花蓮一人、臺東縣因臺灣航空公司D-1108號小型飛機由臺東飛往臺北途中在花蓮上空失蹤二人），受傷為三人（高雄縣）。房屋倒塌為全倒一間，半倒五間。漁塭損失因屏東縣沿海海水倒灌，漁池沖毀約200甲，其他災情因屏東縣佳冬鄉塭豐村、頂寮村、枋寮鄉新龍村、大庄村、林邊鄉水利村海水倒灌，最深積水約二公尺半，惟人員已撤離，無傷亡。

(二)農作物方面之災情：

依據臺灣省政府糧食局之報表知一期稻作受損相當慘重，合計受害面積有14044.30公頃，其中以宜蘭縣最為嚴重，計有7258.00公頃受損，此乃因焚風所造成，一期稻作全損折合無收面積為3369.00公頃，其餘各縣市因浸水、倒伏、發芽、脫粒及稔實不良，和屏東縣之二期稻作受害面積930.00公頃，見表六。

(三)其他災情，如交通方面及電力方面因無報告，不詳。

七、結 論

艾克颱風在整個生命史中，其發展階段有時移向呈現滯留現象，但當其開始北移時則來勢兇兇，在侵臺期間可謂為來去相當迅速，且其強度始終維持於輕度颱風，其中僅有彭佳嶼及東吉島出現13級風、梧棲12級、高雄在登陸前後出現11級、新港、大武、恒春及澎湖出現10級外，其他地區均在10級以下，因此其所受損害在農漁業方面較大外，其餘人員死亡及房屋受損均不嚴重。

在各種颱風客觀預報法中，由校驗顯示，12小時以CWB-80之114.0 km較佳，24小時則以CLIPER之196.7 km為佳。

艾克颱風之行徑甚為穩定屬於規則性颱風，且在其侵臺過程中其導引氣流，以三層(700-500-300毫巴)平均氣流圖之駛流場最可採信，今後對於三層平均氣流圖之審設颱風動態應予重視。

陳清得執筆

表六 七十年第一期稻作因（五月廿七日至六月四日）豪雨受害情形簡報表（結束表）

70. 6. 27

臺灣省政府糧食局

縣 市 別	合 計			流 失	埋 沒	浸 水、倒 伏、發 芽				備 考
	被害面積	被害程度	折 收 合 面 無 積			被 害 面 積	被害程度	折 收 合 面 無 積		
合 計	公頃 19,578.13	% 10.18	公頃 1,993.78	公頃 213.48	公頃 500.55	公頃 18,864.10	% 6.78	公頃 1,279.75		
臺 北 縣	95.87	21.56	20.67	—	1.87	94.00	20.00	18.80		
挑 園 縣	229.77	100.00	229.77	97.36	132.41	—	—	—		
新 竹 縣	945.12	37.07	346.62	82.50	197.62	浸水	665.00	10.00	66.50	
苗 栗 縣	706.32	19.32	136.47	19.86	79.46	—	6.12	37.15		
臺 中 市	0.20	100.00	0.20	—	0.20	—	—	—		
臺 中 縣	792.85	4.49	35.57	0.50	0.85	發芽 457.00 浸水 266.50 倒伏 68.00	5.00 3.03 5.00	22.75 8.07 3.40		
彰 化 縣	5,532.92	12.30	630.76	10.94	46.98	浸水 3,678.61 倒伏 294.30 發芽 1,502.09	10.10 25.78 11.69	371.68 75.89 175.27		
南 投 縣	204.08	39.03	79.66	2.32	41.16	倒伏 160.60	22.53	36.18		
雲 林 縣	7,696.00	4.40	339.00	—	—	發芽 7,696.00	4.40	339.00		
嘉 義 縣	2,005.00	1.20	24.06	—	—	發芽 2,005.00	1.20	24.06		
臺 南 縣	450.00	2.00	9.00	—	—	發芽 450.00	2.00	9.00		
高 雄 縣	920.00	10.00	92.00	—	—	發芽 920.00	10.00	92.00		

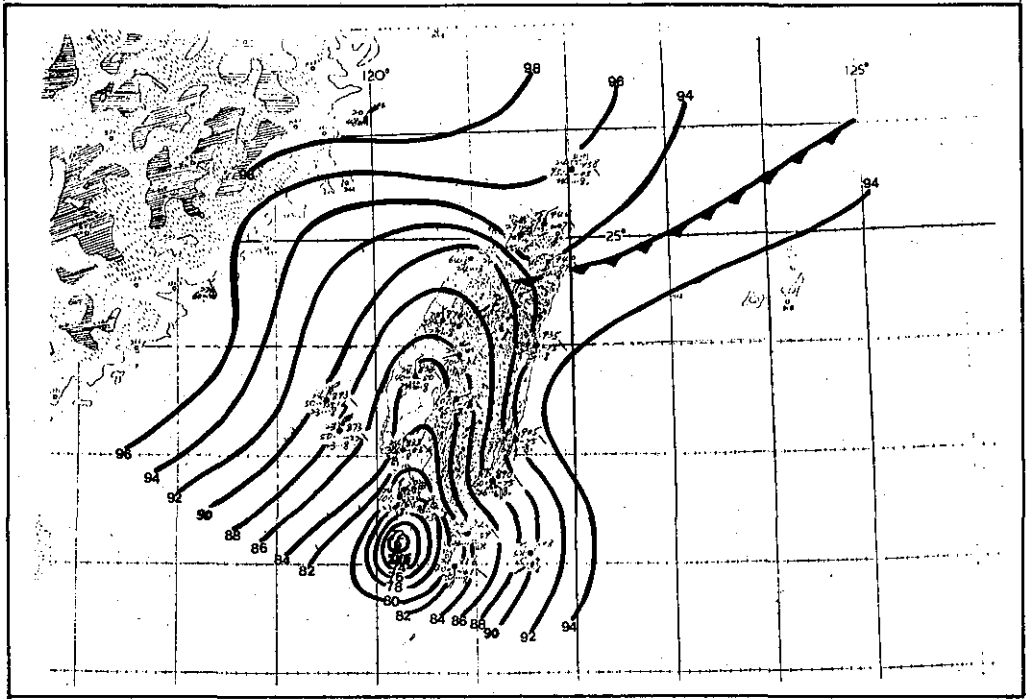


圖 (a) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (a) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 130200Z 1980)

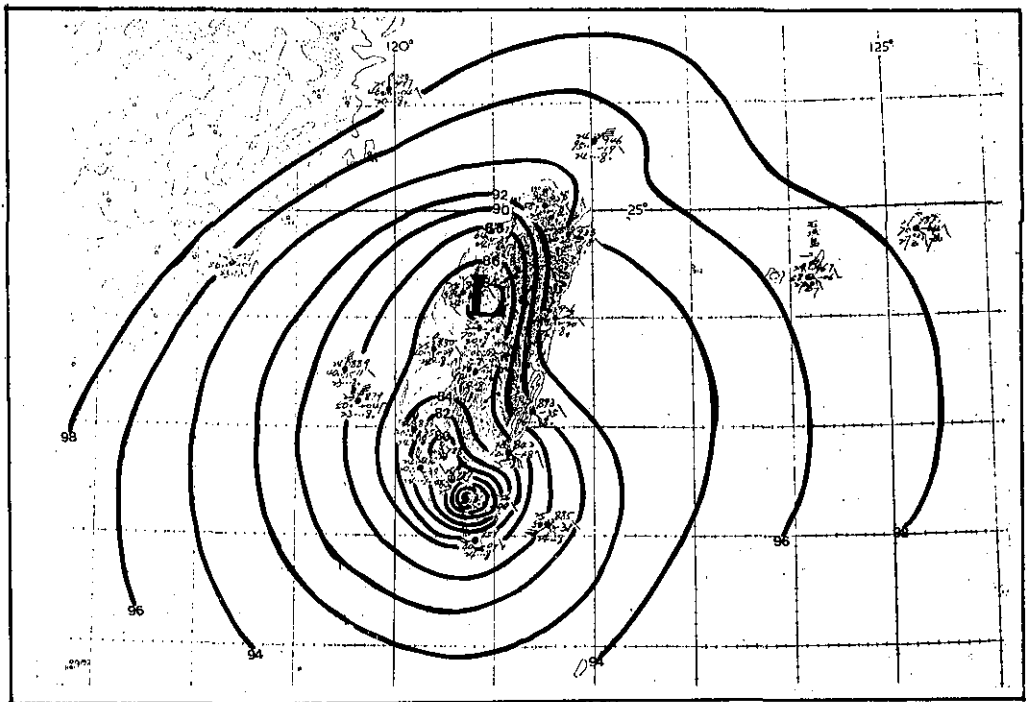


圖 (b) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (b) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 130300Z 1980)

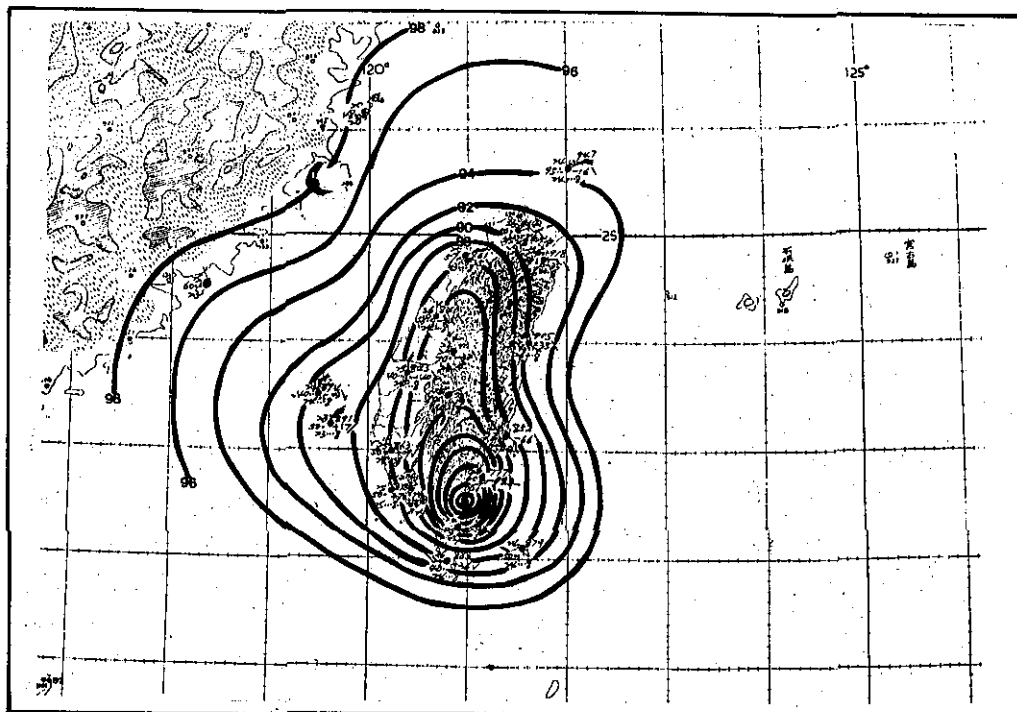


圖 (c) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖

Fig (c) Surface chart of Typhoon "IKE"

(June 130400Z 1980)

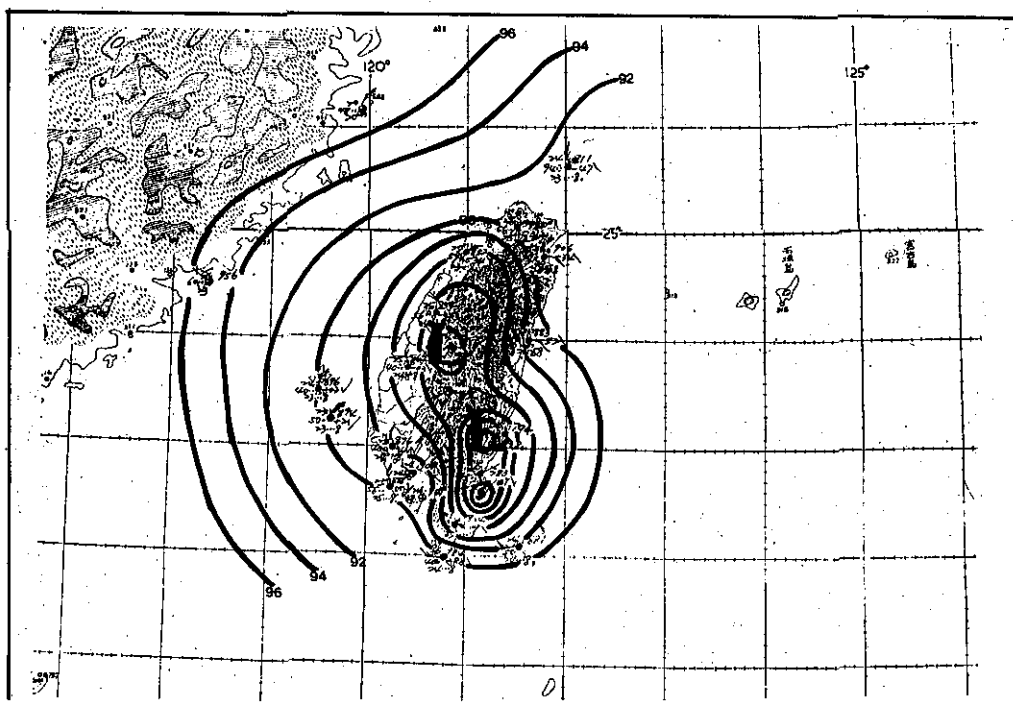


圖 (d) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖

Fig (d) Surface chart of Typhoon "IKE"

(June 130500Z 1980)

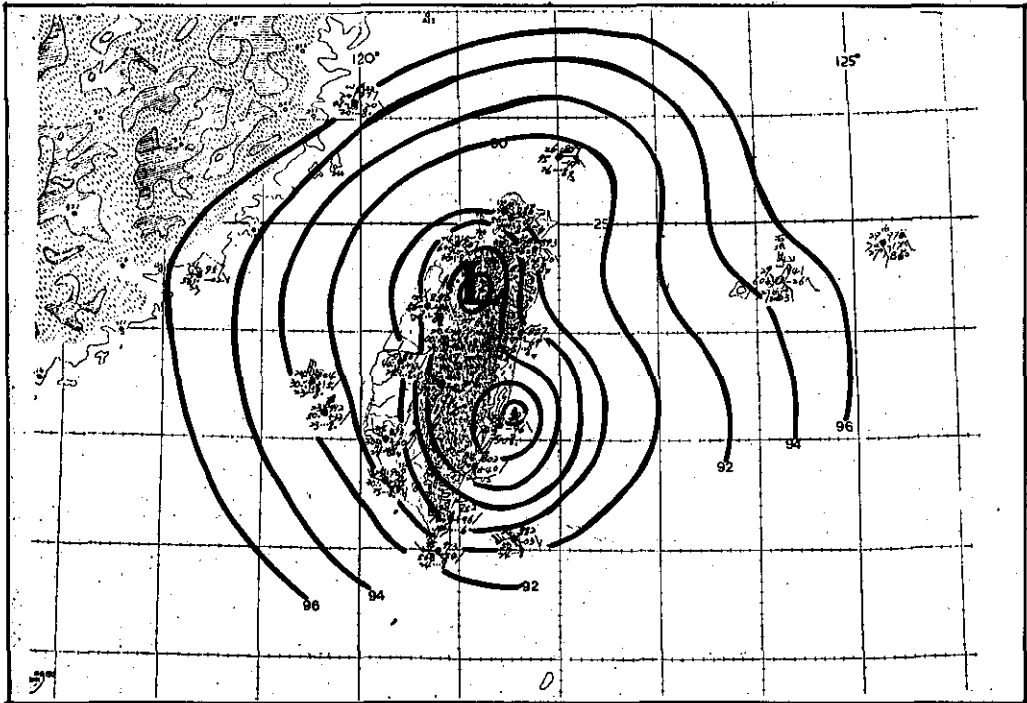


圖 (e) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (e) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 130600Z 1980)

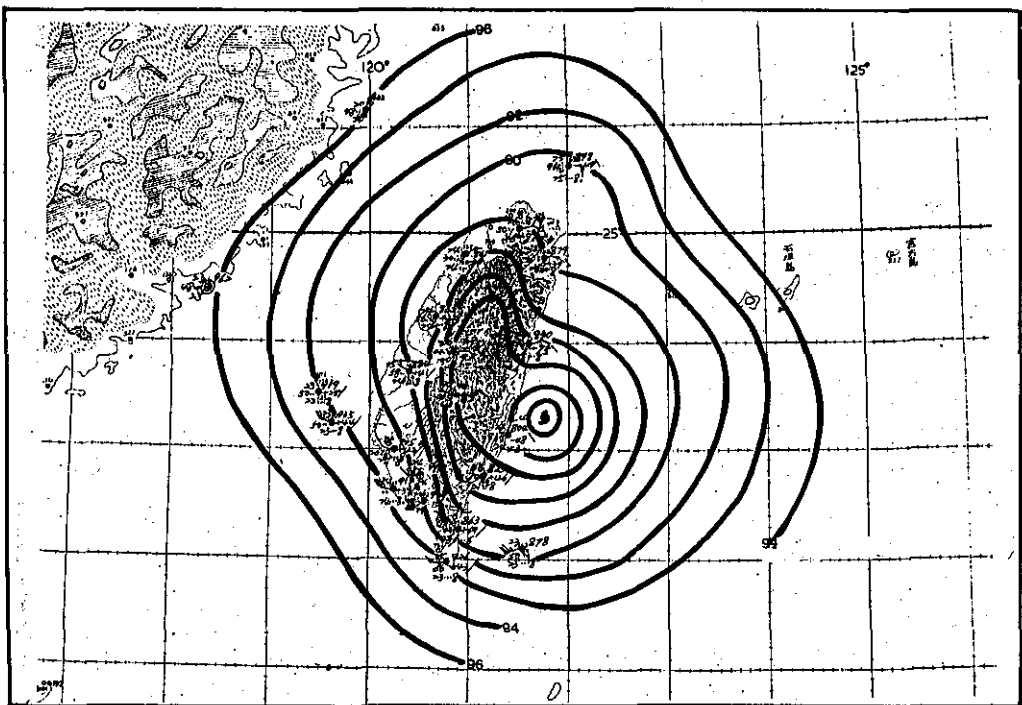


圖 (f) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (f) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 130700Z 1980)

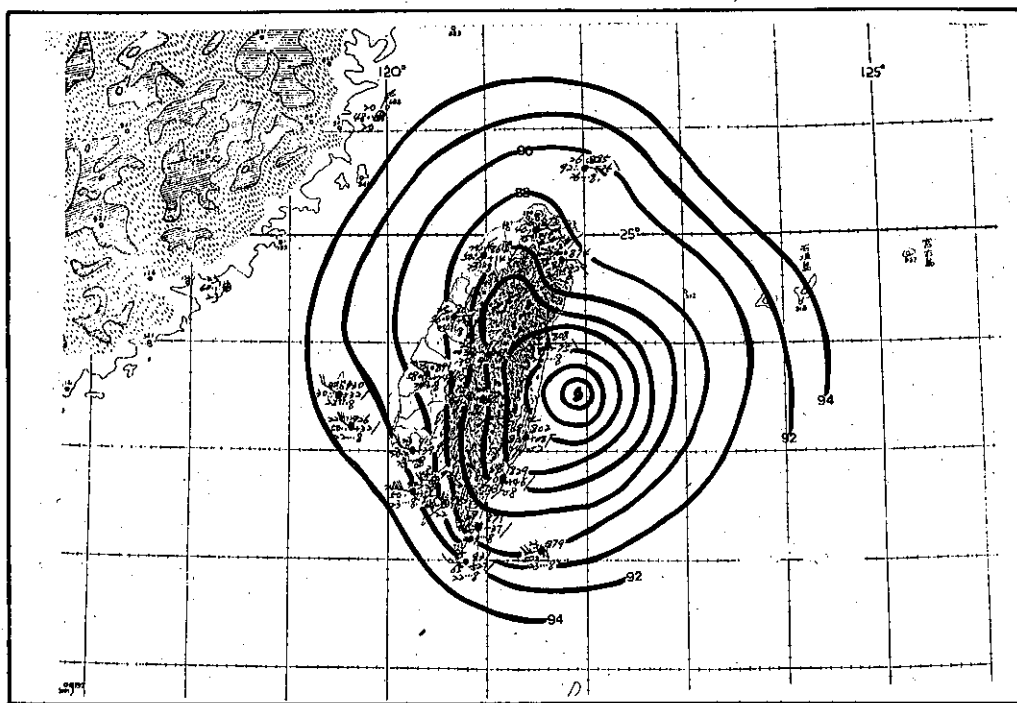


圖 (g) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖

Fig (g) Surface chart of Typhoon "IKE"
(Jnne 130800Z 1980)

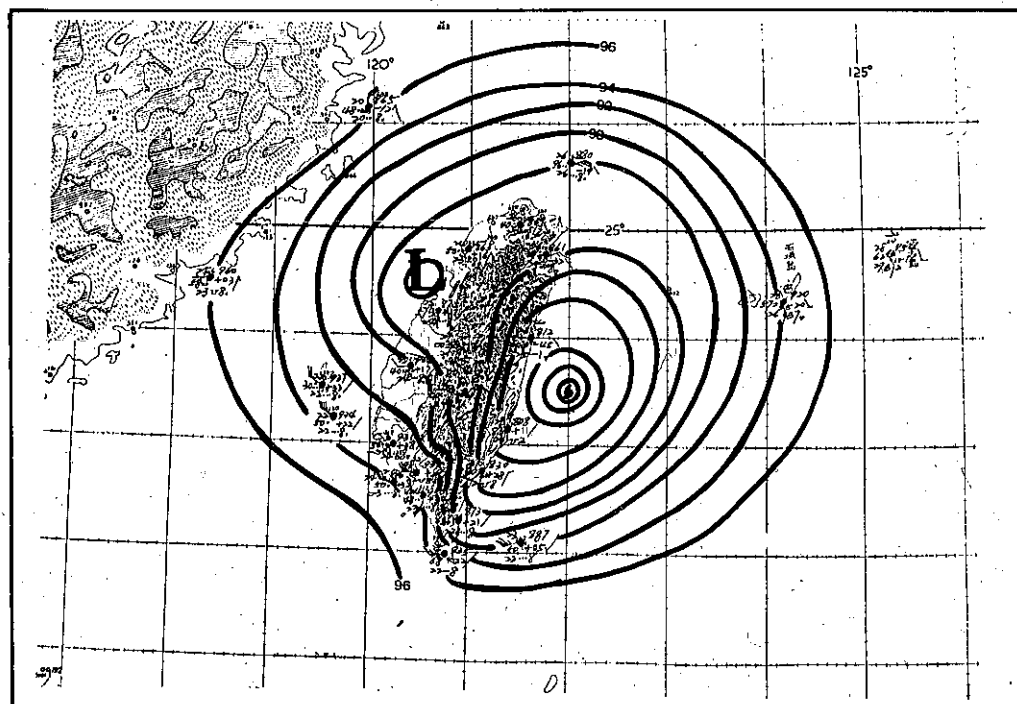


圖 (h) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖

Fig (h) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 130900Z 1980)

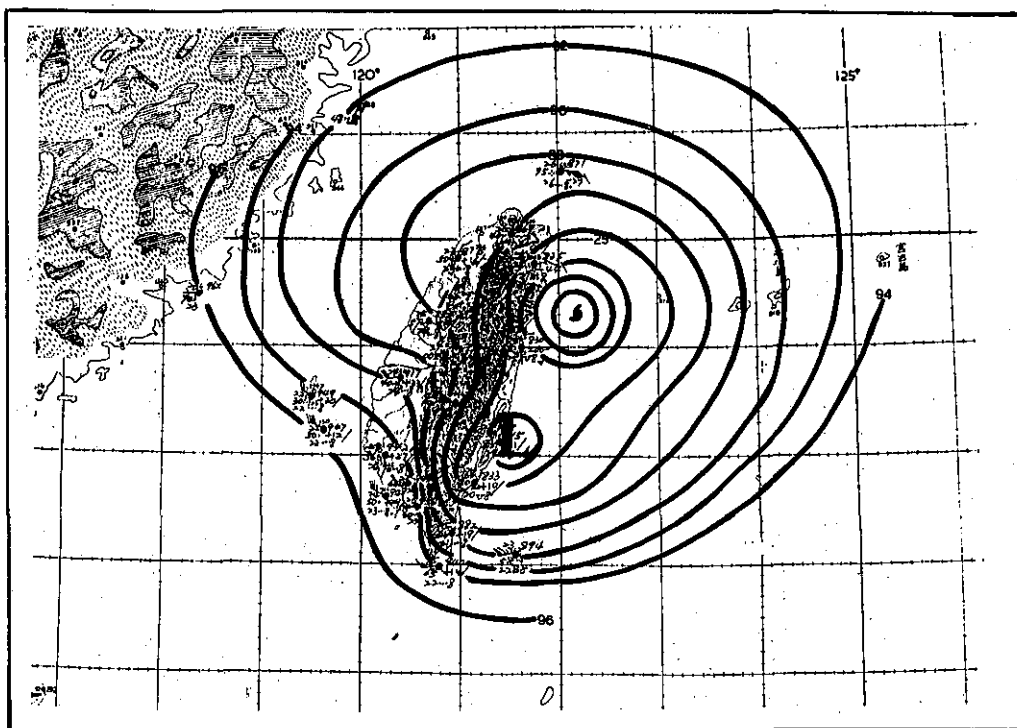


圖 (i) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (i) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 131000Z 1980)

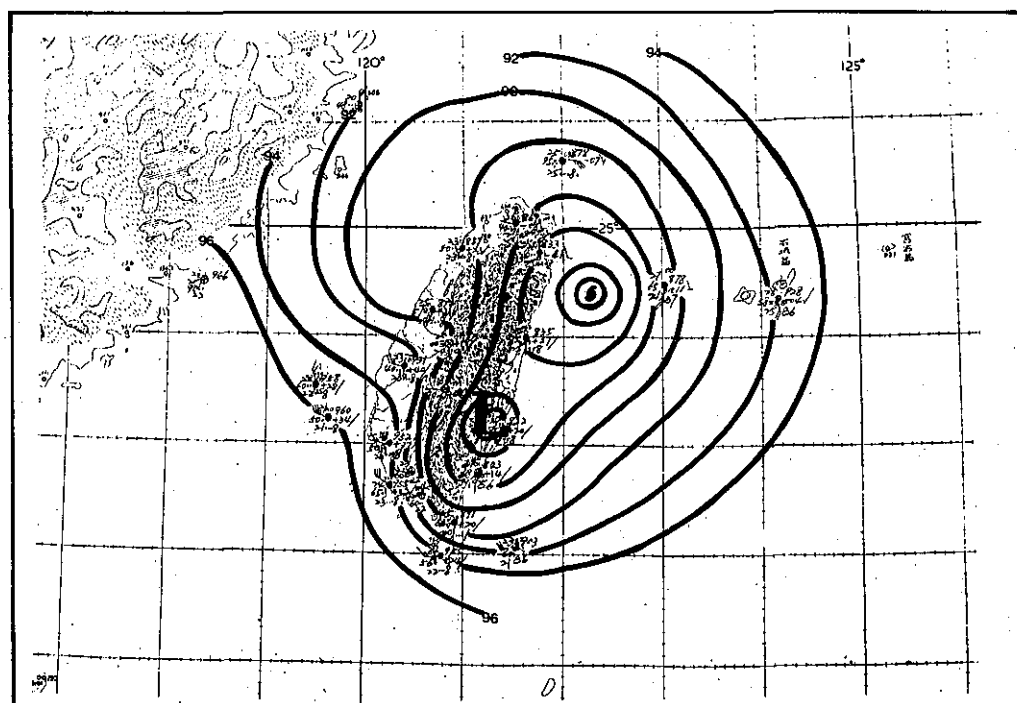


圖 (j) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (j) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 131100Z 1980)

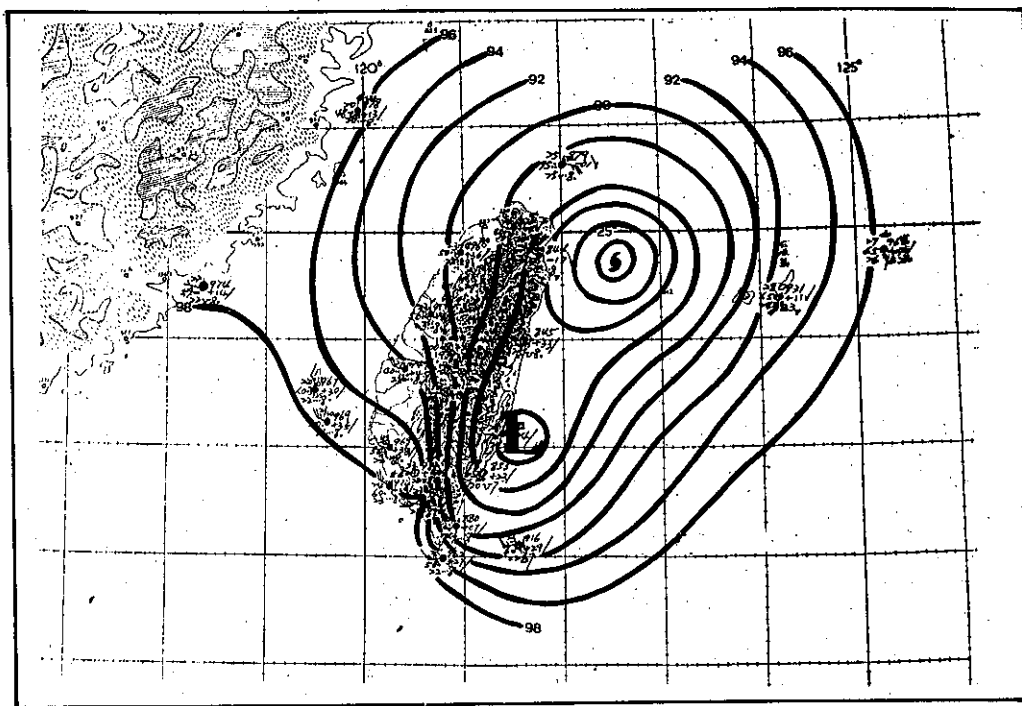


圖 (k) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (k) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 131200Z 1980)

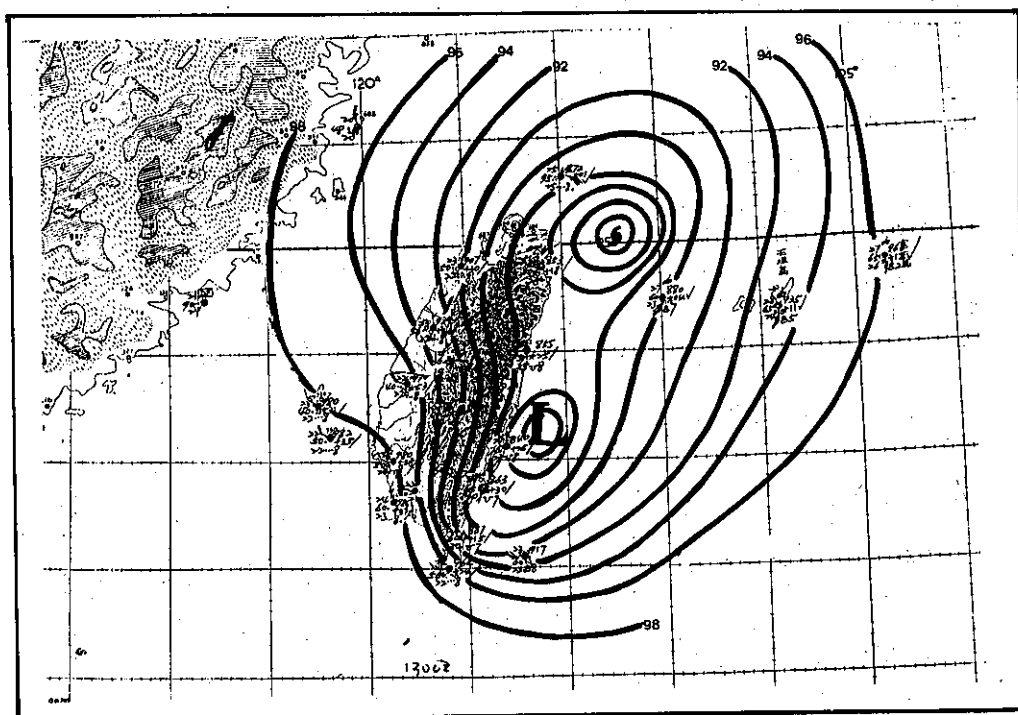


圖 (l) 艾克颱風侵襲臺灣期間之逐時地面天氣圖
Fig (l) Surface chart of Typhoon "IKE"
(June 131300Z 1980)

民國七十年颱風調查報告

侵台颱風(8105號)裘恩

Report on Typhoon "June" in 1981

ABSTRACT

There was a tropical depression in the eastern sea of Luzon. At 8 p. m. 17, June, this tropical depression was developed into a tropical storm named June. This storm reached its mature stage at 2 a. m. 19, June. It was the 5th typhoon appeared in the northern part of western Pacific Ocean and the 2nd one which hit the Taiwan area.

At 2 p. m. 18 June, June was located at 18.5°N , 127.1°E , moving toward northwest with a velocity of 25 kilometers per hour, the sea of eastern and northern Taiwan and Bashi Channel would be affected by this storm. So the Central Weather Bureau issued the typhoon warning at 3:10 p. m. that day.

The intensity of June was not very strong. The maximum wind was 38 m/s, and the lowest central pressure was 965 mb when reached its mature stage. Although June landed at the neighbor of Yi-lan, a city at the north-eastern part of Taiwan, at 4:15 p. m. 20, June, only a few damage was reported during its passage. According to the report of the Police Department: a total of 3 persons killed, 4 houses partially damaged.

The maximum wind speed recorded by the Central Weather Bureau stations was 33.7 m/s (ten minutes average), and the gust was reached 40.0 m/s at Nan-yu.

The maximum rainfall recorded during its passage was 323.0 mm, at Ali-shan, and some other stations had total rainfall recorded over 100 mm: 193.0 mm at Yi-lan, 191.2 mm at Wu-chi, 139.9 mm at Ki-lung, 130.3 mm at Yu-shan, 127.1 mm at Pen-chia-yu, 120.7 mm at An-pu, 118.3 mm at Ta-wu, 113.8 mm at Hwa-lian 102.3 mm at Yang-ming-shan.

一、前

言

中度颱風裘恩 (June)，為本年內在北太平洋區發生的第 5 個颱風，同時也是本年內第 2 個登陸侵襲臺灣的颱風。

根據 1897~1979 年資料之統計 (表一) 顯示 6 月份並非颱風發生最頻繁的月份 (平均只有 1.5 次)，而其中侵臺颱風平均只有 0.2 次 (表二)。本年 6 月份竟有三個颱風形成，而且除凱立 (KELLY，編號 8106 號，形成於 6 月 30 日 20 時) 外，艾克 (IKE，編號 8104 號，形成於 6 月 10

20 日時) 和裘恩先後均曾侵襲臺灣，造成或多或少的損害；與歷年相較，本年 6 月份的颱風算是相當的突出了。

裘恩颱風原係位於菲律賓東方海面之熱帶性低氣壓，於 6 月 17 日 20 時發展成輕度颱風。中央氣象局於 18 日下午 15 時 10 分正式對巴士海峽、臺灣東部及北部海面發布海上颱風警報。接著於同日晚上對臺灣北部及東部陸地發布陸上颱風警報。此時，其中心位於北緯 19.2° 度、東經 126.1° 度，即在花蓮東南方約 740 公里之海面上以每小時 25 公里的速度向西北進行。

*時間均為中原標準時間

表一 1897~1979 年颱風發生次數統計表

Table 1. The summary of typhoon occurrence in North Western Pacific from 1897 to 1979.

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合 計
合 計	33	14	20	47	72	122	318	380	367	276	187	93	1929
佔 總 數 %	1.7	0.7	1.1	2.5	3.7	6.3	16.5	19.7	19.0	14.3	9.7	4.8	100
平 均	0.4	0.2	0.2	0.6	0.9	1.5	3.8	4.6	4.4	3.3	2.3	1.1	23.3
最 多 次 數	3	2	2	3	4	5	8	18	7	7	6	4	44

表二 1897~1979 年侵臺颱風統計表

Table 2. The summary of typhoon invaded Taiwan from 1897 to 1979.

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合 計
合 計	0	0	0	2	11	19	71	88	68	27	6	0	292
佔 總 數 %	0	0	0	0.7	3.8	6.5	24.3	30.1	23.3	9.2	2.1	0	100
平 均	0	0	0	0.02	0.13	0.23	0.86	1.06	0.82	0.33	0.07	0	3.52

19日凌晨2時威力增強為中度颱風。20日零時中心進入花蓮氣象雷達有效觀測範圍之內。此時其路徑顯著偏此而於20日下午16時15分前後中心登陸宜蘭。

翌日，21日晨4時解除陸上颱風警報，10時解除海上颱風警報，警報維持時間約為67小時。

本文擬就裘恩颱風之發生、經過以及其路徑與強度變化等加以討論。並對中央氣象局在颱風警報期間所做的各種方法的預報作一校驗，檢討利弊得失，以為今後颱風預報作業上之參考。

二、裘恩颱風之發生及經過

原在菲律賓東方海面之熱帶性低氣壓於6月17日晚20時發展為輕度颱風，經命名為裘恩 (June)，編號 8105 號。當時其中心氣壓為 995 毫巴，中心位置在北緯 15.4 度、東經 130.3 度，向西北進行。

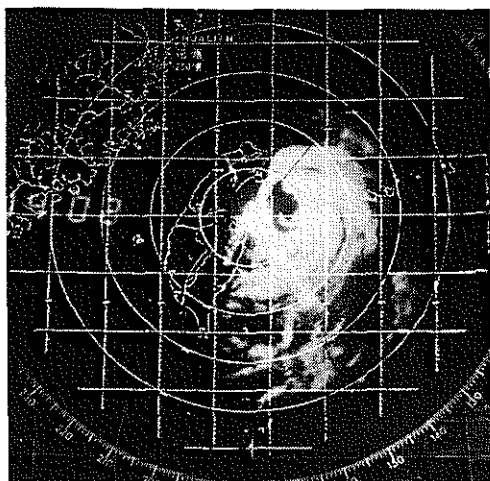
18日14時，其中心移至北緯18.5度、東經127.1度，即在花蓮東南方約 880 公里之海面上以每小時 25 公里之速度向西北進行。範圍逐漸擴大，並有增強為中度颱風之趨勢。

19日晨2時，當其中心位置移至北緯 20.0 度，東經 125.0 度時，中心附近最大風速自每秒 30 公尺增強為每秒 33 公尺，成為中度颱風。速度稍減

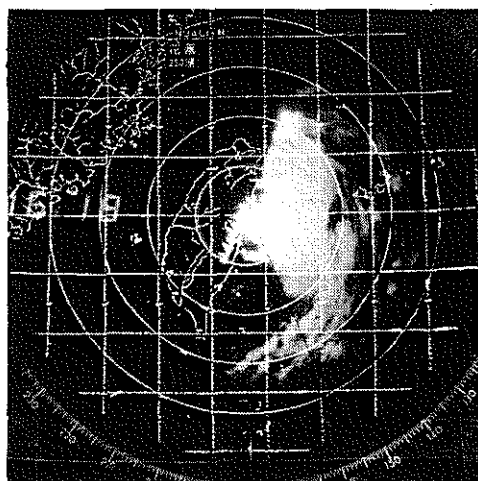
為每小時 22 公里，仍朝西北方向進行。此後 24 小時內，裘恩颱風一直穩定地朝西北方向進行，逐漸逼近本省，中心附近最大風速繼續增強，移動速度則見減緩。20日晨2時，中心位置在北緯 21.8 度、東經 122.7 度，以每小時 15 公里之速度繼續向西北進行，中心附近最大風速每秒 38 公尺，中心氣壓 965 毫巴。

自19日晚20時起，臺灣東南部地區已進入暴風圈，風雨逐漸增強。同時，颱風中心亦已進入花蓮氣象雷達有效觀測範圍內。此時發現由於受到其北方高空低壓槽的影響，裘恩之移動速度減緩，且有顯著偏北進行的現象。

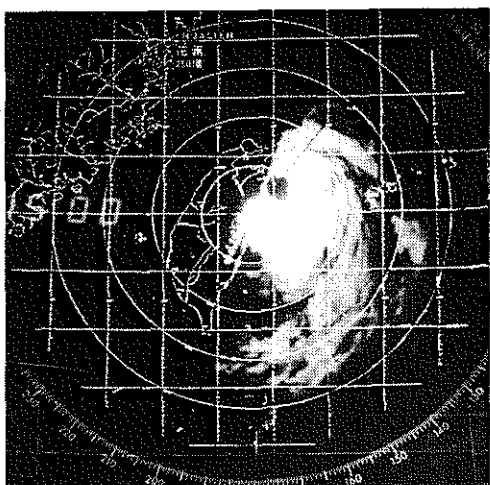
20日上午8時，裘恩颱風中心位於北緯 22.8 度，東經 122.9 度，即在臺北東南方 290 公里之海面上，以每小時 18 公里的速度向北北西到北進行。此後，此颱風即在臺灣東部近海繼續向北北西方向進行而於當日下午 16 時 15 分登陸宜蘭。圖一為花蓮氣象雷達站所觀測拍攝颱風中心在宜蘭附近登陸前後之雷達圖片，雲團中心無雲處即為裘恩之中心眼。可以清楚的看出其中心於 20 日 0815Z 時剛好觸及陸地。又由表三，本局宜蘭測站自動觀測氣壓值之記錄顯示，在 16 時 05 分至 16 時 16 分間，氣壓值之降低幅度最大，可為一最佳佐證。



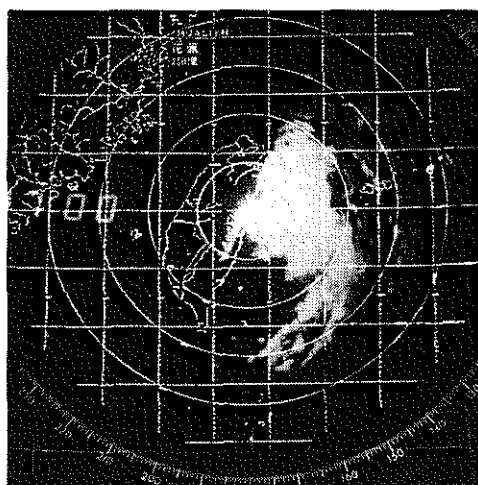
圖—a. 70 年 6 月 20 日 14 時
Fig 1a. 200600Z, Jun. 1981



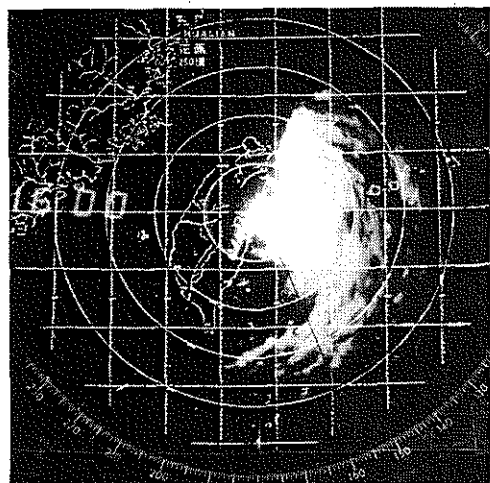
圖—d. 70 年 6 月 20 日 16 時 15 分
Fig 1d. 200815Z, Jun. 1981.



圖—b. 70 年 6 月 20 日 15 時
Fig 1b. 200700Z, Jun. 1981.



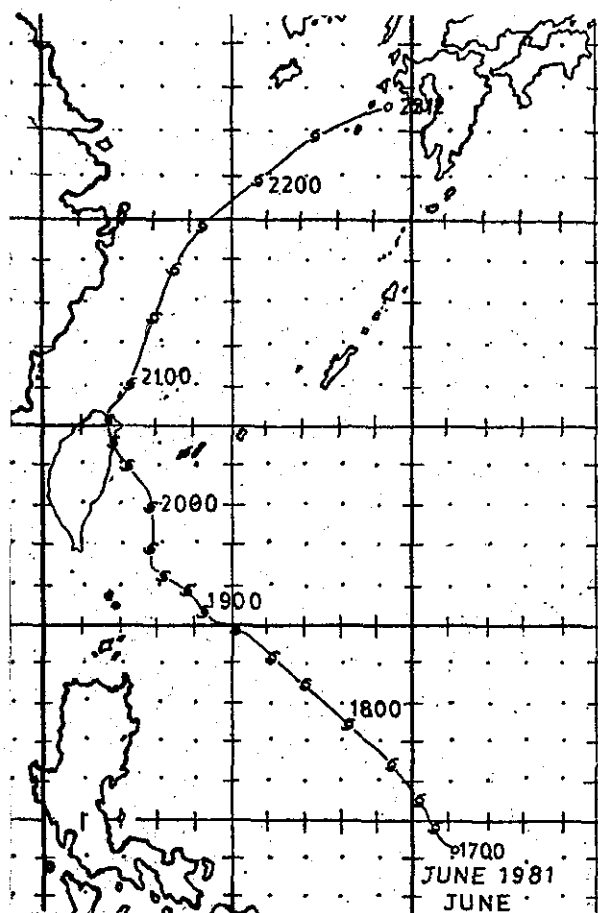
圖—e. 70 年 6 月 20 日 17 時
Fig 1e. 200900Z, Jun. 1981.



圖—c. 70 年 6 月 20 日 16 時
Fig 1c. 200800Z, Jun. 1981.

圖一 裘恩颱風登陸前後之氣象雷達圖片
(花蓮氣象雷達站攝得)。

Fig 1. View of Hualien PPI radar scope from 200600Z to 200900Z Jun. 1981.



圖二 裘恩颱風中心最佳路徑圖。

Fig 2: The best track of typhoon June

颱風中心登陸後，因受陸地影響，威力大減，成為輕度颱風，於20日深夜23時左右由桃園附近出海。中央氣象局乃於21日晨4時解除陸上颱風警報，同日上午10時解除海上颱風警報。

圖二為裘恩颱風中心最佳路徑圖；表四為花蓮氣象雷達站中心定位表；表五為裘恩颱風眼飛機偵察資料定位表。此外，本局氣象衛星資料接收站根據所接收之衛星圖片亦作了中心定位，一併列如表六，以供參考。

三、裘恩颱風路徑與強度之討論

(一)路徑之討論：

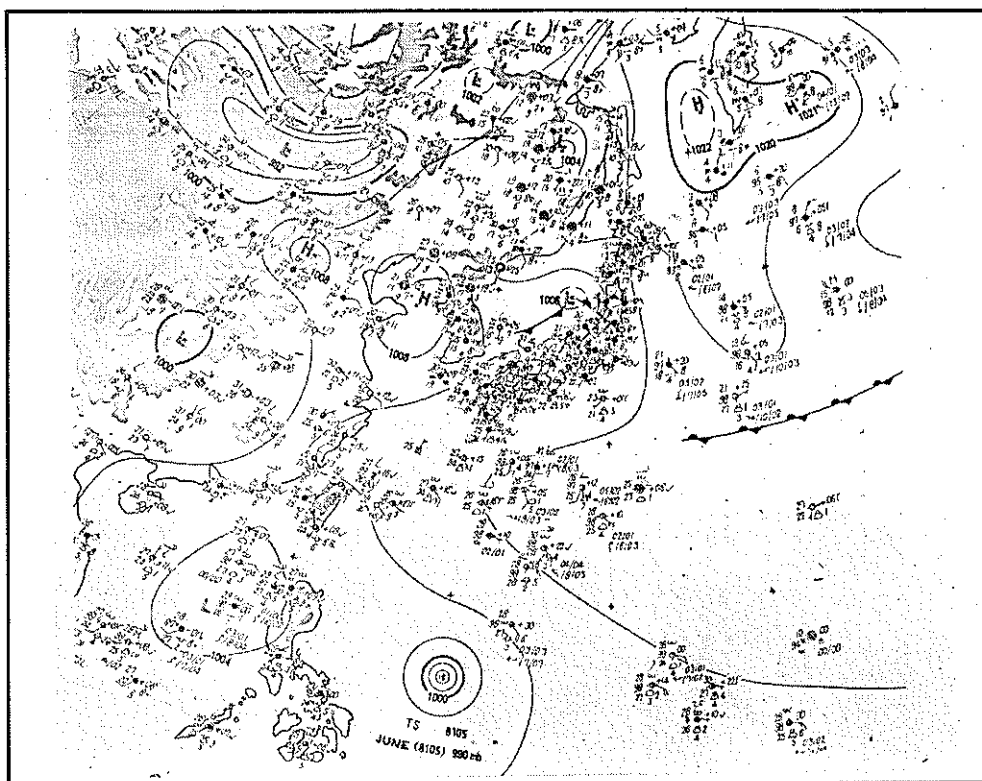
裘恩颱風形成之初，正是艾克颱風環流併入北方之鋒面系統，逐漸消失之時。當此鋒面系統消失之後，太平洋上空之副熱帶高氣壓乃向西伸，其邊緣籠罩至臺灣，華南一帶，裘恩颱風即順此副熱帶高壓邊緣向西北方向以每小時25公里之速度進行。圖三即為6月17日20時之地面及高空天氣圖。

此副熱帶高氣壓在往後的48小時均籠罩著琉球、臺灣至華南地區，其西緣甚至更深入大陸地區。因此造成裘恩颱風始終穩定地向西北方向前進。自19日20時起，此高壓西緣因高壓中心開始減弱而有向東退却之趨勢；此可由比較圖四（6月18日20時天氣圖）及圖五（6月19日20時天氣圖）而明顯的看出。這種形勢乃意味著原來橫亙在臺灣之北的高壓脊線強度減弱，因此造成颱風路徑的偏北，而由西北向轉為北北西向進行。

表三 裘恩颱風登陸前後宜蘭測站實測氣壓值（氣壓值單位：mb，氣壓差單位 mb/sec）

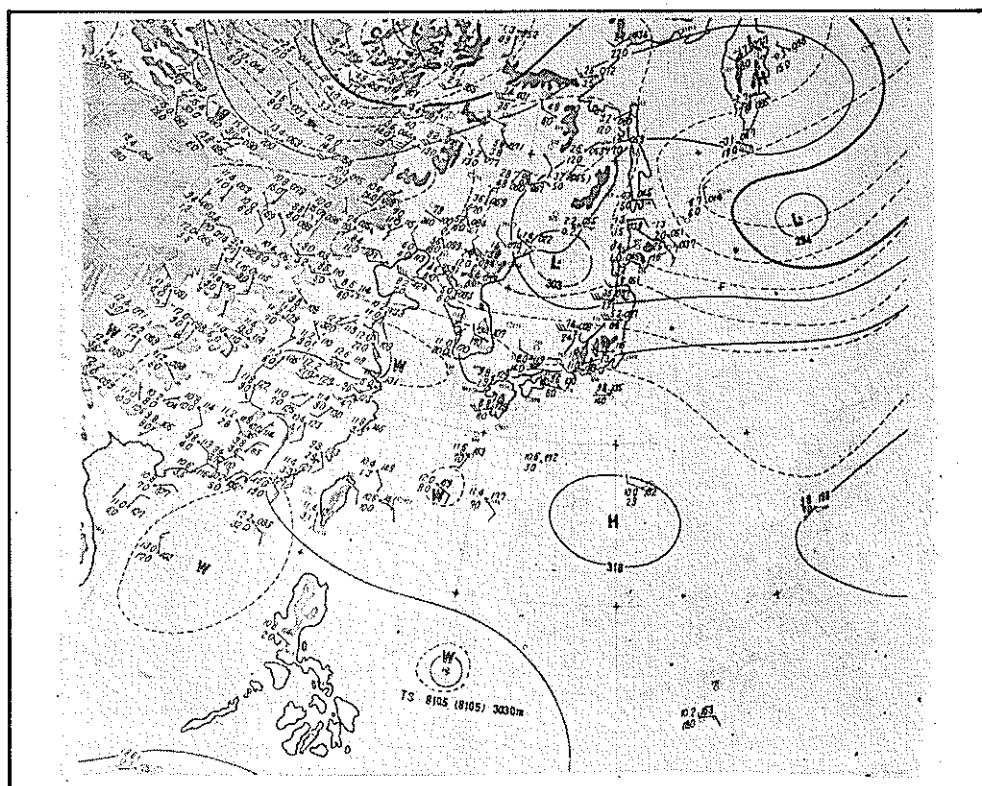
Table 3. I-lain pressure tendency showing Typhoon Inne landing-period.

時 間	氣 壓 值	平 均 氣 壓 差	時 間	氣 壓 值	平 均 氣 壓 差
15 時 05 分	987.6		16 時 36 分	971.7	- 0.07
15 時 41 分	981.7	- 0.16	16 時 41 分	971.7	0
15 時 50 分	977.7	- 0.44	16 時 46 分	971.9	+ 0.04
15 時 58 分	977.6	- 0.01	16 時 51 分	971.1	- 0.16
16 時 05 分	977.6	0	16 時 55 分	971.1	0
16 時 16 分	972.1	- 0.50	17 時 00 分	972.7	+ 0.32
16 時 24 分	972.0	- 0.01	17 時 05 分	974.1	+ 0.28
16 時 27 分	972.0	0	17 時 10 分	975.8	+ 0.34
16 時 32 分	972.0	0	17 時 16 分	977.9	+ 0.35



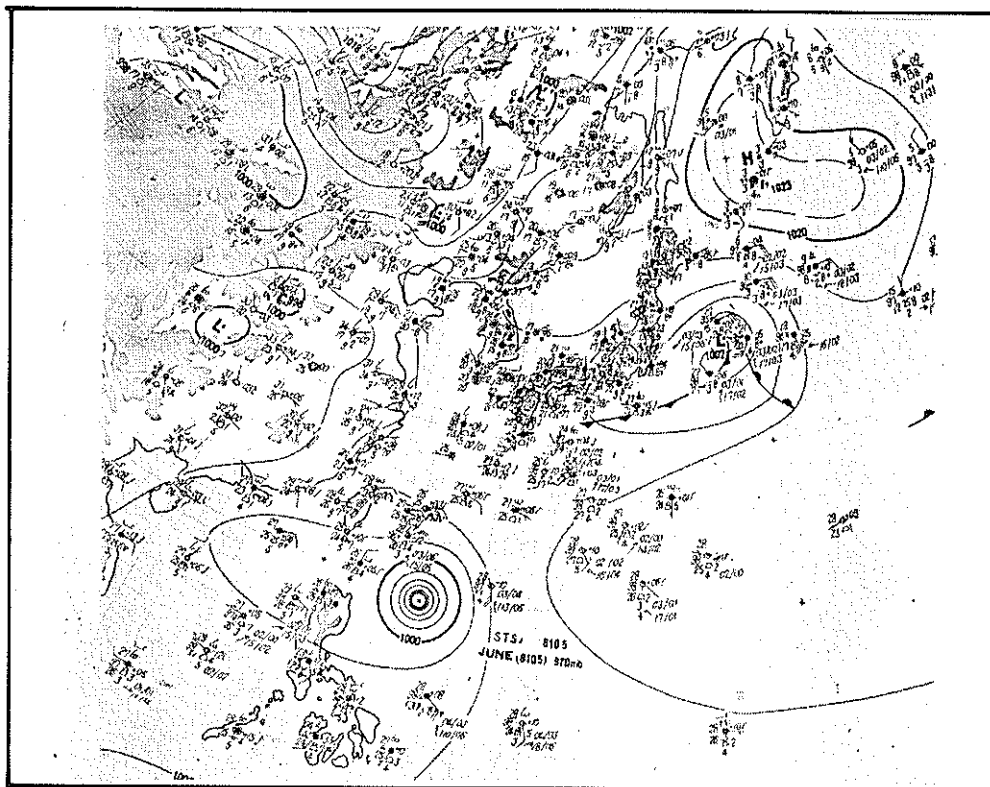
圖三a 民國 70 年 6 月 17 日 20 時地面天氣圖。

Fig 3a Sea level synoptic chart. 171200Z, Jun. 1981.



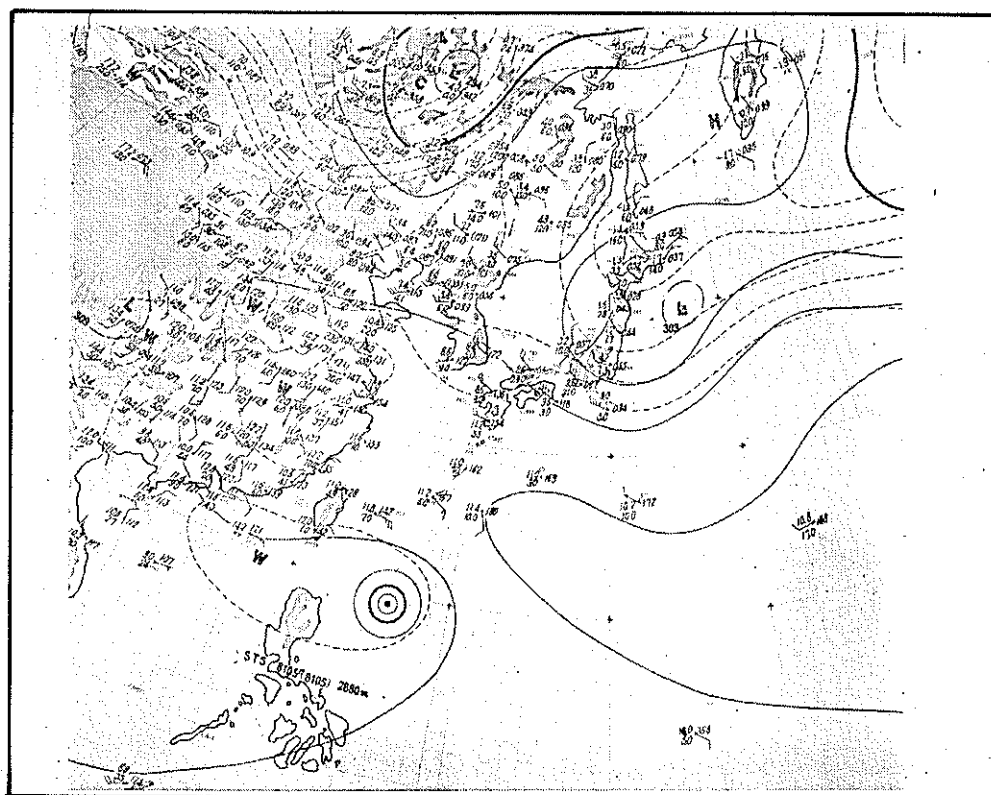
圖三b 民國 70 年 6 月 17 日 20 時 700 毫巴高空圖。

Fig 3b 700 mb chart, 171200Z, Jun. 1981.



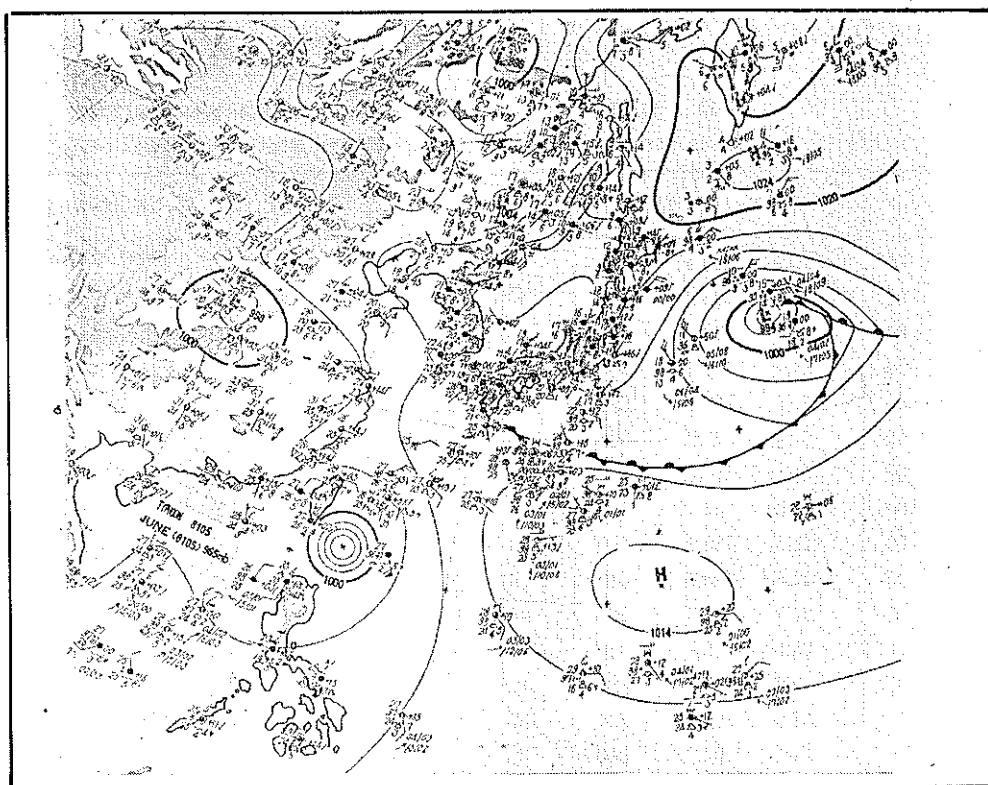
圖四a 民國 70 年 6 月 18 日 20 時地面天氣圖。

Fig 4a Sea level synoptic chart, 181200Z, Jun, 1981.



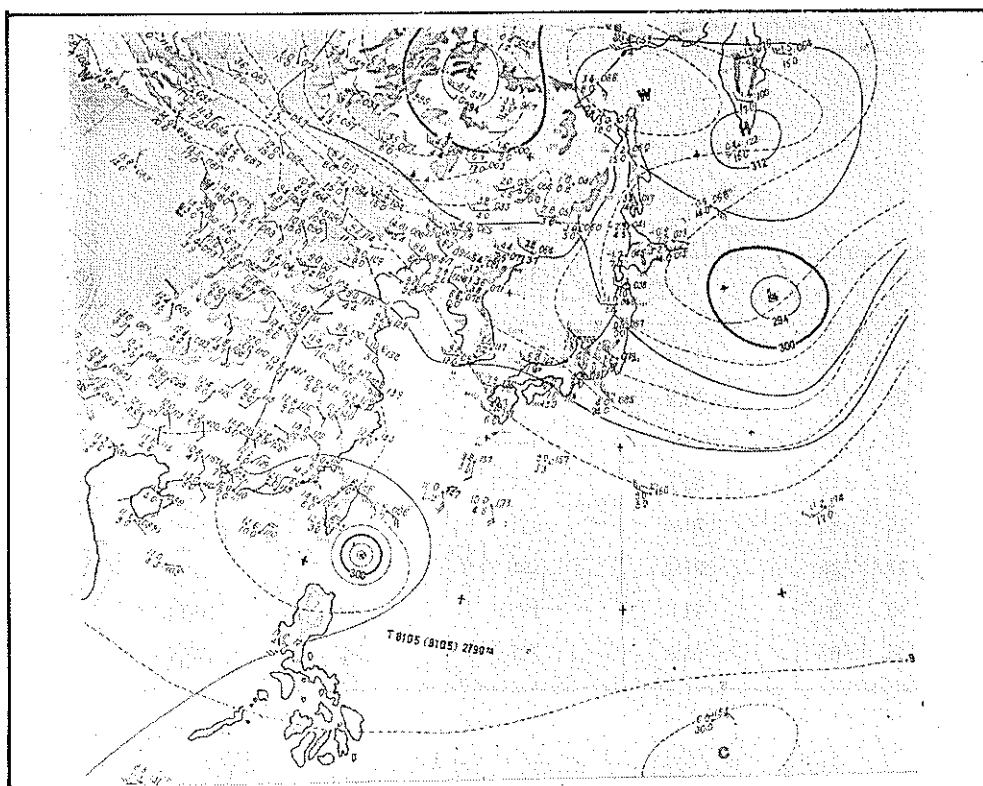
圖四b 民國 70 年 6 月 18 日 20 時 700 毫巴高空圖。

Fig 4b 700 mb chart, 181200Z, Jun, 1981.



圖五a 民國 70 年 6 月 19 日 20 時地面天氣圖。

Fig 5a Sea level synoptic chart, 191200Z, Jun. 1981.



圖五b 民國 70 年 6 月 19 日 20 時 700 mb 高空圖。

Fig 5b 700 mb chart, 191200Z, Jun. 1981.

表四 麥恩颱風花蓮氣象雷達定位表

Table 4. Eye-Fixes for Typhoon June by the Radar Station at Hualien

日	時	分	北緯	東經	進行方向	時速 KTS	日	時	分	北緯	東經	進行方向	時速 KTS
19	16	00	20.9	123.4	—	—	20	09	00	23.3	122.6	310	23
	17	00	21.0	123.6	050	09		09	30	23.4	122.5	340	17.7
	18	00	21.0	123.4	290	11		10	00	23.5	122.4	330	20
	19	00	21.2	123.4	350	—		10	30	23.5	122.4	180	07
	20	00	21.2	123.2	290	11		11	00	23.5	122.4	190	05
	21	00	21.4	122.9	300	14		11	30	23.5	122.3	310	07
	22	00	21.4	123.0	050	05		12	00	23.6	122.4	010	09
	23	00	21.6	123.1	010	12		12	30	23.8	122.3	330	12
	24	00	21.5	122.9	240	12		13	00	23.8	122.4	350	11
	01	00	21.8	123.0	010	12		13	30	24.0	122.5	300	18
	02	00	21.8	123.0	360	05		14	00	24.0	122.3	330	16
	03	00	22.1	122.9	360	12		14	30	24.4	122.3	340	32
	04	00	22.2	122.8	320	11		15	00	24.3	122.2	350	21
20	05	00	22.3	122.8	360	07		15	30	24.7	122.0	330	46
	06	00	22.4	122.7	340	09		16	00	24.7	122.0	320	24
	07	00	22.7	122.8	360	18		16	30	24.7	121.8	310	28
	07	30	22.8	122.7	360	12							
	08	00	23.0	122.9	020	17							
	08	30	23.2	122.6	320	32							

表五 麥恩颱風眼飛機偵察資料定位表

Table 5. Eye-Fixes for Typhoon June by aircraft

月	日	時 (Z)	分	北緯	東經	精確度 (NM)	地面最大風速 (KTS)	海平面氣壓 (mb)
6	17	09	00	14.8	130.7	<40	30/40	
	18	06	00	18.8	127.0	<20	55/70	
	18	18	00	20.0	125.0	<30	65/80	
	19	02	52	20.7	124.0		65	967
	19	12	46	21.0	123.0			
	19	14	30	21.0	122.8			963
	19	18	00	21.8	122.6	<40	75/95	
	20	06	00	23.9	122.0	<40	75/90	

表四 麥恩颱風花蓮氣象雷達定位表
Table 4. Eye-Fixes for Typhoon June by the Radar Station at Hualien

日	時	分	北 緯	東 經	進行方向	時 速 KTS	日	時	分	北 緯	東 經	進行方向	時 速 KTS
19	16	00	20.9	123.4	—	—	20	09	00	23.3	122.6	310	23
	17	00	21.0	123.6	050	09		09	30	23.4	122.5	340	17.7
	18	00	21.0	123.4	290	11		10	00	23.5	122.4	330	20
	19	00	21.2	123.4	350	—		10	30	23.5	122.4	180	07
	20	00	21.2	123.2	290	11		11	00	23.5	122.4	190	05
	21	00	21.4	122.9	300	14		11	30	23.5	122.3	310	07
	22	00	21.4	123.0	050	05		12	00	23.6	122.4	010	09
	23	00	21.6	123.1	010	12		12	30	23.8	122.3	330	12
	24	00	21.5	122.9	240	12		13	00	23.8	122.4	350	11
	01	00	21.8	123.0	010	12		13	30	24.0	122.5	300	18
20	02	00	21.8	123.0	360	05		14	00	24.0	122.3	330	16
	03	00	22.1	122.9	360	12		14	30	24.4	122.3	340	32
	04	00	22.2	122.8	320	11		15	00	24.3	122.2	350	21
	05	00	22.3	122.8	360	07		15	30	24.7	122.0	330	46
	06	00	22.4	122.7	340	09		16	00	24.7	122.0	320	24
	07	00	22.7	122.8	360	18		16	30	24.7	121.8	310	28
	07	30	22.8	122.7	360	12							
	08	00	23.0	122.9	020	17							
	08	30	23.2	122.6	320	32							

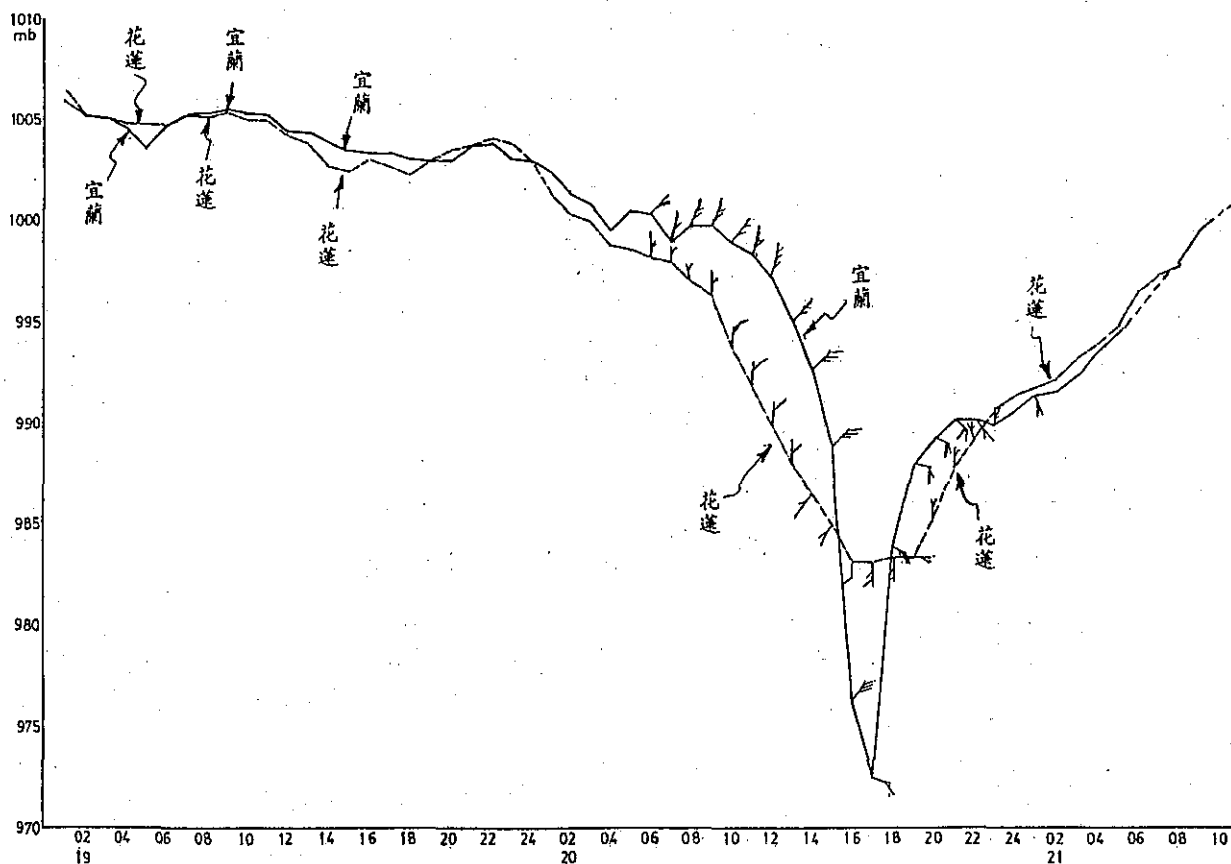
表五 麥恩颱風眼飛機偵察資料定位表
Table 5. Eye-Fixes for Typhoon June by aircraft

月	日	時 (Z)	分	北 緯	東 經	精 確 度 (NM)	地面最大風速 (KTS)	海平面氣壓 (mb)
6	17	09	00	14.8	130.7	<40	30/40	
	18	06	00	18.8	127.0	<20	55/70	
	18	18	00	20.0	125.0	<30	65/80	
	19	02	52	20.7	124.0		65	967
	19	12	46	21.0	123.0			
	19	14	30	21.0	122.8			963
	19	18	00	21.8	122.6	<40	75/95	
	20	06	00	23.9	122.0	<40	75/90	

表 六 裘恩颱風衛星資料定位表 (中央氣象局氣象衛星接收站)

Table 6. Eye-Fixes for Typhoon June by satellite

時 間 (Z)				北 緯	東 經	時 間 (Z)				北 緯	東 經
月	日	時	分			月	日	時	分		
6	18	00	00	17.4	127.8	6	20	00	00	22.7	122.5
		06	00	18.5	126.6			03	00	23.8	122.3
		12	00	18.7	125.8			06	00	24.0	122.1
		16	00	19.5	125.5			09	00	24.9	121.8
		18	00	20.0	125.0			16	00	25.1	121.6
		21	00	20.3	124.8			18	00	25.4	121.7
	19	00	00	20.6	123.9		21	21	00	25.8	121.7
		06	00	20.8	123.3			00	00	26.4	121.8
		09	00	21.1	123.0			03	00	27.0	122.0
		12	00	21.5	122.8			06	00	27.9	122.7
		16	00	21.9	122.9			12	00	28.9	123.3
		18	00	22.1	122.9			18	00	29.5	125.0
		21	00	22.2	122.6		22	00	00	30.9	125.2



圖六 花蓮及宜蘭測站在裘恩颱風登陸前後之氣壓與風變化圖。

Fig 6 The variation of the pressure and wind at Hualien and Yilan during typhoon June's Passage.

表七 泰恩風各法預測位置誤差之校驗

Table 7. Forecast error summary for typhoon June.

	Initial date	HURRAN			P. C.			CWB-80			ARAKAWA			CWB		
		Vector error	R. Angle error	Angle dev.	V.	R.A.	A	V.	R.A.	A.	V.	R.A.	A.	V.	R.A.	A.
12 HRS	6 18 18	82.4	9.7	+ 0.7	138.1	101.8	27.8	93.1	38.6	10.4	48.4	32.4	5.2			
	6 19 00	29.8	29.8	0.0	199.0	52.1	33.4	107.1	37.6	12.0	90.0	52.0	2.5			
	6 19 06	149.4	149.4	- 41.6	122.7	34.4	7.0	55.4	55.4	- 20.6	124.0	124.0	- 24.9			
	6 19 12	112.6	104.1	- 41.4	81.8	55.9	- 13.1	106.5	106.5	- 38.3	152.3	157.5	- 41.0	141.7	142.6	- 37.3
	6 19 18	79.5	44.7	- 1.1	41.6	41.6	10.8	93.0	29.7	0.2	101.4	101.4	- 28.3	45.7	45.7	- 12.8
	6 20 00	153.0	145.0	86.0	194.9	114.3	50.5	160.1	112.5	39.4				89.8	98.9	20.2
	6 20 06	79.5	247.8	14.2	149.0	159.1	49.8	188.4	308.0	- 35.3	59.2	209.9	16.0	121.4	292.4	15.6
	Average	98.0	104.4	- 4.7	132.4	79.9	+ 23.7	114.8	98.8	- 4.6	95.9	112.9	- 11.8	99.7	144.9	- 3.6
24 HRS	6 18 06													165.3	207.3	12.7
	6 18 12													176.0	283.0	14.6
	6 18 18	202.8	163.5	- 8.7	258.0	55.9	12.9	203.0	45.7	4.2	179.6	119.3	- 3.9	225.9	172.4	- 9.2
	6 19 00	122.0	74.7	- 19.3	275.0	172.4	12.9	169.3	51.9	- 2.3	219.2	170.2	- 21.3	204.9	169.6	- 22.6
	6 19 06	293.0	293.0	- 42.2	77.0	77.0	3.6	97.9	97.9	- 15.5	273.0	273.0	- 36.1	183.5	183.5	- 27.6
	6 19 12	183.5	183.5	- 25.9	239.6	186.1	34.8	165.0	112.1	- 14.5	207.5	245.5	- 30.1	170.4	221.4	- 24.5
	6 19 18	125.9	77.6	11.3	298.1	244.5	45.7	177.8	53.2	18.5	98.9	123.2	- 8.2	139.7	183.6	- 20.3
	6 20 00	234.3	408.2	25.5	434.2	432.6	60.7	248.4	356.4	34.1				32.9	286.3	1.6
	6 20 06	199.0	490.7	- 23.3	324.4	531.5	37.6	195.7	623.8	3.6	183.8	398.9	- 25.2	230.5	546.6	- 23.7
	Average	194.4	241.6	- 11.8	272.3	242.9	+ 25.5	179.6	191.6	+ 4.0	193.7	221.7	- 20.8	169.9	250.4	- 11.0
36 HRS	6 18 18	263.0	263.0	- 16.2	690.7	690.7	45.1	254.3	254.3	- 2.1						
	6 19 00	86.4	182.7	- 9.0	738.6	749.8	46.7	144.7	277.7	- 0.5						
	6 19 06	345.9	422.0	- 32.7	490.5	547.8	34.7	53.1	178.1	- 5.2						
	6 19 12	319.8	291.4	- 36.4	299.9	464.3	22.2	180.7	177.6	- 10.7						
	6 19 18	187.3	243.8	- 2.1	71.5	421.3	6.4	199.2	265.6	8.2						
	6 20 00	124.1	646.3	3.7	250.8	627.0	21.0	216.1	667.5	15.1						
	Average	221.1	341.5	- 15.5	423.7	583.5	+ 29.4	166.4	303.5	+ 0.8						
48 HRS	6 18 18	215.4	381.5	- 9.2	508.0	631.9	22.2	377.8	562.8	4.2						
	6 19 00	228.4	265.4	- 20.4	683.2	881.1	25.7	264.4	514.8	- 2.9						
	6 19 06	660.9	525.4	- 51.5	443.3	855.3	12.9	352.9	332.4	- 27.6						
	6 19 12	637.4	415.2	- 52.2	92.6	447.8	2.6	402.5	298.7	- 28.9						
	6 19 18	158.1	471.7	- 3.5	394.8	828.5	24.7	302.0	326.8	- 4.7						
	6 20 00	110.4	878.3	- 2.6	796.2	999.0	31.0	79.3	858.4	- 0.4						
	6 20 06	529.7	928.1	- 31.1	799.2	999.0	30.3	382.6	999.0	- 14.2						
	Average	362.9	552.2	- 24.4	531.0	806.1	+ 21.3	308.8	556.1	- 10.6						

表八 裴恩颱風侵襲期間，本局所屬各測站颱風記錄綱要表

Table 8. The meteorological summary of CWB stations during Typhoon June's Passage.

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 10m/s 以 上	最 大 降 水 量 (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、分至日、時、分	一小時內 值	日、時、分至日、時、分	十分鐘內 值	日、時、分至日、時、分	數量	日、時、分至日、時、分
彭佳嶼	990.1	21 01 30	E	39.8	20 21 10	992.7	24.0	99	ESE	33.3	20 21 40	18 20 00~21 06 00	27.9	20 21 00~20 22 00	9.2	20 21 00~20 21 10	127.1	20 11 40~21 06 00
基 隆	986.3	20 16 30	NE	33.9	20 16 43	986.8	24.5	97	NE	18.5	20 16 40	20 14 50~20 17 30	30.0	21 09 00~21 10 00	9.0	21 09 17~21 09 27	139.9	19 10 20~21 16 40
鞍 部	995.8	20 16 36	S	27.6	20 16 57	998.3	21.0	100	S	13.2	20 17 10	18 23 00~20 17 00	32.0	20 15 30~20 16 30	6.0	20 16 00~20 16 10	120.7	19 13 50~
竹 子 湖	988.2	20 16 34							NE	8.3	20 16 50		37.2	20 15 30~20 16 20	10.2	20 15 50~20 16 00	102.3	19 14 50~21 04 00
臺 北	985.6	20 16 50	NE	26.4	20 16 05	988.9	26.0	87	NNE	11.0	20 15 50	20 15 40~20 15 50	14.5	21 07 00~21 08 00	5.3	21 07 24~21 07 34	48.0	19 17 10~21 08 00
新 竹	988.9	20 18 15	WSW	16.1	21 04 20	996.1	24.6	98	W	10.3	21 03 00	20 16 40~20 16 50 21 02 50~21 03 00	18.1	21 08 36~21 09 36	10.2	21 08 36~21 08 46	94.3	20 15 30~21 10 20
臺 中	991.8	20 16 30	NNW	11.6	20 17 43	992.8	26.3	87	NW	5.3	20 19 00		7.1	20 22 00~20 23 00	2.8	21 00 00~21 00 10	31.9	20 11 24~
梧 棲	991.6	20 16 13	NNW	22.6	20 19 10	992.5	25.6	90	N	17.6	20 17 50	20 15 50~21 04 00	1.4	20 23 00~20 24 00	1.2	20 23 30~20 23 40	5.1	20 18 00~21 05 00
日 月 潭	882.6	20 17 10	SW	19.5	21 00 20	887.8	20.7	100	SW	14.7	21 00 20	20 16 00~	38.5	20 23 00~20 24 00	10.5	20 23 30~20 23 40	191.2	20 07 30~
澎 湖	994.9	20 14 00	NNW	17.4	20 14 10	995.0	26.5	94	NNW	9.5	20 14 05		0.6	20 10 50~20 11 50	0.2	20 10 50~20 11 00	0.7	20 10 10~20 11 50
嘉 義	993.6	20 15 45	W	13.0	21 01 52	1000.4	24.8	97	W	9.3	21 01 50		18.1	21 01 00~21 02 00	4.0	21 01 30~21 01 40	48.3	20 12 07~21 05 00
阿 里 山	3001.6	20 16 00	WNW	18.6	20 22 42	3041.8	14.5	100	NW	10.0	20 22 20	20 01 00~21 11 00	37.0	21 01 00~21 02 00	11.0	21 00 50~21 01 00	323.0	18 16 00~21 11 00
玉 山	2968.4	20 18 15							NNW	21.7	20 18 00	20 16 50~20 20 00	14.0	20 21 00~20 22 00	5.0	20 21 40~20 21 50	130.3	18 21 03~21 08 00
臺 南	994.2	20 15 10	WNW	15.8	20 15 32	994.3	27.5	93	WNW	7.7	20 16 13		2.2	20 16 50~20 17 50	1.0	20 17 10~20 17 20	4.9	20 15 35~21 05 10
高 雄	995.0	20 16 00	WNW	20.3	20 17 10	995.8	26.8	94	WNW	15.2	20 16 10	20 14 10~21 00 50	27.5	21 03 10~21 04 10	9.5	21 03 40~21 03 50	45.8	20 08 10~21 04 40
東 吉 島	995.3	20 14 00 20 15 00	NNW	24.9	20 15 55	995.5	25.8	96	NNW	16.7	20 15 30	20 12 00~21 11 00	0.2	20 13 05~20 14 05	0.1	20 13 05~20 13 15	0.4	20 12 10~20 15 00
恒 春	995.2	20 15 50	WSW	18.3	20 15 41	995.6	27.0	90	WSW	8.6	20 15 40		25.4	20 19 52~19 20 52	11.2	20 19 52~19 20 02	50.8	19 16 03~21 03 30
蘭 嶼	991.4	19 23 40	NE	40.0	19 23 40	991.4	24.4	99	NE	33.7	19 23 40	19 00 22~	30.4	20 04 54~20 05 54	8.0	20 05 20~20 05 30	118.3	19 02 30~21 07 10
大 武	989.0	20 16 01	SSW	18.5	20 19 52	993.8	27.6	77	SSW	9.0	20 21 09		5.7	21 04 00~21 05 00	1.9	21 04 25~21 04 35	25.2	19 20 10~21 05 00
臺 東	985.1	20 16 50	SSW	21.3	21 02 30	994.8	27.0	83	SSW	13.0	21 02 40	21 01 20~21 06 20	14.5	20 05 00~20 06 00	5.0	20 06 30~20 06 40	54.5	19 14 45~20 14 00
新 港	983.6	20 16 25	S	26.8	21 01 35	990.7	27.6	85	S	18.3	20 22 20	19 12 30~21 07 30	22.0	20 05 40~20 06 40	6.6	20 05 40~20 05 50	84.0	19 09 30~21 06 10
花 蓮	983.0	20 17 15	N	22.2	20 11 15	991.5	26.1	90	N	11.3	20 12 50	20 11 20~20 12 50	32.0	19 21 00~19 22 00	8.5	19 21 30~19 21 40	113.8	19 15 35~21 10 50
宜 蘭	969.5	20 16 45	N	33.0	20 16 08	970.4	25.6	95	N	24.0	20 16 10	20 14 00~20 20 00	22.0	20 14 00~20 15 00	7.0	20 14 30~20 14 40	193.0	19 17 01~

此外，自 19 日晨起，逐漸減緩的進行速度亦可視為颱風路徑將有改變之前奏，如果說速度最小之處即為路徑改變之端點，裘恩颱風的情況正好吻合。本局花蓮氣象雷達此時正好發揮其最大效用，使預報人員能及時修正預報路徑，將登陸地點自臺東改至宜蘭，減少了生命財產無謂的損失。

綜觀裘恩颱風之路徑還算穩定，而其整個路徑呈拋物線，則完全受太平洋高壓之影響所致。

(一) 氣壓與風之變化

由氣壓與風之變化可以看出短期內颱風之移動情況，因為颱風大多係向氣壓降低最大之方向移動。圖六為花蓮與宜蘭兩測站在颱風登陸前後之氣壓與風變化圖。

由圖六風向的轉變可以很清楚地看出裘恩颱風在 20 日下午 13~14 時之間越過花蓮站之緯度，16~17 時間通過宜蘭站之南。由氣壓之變化可以看出 20 日 16~17 時間是裘恩颱風中心最接近宜蘭站的時刻，而此期間花蓮站之氣壓值並未再降低。因此，比較合理的說法應是：裘恩颱風中心自宜蘭附近登陸後，隨即通過宜蘭測站之南，沿北部橫貫公路穿越之山谷，向桃園方向越過山脈而於桃園附近出海。

(二) 預測中心路徑之校驗

此次颱風警報期間，本局電子計算機中心亦配合分別以 ARAKAWA 法，HURRAN 法，PC 法，及 CWB-80 法等客觀方法分別作出 12 小時至 48 小時之預測。預報中心再配合其他資料加以主觀判斷之後作出正式對外發佈之預測位置，通稱 CWB 法。各次預測均作向量誤差 (Vector error)、直角誤差 (Right-angle error) 及偏角誤差 (Angle deviation) 的校驗，校驗結果列於表七。

以 24 小時預報言，可以發現向量誤差以 CWB 法的 169.9 公里最佳，以 PC 法的 272.3 公里最差。顯示對裘恩颱風之預報，中央氣象局預報中心同仁已作了最佳的判斷。

就偏角誤差一項言，由 HURRAN 法、PC 法、及 CWB-80 法三者之比較，可以看出 CWB-80 法之結果最佳；24 小時之平均偏角誤差向右為 15.1 度，向左為 10.8 度。PC 法之結果最差。

此外，還可以看出，除 PC 法所作之預測幾全為偏向右方外，其他方法所作之預測則大都偏向左方，而且預測時間愈長此種現象愈明顯。可見，各

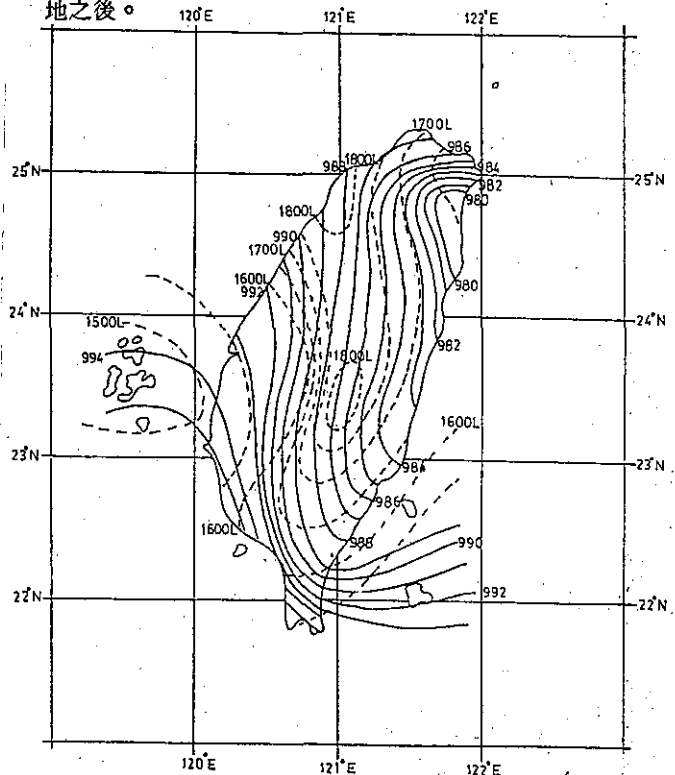
種預測法均有其固有的偏向趨勢，待將來資料增加後，或可就各法對各種路徑之颱風之預報能力做一統計、評估，以爲未來利用此類客觀方法預報結果之依據。

四、裘恩颱風侵臺期間各地氣象情況

中度颱風裘恩的中心雖然在臺灣登陸，但其在全省各地造成之風力、雨量均不大，誠屬大幸。其侵臺期間本局各測站實測之各項氣象要素值列表八，以供參攷。並簡述如下：

(一) 氣壓：

本局各測站測得最低氣壓出現的時刻，除蘭嶼在 19 日夜 23 時 40 分，彭佳嶼在 21 日 01 時 30 分外，其餘各站均出現在 20 日 14 時至 18 時之間，這與颱風路徑有密切的關係。各地出現之最低氣壓值及其同時線之分析如圖七所示。由於颱風中心最早接近蘭嶼附近，故蘭嶼站最低氣壓出現之時刻早於其他各地。同時，對彭佳嶼而言，颱風中心最接近的時刻，是中心登陸後又自桃園附近出海並逐漸偏向東北進行時，故其最低氣壓出現之時刻落在各地之後。



圖七 裘恩颱風登陸前後，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 over Taiwan during June's passage

(一)風

裘恩颱風屬中度颱風，中心附近最大風速最高時只有38m/s，而一般中度颱風之中心附近最大風速的範圍乃在32.7 m/s至50.9 m/s之間。即以中度颱風言，裘恩的風力亦算是小的，故在各地造成的最大風速亦屬有限。瞬間最大風速以蘭嶼的40.0 m/s最大，臺中的11.6 m/s最小。前者位於海中島嶼，後者則位於中央山脈之背風面。

若以各地瞬間最大風速出現的時刻言，澎湖、東吉島、臺南、恒春、花蓮、蘭嶼均在中心登陸之前。而原來預測的中心登陸地點附近之臺東、新港反而在21日凌晨才出現；除新竹外，此兩地強風出現之時刻最晚。

(二)降水：

除了阿里山測站有323.0公厘之總雨量外，其他地區之降水情況並不嚴重。一小時最大降水量全在40公厘以下，且除花蓮、基隆外，其他一小時最大降水量超過30公厘者均在山地。

其他之氣象要素情況可參考表八。

五、災 情

裘恩颱風雖屬中度颱風，且沿本省東部海面進行而中心又登陸宜蘭；但在全省各地造成的災害並不嚴重，誠屬大幸。

依警政署防颱中心之統計資料，裘恩颱風共造成3人死亡以及房屋半倒4間。其他農田及農作物以及工業設施等的損害亦不嚴重。 胡亞棟執筆

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)

民國七十年颱風調查報告

侵台颱風(8108號)莫瑞

Report on Typhoon "Maury" in 1981

ABSTRACT

Maury, the 8th tropical storm originating in the northern Pacific Ocean in 1981, was listed as the 3rd sea-land warning issued by CWB. Although Maury's intensity was not reach to the typhoon's grade, it still made some serious damages in the north part of Taiwan.

There were several interesting characters as follows:

- (1) Two-day's lifetime from 180000Z to 200000Z July.
- (2) The accumulated heavy rainfall caused great flood in northern Taiwan.
- (3) The structure is not solid, during her lifetime, so radar couldn't find exact position.
- (4) There are great difference between eye-fixed by satellite and by surface circulation. This implied that the center of high level and low level have great slope.

一、前言

輕度颱風莫瑞 (Maury) 是本年內發生於北太平洋區的第八個颱風，同時也是本年度發布海、陸上警報的第三個颱風，雖然她僅是個輕度颱風且中心未曾登陸，但由於其具有若干特徵並造成相當嚴重的損害，引起廣泛的關切及深入探討的興趣。

以下簡列數個特徵：

1. 生命期短：從 7 月 18 日 0000Z 形成，到 20 日 0000Z 轉變為熱帶性低氣壓為止，生命期僅祇兩天。

2. 雨量豐沛而集中：

雨量以臺灣西岸較大，尤其北部地區大雨連連以及南部地區間接引發的西南氣派導致豪雨成災，洪水氾濫。

3. 結構並不完整：

在颱風進行及發展中，沒有任何雷達報告顯示其中心位置，亦即雷達未曾觀測到其中心位置，可見其沒有完整的結構。

4. 高空及地面環流的中心位置傾斜度極大，以致依衛星資料及地面圖資料所研判出的颱風中心位

置有極大偏差。(見圖 1)

5. 行至臺灣東北角路徑之突然變化，由其原西北西路徑，改為偏西進行，此亦為造成重大災害的因素之一。

二、莫瑞颱風之發生與經過

7 月 18 日 00Z 在巴士海峽東方海面之熱帶性低氣壓發展成輕度颱風，命名為莫瑞 (Maury)，編號 8108 號，以時速 18 公里，向西北西進行；7 月 18 日 06Z 在恒春東南東方 770 公里之海面上，亦即北緯 20.8 度，東經 127.5 度，以時速 18 公里繼續向西北西進行，對臺灣東部海面及陸地構成威脅，本局立刻於 15 時 50 分發布海上陸上颱風警報 (第 3 號第 1 報)，並由其結構指出，莫瑞颱風對臺灣地區影響程度，「雨」的情況將較「風」為嚴重，明示其將有洪氾之慮。

7 月 18 日 12Z 位置進行至北緯 21.5 度，東經 126.5 度，亦即位於恒春東方約 650 公里海面上，以時速 18 公里向西北西方向行進，由衛星雲圖及地面天氣圖顯示，颱風的地面及高空的中心位置有很大的偏差 (如圖 1) 颱風中心位置亦不穩定。

7月18日 18Z 位置在北緯 22.5 度，東經 126.1 度，亦即在花蓮東南東方約 540 公里之海面上，以 18 公里之時速向西北轉西北西進行，對臺灣東部及北部構成威脅，此時高空及地面位置仍不一致，唯威力略為增強至中心最大風速每秒 33 公尺。

7月19日 00Z 位置在北緯 24.7 度，東經 124.3 度，在臺北東南東方 310 公里之海面上，仍以時速 18 公里向西北西進行，此時高空及地面環流才調整趨於一致，而高空環流中心因受西風槽影響有明顯向北調整移位現象。

7月19日 06Z 在北緯 25.0 度，東經 123.0 度，亦即在臺北東方 170 公里處，以 25 公里之時速向西進行；當時觀測到的最大陣風以基隆的 8 級風為最大，唯雨量均大於 100 公厘以上，如宜蘭 108 公厘、基隆 63 公厘、臺北 134 公厘、新竹 103 公厘、高雄 188 公厘、臺南 113 公厘。

7月19日 12Z 在北緯 25.4 度，東經 121.9 度，即在臺北北東方 60 公里之海面上，以 25 公里時速向西進行，進入臺灣海峽北部後威力減弱。

7月19日 18Z 在北緯 25.7 度，東經 119.5 度，即在馬祖南方 50 公里，以每小時 25 公里之速度向西直撲大陸，中心最大風速也減弱為每秒 23 公尺。於 20 日 00Z 變成熱帶性低壓，結束了兩天的生命期。

誠如預測，雨患甚於風災，在北部及北部山區造成大量降水，依中央氣象局測候所資料：陽明山（竹子湖）595.0 公厘、臺北 328.5 公厘、新竹 385.3 公厘。其西南氣流亦在南部造成豪雨：高雄 199.5 公厘、臺南 185.9 公厘。

三、莫瑞颱風路徑與天氣圖型式分析及討論

莫瑞颱風由於其高空及地面環流的極不協調，使得路徑的探討更顯得有趣，分別觀察低高對流層環流的大氣運動可窺知其況。於 18 日 00Z 起地面中心以西北西進行，而高空中心從 18 日 00Z 到 18 日 18Z 都以偏西進行，而在 18 日 18Z 到 19 日 00Z 之間，由北緯 21.5 度、東經 124.3 度調整為北緯 25.0 度、東經 124.3 度，以向北的路徑進行，地面中心則仍以西北西進行，此時高空與地面中心之相對位置，由原來的偏南變為偏北。自此之後一直維持高空較地面略為偏北的位置（如圖 1）。以上的現象推究其原因：(1)此颱風於形成 6 小時後，即對陸地

構成威脅，可見並無足夠時間；並因過分的接近陸地，影響了它發展成完整結構的條件；況且其形成颱風時位置已偏於北緯 20 度以北，更加限制了它以後的發展，故而造成高空及地面中心位置不一致的現象。(2)在其行進的階段，高空位置原都偏於地面位置之南，但至 190000Z 時，調整成高空位於地面中心之北的現象，直至其減弱登陸為止。此種調整後仍無法趨於一致的現象，當與其對流性不活躍導致的不完整之螺旋狀結構有關。

莫瑞颱風本均以西北西為進行方向，但於 190600Z 到達臺灣東北角時，亦即在北緯 25.0 度，東經 123.0 度，突改為向西進行，加重了它所造成的災害，以下就此點加以探討。

莫瑞是一輕度颱風，且未能充份的發展，故考慮它的駛流控制應在 500 毫巴層以下，當觀察 18 日 19 日，500 毫巴以下各層的天氣圖，主要型式並無多大改變，但有一主要因素却足以改變其西北西路徑而為偏西進行，那就是臺灣北方的控制高壓勢力稍增強，且位置在颱風的正北方，抵制了它向北的分量。在 181200Z 700 毫巴的圖上高壓中心位於北緯 37 度、東經 129 度（如圖 2），而於 190000Z 時高壓中心却在北緯 36 度、東經 121 度，恰好位於颱風之正北方，使得它改以偏西方向進行，加重了北部地區的雨勢（如圖 3）。

四、莫瑞颱風侵臺期間各地氣象情況

由於莫瑞颱風屬輕度，且中心未曾登陸，但却造成重大災害。茲將其侵襲期間，氣象要素分述於下：

1. 颱風中心氣壓及中心風速（如圖 4）：莫瑞於 180000Z 形成颱風後，氣壓逐漸加深而中心風速亦逐漸增強，190000Z 至 190600Z 之間為其最強盛期，而後從臺灣北方近海通過，威力迅速減弱，中心氣壓升高（填塞），風速減弱，進入臺海後由於接近大陸而減弱成熱帶性低氣壓，可見此颱風於接近陸地前 6~12 小時達到最強盛期，通過陸地近海後迅速減弱，進入臺灣海峽亦不適合其重新發展，故 12 小時後，衰減成熱帶性低氣壓。

2. 莫瑞的移動速度（如圖 4A）：從圖中可見莫瑞從發展後分兩段增速，未曾受到陸地接近的影響而有減速之現象，亦未有離開陸地後的加速現象。

3. 彭佳嶼於 19 日 19 時（1900Z），氣壓為

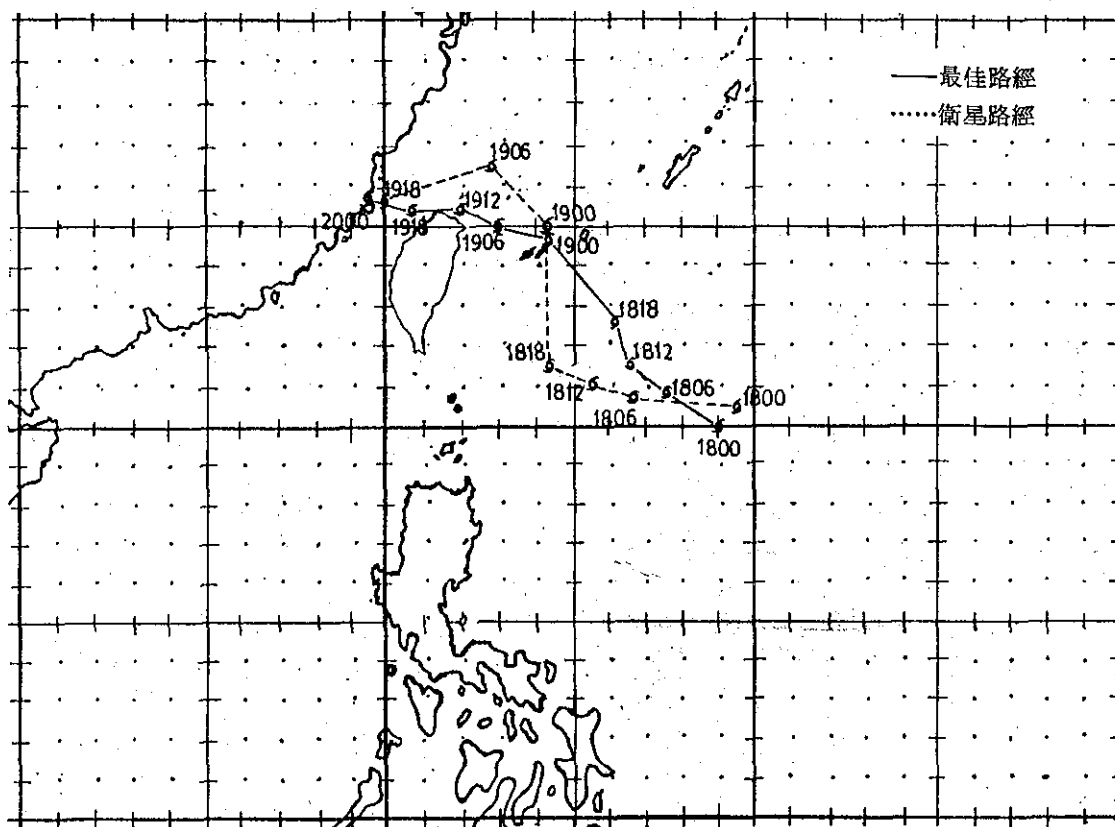


圖1. 莫瑞颱風路經圖

Fig. 1. The best and satellite tracks for Typhoon Maury

表1. 莫瑞颱風最佳路徑資料表

Table 1. The eye-fixed position of best track for Maury

颱風 莫 瑞 (MAURY) 編號 8108 民國 70 年 (1981 年)

月	日	時 (Z)	北 緯	東 經	中心氣壓 (mb)	最大風速 (m's)	颱風進行方向	時 速 (km/hr)
7	18	00	20.0	129.0	997	18	WNW	15
	18	06	20.8	127.5	990	20	WNW	18
	18	12	21.5	126.5	990	23	WNW	18
	18	18	22.5	126.1	990	25	NW→WNW	18
7	19	00	24.7	124.3	987	30	WNW	18
	19	06	25.0	123.0	987	30	W	25
	19	12	25.4	121.9	987	25	W	25
	19	18	25.4	120.7	990	23	W	25
7	20	00	25.7	119.5	—	—	—	25

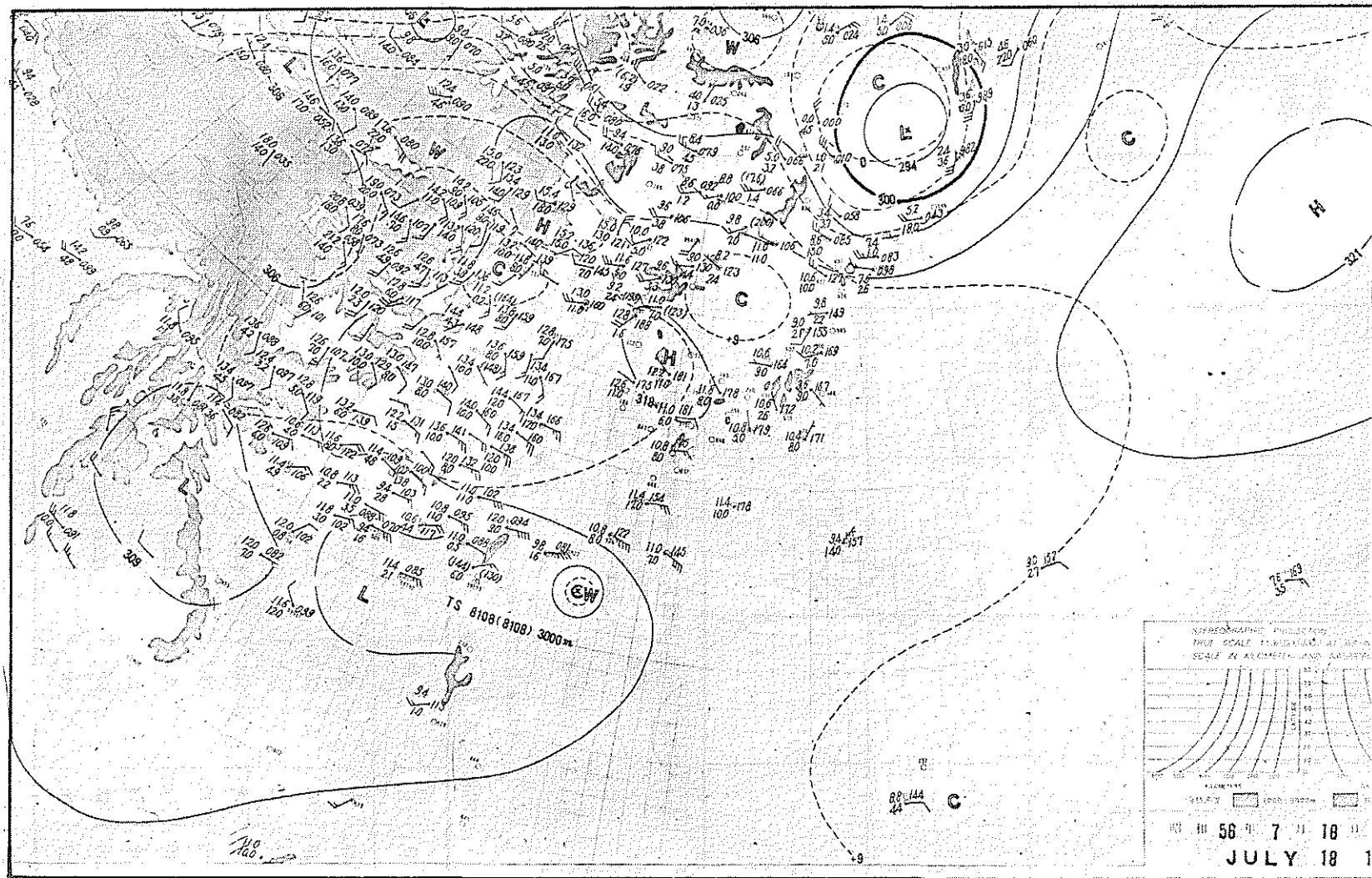


圖 2. 民國 70 年 7 月 18 日 12Z 700mb 高空圖
Fig. 2. 181200Z, July 1981, 700mb chart

表 2. 衛星資料及飛機偵察報告資料
Table 2. The Summary of satellite and aircraft data.

颱風 莫 瑞 (MAURY) 編號 8108 民國 70 年 (1981 年)

項目	月	日	時	北 緯	東 經	中心氣壓	最大風速	颱風進行方向	速 度
衛 星 資 料	7	18	00	20.5	129.5	—	35	290	10
			06	20.7	126.6	—	40	285	10
			12	21.1	125.4	—	45	290	12
			18	21.5	124.3	—	50	290	12
	7	19	00	25.0	124.3	987.9	60	310	13
			06	26.4	122.7		65	310	16
			18	25.6	120		35	275	14
飛 機 報 告	7	18	03 12	20.5	127.3		45		
			04 05	21.3	127.8		45		

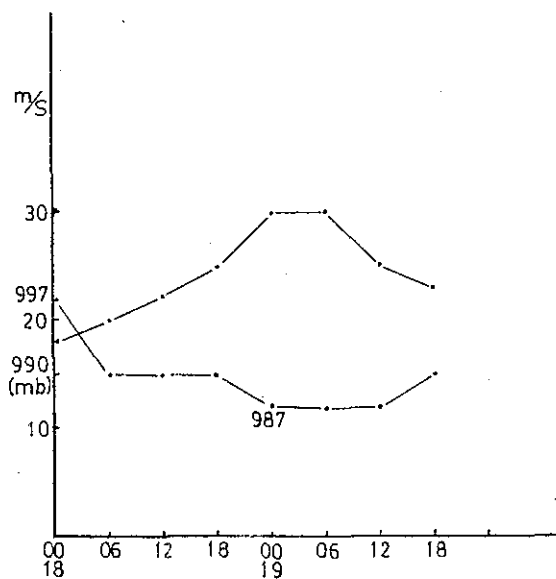


圖 4. 莫瑞颱風中心氣壓與最大風速之變化圖
Fig. 4. The variations of pressure of Maury

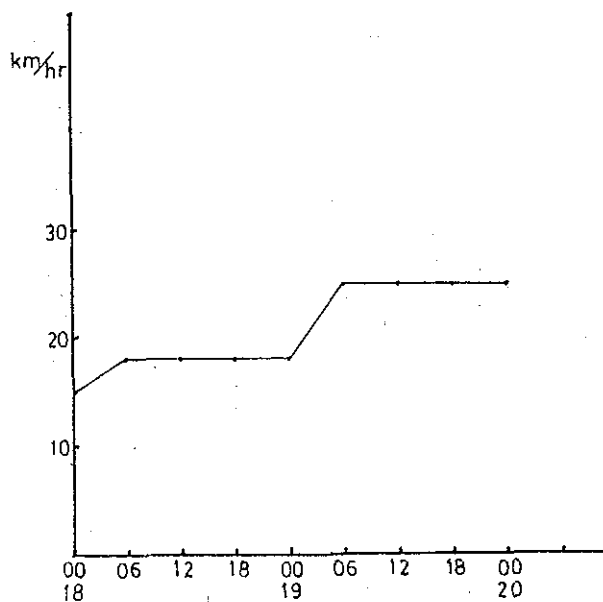


圖4A. 莫瑞颱風時速變化圖
Fig. 4a. The variations of moving speed of Maury

表三 莫 瑞 風 氣 象 統 計 表
Table 3. The meteorological elements of C. W. B. stations during Mary's passage

莫 瑞 風 (MAURY) 編 號 8108 民 國 70 年 (1981 年)

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 10m/s 以上 日 時 分至日 時 分	最 大 降 水 量 (mm)						降 水 總 量 (mm)	
	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		一小時 內 值	日 時 分至日 時 分	十分鐘 內 值	日 時 分至日 時 分	數值	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分
彭佳嶼	987.0	19 19 00	NE	32.8	19 19 00	987.0	26.2	98%	NE	28.0	19 19 20	18 14 00~ ?	7.8	19 10 20~19 11 20	2.6	19 10 20~15 10 30	35.7	19 05 40~20 05 45		
基隆	988.6	19 18 33	NW	20.7	19 18 06	989.2	26.2	100%	N	13.7	19 13 30	19 10 00~19 18 30	66.6	19 18 00~19 19 00	20.6	19 18 30~19 18 40	204.5	18 04 22~20 08 50		
鞍部	997.6	19 20 30	N	32.2	19 16 04	900.5	22.2	100%	N	18.8	19 16 10	19 10 00~20 01 50	98.0	19 18 40~19 19 40	10.0	19 19 30~19 19 40	416.9	18 15 10~20 03 50		
竹子湖	987.9	19 18 58							NNE	7.3	19 13 20	—	112.0	19 19 00~19 20 00	28.0	19 19 30~19 19 40	595.0	18 21 15~20 03 50		
臺北	987.8	19 19 00	WSW	15.0	19 18 59	987.8	24.9	100%	ESE	7.2	19 21 20	—	65.0	19 16 00~19 17 00	22.0	19 16 20~19 16 30	328.5	18 21 12~20 03 36		
新竹	988.7	19 23 10	N	18.1	19 19 32	991.5	25.1	97%	N	9.0	19 19 35	—	81.0	19 18 20~19 19 20	24.6	19 18 30~19 18 40	385.3	18 23 35~20 05 45		
臺中	994.1	19 20 00	NW	17.9	19 20 20	994.3	24.9	99%	WNW	7.7	19 20 30	—	43.2	19 20 00~19 21 00	8.6	19 20 00~19 20 10	244.6	18 20 50~ ?		
梧棲	994.3	19 22 45	NNW	23.0	19 19 29	994.9	25.8	94%	NNW	18.9	19 19 30	19 16 12~20 05 10	39.0	19 19 23~19 20 23	14.3	19 00 52~19 01 02	209.2	18 20 45~20 09 00		
日月潭	886.7	19 10 15	S	13.5	19 18 05	887.2	19.6	100%	SW	11.0	19 23 00	19 16 00~20 07 00	32.7	19 21 00~19 22 00	10.0	19 21 30~19 21 40	192.6	18 23 50~20 06 50		
澎湖	996.0	20 02 00	W	13.8	20 07 02	997.7	26.5	93%	W	8.5	20 07 05	—	52.8	21 05 00~21 06 00	13.0	19 05 10~19 05 20	204.5	19 04 45~21 11 50		
嘉義	997.4	20 02 03	E	10.0	19 21 00	998.0	24.8	98%	E	5.7	19 21 00	—	36.5	20 07 50~20 08 50	10.5	20 08 00~20 08 10	128.1	18 15 45~20 09 00		
阿里山	3025.0	20 02 10	W	13.0	19 21 50	3040.5	13.4	98%	W	6.0	19 21 50	—	13.0	19 21 00~19 22 00	3.8	19 22 00~19 22 10	133.3	19 00 50~21 15 00		
玉山	3023.0	19 20 10							NNW	16.7	19 22 30	19 22 10~20 03 00	14.0	19 22 20~19 23 20	3.0	19 22 50~19 23 00	44.0	18 23 30~20 06 40		
臺南	998.1	30 01 50	SW	13.0	19 04 31	1001.3	25.9	85%	N	6.3	19 03 35	—	62.5	19 06 00~19 07 00	22.0	19 06 10~19 06 20	185.9	18 17 15~20 08 30		
高雄	998.0	20 03 00	NNW	19.1	19 04 27	1000.9	25.7	83%	NNW	9.3	19 04 40	—	83.5	19 07 10~19 08 10	25.5	19 07 30~19 07 40	199.5	19 20 ?~20 08 20		
東吉島	996.7	20 02 20	SW	17.1	20 06 02	997.7	26.6	94%	SW	13.7	20 06 04	19 05 46~ ?	36.8	19 08 02~19 09 02	16.0	19 08 06~19 08 16	37.9	19 05 10~19 22 10		
恒春	997.9	20 03 00	WNW	14.3	19 13 50	999.0	29.4	75%	WNW	9.1	19 14 00	—	0.1	20 10 15~20 10 19	0.1	20 10 15~20 10 19	0.1	20 10 15~20 10 19		
蘭嶼	993.7	19 16 13	WSW	34.4	19 15 54	994.1	26.5	82%	WSW	27.7	19 18 00	18 03 40~ ?	0.2	20 03 32~20 03 54	0.1	20 03 44~30 03 50	0.2	20 03 32~20 03 54		
大武	993.8	19 17 26	NNE	18.6	18 16 57	1003.4	27.1	80%	NNE	10.6	18 17 00	18 16 48~18 17 00	T		T		T	18 16 52~18 17 00		
臺東	991.3	19 20 00	S	16.7	19 23 55	992.0	28.6	71%	S	9.7	19 23 50	—	6.0	19 16 10~18 17 00	3.8	18 16 25~18 16 35	6.0	18 16 10~18 17 00		
新港	990.7	19 20 45	NNE	19.9	18 15 50	1003.7	27.2	90%	S	11.5	19 12 50	18 15 50~19 14 10	4.8	18 15 55~18 16 20	3.3	18 16 00~18 16 10	5.0	18 15 35~19 00 50		
花蓮	991.5	19 20 00	NNE	12.7	18 14 55	994.5	27.9	85%	NNE	5.8	18 15 00	—	6.5	19 00 00~19 01 00	1.5	19 00 40~19 00 50	43.1	18 15 40~20 01 05		
宜蘭	990.3	19 19 10	SW	9.2	19 14 46	993.5	24.3	93%	SW	6.3	19 16 50	—	45.0	19 13 00~19 14 00	15.0	19 13 30~19 13 40	147.3	18 21 50~20 09 15		

(預 17 之 5 表)

987mb，基隆於 19 日 18 時 33 分 (1030Z) 出現 988.6 mb，鞍部 19 日 20 時 30 分亦出現最低氣壓。可見莫瑞於 19 日 12Z 左右通過其間，而轉接近彭佳嶼。

4. 各地出現的風，由於莫瑞是輕度颱風，且發展結構不完整，又未曾登陸，故各地最大陣風皆不強，除彭佳嶼出現過每秒 28 公尺，蘭嶼出現每秒 27.7 公尺外，其他各地最大陣風皆未超過每秒 10~20 公尺。

5. 降水：莫瑞颱風侵臺期間，各地雨量大致可分：①東北部及北部地區的雨量集中區域。

②南部地區受西南氣流影響造成雨量次多區。

③東南部雨量稀少區。

造成此種分布之主要原因，乃颱風強度不強，且涵蓋面積並不大，故雨量集中於暴風半徑以內的北部地區以及西南氣流影響下的南部地區（如圖 5），其中以臺北附近山區的竹子湖 595.0 公釐為冠。而平均以新竹 385.3 公釐為最多，雨量由北而南逐漸減少，於臺中尚有 244.6 公釐，至嘉義已減少至 128.1 公釐，而更往南由於受西南氣流影響，雨量已逐漸增加，臺南的 185.9 公釐，高雄 199.5 公釐；東南部地區似乎受颱風及西南氣流影響較小，雨量都在 10 公釐以下（除花蓮 43.1 公釐）。

降雨時序的先後，如圖 6，可見在臺中以北部地區，是由北而南的順序，從基隆 18 日 4 時 22 分一直到日月潭的 18 日 23 時 50 分，以上當屬於颱風本身所影響的區域。而以南的區域包括臺南及高雄的降雨時間却早於臺北，可見南部的雨量是因西南氣流的引發而起。另外有助於解釋莫瑞為何能給南部地區帶來如此豐沛的雨量？可用（圖 6）加以解釋，莫瑞形成的過程中，在南海原有一低壓存在，而且一直到 19 日 12Z 才消失，可見該區（在該時期），有潛伏豐沛的水汽及不穩定性，所以當莫瑞接近時，雖未有直接的強勁的環流影響該區，然而所誘發的西南氣流却導致較大的雷陣雨型態的豐沛降水現象。

吳德榮執筆

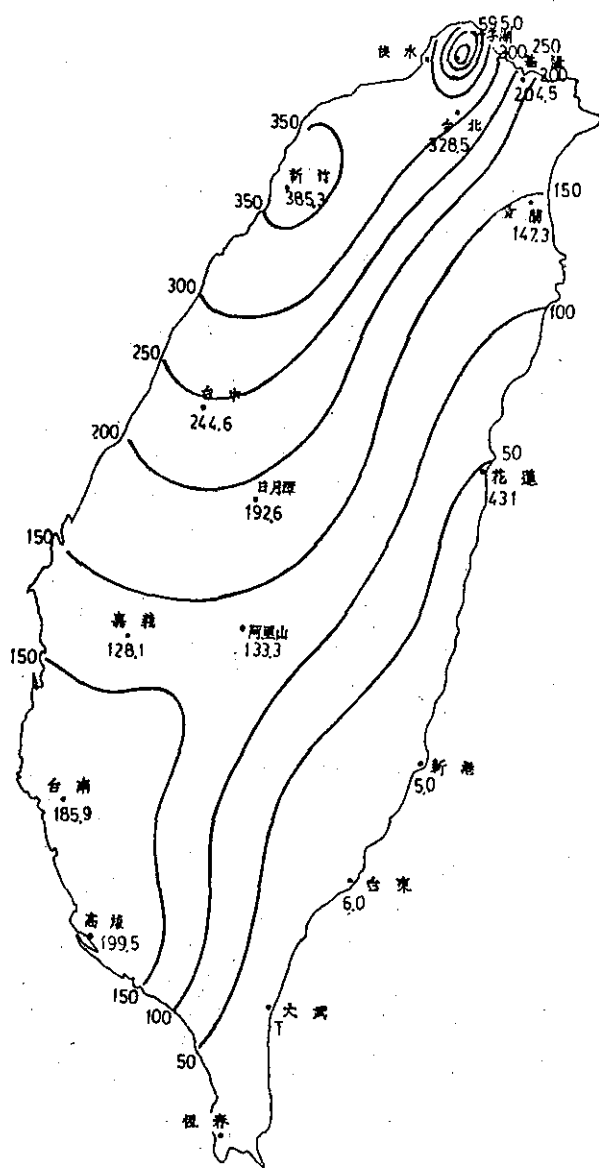


圖 5. 莫瑞颱風期間各地雨量圖

Fig. 5. The distribution of rainfall during Maury's passage

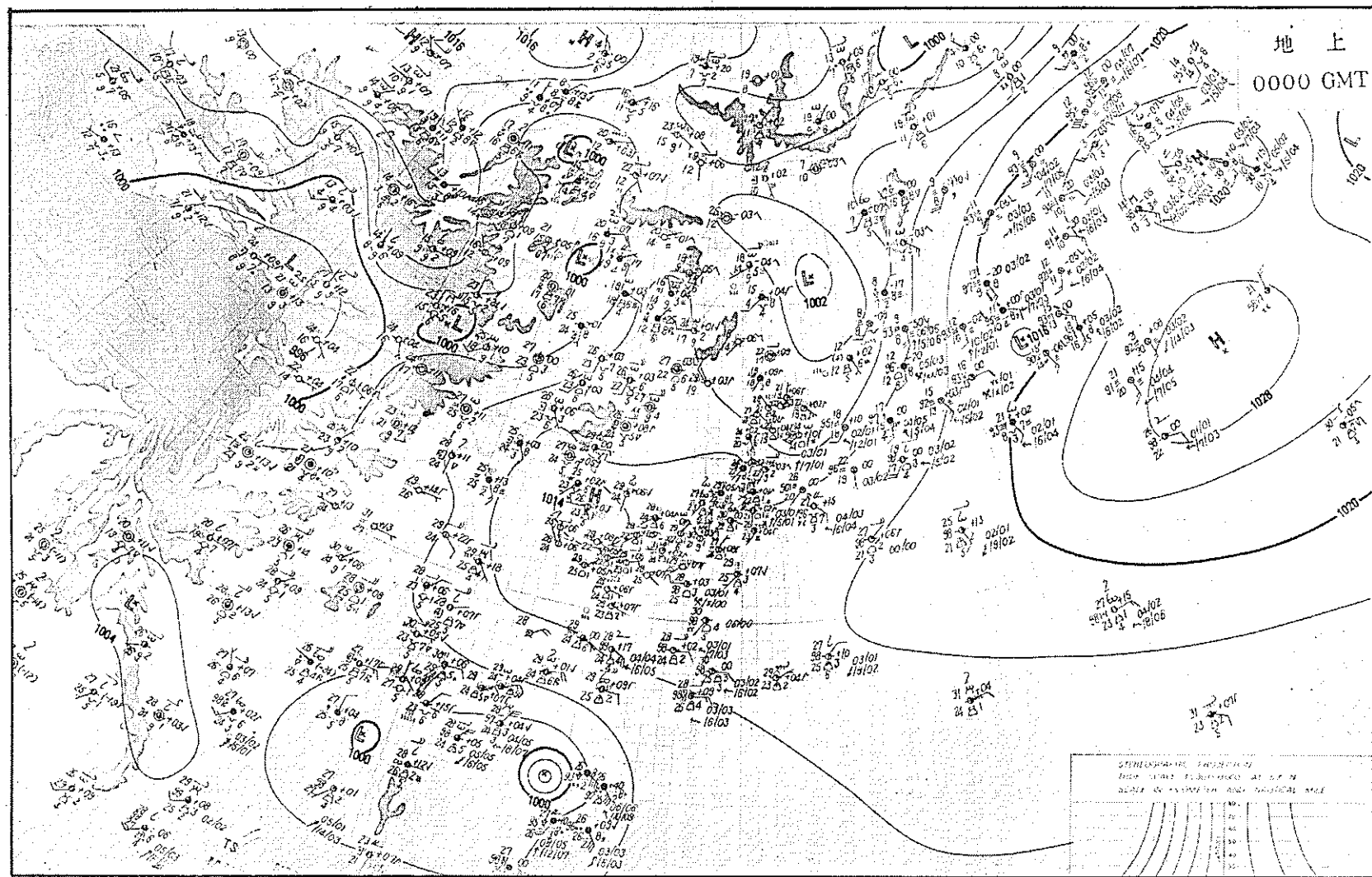


圖 6. 民國 70 年 7 月 18 日 00Z 地面圖
Fig. 6. 180000Z July 1981 sea-level chart

Volume 28, Number 3, 4

Sep. / Dec. 1982

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Article

The Foehn Phenomena Induced by Typhoon and
The Effects on Agricultural Crops

.....Wen-Shuo Kuo Chea-Yuan Young (1)

Reports

Report on the Typhoon IKE in 1981..... (13)

Report on the Typhoon JUNE in 1981..... (35)

Report on the Typhoon MAURY in 1981..... (49)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證 局版台誌字第〇九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類