

題名	作／譯者	卷期號	頁碼	出版年
近年氣象研究發展新動態	鄭子政	12/01	1	1966.03
內部重力波與豪雨數值預報模式	廖學鎰	12/01	5	1966.03
暖心之生成與低氣壓起源之關係	廖學鎰 李泰豪	12/01	20	1966.03
台北臭氧觀測報告	呂世宗 薛清溪	12/01	27	1966.03
民國五十四年北太平洋西部颱風概述	研究室	12/01	37	1966.03
-----	-----	-----	-----	-----
荒川氏颱風統計預報新法之試驗	戚啓勳	12/02	1	1966.06
颱風經路展期預報	徐晉淮	12/02	14	1966.06
大氣臭氧與天氣之研究	魏元恆	12/02	26	1966.06
北太平洋西部颱風之長期預報	鄭邦傑	12/02	34	1966.06
民國五十五年颱風調查報告（第一號 颱風裘迪）	研究室	12/02	49	1966.06
-----	-----	-----	-----	-----
強大之西南氣流及其伴來之氣團與八七水災之降水	徐寶箴	12/03	1	1966.09
台北國際機場跑道之研究	周明德	12/03	9	1966.09
民國五十五年颱風調查報告（第二號 颱風蒂絲）	研究室	12/03	20	1966.09
民國五十五年颱風調查報告（第三號 颱風寇拉）	研究室	12/03	28	1966.09
民國五十五年颱風調查報告（第四號 颱風艾爾西）	研究室	12/03	36	1966.09
-----	-----	-----	-----	-----
民國五十五年二月下旬遠東地區寒潮爆發之分析	徐晉淮	12/04	1	1966.12
新竹氣候之研究（一）	唐奇祥	12/04	11	1966.12
民國五十五年北太平洋西部颱風概述	研究室	12/04	19	1966.12
台灣地區地震活動研究報告	徐明同	12/04	33	1966.12
氣象學報文獻索引（自第八卷一期至第十二卷四期）	省氣象局	12/04	52	1966.12

# 氣象學報

季刊

第十二卷 第一期

## 目次

### 論述

- 近年氣象研究發展的新動態……………鄭子政……( 1 )  
內部重力波與豪雨數值預報模式……………廖學鎰……( 5 )  
暖心之生成與低氣壓起源之關係……………廖學鎰、李泰豪……( 20 )

### 報告

- 臺北臭氧觀測報告……………呂世宗、施清溪、謝霖、陳福來……( 27 )  
民國五十四年北太平洋西部颱風概述……………臺灣省氣象局……( 37 )

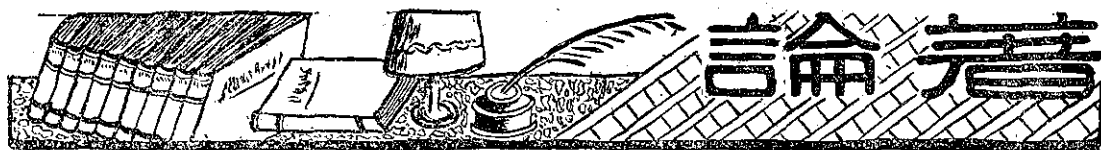
# 氣象學報

(季刊)

第十二卷 第一期

主編者 臺灣省氣象局氣象學報社  
地址 臺北市公園路六十四號  
電話：二四一四一  
發行人 鄭子政  
社長 鄭子政  
電話：二二八四〇  
印刷者 文英印書公司  
地址 臺北市三水街七號  
電話：三四七二四

中華民國五十五年三月出版



## 近年氣象研究發展的新動態

鄭子政

### *Recent Development in Meteorological Researches*

Kenneth T.C. Cheng

#### *Abstract*

An unprecedented development had been carried out during the last decade in the field of meteorology since the shoveling up of the International Geophysical Year. Radar became an effective tool in making the weather surveillance on the movement of tropical storms. The First Weather Radars Conference was held on March 14, 1947 at the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, New England of the United States. Its Twelfth Conference will be held in coming September.

In United States more than hundred weather radars had been installed to meet the purpose for the researches on cloud physics and structure of tornados and hurricanes. Through the perseverance of the studies on radar echoes, the approaches to quantitative forecasts on precipitation is undergoing to some extent. The contribution shall be considered as a great improvement to hydrological forecasting.

Since meteorological satellite TIROS-I made its successful performance in April, 1960. The automatic transmission of the pictures of satellites became to be in the operational stage of World Weather Services. Some studies on the heat balance over the globe on the energy received from the sun shall be continuously developed through the aid of satellites. The transmission of meteorological satellite has shown much successful results on NEPHANALYSES which will give the clues in making further development in longrange weather forecasting.

Another prominent success is the Plan of Weather modification during last few years. The experiments made in the Atlantic on Hurricane Modification had also shown with some success. This will bring a new phase of development in the field of meteorology in near future.

Through the enthusiastic endeavors in the development of space

science brought in a branch of study on the response of weather phenomena to variable extraterrestrial influences. These ideas might give a pull to a closer relationship on the study of astronomical and meteorological sciences.

### 一、引言

世界科學人士自從掀起第三屆國際地球物理年 (International Geophysical Year 1957-59) 運動以來，轉瞬已歷十年。其間氣象業務的研究與發展已開拓至新的領域，而轉入新的動向。最重要的在於氣象觀測儀器的改變，於二次世界大戰中，雷達 (Radar) 與火箭 (Rocket) 均尚為秘密武器的一部份。至於人為的地球衛星 (Artificial Earth Satellite)，更屬於近年科學研究發展的成就。這些氣象科學研究上新穎的工具—氣象雷達、氣象火箭與氣象衛星之類，幾乎已進入於實用氣象研究上所不可缺少之類設施的階段。20年來前於1947年3月14日，第一次天氣雷達會議 (First Weather Radar Conference) 舉行於美國麻省理工學院。第四次天氣雷達會議，舉行於德克薩斯大學時，即與無線電氣象學會議同時舉行 (1953年11月)。此項會議已舉行至第11次之多。最近一次係於1964年9月，於哥羅拉多省坡臺地方舉行。至於氣象火箭與人造衛星研究的計劃，科學聯合會國際理事會 (International Council of Scientific Unions) 曾發行專刊<sup>(1)</sup>詳述澳、加、法、日、美、蘇各國施放火箭與人造衛星研究之計劃大綱。第三屆國際地球物理年雖已事為陳跡，但此項研究計劃則仍在各國如火如荼繼續進行中。凡屬此類學術上研究的成就，類多散見於各種雜誌刊物中，而不易為綜合的結論。茲僅就其對於氣象業務發展上的影響，略述其梗概，將以作拋磚引玉之論。

### 二、氣象雷達配合業務發展與學術研究上的新趨勢

地面氣象觀測所站的報告，僅能供應一地點定時的氣象變化情況，而無法報告一地區或一地帶持續的氣象情況。運用雷達偵察氣象，其最簡單的原理在於發射定向無線電波，而在雷達儀的示波器上顯示其回波，以偵察反射電波物質的距離與方向 (Radio detection and ranging)。一般光或無線電波傳遞的速率約為三億 ( $3 \times 10^8$ ) 米秒。以頻率除其速率所得之商即為波長。在氣象偵察上所採用的雷達波段有三：3厘米 (X-Band)；5厘米 (C-Band)；與10厘米 (S-Band) 等三種。但在此三種不同波段的雷達，以十厘米波段雷達，對於氣象偵察的效率為最

高。雷達原理及氣象偵察雷達運用之方法，自當求諸於專書<sup>(2)</sup>。此類偵察氣象雷達，在探測風暴位置與動態及風暴警報發佈系統上，已得世界各國氣象機構廣泛的運用。亦可用為高層氣流觀測的工具，雷達波的射程可遠達500公里以上。美國所建設之氣象雷達站數，已達近100處。其中所採用10厘米的雷達，亦達30餘處。在亞洲大陸沿海岸一帶，日本已建設氣象雷達近14處，琉球有2處，臺灣在已建設完成的花蓮氣象雷達站外，將由聯合國特別基金補助下，另行建設1處，以完成臺灣氣象雷達偵察網，菲律賓將有3處。氣象雷達偵察網的布緒，已形為氣象業務上必要體系的一部份。自從有氣象專用雷達的設置，在風暴的結構，雲的體系與雲的物理研究，已步入新的階段。譬如雷雨雲的發展，能從連續雷達回波攝影照片上，得較具體發展的觀念。<sup>(4)</sup>在周密注視偵察雷達回波環境之下，可以發現陸、海龍捲風的結構。更從這些回波照相中，可作電的分析<sup>(5)</sup>，在近年以來，雷達氣象學的發展，更進入於定量性降雨分析。從雷達回波上可以預告降雨密度及雲中雨滴大小的分佈<sup>(6)</sup>更進而作水文研究計劃與防洪預告<sup>(7)</sup>。雷達氣象學研究，對於雲的物理與天氣預告上的幫助，及其研究發展方面，實屬不可限量。

### 三、氣象衛星對於偵察風暴的動態與雲系發展的研究

自1960年4月1日美國施放泰羅士第一 (TIROS-I) 氣象衛星以來，氣象衛星在地面2,000英里上空，所攝得地形與地面雲層照片，已顯然有氣象學上新的認識<sup>(8)</sup>，泰羅士為電視紅外線觀測衛星。從衛星工具上觀測地球表面氣象變化，實在天氣學上是一項極重大的進步<sup>(9)</sup>。泰羅士第一觀測報告曾深論對於大西洋與東太平洋上，及其他各地雲系分析的報導<sup>(10)</sup>。氣象衛星供應的資料將供獻給人群泰空和平用途重要資料之一種。各種人造衛星在泰空中的壽齡並不一致，通訊衛星在泰空之壽齡，可自60萬年至100萬年。他如氣象衛星之壽齡可自3年以至五六十一年。<sup>(11)</sup>自美、蘇二國進行泰空競賽以來，已不知有若干衛星留存於泰空中的確數。據55年2月27日中央日報載臺北圓山天文台蔡台長章獻稱：目前環繞上空衛星尚有476



願，已落下者有1396顆。英、法、日、意亦相繼作人造衛星的實驗。由於施放氣象衛星其所需費用鉅大，且在科學較落後的國家，較難於仿效。但對於氣象衛星資料接收站的設置，其所需費用僅在50,000美元左右，而易於籌措建設，目前世界各國已有大多數國家，從事於氣象衛星自動發射資料傳真系統的建設。因此在大洋中船隻稀少地區或人跡不至之處，均可能由氣象衛星報導風暴的踪跡，而無所逃遁於泰空間氣象衛星的雙目。亦因而由於氣象衛星的研究發展，使大氣環流系統有更進的認識。長期天氣預告方法，亦可能隨之有更新的發展。

#### 四、人類控制天氣變化的研究

人類研究改變天氣的計劃 (Plan of weather modification) 蓋亦為近年來事。此項計劃以改變颱風之性能為首先注意之點。據美國氣象局辛普生博士 (R. H. Simpson) 報告其近著「颱風性能改變之研究發展與瞻望」(Hurricane modification progress and prospects, 1965) 一文稱：溯自1956年，由於在過去若干年之努力，對於颱風之結構有更深入之瞭解。至於由一熱帶風暴演變，而為一強烈颱風至今所尚少。而當前預測颱風之行徑，尚屬依據於經驗之理則。1960至61年間，天氣改變之計劃始從事於推行，以期能由於人為天氣改變，能幫助瞭解風暴加強之原因，而得以控制風暴之動態。颱風擁有極大能量，其性能與行徑瞬息變化，其中心範圍變化亦大，非人為能力所可衡量。而現時颱風性能改變計劃，僅屬於科學許多可能採用之一種方法而已。以外來較少之能量加入於自然風暴體系中，可藉以擾亂其自然平衡之力。其最優先之表現可能減低其最大風速。另一基本觀念為颱風與熱帶風暴，在其總能量及其所挾帶之雨量上論實無大殊異，而其最大之差別即在颱風範圍內，有一圈之強風地帶。倘若人類能將此高風速圈移去，或可能保持颱風之益處，而避免其被襲之影響。以上述之理論使用碘化銀雲種撒播之結果，將使颱風眼周圍雲壁趨於消散，而另形成較大半徑圈。經實驗之結果，理論與事實確屬相符<sup>(12)</sup>。雖然人類控制天氣之研究，尚在發展之初期，但此項研究之成果定能見諸於來日。

#### 五、星際間影響力對於地面天氣可能反應的研究<sup>(13)</sup>

由於近年泰空氣象研究之發展，氣象研究的範圍遂亦擴展至星際間的影響力，對於地面天氣變化的反應。平流層周流型態的研究，與高層大氣熱量變化，

對下層大氣層大規模周流的影響等問題，已形為主要研究的課題。從經驗證明地面氣象因素波動變化，受太陽與太陰的影響及引力潮力 (Gravitational tidal forces) 的變率。平流層周流與極光活動的關係。太陽微粒發射對於地面大氣層的影響，又如太陽擾動與氣候型態變動的氣候實證。諸如此類研究專題，都屬於地球以外星體上的變化，而影響及於地球表面氣象因素的變化。其研究範圍確已擴展至地面空氣層之空，而進入於氣象研究發展的新境界。

#### 引用文獻

- (1) L. V. Berkner (1958): Manual on rockets and satellites—Annals of the IGY Vol. VI.
- (2) Louis J. Battan (1959): Radar meteorology—The University of Chicago Press, H. W. Hiser and W. L. Freseman (1959): Radar-meteorology—The Marine Laboratory, University of Miami, 2nd Ed.
- (3) Weather Surveillance Radar Manual 1-19 U. S. Weather Bureau, (1960)
- (4) Loren W. Crow: Cumulus cloud development and movement in Southwestern Panama. K. E. Wilk (1961): Radar reflectivity observations of Illinois thunderstorms proceedings of the 9th Weather Radar Conference.
- (5) Spiros G. Geotis (1961): Some radar measurement of hail proceedings of the 9th Weather Rader Conference,
- (6) Pauline M. Austine: Radar measurement of precipitation rate F. A. Barclay: Comparison of radar and rain gauge observations Jack E. Bridges (1964): A survey of five radar remote measurement techniques to measure the particle drop size distribution of water clouds and rains. Proceedings of the 11th Weather Radar Conference,
- (7) Allen F. Flanders; The Weather Bureaus Radar-Hydrology Program. John P. McCallister (1961): Radar obser

vations in hydrological analysis proceedings of the 9th Weather Radar Conference,

- (8) S. Fritz and H. Wexler (1961): Planet earth as seen from space-planets and satellite pp. 1-10, The Univ. of Chicago Press,
- (9) W. G. Stroud and W. Nordberg: Meteorological measurement from a satellite vehicle-Scientific Uses of Earth Satellites pp. 119-132.
- (10) Final Report on the Tiros I Meteorological Satellite System NASA, Washington, 1962.
- (11) COSPAR Information Bulletin No. 20 pp. 50-81.
- (12) Report of Working Group of Experts on Typhoons ECAFE Manila Dec. 1965
- (13) Possible Response of Weather Phenomena to Variable Extraterrestrial Influences NCAR Technical Note, TN-8, 1965.

# 內部重力波與豪雨數值預報模式

廖學鑑

## *Some Discussion on the Numerical Forecasting*

### *Model of Precipitation*

Shyue-Yih Liao

#### *Abstract*

From the physical consideration about the behavior of the atmosphere, it is generally expected that we have four types of waves such as the planetary wave, the inertia wave, the internal gravitational wave and external gravitational wave. The quasi-geostrophic approximation enables us to pick up only the planetary wave, neglecting other three types of wave.

In order to explain atmospheric structure in detail, it is required to obtain the higher accuracies of forecasting elements compared with those obtained by the quasi-geostrophic approximation. As the one of the non-geostrophic problems, we treat the internal gravitational wave in connection with precipitation.

At first, to make clear the physical meanings of the internal gravitational wave by using the scale analysis. Second, treat the method how to pick up only the internal gravitational wave, neglecting other types of wave. Third, a numerical prediction model is designed for studying the heavy rainfall associated with meso-scale atmospheric behavior.

#### 一、引言

晚近數值預報之發展，無可諱言是氣象科學的劃時代的進步。所謂數值預報是使用動力方法，預測大規模大氣運動的最直接且具有物理基礎的預報方法。近二十年來，數值預報的有效發展，其主要原因有四：其一是由於第二次世界大戰的需要，氣象觀測尤其高空探測較前大為增加，已有足夠的資料可資應用。原因之二是電子計算機的發明，使計算勞力大為減少，而不再為基本上的障礙。原因之三是計算方法的改進，即明瞭計算不穩定 (Computational Instability) 的性質，因之，微分方程由定差方程代替而計算之剪斷誤差 (Truncation error) 減少，不再誘致計算之根本錯誤。原因之四，也是近代數值預報成功之主要關鍵，是查納<sup>(4)</sup> (J. G. Charney) 在1948年所採用的準地轉近似法 (Quasi-geostrophic approximation)。據 Hinkelman<sup>(1)</sup> (1951) 之研究，此法的主要作用是將大氣中之聲波，外部重力波 (external gravitational wave)，內部重力波

(internal gravitational wave) 慣性波 (Inertia wave)，等氣象雜波 (Meteorological noise)，從流體運動方程中濾出，此效應謂之過濾作用 (filtering effect)。因之，查納以得長波 (Long wave) 為對象的簡單正壓模式，預報大規模渦旋之運行，而得可觀的成就。其準確性已可與具有豐富經驗的預報員，所作的預報相比擬，因而奠定數值預報之基礎。此處應注意者，準地轉近似法不是濾出氣象雜波而提起長波之唯一方法。例如 Thompson<sup>(2)</sup> (1956) 以及 Hollan<sup>(3)</sup> (1956) 之研究，均有提倡另外方法。

但準地轉近似法導致的正壓模式，含有相當嚴重的缺點，則無法預報新生波動之生成。於是氣象學者要求具有更一般性的模式，近年來已有數十個模式被建議，多導入斜壓效應以期說明波動之生成與成長，其成就極有可觀，有些模式已在每日預報工作上被採用。

綜上所述我可以瞭解，數值預報係以大規模大氣運行為主要對象，其規模之大小級次略在千公里，

而其生命期 (Life time) 大小級次略在數天之譜。實際上，在大氣中天氣演變經過中可以看出，上述大規模環流所引起的天氣變化以外，尚有小規模環流例如對流現象所誘致的天氣變化。此種天氣變化其規模雖然小，但常誘發集中性豪雨而引起水災。例如八七水災，八一水災等均屬這種現象。此種現象，其規模大小之級次，略在十至百公里，而其生命期大小級次，略在數小時之譜。若上述數值代入流體運動方程詳細討論 (請參閱第七節)，可以看出，誘發豪雨現象之基本波動，係為內部重力波。所謂內部重力波是因大氣中上下密度不均勻，所誘發之重力波。例如：密度不同的兩層氣層，在其兩種不同密度空氣間接觸面，因浮力作用可誘發一種重力波，這就是內部重力波的最簡單且理想化之一例。在大氣中因垂直方向之密度變化係為連續的變化，故其內部重力波的型式至為複雜，但其傳播速度  $C$ ，常可由下式表明 (請參閱第七節)，即

$$C = H \sqrt{\frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z}} \approx 100 \text{ m/sec} \quad \text{.....(1)}$$

此中  $\theta$  代表位溫， $H$  代表大氣之高度。

平常狀態的大氣，其位溫隨高度上昇將增加，此狀態係屬於靜力穩定狀態，故此狀態大氣中內部重力波係為一種穩定波動。如果大氣層為不穩定時，則位溫隨高度而減少，內部重力波即變成一種不穩定波動，故常誘發強烈對流現象而引起豪雨。因之，豪雨為對象的數值預報，不便使用地轉近似法，應合理的追蹤內部重力波，才可以達成其目的。此處需要注意；生成降雨過程中之凝結現象，常可以誘致內部重力波之變形，故應考慮此現象在內，才可以得到有效成就。

總之，豪雨為研究對象的小規模大氣運動數值預報上，查納之準地轉近似法消去其效應，故使用準地轉近似法的各種動力模式未能應用，應重新考慮可以追蹤內部重力波的動力模式。本文將詳細考察內部重力波的性質，以及凝結現象對內部重力波變形之影響，以試求豪雨為對象的數值預報模式。

## 二、長波 (Long wave or planetary wave)

普通數值預報，係以長波為其主要研究對象，其規模大略與每日天氣圖上之高低氣壓相對應。因之，代表長波之特性水平長度 (Characteristic horizontal scale)  $L$ ，特性水平風速 (Characteristic horizontal velocity)  $U$ ，以及特性傳播速度 (Cha-

racteristic speed of propagation)  $C$ ，其大小大略在下述之級次，即

$$L \sim 1000 \text{ km} = 10^8 \text{ cm} \quad \text{.....(2)}$$

$$C \sim U \sim 10 \text{ m/sec} = 10^3 \text{ cm/sec} \quad \text{.....(3)}$$

故長波中渦旋度  $\zeta$  的大小級次大略等於

$$\zeta \sim \frac{U}{L} \sim \frac{10^3 \text{ cm/sec}}{10^8 \text{ cm}} = 10^{-5} \text{ sec}^{-1} \quad \text{.....(4)}$$

而科氏參數  $f$  為

$$f = 2\omega \sin \varphi \sim 10^{-4} \text{ sec}^{-1} \quad \text{.....(5)}$$

式中  $\omega$  代表地球自轉之角速度， $\varphi$  代表緯度。茲長波之渦旋度  $\zeta$  與科氏參數  $f$  相互比較，我們可以看出前者比較後者小一級次。此關係意謂：對絕對參考系而言，地球自轉所引起的渦旋度  $f$ ，比較空氣對地的相對運動所引起的相對渦旋度  $\zeta$ ，大略大一級次。通常  $\zeta$  與  $f$  之無因次比值，謂之為羅士培數 (Rossby number)，而以  $R$  代表之，即

$$R = \frac{\zeta}{f} \sim \frac{U}{fL} = 10^{-1} \quad \text{.....(6)}$$

換而言之，羅士培數等於  $10^{-1}$  之流體運動，係代表長波運動。

茲考察準靜力運動方程 (Quasi-static equation)

$$\frac{d\mathbf{V}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla_h \mathbf{V} = -\nabla_h \phi - f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \quad (7)$$

式中， $\mathbf{V}(u, v)$  代表水平風速， $\phi = gz$  代表重力位， $g$  為重力加速度， $z$  代表高度， $\mathbf{k}$  代表指向垂直上方之單位向量。如果討論長波時，上式各項之大小級次大略等於 (採用 CGS 單位)

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \sim \frac{\partial u}{\partial t} \sim \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} \sim \frac{U}{L} C \sim \frac{U^2}{L} \sim 10^{-2} \quad (8)$$

$$\mathbf{V} \cdot \nabla_h \mathbf{V} \sim u \frac{\partial u}{\partial x} \sim U \frac{U}{L} \sim \frac{U^2}{L} \sim 10^{-2} \quad \text{.....(9)}$$

$$f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \sim f v \sim t U \sim 10^{-1} \quad (10)$$

由此可知，風速之時間改變項，大略與平流項在相同級次，但此兩者均比較偏向力項，略小一級次。即

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} / f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \sim \mathbf{V} \cdot \nabla_h \mathbf{V} / f \mathbf{k} \times \mathbf{V} \sim \frac{U}{fL} \sim R = 10^{-1} \quad \text{.....(11)}$$

如果忽略風速之時間改變項與平流項，即準靜力運動方程 (7) 可以寫作；

$$\begin{aligned} f \mathbf{k} \times \mathbf{V} &= -\nabla \phi \\ \text{或 } \mathbf{V} \times \mathbf{k} &= \frac{\nabla \phi}{f} \end{aligned} \quad (12)$$

此式即為地轉風方程。此結果表明；如果採用準地轉

近似法，運動方程將表現長波之特性。換而言之，採用準地轉近似法，可以過濾長波以外的所謂氣象雜波。

若採用準蘭格命動坐標 (Quasi-Lagrangian coordinates)  $(x, y, p)$ ，而計算 (7) 式之旋度，並忽略傾斜項 (tilting terms)，可以求得渦旋度方程為

$$\left. \begin{aligned} \frac{d(\zeta+f)}{dt} &= -(\zeta+f)\nabla_p \cdot \nabla - \nabla \cdot \nabla \quad \dots\dots\dots \} (13) \\ \text{或} \quad \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -(\zeta+f)\nabla_p \cdot \nabla - \nabla \cdot \nabla \end{aligned} \right\}$$

此式右邊第二項之大小級次為

$$\nabla \cdot \nabla \sim U \frac{f}{L} \sim 10^{-9} \quad \dots\dots\dots (14)$$

甚小可以忽略不計。又 (13) 式之右邊第一項中  $\zeta$  小於  $f$  略一級次，可略去。因之，可以求得長波之水平輻散  $D = \nabla_p \cdot \nabla$  之大小級次為

$$D \sim \frac{1}{f} \frac{\partial \zeta}{\partial t} \sim \frac{1}{f} \frac{\partial \zeta}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} \sim \frac{UC}{fL^2} \sim \frac{U^2}{fL^2} \sim 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (15)$$

若引用連續方程

$$D = \nabla_p \cdot \nabla = -\frac{\partial \omega}{\partial p} \quad \dots\dots\dots (16)$$

可以求得垂直  $p$  速度  $\omega = \frac{dp}{dt}$  之大小級次為

$$\begin{aligned} \omega &\sim \{ Ddp \sim D \times 1000mb \sim 10^{-3}mb/sec \\ &= 3.6mb/sec \dots\dots\dots (17) \end{aligned}$$

### 三、降水強度之估計

現在高空圖分析上，均採用等壓面天氣圖，而不採用等高面天氣圖，則意謂：垂直方向坐標，以氣壓代替海拔高度。因之，本文將採用準蘭格命動坐標  $(x, y, p)$ ，來代替卡笛坐標  $(x, y, z)$ 。

我們已熟知，氣溫愈高因空氣密度愈小，故此處之等壓面高度即愈高。令  $\Delta p$  為某一大氣層之底部與頂部的氣壓差， $\Delta z$  為其厚度， $\rho$  為氣層空氣密度， $g$  為重力加速度。即由靜力方程上述各量間有下述關係；

$$-\Delta p = \rho g \Delta z \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中之負符號，係為高度增加方向與氣壓增加方向，相反所引起之效應。若上式改寫為：

$$\rho \Delta z = -\frac{\Delta p}{g} \quad \dots\dots\dots (19)$$

此式意謂：高度為  $\Delta z$  之單位橫截面積空氣柱，其質

量等於  $\frac{\Delta p}{g}$ 。若此空氣柱之比濕以  $q$  表示，即此空氣柱內之水汽量  $r$  應等於

$$r = q \frac{\Delta p}{g} \times \frac{1}{1000} = q \frac{\Delta p}{g} \times 10^{-3} \text{ (gr)} \quad \dots\dots (20)$$

上式中  $\frac{1}{1000}$  係為比濕  $q$  之定義所引起的係數，因空氣質量常以千克單位計，而其比濕  $q$  常以克度量之緣故也。上式中應注意者， $\frac{\Delta p}{g}$  之單位應以克表示之。若考慮  $\Delta p$  為一定不變，而計算水汽量之時間微分，得

$$\frac{dr}{dt} = \frac{dq}{dt} \frac{\Delta p}{g} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (21)$$

此式之  $\frac{dq}{dt}$  係為空氣之流動所引起之比濕改變率。在同氣團內空氣之比濕大略相同，故比濕  $q$  在飽和比濕  $q^*$  以下時，即意謂未達飽和時，比濕  $q$  將有保存之性質，因之

$$\frac{dq}{dt} = 0 \quad (q < q^*) \quad \dots\dots\dots (22)$$

故  $\frac{dr}{dt} = 0 \quad (q < q^*)$

若空氣達飽和狀態 (即  $q = q^*$ ) 以後，飽和比濕將失去其保存性，故飽和水汽量  $q^* \frac{\Delta p}{g}$ ，將隨溫度之變化有所改變。例如某一空氣塊在上升運動時，因其溫度之降低，飽和水汽量將逐漸減少。因而，空氣塊中之多餘水汽量  $\frac{d}{dt} (q^* \frac{\Delta p}{g})$ ，將以凝結釋出變成水滴。於茲，若採用假絕熱過程 (Pseudo-adiabatic process)，凝結之全部水滴將下降成為降水，即降水量  $\Delta R$  可以寫作：

$$\Delta R = -\frac{dq^*}{dt} \frac{\Delta p}{g} \times 10^{-3} \text{ (gr)} \quad \dots\dots\dots (23)$$

此式為代表某一氣層之降水量。如果對於整個空氣柱而言，積分 (23) 式可以求得總降水量  $R$  為：

$$R = \int_0^{p_0} dR = -\int_0^{p_0} \frac{dq^*}{dt} \frac{dp}{g} \times 10^{-3} \text{ (gr)} \quad \dots\dots\dots (24)$$

式中  $p_0$  代表海平面氣壓。(24) 式右邊之計算，我們可以使用探空資料，以及數值積分法，來完成而求得降水量  $R$ 。

實際上在 400mb 以上高度，大氣中之水汽量甚少，可以忽略不計。若令地面氣壓  $p_0$  為 1000mb，而 1000mb 至 400mb 之大氣分割成為厚度 150mb 之四層大氣層，並在 1000mb, 850mb, 700mb,

550mb, 400mb 處之  $\frac{dq^*}{dt}$  值個別以  $(\frac{dq^*}{dt})_{1000}$ ,  $(\frac{dq^*}{dt})_{850}$ ,  $(\frac{dq^*}{dt})_{700}$ ,  $(\frac{dq^*}{dt})_{550}$ ,  $(\frac{dq^*}{dt})_{400}$  表示,

引用積分公式數值計算用 Simpson 定律 (rule), (請參考文獻5), (24)式可以寫作

$$R = \int_{400}^{1000} dR = - \int_{400}^{1000} \frac{dq^*}{dt} \frac{dp}{g} \times 10^{-3} \\ = - \frac{1}{3} \left\{ \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{1000} + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{850} + 2 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{700} \right. \\ \left. + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{550} + \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{400} \right\} \frac{\Delta p}{g} \times 10^{-3}$$

因  $\Delta p = 150 \text{mb} = 150 \times 10^3 \text{ dynes} (= \text{gr cm/sec}^2)$ ,  $g = 980 \text{cm/sec}^2$ , 故上式可以寫作:

$$R = - \frac{1}{3} \left\{ \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{1000} + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{850} + 2 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{700} \right. \\ \left. + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{550} + \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{400} \right\} \times \frac{150 \times 10^3 \times 10^{-3}}{980} \\ = - \frac{1}{3} \left\{ \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{1000} + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{850} + 2 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{700} \right. \\ \left. + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{550} + \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{400} \right\} \times 0.15 \text{ (gr)}$$

此式之降水量是以克度量, 若使用公厘 (mm) 計, 應十倍之, 即

$$R = - \left\{ \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{1000} + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{850} + 2 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{700} \right. \\ \left. + 4 \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{550} + \left( \frac{dq^*}{dt} \right)_{400} \right\} \times 0.5 \text{ (mm)} \quad (25)$$

由此可知, 大氣中若干氣壓面上  $\frac{dq^*}{dt}$  之值代入(25)式, 我們可以求得降水量 R。

那麼飽和比濕之改變率  $\frac{dq^*}{dt}$ , 應如何計算呢? 容後說明之。如果採用 (x, y, p) 坐標系 (常簡寫為 p 坐標), 完全微分算子可以展開成為:

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p + \omega \frac{\partial}{\partial p} \quad \dots\dots\dots (26)$$

應用此式,  $\frac{dq^*}{dt}$  可以展開寫作

$$\frac{dq^*}{dt} = \frac{\partial q^*}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p q^* + \omega \frac{\partial q^*}{\partial p} \quad \dots\dots\dots (27)$$

上式右邊第一項代表等壓面上某一點之  $q^*$  局部改變率, 第二項代表水平風速  $\nabla$  所引起之  $q^*$  平流, 第三項係代表垂直速度  $\omega$  所引起之  $q^*$  輸送率。當  $e^*$  為飽和水汽壓力, 即  $e^*$  為溫度 T 之函數, 故

$$q^* = 622 \frac{e^*(T)}{p} = q^*(p, T) \quad \dots\dots\dots (28)$$

$q^*$ , 係為氣壓 p 與溫度 T 之函數。若等壓面上之微分附加 p 附註表示, 即  $q^*$  之局部變化率可以寫作:

$$\frac{\partial q^*}{\partial t} = \left( \frac{\partial q^*}{\partial T} \right)_p \frac{\partial T}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (29)$$

此式意謂  $q^*$  在等壓面上之局部改變率完全由溫度變化主宰。若(29)式代入(27)式, 可以得到

$$\frac{dq^*}{dt} = \left( \frac{\partial q^*}{\partial T} \right)_p \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p q^* + \omega \frac{\partial q^*}{\partial p} \quad \dots\dots\dots (30)$$

對飽和過程而言, 位溫  $\theta$  將失去其保存性, 但是相當位溫  $\theta_e$  仍保存其保存性, 故

$$\frac{d\theta_e}{dt} = \frac{1}{\theta_e} \frac{d\theta_e}{dt} = 0 \quad \dots\dots\dots (31)$$

相當位溫  $\theta_e$  由其定義可以寫作

$$l_g \theta_e = l_g \theta + \frac{L}{C_p T} q^* = l_g T - K l_g p + \text{const.} \\ + \frac{L}{C_p T} q^* \quad \dots\dots\dots (32)$$

式中 L 代表蒸發潛熱,  $C_p$ ,  $C_v$  個別代表空氣之定壓與定容比熱, 而

$$K = \frac{C_p - C_v}{C_p} = \frac{R}{C_p} \quad \dots\dots\dots (33)$$

R 代表氣體常數。若考慮(32)式之關係, (31)式可以改寫為:

$$\frac{d}{dt} l_g T - K \frac{\omega}{p} + \frac{L}{C_p T} \frac{dq^*}{dt} - \frac{L}{C_p T^2} q^* \frac{dT}{dt} = 0 \quad \dots\dots\dots (34)$$

因  $\omega = \frac{dp}{dt}$ 。上式以 T 乘之可以改寫為

$$\left( 1 - \frac{L}{C_p T} q^* \right) \frac{dT}{dt} - K \frac{T}{p} \omega + \frac{L}{C_p T} T \frac{dq^*}{dt} = 0 \quad \dots\dots\dots (35)$$

若求取(28)式之對數微分, 得

$$\frac{d}{dt} l_g q^* = \frac{1}{q^*} \frac{dq^*}{dt} = \frac{d}{dt} l_g \left( \frac{e^*}{p} \right) \\ = \frac{d}{dt} l_g e^* - \frac{\omega}{p} \quad \dots\dots\dots (36)$$

又表明相變化之 Clapeyron 方程為

$$d(l_g e^*) = \alpha d(l_g T), \quad \alpha = \frac{L}{RT} \quad \dots\dots\dots (37)$$

而此兩方程消去  $\frac{d}{dt} (l_g e^*)$ , 可以得到

$$\frac{1}{q^*} \frac{dq^*}{dt} = \frac{\alpha}{T} \frac{dT}{dt} - \frac{\omega}{p} \quad \dots\dots\dots (38)$$

茲令  $\beta = \frac{L}{C_p T} q^*$ , 而由(35)式及(38)式消法  $\frac{dq^*}{dt}$ , 可以得到

$$(1-\beta+\alpha\beta)\frac{dT}{dt}=\frac{T}{p}(K+\beta)\omega \quad \dots\dots \} (39)$$

$$\text{故 } \frac{dT}{dt}=\left(\frac{KT}{p}\right)\left\{\frac{1+\beta}{1-\beta+\alpha\beta}\right\}\omega$$

上式中  $\Gamma=\frac{dT}{dp}=\frac{KT}{p}$  係為 p 坐標之乾絕熱直減率，

$$\text{而 } \Gamma_0=\Gamma\left\{\frac{1+\beta}{1-\beta+\alpha\beta}\right\} \quad \dots\dots (40)$$

係為濕絕熱直減率，故應用(26)式或(39)式可以改寫為：

$$\frac{dT}{dt}=\frac{\partial T}{\partial t}+\nabla\cdot\nabla_p T+\omega\frac{\partial T}{\partial p}=P_0\omega \quad (41)$$

$$\text{故 } \frac{\partial T}{\partial t}=-\nabla\cdot\nabla_p T+\omega(\Gamma_0-\frac{\partial T}{\partial p}) \quad \dots\dots (42)$$

若(42)式代入(30)式，而考慮

$$\nabla\cdot\nabla q^*=(\nabla\cdot\nabla_p T)\frac{\partial q^*}{\partial T} \quad \dots\dots (43)$$

之關係，可以求得

$$\frac{dq^*}{dt}=\omega\left\{\frac{\partial q^*}{\partial p}+\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p\Gamma_0-\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p\frac{\partial T}{\partial p}\right\} \quad \dots\dots (44)$$

再考慮

$$\frac{\partial q^*}{\partial p}=\left(\frac{\partial q^*}{\partial p}\right)_T+\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p\frac{\partial T}{\partial p} \quad \dots\dots (45)$$

之關係，並令

$$F^*=\left(\frac{\partial q^*}{\partial p}\right)_T+\Gamma_0\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p \quad \dots\dots (46)$$

(44)式可以改寫為

$$\frac{dq^*}{dt}=F^*\omega \quad \dots\dots (47)$$

若假定等溫條件下，微分(28)式可以求得

$$\left(\frac{\partial q^*}{\partial p}\right)_T=-622\frac{e^*}{p^2}=-\frac{q^*}{p} \quad \dots\dots (48)$$

同理，在等壓條件下，因  $p=\text{const}$ ， $\omega=\frac{dp}{dt}=0$ ，

由(38)式可以求得

$$\frac{\partial q^*}{\partial T}_p=\alpha\frac{q^*}{T} \quad \dots\dots (49)$$

所以(48)式與(49)式代入(46)式，並引用(40)式， $F^*$ 可以改寫為

$$F^*=\frac{q^*}{p}\left(\frac{\beta-1+\alpha K}{1-\beta+\alpha\beta}\right) \quad \dots\dots (50)$$

茲考慮上昇速度時  $\omega$  為負值，而(47)式代入(25)式，我們可以得到降水強度  $R$  為：

$$R=\{F^*_{1000}(-\omega_{1000})+4F^*_{850}(-\omega_{850})+2F^*_{700}$$

$$(-\omega_{700})+4F^*_{550}(-\omega_{550})+F^*_{400}(-\omega_{400})\times 0.5(\text{mm}) \quad \dots\dots (51)$$

由此可知，大氣中若干氣壓面上之上昇速度與  $F^*$ ，代入(51)式，可以算出降水強度。

但是(51)式中之  $F^*$  值之計算相當複雜，以計算之簡便計，茲忽略凝結時所釋出之潛熱的效應，即假定  $L=0$ ，此結果(31)式與(40)式可以簡略成為

$$l_g\theta_0=l_g\theta=l_gT-Kl_gp+\text{const} \quad \dots\dots (52)$$

$$\Gamma_0=P=\frac{KT}{p} \quad \dots\dots (53)$$

若(52)式代入(31)式，得

$$\frac{dl_g\theta}{dt}=\frac{1}{\theta}\frac{d\theta}{dt}=0 \quad \dots\dots (54)$$

忽略潛熱的效應即相當於假定絕熱過程。於茲與上述完全同樣的手法，可以算出

$$\frac{dq^*}{dt}=F\omega \quad \dots\dots (55)$$

$$\text{式中 } F=\left(\frac{\partial q^*}{\partial p}\right)_T+\Gamma\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p=-\frac{q^*}{p}+\Gamma\left(\frac{\partial q^*}{\partial T}\right)_p \quad \dots\dots (56)$$

因之，(55)式代入(25)式，可以得到

$$R=\{F_{1000}(-\omega_{1000})+4F_{850}(-\omega_{850})+2F_{700}(-\omega_{700})+4F_{550}(-\omega_{550})+F_{400}(-\omega_{400})\}\times .05(\text{mm}) \quad \dots\dots (57)$$

(55)式表明，在任意絕熱圖上，將任一空氣塊沿乾絕熱線舉升時，空氣塊釋出之水汽量  $\Delta q^*$ ，係代表  $q^*$  之時間改變率。若援授絕熱圖之幫助，由(56)式計算各種氣壓面上之  $F$  值得如表 1 中所示之結果。於此，各氣壓面之  $q^*$  與上昇速度  $(-\omega)$  明瞭後，可由(57)式容易算出降水強度  $R$  之數值。

表 1：各氣壓面上之  $F$  值

Table 1:  $F$  values in some pressure surface

$F \times 10^2$ (mb <sup>-1</sup> )	氣壓 p (mb)	1030	850	700	550	400
		mb	mb	mb	mb	mb
飽和比濕 $q^*(\text{gr})$						
1		0.5	0.6	0.7	1.0	1.2
2		0.9	1.2	1.4	1.9	2.4
3		1.3	1.8	2.1	2.8	3.6
4		1.8	2.3	2.7	3.6	4.8
5		2.3	2.8	3.4	4.5	6.0
6		2.8	3.2	4.2	5.4	7.2
7		3.1	3.8	4.8	6.3	8.3
8		3.6	4.3	5.3	7.1	9.4
9		4.0	4.7	5.9	7.8	10.4
10		4.5	5.2	6.5	8.6	11.4

11	4.9	5.7	7.0	9.4	12.4
12	5.3	6.2	7.8	10.2	13.4
13	5.8	6.6	8.4	11.0	14.3
14	6.2	7.0	9.0	11.9	15.3
15	6.7	7.5	9.5	12.6	16.3
16	7.0	8.0	10.0	13.3	
17	7.6	8.5	10.5		
18	8.0	9.0	11.0		
19	8.4	9.5	11.5		
20	8.8	9.9	12.0		
21	9.2				
22	9.5				
23	9.7				
24	10.0				
25	10.4				

茲應用(57)式來估計，上昇速度在3.6mb/sec之級次時，降水強度之級次。若使用民國51年8月之臺北月平均探空資料，查出各氣壓面之溫度，並假定濕度為100%，而上昇速度使用長波之級次

$$-\omega = 3.6 \text{ mb/sec}$$

應用絕熱圖及表1之F值，可以算出 $\frac{dq^*}{dt}$ 之數值如表2所示

表2： $\frac{dq^*}{df}$ 之計算表

Table 2: Worksheet of  $\frac{dq^*}{dt}$  calculation

P (mb)	1000	850	700	550	400	單位
T (°C)	26.7	19.3	11.2	0.8	-14.3	°C
q*	23.0	17.0	12.0	7.3	2.7	gr/kg
F	9.7	8.5	7.8	6.5	3.2	$\times 10^{-2} / \text{mb}$
$-\omega$	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	mb/hr
$\frac{dq^*}{dt} = F\omega$	-34.9	-30.6	-28.1	-23.4	-11.5	$\times 10^{-2} \text{ hr}^{-1}$
F(- $\omega$ )	34.9	30.6	28.1	23.4	11.5	$\times 10^{-2} \text{ hr}^{-1}$

若表2之數值代入(57)式，可以算出降水強度R為：

$$\begin{aligned} R &= \{34.9 + 4 \times 30.6 + 2 \times 28.1 + 4 \times 23.4 + 11.5\} \\ &\quad \times 10^{-2} \times 0.5 \text{ (mm)} \\ &= 318.6 \times 10^{-2} \times 0.5 \text{ (mm)} \\ &= 3.186 \times 0.5 = 1.593 \text{ (mm)} \\ &\approx 1.6 \text{ (mm)} \end{aligned} \quad (58)$$

由此可知，長波為研究對稱之數值預報，均可以預報每小時數公厘之降水現象，未能預報降水強度在每小時數十公厘，或每小時百公厘之豪雨現象。

#### 四、聲波 (Sound wave)

位溫由其定義應為

$$l_g \theta = -l_g \rho + \frac{1}{r} l_g p + \text{const.}, \quad r = \frac{C_p}{C_v} \quad (59)$$

此式代入絕熱過程方程(54)式，可以求得

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{rp} \frac{dp}{dt} \quad (60)$$

此式代入連續方程

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \nabla \cdot \vec{w} = 0 \quad (61)$$

可以求得

$$\frac{1}{rp} \frac{dp}{dt} + \nabla \cdot \vec{w} = 0 \quad (62)$$

如果我們唯考慮一度空間之縱波，而不考慮橫波，即相當於假定

$$v = w = 0 \quad (63)$$

因之，由運動方程(7)與(62)式，可以求得

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad (64)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + u \frac{\partial p}{\partial x} + rp \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (65)$$

此兩方程解答之一般性質，可以應用擾動法(Perturbation method)而獲得之。設在平衡狀態下，u, ρ, p等各變數之值，個別為u<sub>0</sub>, ρ<sub>0</sub>, p<sub>0</sub>，而其微分均消逝，即

$$\frac{\partial u_0}{\partial t} = \frac{\partial u_0}{\partial x} = \frac{\partial \rho_0}{\partial t} = \frac{\partial \rho_0}{\partial x} = \frac{\partial p_0}{\partial t} = \frac{\partial p_0}{\partial x} = 0 \quad (66)$$

然而，令u', ρ', p'個別代表距平衡狀態之u, ρ, p之偏差。即

$$u = u_0 + u', \quad \rho = \rho_0 + \rho', \quad p = p_0 + p' \quad (67)$$

答(67)式代入(64)與(65)式，並考慮(66)式之關係，可以寫成：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u'}{\partial t} + (u_0 + u') \frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{n=\infty} \left( -\frac{\rho'}{\rho_0} \right)^n \right\} \frac{\partial p'}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \quad (68)$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} + (u_0 + u') \frac{\partial p'}{\partial x} + r(p_0 + p') \frac{\partial u'}{\partial x} = 0 \quad (69)$$

因|u'| << |u<sub>0</sub>|, |ρ'| << |ρ<sub>0</sub>|以及|p'| << |p<sub>0</sub>|，故可以忽略包括擾動量u', ρ'及p'的乘積各項。於是



$$\frac{\partial u'}{\partial t} + u_0 \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots (70)$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} + u_0 \frac{\partial p'}{\partial x} + \rho_0 \frac{\partial u'}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots (71)$$

由此兩方程消去  $u'$ ，可以得到

$$\begin{aligned} & \left( \frac{\partial}{\partial t} + u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) \left( -\frac{\partial}{\partial t} + u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) p' \\ & = \frac{\gamma p_0}{\rho_0} \frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} \dots\dots\dots (72) \end{aligned}$$

此式為一個波動方程，故其解應為下列型式，即

$$p' = A e^{i\alpha(x - ct)} \dots\dots\dots (73)$$

式中  $A$  為波幅， $\alpha$  為波數，而  $C$  為波動之傳播速度。  
 (73)式代入(72)式，我們可以求得  $C$  值為

$$C = u_0 \pm \sqrt{\frac{\gamma p_0}{\rho_0}} \dots\dots\dots (74)$$

若引用狀態方程  $p_0 = \rho_0 R T_0$ ，上式可以改寫為：

$$C = u_0 \pm \sqrt{\gamma R T_0} \dots\dots\dots (75)$$

式中  $T_0$  為平衡狀態下之絕對溫度。(75)式為大眾所熟知之聲速公式。式中正號應用於自聲源往下風時，而負號即其情況相反之。同樣的聲速公式，能在三度空間內應用，在那種情況時， $u_0$  應採用沿着聲波傳播方向的風速分量。

由於(75)式的推算中可以看出，流體動力方程中含有聲波之效應在內。若在無風狀態中聲波之傳播速度，僅與介質之溫度有關，與波幅波長等無關。因

$$T = -\frac{C_p}{C_v} = 1.403, R = 2.87 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{sec}^2 \text{ degree}$$

，故在  $u_0 = 0$  之情況下，聲速公式可以寫作：

$$C = 20.06 \sqrt{T} (\text{m/sec}) = 331.5 + 0.61t (\text{m/sec})$$

式中  $t$  為介質之攝氏溫度。因之在溫度  $15^\circ\text{C}$  情形下聲速為每秒 340.7 公尺。

茲檢討，在流體動力方程中，如何過濾聲波之問題，此問題較為簡單。在導出聲速公式演算中，(64)與(65)兩式為其基礎方程。(65)式為絕熱過程中之熱能方程，因而可知，造成聲波傳播之主要結構，係為介質之絕熱壓縮或絕熱膨脹，所引起之壓力變化。再觀察流體動力方程，除(62)式表達大氣之壓力變化以外；尚有流體靜力方程(18)式可以表達大氣之壓力變化。我們若假定大氣中壓力之變化，全由流體靜力作用所引起，換言之，若採用(18)式而捨棄(62)式，則聲波之效應不復存在。因之，絕熱方程僅限於預報位溫、溫度以及密度變化，而不使用於氣壓變化之預報，即可以在流體動力方程中過濾聲波。此種方法常謂之為準靜力近似法 (Quasi-hydrostatic Approxim-

aion)。此法尚可以過濾一部分重力波。

最後要特別附註者；如果採用  $x, y, p$  坐標，聲波可以完全過濾，此事實。

## 五、慣性波 (Inertia wave)

若考慮大規模之大氣擾動，偏向力顯然有其重要性，因為偏向力由於地球上運動質量之慣性而起，由這種效應所產生的波動，即為慣性波。為着單獨研究此類波動，可假定在轉動地球上，在  $z=0$  以及  $z=h$  處為兩個水平的固定邊界中，為一層非壓縮的均勻空氣層。就在層中無不連續面存在，而在這些邊界上應滿足邊界條件， $w=0$ 。

如果忽略平流項運動方程可以寫作

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} - fv &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + fu &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{\partial w}{\partial t} &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial z} - g \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (76)$$

又由均勻大氣之假定，連續方程可以寫作

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots\dots (77)$$

茲在平衡狀態之各物理量附加  $0$  符號，其擾動量附加「 $'$ 」符號，即

$$\begin{aligned} u &= u_0 + u', v = v_0 + v', w = w_0 + w', \\ p &= p_0 + p' \end{aligned}$$

此式代入三個運動方程(76)式，與連續方程(77)式，而考慮在平衡狀態之各量，完全滿足(76)式與(77)式，又為着問題的簡化，沿着  $y$  方向之所有擾動變化均予忽略，即可以求得線型化方程為：

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u'}{\partial t} - fv' &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial x} \\ \frac{\partial v'}{\partial t} + fu' &= 0 \\ \frac{\partial w'}{\partial t} &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial z} \\ \frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial w'}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (78)$$

為滿足邊界條件， $w'$  必須依照正弦函數的形式隨着高度變化，即

$$w' \propto \sin(n\pi \frac{z}{h}) \quad n=1, 2, 3, \dots\dots\dots$$

又於(78)式中可以看出， $u', v', p'$  等各量應以  $\cos(n\pi \frac{z}{h})$  成比例，於茲令

$$u' = A \cos(n\pi \frac{z}{h}) \cos \alpha (x - ct)$$

$$v' = B \cos(n\pi \frac{z}{h}) \sin \alpha (x - ct)$$

$$w' = E \sin(n\pi \frac{z}{h}) \sin \alpha (x - ct)$$

$$p' = D \cos(n\pi \frac{z}{h}) \cos \alpha (x - ct)$$

式中 A、B、E、D 個別代表常數。若此等式代入 (78) 式可以求得

$$\begin{aligned} \alpha c A - f B &= \frac{1}{\rho_0} \alpha D \\ -\alpha c B + f A &= 0 \\ -\alpha c E &= \frac{1}{\rho_0} \frac{n\pi}{h} D \\ -\alpha A + \frac{n\pi}{h} E &= 0 \end{aligned}$$

由此四方程消去 A、B、E、D 等四常數，並考慮波長  $L = \frac{2\pi}{\alpha}$ ，可以求得慣性波之波速方程為；

$$c = \frac{f L}{2\pi \sqrt{1 + (4h^2/n^2 L^2)}} = \frac{\omega \sin \phi L}{\pi \sqrt{1 + \frac{4R^2}{n^2 L^2}}} \quad (79)$$

因  $f = 2\omega \sin \phi$ 。令  $\omega = 0$ ，即忽略地球自轉之效應， $c = 0$ ，故  $u' v' w' p$  將與時間無關。此結果意謂；若無地球之自轉，即不會有慣性波。若令  $h$  等於均勻大氣高度 8 公里，求得慣性波之波速，可以得到如表 3 中所示之結果。

表 3：慣性波之波速

Table 3: Velocities of inertia wave for various wave length.

L (公里)	1	10	100	500	1000
C (每秒公尺)	$1.45 \times 10^{-3}$	$1.23 \times 10^{-1}$	2.29	11.6	23.2

由上述之結果，我們可以求得週期 T 為；

$$T = \frac{L}{C} = \frac{\pi}{\omega \sin \phi} \sqrt{1 + \frac{4h^2}{n^2 L^2}}$$

由此可知，慣性波週期之大小，略在 10 小時至 20 小時之級次。

從慣性波穩定性之研究中，指出慣性波通常是穩定，因為要使它變成不穩定，在未經擾動的風速，必須超過地球自轉引起的地面移動線速度，除掉近極冠地區以外，風速恒較地速為小。

## 六、外部重力波 (External gravitational wave)

於重力場在平衡狀態液體之自由表面是一個平面。若經外部擾動作用後，自由表面將有變動而與其平衡狀態生有偏差。此種自由表面之變動，將以波動之型式傳播到自由表面之任何部份。因此種波動經由重力場之作用生成，而重要呈現在液體自由表面，故謂之為外部重力波。如以液體為海水，則此波動即為海洋面上之外部重力波。

假設大氣中空氣密度保持不變，且非壓縮之流體，則在此種均勻大氣之上限自由面上，將可以生成如在海面上之外部重力波。外部重力波係為垂直橫波，由此可假定空氣塊之運動僅在  $x, z$  平面內，此假定不僅可除去水平橫波之影響，尚可除去縱波之效應。並為使問題更簡單化，我們忽略地球自轉之影響，以及假定大氣在靜力平衡狀態下，此兩假定均不影響外部重力波之性質。

令  $H_0$  為均勻大氣在平衡狀態之自由表面高度， $H$  為經擾動後之高度， $h$  為兩者間之偏差，即

$$H = H_0 + h \dots \dots \dots (80)$$

由靜力平衡之假定，我們可以求得水平氣壓梯度為：

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho_0 g \frac{\partial H}{\partial x} \dots \dots \dots (81)$$

式中  $\rho_0$  代表空氣密度。(81) 式表明；氣壓梯度力與高度無關，若原始風場隨高度無任何改變，則由運動方程可以看出，加速度與高度無關。此為意謂原始風場隨高度無改變時，風場永久保持不變。茲假定  $\frac{\partial u}{\partial z}$

，即對於此種大氣模式，運動方程與連續方程，個別可以寫作

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \dots \dots \dots (82)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots \dots \dots (83)$$

如果考慮  $u$  與  $z$  無關，即連續方程由地面  $z = 0$  積分至均勻大氣上限  $z = H$ ，可以得到

$$H \frac{\partial u}{\partial x} + w_h - w_0 = 0 \dots \dots \dots (84)$$

茲假定地球表面為絕對平坦，即地球表面上之上升速度  $w_0$  應消失。對於均勻大氣上限而言，其上升速度  $w_h$  為；

$$w_h = \frac{dH}{dt} = \frac{\partial H}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} \dots \dots \dots (85)$$

故 (84) 式可以改寫為

$$\frac{\partial H}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} + H \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad (86)$$

若(67)式與(80)式代入(82)式與(86)式，並考慮  $\frac{\partial u_0}{\partial t}$

$$= \frac{\partial u_0}{\partial x_0} = \frac{\partial H_0}{\partial t} = \frac{\partial H_0}{\partial x} = 0 \text{ 之關係，可以求得(82)式與}$$

(86)式之線型化方程爲；

$$\frac{\partial u'}{\partial t} + u_0 \frac{\partial u'}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = 0 \quad (87)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u_0 \frac{\partial h}{\partial x} + H_0 \frac{\partial u'}{\partial x} = 0 \quad (88)$$

由此兩方程去消去  $u'$  可以求得

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial}{\partial t} + u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) h = g H_0 \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad (89)$$

此式爲一個波動方程，故其解之型式應爲；

$$h = A e^{i(\alpha(x-ct))} \quad (90)$$

若(90)式代入(89)式，我們可以求得

$$C = u_0 \pm \sqrt{g H_0} \quad (91)$$

(91)式爲外部重力波速公式。但是海洋學者與水理學者，常謂之爲淺水重力波之波速公式。若果  $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ ， $H = 8 \text{ km}$ ，代入(91)式可以求得，外部重力波。傳播速度之大小級次，大略等於

$$C \sim 300 \text{ m/sec} \quad (92)$$

此值若與長波波速之級次  $10 \text{ m/sec}$  比較，可以知道略大一級次。外部重力波爲一種穩定波動，而於天氣學上無意義，即爲氣象雜波之一種。於運動方程中，過濾外部重力波效應之最簡單的方法，是在大氣上限與下限，假定上昇速度  $\omega$  消失，因固定上下限在其流中不會發生外部重力波之緣故。則採用此邊界條件，我們可由基本方程中，濾去外部重力波效應。

## 七、內部重力 (internal gravitational wave)

大氣運動中，除大氣環流，長波等大規模擾動以外，尙有空氣對流所生成之小規模擾動。此種大氣運動其規模雖然較小，但其上昇氣流較大，因之，常誘發豪雨而引起水災。所以，豪雨爲研究對稱之數值預報上，應考慮這種效應在內，於茲將考察此種大氣運動之規模。

據藤田<sup>(6)</sup>之研究，範圍大於小氣象學 (Micro-meteorology) 而小於氣旋幅度 (Cyclonic scale) 之大氣現象科學，謂之爲中氣象學 (Mesometeorology)

gy)；包括龍捲風、雷暴，及未成熟之熱帶氣旋。據藤田之研究，雷暴中常生成雷暴高壓以及雷暴低壓。其大小約在 100 公里之級次，因之，我們將中氣象以其研究對稱，即此種大氣運動規模之特性量大小，可採用下述之大小級次：

$$L \sim 100 \text{ km} = 10^7 \text{ cm} \quad (93)$$

$$U \sim 10 \text{ m/sec} = 10^3 \text{ cm/sec} \quad (94)$$

依據此大氣模式，其渦旋度  $\zeta$  之大小級次略在

$$\zeta \sim \frac{U}{L} \sim \frac{10^3}{10^7} = 10^{-4} \text{ sec}^{-1} \quad (95)$$

在颱風區域內最大渦旋度大略等於  $10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ ，故上述估計完全適宜。再據藤田<sup>(7)</sup>之研究，在雷暴中經實測資料計算之水平輻散  $D$ ，大略與渦旋度  $\zeta$  相同，即

$$D \sim \zeta \sim 10^{-4} \text{ sec}^{-1} \quad (95)$$

因此，引用連續方程(16)式，可以算出垂直速度  $\omega$  之大小級次爲；

$$\omega \sim \int D \, dp \sim D p \sim D \times 1000 \text{ mb} \sim 10^{-1} \text{ mb/sec} \\ = 3.6 \times 10^3 \text{ mb/hr} \quad (96)$$

上式與(17)式比較，我們可以看出；在此種大氣模式中上昇氣流，較長波約大二級次。因之，採用上述大氣模式，可以預報降水強度在數十公里至數百公里的豪雨現象。

依據上述之大氣模式，來考察  $x$  方向之運動方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - f v = - \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (97)$$

各項之大小級次。

$$u \frac{\partial u}{\partial x} \sim v \frac{\partial u}{\partial y} \sim U \frac{U}{L} = 10^{-1} \text{ cm/sec}^2 \quad (98)$$

$$\omega \frac{\partial u}{\partial p} \sim \omega \frac{U}{p} \sim \frac{10^{-1} \text{ mb/sec} \times 10^3 \text{ cm/sec}}{1000 \text{ mb}} \\ = 10^{-1} \text{ cm/sec}^2 \quad (99)$$

$$f v \sim f U = 10^{-1} \text{ cm/sec}^2 \quad (100)$$

通常在雷暴中，因有雷暴高低壓之生成，其氣壓梯度較大，約爲每 100 公里 10 毫巴之程度，此值取於藤田之研究中。又於颱風中，其氣壓梯度爲每 100 公里數十毫巴爲常見之事實。因之，假定

$$\frac{\partial p}{\partial x} \sim \frac{10 \text{ mb}}{100 \text{ km}} = \frac{10^4 \text{ dynes}}{10^7 \text{ cm}} = 10^{-3} \text{ (c.g.s)} \quad (101)$$

而氣候密度爲

$$\rho \sim 10^{-3} \text{ g/cm}^3 \quad (102)$$

故氣壓梯度力項之大小級次爲

$$-\frac{\partial \phi}{\partial x} = -g \frac{\partial z}{\partial x} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \sim 1 \text{ (c.g.s.)} \dots\dots (103)$$

因之，偏向力項與平流項比較氣壓梯度力項，略小一級次，若略去偏向力項與平流各項，運動方程(97)式可以改寫爲

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \dots\dots\dots (104)$$

同理，對於 y 方向運動方程，可以求得

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial \phi}{\partial y} \dots\dots\dots (105)$$

兩式併合可以寫作

$$\frac{\partial \nabla}{\partial t} = -\nabla_p \phi \dots\dots\dots (106)$$

此式意謂加速度項大小級次略與氣壓梯度力項相當，即

$$\frac{\partial \nabla}{\partial t} = \frac{\partial \nabla}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} \sim \frac{U}{L} C \sim \frac{10^3}{10^7} C = 10^{-4} C \sim 1 \text{ (c.g.s.)}$$

故  $C \sim 10^4 \text{ cm/sec} \sim 10 \text{ m/sec} \dots\dots\dots (107)$

因之，採用(106)式係意謂：提起傳播速度爲約每秒 100 公尺之波動。爲註明此種波動之性質起見，首先將求此波動之運動方程。

若計算運動方程(106)式與向量算子  $\nabla_p$  之數積，可以求得輻散方程如下，即

$$\frac{\partial D}{\partial t} = -\nabla_p^2 \phi \quad (D = \nabla_p \cdot \nabla) \dots\dots (108)$$

又爲簡便計假定絕熱過程，即其能量方程爲：

$$\frac{d}{dt} l_g \theta = \left( \frac{\partial}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p + \omega \frac{\partial}{\partial p} \right) l_g \theta = 0$$

若  $l_g \theta = l_g \alpha + \frac{C_v}{C_p} l_g p + \text{const.} \dots\dots\dots (108a)$

代入上式，得

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} \nabla \cdot \nabla_p \right) l_g \alpha + \omega \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta = 0$$

若引用靜力方程

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = -\alpha \quad (\alpha \text{ 代表比容}) \dots\dots\dots (109)$$

上式可以改寫爲

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p \right) l_g \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = \omega \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta$$

故  $\left( \frac{\partial}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p \right) \left( -\frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = \omega \alpha \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta = -S \omega \dots\dots\dots (110)$

式中， $S = -\alpha \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta = -\frac{\alpha}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial p}$ 。常謂之爲穩定

度係數，而可以常數處理之。在上述大氣模式中，因

$$\left| \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) \right| = \left| C \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) \right| \gg \left| \nabla \cdot \right|$$

$$\nabla_p \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) \quad (\text{因 } C \gg U)$$

平流項可以忽略不計，故能量方程可以寫作：

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = -S \omega \dots\dots\dots (111)$$

此式由 p 微分，並引用連續方程，可以改寫爲：

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial p^2} \right) = -S \frac{\partial \omega}{\partial p} = S \nabla_p \cdot \nabla = S D$$

此式代入輻散方程(108)式，可以得到

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial p^2} \right) = -S \nabla_p^2 \phi \dots\dots\dots (112)$$

茲令  $p_0 = 1000 \text{ mb}$ ，而且

$$\phi \sim \sin \left( \frac{\pi}{p_0} p \right)$$

代入(112)式，可以得到

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = C^2 \nabla_p^2 \phi \dots\dots\dots (113)$$

式中  $C = \sqrt{S} \left( \frac{p_0}{\pi} \right) \dots\dots\dots (114)$

(113)式是一個波動方程，故 C 係代表波速。如果穩定度係數應用靜力方程  $\alpha dp = -g dz$ ，將由 p-坐標變換成爲 z-坐標，可以得到

$$S = -\alpha \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta = \frac{\alpha^2}{g} \frac{\partial}{\partial z} l_g \theta \dots\dots\dots (115)$$

故  $\sqrt{S} = \frac{\alpha}{g} \sqrt{g \frac{\partial}{\partial z} l_g \theta} \dots\dots\dots (116)$

此式代入(114)式，並引用(18)式，可以求得

$$C = \left| \frac{\Delta z}{\Delta p} \right| \frac{p_0}{\pi} \sqrt{g \frac{\partial}{\partial z} l_g \theta} \dots\dots\dots (117)$$

茲令  $H = \left| \frac{\Delta z}{\Delta p} \right| \frac{p_0}{\pi}$ ，上式可以改寫爲：

$$C = H \sqrt{g \frac{\partial}{\partial z} l_g \theta} \dots\dots\dots (118)$$

於此可知，上述之大氣模式所提起的波動，係爲內部重力波。此種波動係爲大氣中上下密度不均勻，所誘發之大氣內部的重力波，因而謂之爲內部重力波。茲使用民國51年8月之臺北月平均探空資料來估計其波速之大小。首先應用靜力方程來改寫(117)式，可以得到：

$$C = \left| \frac{\Delta z}{\Delta p} \right| \frac{p_0 g}{\pi} \sqrt{\frac{\rho}{\theta} \frac{\Delta \theta}{\Delta p}} \dots\dots\dots (119)$$

若使用 1000 mb 至 150 mb 之標準大氣層，估計上式中各項，可以得到：

$$\Delta p = 850 \text{ mb} = 8.5 \times 10^5 \text{ dynes}$$

$$\Delta z = 14.5 \text{ km} = 1.45 \times 10^6 \text{ cm}$$

$$\rho = 7.5 \times 10^{-4} \text{ gr/cm}^3$$

$$\frac{\Delta \theta}{\theta} = \frac{92}{259} = 0.36$$

$$g = 980 \text{ cm/sec}^2 = 10^3 \text{ cm/sec}^2$$

$$p_0 = 1000 \text{ mb} = 10^6 \text{ dynes}$$

此等數值代入(119)式，可以得到

$$C = \frac{1.45 \times 10^6 \times 10^6 \times 10^3}{8.5 \times 10^5 \times 3.14} \sqrt{\frac{7.5 \times 10^{-4} \times 0.36}{8.5 \times 10^5}} \\ = 97 \times 10^2 \text{ cm} = 97 \text{ m} \sim 100 \text{ m} \dots \dots (120)$$

如果  $\phi$  與  $\frac{\partial \phi}{\partial t}$  之初期條件

$$(\phi)_{t=0} = \Phi(x, y), \quad \left(\frac{\partial \phi}{\partial t}\right)_{t=0} = G(x, y) \dots \dots (121)$$

確定後，我們可以應用 Poisson 公式（請參閱文獻 8），求出內部重力波之波動方程 (113) 的一般解。首先考慮半徑為  $ct$  之球，此球之中心至點  $(x, y)$  之距離以  $\rho$  表示，積分區域內之任一點坐標以  $(\xi, \eta)$  表示，即(113)式之一般解為；

$$\phi(x, y, t) = \frac{1}{2\pi c} \frac{\partial}{\partial t} \int \frac{\Phi(\xi, \eta) d\xi d\eta}{\sqrt{(ct)^2 - \rho^2}} \\ + \frac{1}{2\pi c} \int \frac{\Phi(\xi, \eta) d\xi d\eta}{\sqrt{(ct)^2 - \rho^2}} \dots \dots (122)$$

式中， $\rho = (z - \xi)^2 + (y - \eta)^2$ ，而積分範圍應限制在  $\rho \leq ct$  之區域內。如果使用極坐標  $(\rho, \theta)$ ，即

$$\xi = x + \rho \cos \theta, \quad \eta = y + \rho \sin \theta$$

(122)式可以改寫為：

$$\phi(x, y, t) = \frac{1}{2\pi c} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^{ct} \rho d\rho \int_0^{2\pi} \frac{\Phi(x + \rho \cos \theta, y + \rho \sin \theta)}{\sqrt{(ct)^2 - \rho^2}} d\theta \\ + \frac{1}{2\pi c} \int_0^{ct} \rho d\rho \int_0^{2\pi} \frac{\Phi(x + \rho \cos \theta, y + \rho \sin \theta)}{\sqrt{(ct)^2 - \rho^2}} d\theta \dots \dots (123)$$

茲  $ct \ll R$  之球形範圍內， $\Phi$  與  $G$  之平均值以  $\bar{\Phi}$  表示，我們可以求得(122)式之近似形式為

$$\phi(x, y, t) = \bar{\Phi} R^2 \frac{ct}{\sqrt{(ct)^2 - r^2}} + \frac{\bar{G} R^2}{2C} \\ \frac{1}{\sqrt{(ct)^2 + \rho^2}} \dots \dots (124)$$

式中， $r^2 = x^2 + y^2$ ， $c = \sqrt{\frac{p_0}{\pi}}$ 。(124)式表明，

隨時間之經過， $\phi$  以與時間  $t$  反比之速率減小，逐漸迫近零。因之，原始狀態之  $\phi(0, 0, t)$  值與平均值  $\bar{\phi}$  之比可以寫作

$$\frac{\phi(0, 0, t)}{\bar{\phi}} = \left(\frac{R}{ct}\right)^2 \dots \dots (125)$$

此比值等於  $\frac{1}{10}$  時， $R$  與  $t$  之相互關係如下：

$$R = 100 \text{ km 時} \quad t = 2 \text{ 小時}$$

$$R = 50 \text{ km 時} \quad t = 30 \text{ 分}$$

此關係意謂：規模在 100 公里之中氣象擾動，約在兩小時後即近乎消失。換而言之，中氣象擾動之生命期 (Life time) 約為兩小時。晚近氣象雷達所測得之降水胞 (precipitation cell)，其生命期約為數小時之譜。因之，上述之各項估計，包括大氣模式，與實際中氣象情形至為相似。

## 八、降水現象對於內部重力波之影響

於第七章所述者，為簡便計假定絕熱過程。實際上如有降水現象，水汽凝結時釋出之潛熱將會影響大氣系。此種濕絕熱過程中，我們已熟知相當位溫，仍保持其保存性。因之，我們可以應用(31)式來研討之，即

$$-\frac{d}{dt} l_g \theta_0 = 0 \quad l_g \theta_0 = l_g \theta + \frac{L}{C_p} T q^* \quad (126)$$

故由(39)式，氣溫之時變化可以寫作

$$\frac{dT}{dt} = T_0 \omega \dots \dots (127)$$

式中  $P_0 = \frac{k}{p} T \left( \frac{1 + \beta}{1 - \beta + \alpha \beta} \right)$ ， $\beta = \frac{L}{C_p T} q^*$ ，

$k = \frac{R}{C_p} = \frac{C_p - C_v}{C_p}$ ， $\alpha = \frac{L}{RT}$ 。又水汽之凝結量  $m$ ，由(47)式可以寫作

$$-m \equiv \frac{dq^*}{dt} = F^* \omega \dots \dots (128)$$

式中  $F^* = \frac{q^*}{P} \cdot \frac{\beta - 1 + \alpha k}{1 - \beta + \alpha \beta}$ 。

若應用(127)與(128)式，(126)式可以改寫為

$$\frac{d}{dt} l_g \theta + \frac{d}{dt} \left( \frac{L}{C_p T} q^* \right) = \frac{d}{dt} l_g \theta \\ + \frac{L}{C_p T} \left( \frac{dq^*}{dt} \right) - \frac{L}{C_p T^2} q^* \left( \frac{dT}{dt} \right) = 0$$

故  $\frac{d}{dt} l_g \theta = \frac{L q^*}{C_p T} \frac{k}{p} \left\{ \frac{1 + \left( \frac{1}{K} - \alpha \right)}{1 - \beta + \alpha \beta} \right\} \omega \dots \dots (129)$

因  $\beta \ll 1$ ，上式右邊括弧內之數值，可以常數處理之，令

$$M = \frac{Lk}{C_p} \left\{ \frac{1 + (\frac{1}{k} - \alpha)}{1 - \beta + \alpha\beta} \right\}$$

即(129)式可以改寫為

$$-\frac{d}{dt} l_g \theta = -M \left( \frac{q^*}{P_T} \right) \omega \dots \dots \dots (130)$$

上式左邊應用(110)式改寫，可以得到

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) + \nabla \cdot \nabla_p \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = - \{ S \omega \\ - \alpha M \left( \frac{q^*}{P_T} \right) \} \dots \dots \dots (131) \end{aligned}$$

在內部重力波中，上式左邊第二項，即平流項常比較第一項之加速項為小，若忽略不計即得

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) - S^* \omega \dots \dots \dots (132)$$

$$\text{式中 } S^* = (S - \alpha M \frac{p^*}{P_T}) \dots \dots \dots (133)$$

(132) 式代表濕絕熱過程之能量方程，如與絕熱過程之能量方程(111)式比較，可以看出唯穩定度係數少些有不同，但形式完全相同。

綜上所述之結果，我們可以求得比濕之預報方程如下：

(i) 未到飽和以前，因  $q^* > q$  故

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) &= -S \omega \\ \frac{dq^*}{dt} &= \frac{\partial q^*}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p q^* + \omega \frac{\partial q^*}{\partial p} = 0 \end{aligned}$$

如果上式之平流項忽略不計，得

$$\frac{\partial q^*}{\partial t} = -\omega \frac{\partial q^*}{\partial p} \dots \dots \dots (134)$$

若引用靜力方程(109)與位溫之定義(108a)，穩定度係數可以改寫為

$$S = \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial p^2} + \frac{1}{r p} \frac{\partial \phi}{\partial p} \right)$$

$$\text{式中 } r = \frac{C_p}{C_v} = 1.4。$$

(ii) 到飽和以後，因  $q^* = q$  將可以生成凝結現象，如假定此種現象由上昇氣流而生成， $\omega < 0$  故

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = -S^* \omega$$

$$\text{式中 } S^* = s - \alpha M \left( \frac{1}{P_T} \right) q^*, \text{ 又}$$

$$\frac{dq^*}{dt} = -m = N \left( \frac{q^*}{P} \right) \omega$$

式中  $N = \frac{\beta - 1 + \alpha k}{1 - \beta + \alpha \beta}$ 。如忽略平流項上式可以寫作

$$\frac{\partial q^*}{\partial t} = -\omega \frac{\partial q^*}{\partial p} + N \frac{q^*}{p} \omega \quad (\omega < 0) \dots (135)$$

上式之兩種比濕預報方程，係為凝結之有無所引起之差別，但是對此兩種場合，發散方程、靜力方程、連續方程、渦旋度方程，均無任何差異。因之，有降水時之內部重力波方程，當  $S^*$  以常數處理，可以寫作

$$-\frac{\partial^2}{\partial t} \left( \frac{\partial \phi}{\partial p} \right) = -S^* \nabla_p^2 \phi \dots \dots \dots (136)$$

而波速方程即為

$$C = H \sqrt{g \frac{\partial}{\partial z} l_g \theta} \dots \dots \dots (137)$$

此兩方程與(112)及(118)式比較，可以看出，形式完全相同，僅位溫由相當位溫代替， $S$  由  $S^*$  代替而已。

## 九、豪雨之數值預報模式

以前所述者，因要明瞭內部重力波之物理性質，在運動方程與能量方程中，忽略平流各項以及偏向力項而討論。但是實際上，以前忽略之各項大小僅比其他保留項小一級次，因此數值積分時間較長時，其累積之效應相當大未能忽略。於茲重新考慮豪雨之數值預報模式。

風速向量以  $\nabla(u, v)$  表示，運動方程可以寫作：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \nabla}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p \nabla + \omega \frac{\partial \nabla}{\partial p} - f \mathbf{k} \times \nabla = -\nabla_p \phi \\ + \bar{\mathbf{F}} \dots \dots \dots (138) \end{aligned}$$

式中  $\bar{\mathbf{F}}$  代表摩擦力。能量方程由(130)式可以寫作；

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} l_g \theta + \nabla \cdot \nabla_p l_g \theta + \omega \frac{\partial}{\partial p} l_g \theta \\ = \begin{cases} 0; & \text{未飽和} \\ -M \left( \frac{q^*}{P_T} \right) \omega; & \text{飽和以後} \end{cases} \dots \dots \dots (139) \end{aligned}$$

$$\text{式中 } M = \frac{Lk}{C_p} \left\{ \frac{1 + (\frac{1}{k} - \alpha)}{1 - \beta + \alpha\beta} \right\} \dots \dots \dots (140)$$

而連續方程為

$$\nabla_p \cdot \nabla = -\frac{\partial \omega}{\partial p} \dots \dots \dots (141)$$

令  $q$  為比濕， $q^*$  為飽和比濕，未到飽和以前，因  $q < q^*$ ，故比濕之預報方程為

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla_p q + \omega \frac{\partial q}{\partial p} = 0 \dots \dots \dots (142)$$

如果到達飽和以後，因  $q = q^*$ ， $\omega < 0$ ，由(47)式飽和比濕之預報方程可以寫作；

$$\frac{\partial q^*}{\partial t} + \nabla \cdot \nabla q^* + \omega \frac{\partial q^*}{\partial p} = \omega F^* \dots (143)$$

$$\text{式中 } F^* = \left( \frac{\partial q^*}{\partial p} \right)_T + \Gamma_0 \left( \frac{\partial q^*}{\partial T} \right)_p \dots (144)$$

上述為豪雨數值預報之原始方程，如果大氣之原始狀態 ( $t=0$ ) 之  $q, \theta, \nabla$  值確定後，可由下述步驟完全計算程序；

(i) 由運動方程(138)式求取  $\left( \frac{\partial \nabla}{\partial t} \right)_{t=0}$  之數值。

(ii) 由能量方程(139)式求取  $\left( \frac{\partial \theta}{\partial t} \right)_{t=0}$  之數值。

(iii) 由(142)式或(143)式求取  $\left( \frac{\partial q}{\partial t} \right)_{t=0}$

或  $\left( \frac{\partial q^*}{\partial t} \right)_{t=0}$  之數值。

(iv) 由(141)式求取  $(\omega)_{t=0}$  之數值，即由

$$\omega(p) = \int_0^{p_0} \nabla_p \cdot \nabla dp$$

式，計算得之。但是以過濾外部重力波之目的，應採用邊界條件為

$$\omega(0) = \omega(p_0) = 0$$

(v) 最後我們可以使用 Hinkelmann 之方法<sup>9</sup>，

求得  $\left( \frac{\partial \phi}{\partial t} \right)_{t=0}$  之數值。則求取運動方程(139)

之輻散，並由  $p=0$  積分至  $p=p_0$ ，而考慮  $\int_0^{p_0} \nabla_p$

•  $\nabla dp = 0$ ，可以得到

$$\frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} \nabla_p \cdot \{ \nabla \cdot \nabla \nabla + \omega \frac{\partial \nabla}{\partial p} - f \} \times \nabla dp = -\nabla_p^2 \bar{\phi} + \nabla_p \cdot \bar{\mathbf{F}} \dots (145)$$

$$\text{式中 } \bar{\phi} = \frac{1}{p_0} \int_0^p \phi dp, \bar{\mathbf{F}} = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} \mathbf{F} dp \dots (146)$$

如果摩擦力效應自明時，或令  $\bar{\mathbf{F}}=0$ ，(145)式係為之  $\phi$  之 Poisson 方程。由  $\nabla$  以及 (iv) 中之  $\omega$  (145) 式之左邊容易計算出來，所以解答 Poisson 方程(145)可以求得  $\bar{\phi}$  之數值。

次之，我們考慮由  $\bar{\phi}$  計算  $\phi$  之方法，因

$$\frac{\partial}{\partial p} (\phi p) = \phi + p \frac{\partial \phi}{\partial p}$$

故上式由  $p=0$  積分至  $p=p_0$ ，可以求得

$$(\phi)_{p=p_0} = \bar{\phi} + \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} p \frac{\partial \phi}{\partial p} dp \dots (147)$$

$$\text{茲引用 } \frac{\partial \phi}{\partial p} = -\alpha, \text{ 以及 } \alpha = \theta \left( \frac{p}{p_0} \right)^{-\frac{c_p}{c_v}}$$

，由(147)式可以求得任意高度之  $\phi$  值為：

$$(\phi)_{p=p} = (\phi)_{p=p_0} - \int_p^{p_0} \frac{\partial \phi}{\partial p} dp$$

$$= (\phi)_{p=p_0} + \int_p^{p_0} \alpha dp \dots (148)$$

總之，原始大氣將狀態之  $\nabla$  以及  $\theta$  自明時，由(145)至(148)式可求得  $(\phi)_{p=p}$  之數值。此種計算方法可以節省計算  $\left( \frac{\partial \phi}{\partial t} \right)_{t=0}$  之手續，則  $\Delta t$  時間後之  $\nabla$  與  $\theta$  值，直接可由(i)及(ii)應用

$$(\nabla)_{t-\Delta t} = (\nabla)_{t=0} + \left( \frac{\partial \nabla}{\partial t} \right)_{t=0} \Delta t$$

$$(\theta)_{t-\Delta t} = (\theta)_{t=0} + \left( \frac{\partial \theta}{\partial t} \right)_{t=0} \Delta t$$

算出，而應用 Hinkelmann 方法可以直接求得  $\Delta t$  時間後之  $\phi$  值。反覆應用上述的方法，我們可以求出任意時間後之  $\phi$  值，成完數值預報之計算手續。

實際數值計算上， $\nabla$  以及  $\theta$  之預報需要在水平方向網格間隔為  $\Delta s$ ，垂直方向之網格間隔為  $\Delta p$  之網格上完成。所以預報外插時間間隔  $\Delta t$ ，應選擇適當量，以控制剪斷誤差避免計算不穩定。豪雨預報上應考慮內部重力波，故  $\Delta s$  與  $\Delta t$  應採用滿足下述條件，即

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} \geq C \dots (149)$$

式中  $C$  代表內部重力波之最大波速。例如  $\Delta s$  選擇等於 10 公里，即因  $C=100\text{m/sec}$ ，所以  $\Delta t$  應該小於或略等於 100 秒。

以上所述者為三度空間之豪雨數值預報之嚴正形式，其計算至於複雜以現有電子計算機性能，尚難完成其計算。茲簡化上述大氣模式，將考慮二度空間，以便完成計算手續。首先忽略摩擦力效應，即運動方程(138)式之  $x$  方向分量可以寫作；

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} = -\frac{\partial \phi}{\partial x} \dots (150)$$

同理，能量方程、連續方程可以寫作：

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x} + \omega \frac{\partial \theta}{\partial p} = 0$$

$$= \begin{cases} 0 & \text{；未到飽和時} \\ -M \left( \frac{q^*}{P_T} \right) \omega & \text{；到飽和以後} \end{cases} \dots (151)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0 \dots (152)$$

又比濕以及飽和比濕之預報方程可以寫作：

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + \omega \frac{\partial q}{\partial p} = 0 \quad ; \text{未到飽和時}$$

$$\dots\dots\dots (153)$$

$$\frac{\partial q^*}{\partial t} + u \frac{\partial q^*}{\partial x} + \omega \frac{\partial q^*}{\partial p} = \omega F^* \quad ; \text{到飽和以後}$$

$$\dots\dots\dots (154)$$

(150)至(154)為大氣模式之原始方程，為計算之簡便計，將原始方程少許改變如下：首先將(108a)與靜力方程(109)，以  $P = \text{const.}$  之條件下為  $x$  微分，即得：

$$\alpha \frac{\partial}{\partial x} l_g \theta = \frac{\partial \alpha}{\partial x} = - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial p} \dots\dots\dots (155)$$

若運動方程(150)以  $p$  微分，並考慮連續方程(152)與(155)，可以求得：

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + \omega \frac{\partial}{\partial p} \right) u_p = \alpha \frac{\partial}{\partial x} l_g \theta \dots\dots\dots (156)$$

式中  $u_p = \frac{\partial u}{\partial p}$   
茲導入  $x-p$  平面中之流函數  $\psi$

$$u = - \frac{\partial \psi}{\partial p}, \quad \omega = \frac{\partial \psi}{\partial x} \dots\dots\dots (157)$$

即此流函數完全可以滿足連續方程(152)式，換言之，連續方程改寫為(157)式之形式，而代入運動方程(156)式以及能量方程(151)式，可以得到：

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial p^2} \right) + J \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial p^2}, \psi \right) = - \alpha \frac{\partial}{\partial x} l_g \theta \dots\dots\dots (158)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} l_g \theta + J(l_g \theta, \psi) = \begin{cases} 0 & ; \text{未到飽和時} \\ -M \left( \frac{q^*}{pT} \omega \right) & ; \text{到飽和以後} \end{cases} \dots\dots (159)$$

式中  $J$  代表 Jacobian 而可以寫作：

$$J(A, B) \equiv \frac{\partial A}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial p} - \frac{\partial A}{\partial p} \frac{\partial B}{\partial x}$$

由式可知(158)、(159)、(153)、(154)各式係為代表大氣模式之基本方程。若水平網格間隔選擇為15公里，垂直網格間格選擇為100mb，即時間間格應選擇小於二分三十秒以下。對邊界條件而言，由(158)式計算  $\frac{\partial \psi}{\partial t}$  時我們需要使用緩和 (relaxation) 法之計算法。因之，若假定大氣下限為  $p=1000\text{mb}$ ，大氣上限為  $p=300\text{mb}$ ，即簡便計其邊界條件選擇為  $\frac{\partial \Delta}{\partial t} = 0$ ，尚無不可。

## 十、結 論

通常在數值預報上，常應用準地轉近似法，來過濾氣象雜波提起長波，而完成數值預報之計算手續。其成就甚可觀，已在每日天氣預作業上被採用。但依據吾人之估計，長波為主要因素之數值預報，其垂直速度之可能預報範圍，僅在每秒數毫巴之大小級次。相當於每小時數公厘之降水強度，因之，每小時數十公厘，甚至百公厘之暴雨現象，以長波無法做其數值預報。

於茲重新考察於大氣中出現之各種波動，例如聲波、慣性波、外部重力波、內部重力波等，發見內部重力波係適合暴雨現象之大氣波動。因其垂直速度可達每小時數百毫巴，以降水強度言，可以預報每小時達百公厘之降水現象。

最後，將討論如何提起內部重力波於數值預報中，並設計暴雨預報為主要目的中氣象預報用大氣模式。此種模式可以應用在三度空間的數值預報上，但其計算至於複雜難以計算。因之，將它簡化成為二度空間之預報模式，以適應實在數值計算之用。

## 參 文

- (1) Hinkelmann, K., (1951): Der Mechanismus des meteorologischen Lärmes. *Tellus*, 3, pp. 285-296.
- (2) Thompson, P. D., (1956): A theory of large scale disturbances in nongeostrophic flow. *J. Meteor.*, 13, pp 251-261.
- (3) Hollmann, G., (1956): über prinzipielle Mängel der geostrophischen Approximation und die Einführung ageostrophischer Windkomponenten. *Meteor. Rundsh.* 9 Jahrgang, 5/6 Hdt.
- (4) Charney, J. G., (1948): On the scale of atmospheric motions. *Geof. Publ.* XVII, No. 2, p.17
- (5) Todd, J., (1962): Survey of numerical analysis. 61-63.
- Kunz, K. S., (1957): Numerical analysis 187-189. McGraw Hill Book Co.
- (6) Fujita, T., H. Newstein and M. Tepper, (1956): Mesoanalysis an important scale in the analysis of weather data. *Res.*



Pap., No. 39, U. S. Weather Bureau.

(7) Fujita, T., (1962): Numerical study of a mesohigh of June 26-27, 1958 over United States Midwest. Proceedings of the international symposium on numerical weather prediction in Tokyo Nov. 7-18, 1960. Japan Meteorological Agency. Technical No 14.

(8) Landau, L. D., and E. M. Lifshitz,

(1959): Fluid mechanics p. 272.

(9) Hinkelmann K. (1959): Ein numerisches experiment mit der primitiven Gleichungen The atmosphere and the sea in motion; Scientific contributions to the Rossby memorial volume, Rockefeller Inst. Press, New York, 486-500

## 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、稿中引用之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、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至四十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象所氣象學報社收。

# 暖心之生成與低氣壓起源之關係

廖 學 鑑  
李 泰 豪\*

## *On the Formation of Warm Core in Relation to Cyclogenesis*

Shyue-yih Liao  
Tay-how Lee

### *Abstract*

It is suggested that the warm core plays an important role in the origin of extratropical cyclones, in the similar mechanism for the formation of the eye of tropical cyclones. Detailed analyses are made on the atmospheric thermal structures of vertical time section while some cyclones initiated near Taiwan. It is found that warm cores are existing in the middle and lower troposphere from surface to the altitude about 3 to 5 km. An attempt is also made to formulate the equation which governs the convection in the atmosphere induced by heat source from both hydrodynamic and thermodynamic aspects. Such mechanism is proved plausible after solution has been modeled and simplified. Thus the formation of warm core can be regarded as the primary stage in cyclogenesis.

### 一、緒 論

氣旋發生之過程，通常稱為低氣壓起源 (Cyclogenesis)。J. Bjerknes 及 H. Solberg [1] 曾對溫帶氣旋 (Extratropical cyclone) 之生成作下述之說明。含有大量水汽的熱帶氣團，常與極地冷氣團相遇而形成極鋒 (Polar front)，其間如受一小擾動，過有氣流不穩定情況，即誘致鋒面波之發展，終在波頂形成低氣壓中心，稱之為初生氣旋 (Nascent cyclone)。

關於低氣壓之成長，氣象學家們多基於動力不穩定度 (Instability) 的觀念，作過相當多的研究。例如 Helmholtz 倡議的風切 (Shearing) 不穩定度、Charney 和 Fjørtoft 等討論的斜壓 (Baroclinic) 不穩定度，以及 Solberg-Høiland 不穩定度等等理論。這些雖能解釋許多低氣壓「發展」 (Development) 之現象，但未著重低氣壓之「起源」 (Genesis) 問題。後者係屬中規模 (Mesoscale) 之現象，以前甚少加以研究，近年來由於儀器設備之改進以及觀測資料之增多，中氣象學 (Mesometeorology) 已漸受

重視。

A. Eliassen [2] 曾作理論研究，認為空氣中釋放之水汽凝結熱及地面摩擦熱可生成暖心 (Warm core)，而驅動橫向的環流作用，在短時間內形成劇銳之鋒面。他並相信此想法可能適用於熱帶氣旋中眼之形成理論。最近 M. Yanai [3,4,5] 在其颱風形成之分析及研究中，已證明暖心生成之事實並強調其重要性。然而，迄今尚未見用之於討論溫帶低氣壓之形成。

本文試就低氣壓最初之起源問題，以臺灣低氣壓之發生為實例加以分析，並以熱力學及動力學為基礎作一理論之說明，印證暖心之生成與低氣壓起源之關係。

### 二、臺灣低氣壓起源及其

#### 上空溫度結構之研究

「臺灣低氣壓」係指冬季處於極氣團邊緣時，獨立發生在臺灣附近之低氣壓。以每年12月至翌年4月之發生頻率最大，為低緯度初生期溫帶低氣壓之典

\* 國立中央大學地球物理研究所。

型。

為研究臺灣低氣壓起源時之熱力及動力結構，可直接探測該區上空之大氣狀況及其變化而達成。然而，初生低氣壓之規模甚小，臺灣附近海面並無密集之氣象觀測站，故缺乏詳細資料以研究某一時刻某地區上空之大氣狀態。

臺灣附近發生之低氣壓，恒受上空西風帶之沖動而東移，若其中心移動之速度  $u$  大致一定，則在某一測站上空高度  $z$  經過之氣象因素  $Q(x, z, t)$  之時間變化，即可視為其沿平流方向  $x$  之空間變化。

$$Q(0, z, t) \rightarrow Q(x, z, -\frac{x}{u})$$

$$\text{又 } \frac{dQ}{dt} \equiv \frac{\partial Q}{\partial t} + u \frac{\partial Q}{\partial x} + w \frac{\partial Q}{\partial z}$$

$$\frac{d}{dt} \text{ 為實質變化, } \frac{\partial}{\partial t} \text{ 為某點之局部變化, } u \frac{\partial}{\partial x}$$

$$\text{為平流變化, } w \frac{\partial}{\partial z} \text{ 為垂直變化。}$$

$$\text{若 } w \div 0 \text{ 且 } \left| \frac{dQ}{dt} \right| \ll \left| u \frac{\partial Q}{\partial x} \right|$$

$$\text{則 } \frac{\partial Q}{\partial t} \div -u \frac{\partial Q}{\partial x}$$

應用此關係，即可就一地各時間之上空資料，而研究其空間切面構造。

根據民國54年12月臺北地面及高空觀測資料[6]，以  $-H \ln \frac{p}{p_0}$  ( $H$  定為常數， $p_0$  為 1000mb) 代替高度  $z$  為縱軸， $t$  為橫軸作溫度距平 (Anomaly) 圖。取各標準氣壓面及每日 00 世界時 (GMT) 為準，距平  $\Delta Q$  定為與月平均值之差。所得圖 1 即為溫度距平之垂直切面圖及同時刻之地面氣壓距平曲線。如改作以 24 小時為差之趨勢 (Tendency 即  $\frac{\partial Q}{\partial t}$ )  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  圖如圖 2，則可消除因選取平均值方法不同所生之差異，而更明顯劃分出冷暖氣團或高低氣壓間之界限。當溫度趨勢由正而零，達最高溫，再轉負而變冷，即構成一暖區。

研判民國54年12月天氣圖[7]，綜觀臺北附近全月氣壓降低情形。其中 2 至 4 日、13 至 15 日、19 至 23 日，係受華南發展之低氣壓邊緣影響。實際起源於臺灣附近之低氣壓僅 7 日、10 日上午及下午、26 日共四次。茲分別命名為 A、B、C、D，將天氣分析於後。

A—6 日 12 時 (GMT 以下同此)，臺北仍在高氣壓籠罩下，7 日 00 時形成滯留鋒，在臺灣北部現出波頂，12 時發生之低氣壓位於宮古島，8 日 00 時東至沖繩附近，8 日 12 時經南大東島北方後，逐漸消滅。(參看圖 3)。

B、C—9 日 12 時後，臺灣處於兩高氣壓間，有鋒面產生，10 日 00 時，臺灣東北海面起源一低氣壓，向東後消失。不久於 10 日 12 時，又在東部海面產生另一低氣壓，發展甚速，向東北直趨日本。

D—25 日 12 時高氣壓遠離，鋒面經臺灣北部，26 日 00 時有一低氣壓在東北海上起源，逐漸向東發展，12 時在沖繩附近，27 日經名瀨附近，繼續發展向東北進行。

以上各氣溫變化圖所用資料之時間間隔均為 24 小時，對於一個僅在一、二日內過境之小低氣壓而言，其上空構造之精確度甚差，僅能表示其大略情況，並不能作較詳細的數值分析。如探測之時間間隔縮短，資料當然豐富得多，但直接應用仍有困難。一為溫度及氣壓有相當大的日變化 (Diurnal variation)，其次為探空儀受日光輻射，誘致不小的溫度誤差，其改正法仍為討論中之難題，故不同時刻之資料不能相互比較。但假定同一時刻之日變化及輻射情況一致，亦可作成數種不同時刻之 24 小時平均溫度趨勢圖，然後加以合併，即得一較為理想之上空溫度構造圖。

應用民國47年12月10日至21日，00、06、18各世界時之臺北地面及高空資料[8]。以 00 時之差當作 12 時之趨勢，以 06 時之差當作 18 時之趨勢，餘均仿此得圖 4。其間臺灣低氣壓發生二次，14 日 (E) 之暖心較小，而 17 日 (F) 之暖心發展極高，直達對流層上部。察看該月天氣圖[9]，見 14 日 00 時有南北向之滯留鋒停於臺灣，12 時即在臺灣北部生成低氣壓，但未能繼續發展。而 17 日 12 時發生之低氣壓，因受華中低氣壓北上之吸引，亦有向北之傾向，故使暖區更加顯著。

仔細考察上列諸圖，可發現各項事實及其討論如下：

(1) 高溫與低溫之空氣呈區域性分佈。地面氣壓距平與對流層中下層之溫度距平 (即  $\Delta p$  與  $\Delta T$ )，尤其氣壓趨勢與溫度趨勢 (即  $\frac{\Delta p}{\Delta t}$  與  $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ ) 之間，呈密切的負相關 (Negative correlation)。

(2) 民國54年12月 2 至 4 日、13 至 15 日、19 至 23 日之各暖區，係受北方通過之低氣壓影響，導致大幅度的溫度平流現象，使暖氣北上而產生的。

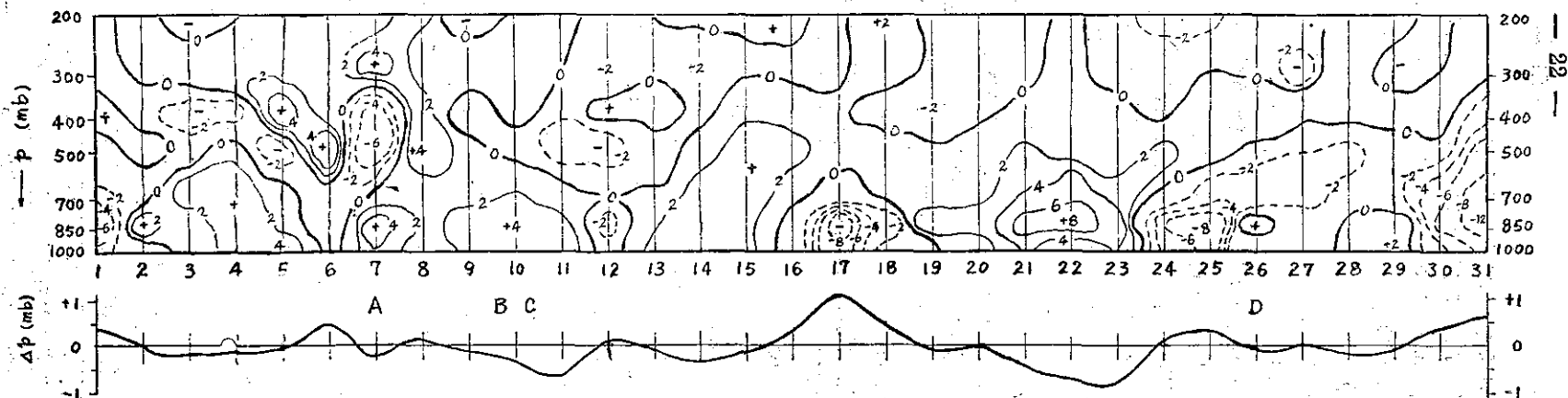


圖 1：民國54年12月臺北上空溫度距平 $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) 及  
地面氣壓距平 $\Delta p$  (mb) 圖

Fig. 1: Vertical time section of temperature anomaly ( $^{\circ}\text{C}$ ) and  
surface pressure anomaly (mb) through Taipei in Dec. 1965.

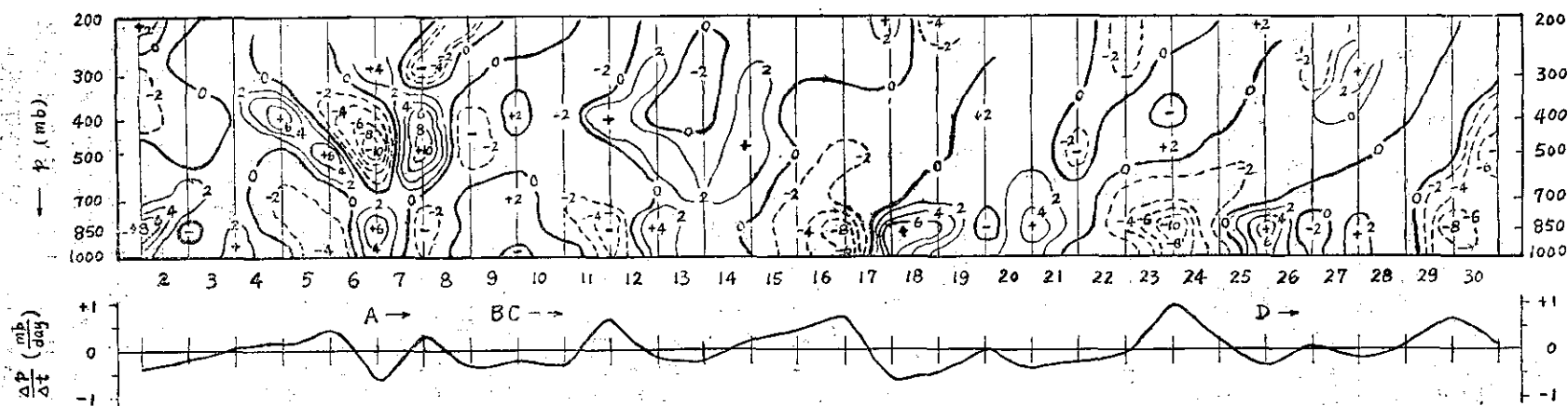


圖 2：民國54年12月臺北上空溫度趨勢 $\frac{\Delta T}{\Delta t}$  ( $\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{day}}$ )  
及地面氣壓趨勢 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$  ( $\frac{\text{mb}}{\text{day}}$ ) 圖

Fig. 2: Vertical time section of temperature tendency ( $\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{day}}$ ) and  
surface pressure tendency ( $\frac{\text{mb}}{\text{day}}$ ) through Taipei in Dec. 1965

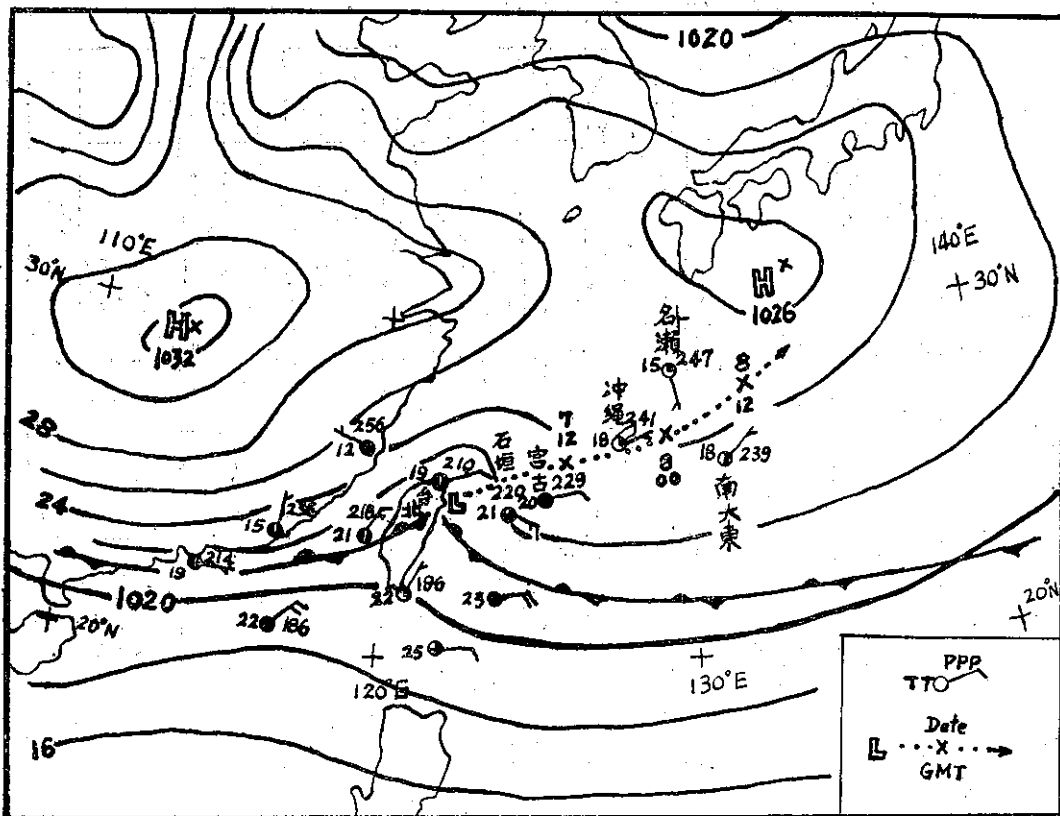


圖 3：民國54年12月7日00 GMT 臺灣低氣壓發生時之地面天氣情況及該低氣壓之行徑圖

Fig. 3: Weather map at 00 GMT, Dec. 7, 1965, when Low was just originated near Taiwan.

(3)諸低氣壓A、B、C、D、E、F發生時之暖氣部份，低空雖可能有南方暖氣團侵入之影響，但東南季風僅限於1500公尺高度（約為850mb面）以下。今暖區多延伸至700mb面（約3000公尺）以上，已全在平穩的西風帶內，一般情況下，其溫度平流之效應甚小。故高溫區必係另由力學原因加溫所生的「暖心」。

(4)低氣壓起源於氣溫變率較大處，即其暖心界限非常明顯。初生低氣壓之暖心高度大致由地面起至3000~5500公尺（即700~500mb面）之間。

(5)有暖心存在處方可能有低氣壓起源，低氣壓不會發生在上空無暖心之時。

### 三、暖心形成之理論

在此將以較嚴密的數學推演，同時考慮熱力學及流體力學問題，並加以模型化，解釋暖心之形成。

定一坐標系  $x, y, p$  三軸分別指向東、北、下方。

$x, y$  為地面長度坐標，而  $p$  為氣壓坐標以代垂直空間坐標  $z$ ，其三方向之速度為  $u, v, w$ 。

如考慮東西方向之擾亂為等質性，即  $\frac{\partial}{\partial x} = 0$ ，則可簡化成二度空間問題。

$$\text{而 } \frac{d}{dt} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial p}。$$

大氣之運動方程為

$$\frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fu = 0 \dots \dots \dots (1)$$

式中  $f$  為科氏參數 (Coriolis parameter) 由位溫之定義  $\theta = T \left( \frac{p_0}{p} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

$$r = \frac{C_p}{C_v} \text{ 為比熱比}$$

及熱力學第一定律  $C_p dT - \alpha dp = dQ$

$$\begin{aligned} \text{得 } \frac{d}{dt} \ln \theta &\equiv \left( \frac{\partial}{\partial t} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \ln \theta + w \frac{\partial}{\partial p} \ln \theta \\ &= \frac{1}{C_p T} \frac{dQ}{dt} \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

溫度趨勢單位 (Unit in temperature tendency) :  $\frac{C^{\circ}}{day}$

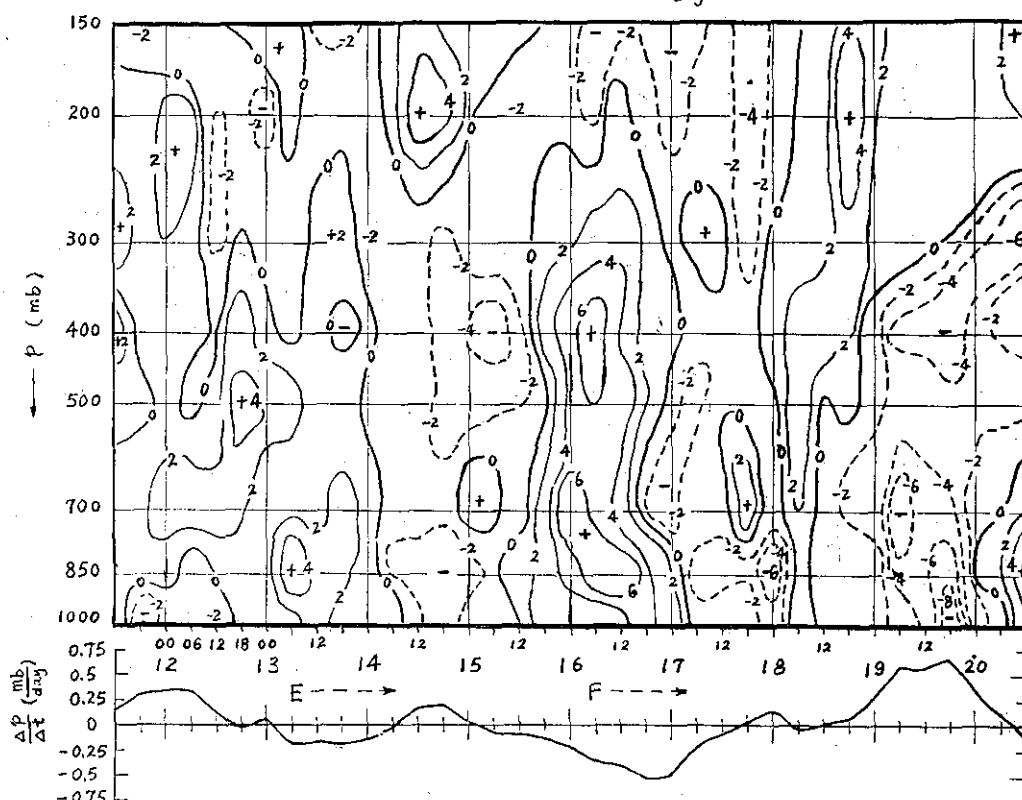


圖 4：民國47年12月11日至21日臺北上空溫度及地面氣壓趨勢圖

Fig. 4: Vertical time section of temperature tendency and surface pressure tendency through Taipei from Dec. 11 to Dec. 21, 1958.

$$\text{又 } l_n \theta = l_n \alpha + \frac{1}{r} l_n p + \text{const} \dots \dots \dots (3)$$

以(3)代(2)，並知等壓面上

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) p = 0$$

$$\text{可得 } \left( \frac{\partial}{\partial t} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) l_n \alpha + \omega \frac{\partial}{\partial p} l_n \theta = \frac{1}{C_p T} \frac{dQ}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

引用靜力方程  $\alpha = -g \frac{\partial z}{\partial p}$

並因重力位能  $\phi = gz$

故  $\phi_p = \frac{\partial \phi}{\partial p} = -\alpha$

又由靜力穩定度之定義

$$S \equiv -\alpha \frac{\partial}{\partial p} l_n \theta$$

故(4)式可化爲

$$\frac{\partial}{\partial t} \phi_p + v \frac{\partial}{\partial y} \phi_p + \omega S = -\frac{R}{C_p} \left( \frac{1}{p} \right) \frac{dQ}{dt}$$

令  $E \equiv \frac{R}{C_p} \frac{dQ}{dt}$  爲加熱函數。

$$\text{則 } \frac{\partial}{\partial t} \phi_p + v \frac{\partial}{\partial y} \phi_p + \omega S = -E \dots \dots \dots (5)$$

此式爲熱力學第一定律之另一形式。

由地轉風 (Geostrophic wind) 之假定

$$fu = -\frac{\partial \phi}{\partial y}$$

得熱力風 (Thermal wind) 之關係

$$f \frac{\partial u}{\partial p} = -\frac{\partial \phi_p}{\partial y}$$

利用此關係，計算  $f \frac{\partial}{\partial p} (1) + \frac{\partial}{\partial y} (5)$

$$\begin{aligned} \text{得 } & f \frac{\partial}{\partial p} \left\{ \left( \frac{\partial u}{\partial y} - f \right) v \right\} + \frac{\partial}{\partial y} (\omega S - v f \frac{\partial u}{\partial p}) \\ & = -\frac{\partial E}{\partial y} \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

若  $f$  為定數, (6)式可改寫為

$$A \frac{\partial \omega}{\partial y} - B \frac{\partial v}{\partial y} + C \frac{\partial v}{\partial p} = - \frac{\partial E}{\partial y} \dots \dots \dots (7)$$

其中係數  $A \equiv S$ ,  $B \equiv f \frac{\partial u}{\partial p}$ ,  $C \equiv f \left( \frac{\partial u}{\partial y} - f \right)$ , 此三者皆與大氣穩定度有關。B 表示斜壓不穩度, C 表示慣性不穩度。

如上式以流函數  $\psi$  表示,

$$\omega = - \frac{\partial \psi}{\partial y}, v = \frac{\partial \psi}{\partial p}$$

$$\text{則 } A \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} - B \frac{\partial^2 \psi}{\partial y \partial p} + C \frac{\partial^2 \psi}{\partial p^2} = \frac{\partial E}{\partial y}$$

為簡便計視  $B \div 0$ , 即  $\frac{\partial u}{\partial p} \div 0$ ,

並另設一新坐標  $\zeta \equiv \sqrt{\frac{A}{C}} (p_0 - p)$  代  $p$

$$\text{得 } \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial \zeta^2} = \frac{1}{A} \frac{\partial E}{\partial y} \dots \dots \dots (8)$$

此式即為加熱作用與空氣運動間最基本關係。當加熱函數  $E$  已知, 加以  $\psi$  之邊界條件, 即可求得惟一解。

現採用如圖 5 所示之模型,  $y=0$  表示鋒之位置, 即南北暖冷氣團交會之處。由地面輻合上升之氣流將在鋒上  $\zeta_0$  附近生成凝結區, 水汽釋放之潛熱可視為大氣中之熱源, 故此區也就是暖心。若其加熱率  $E$  在此圓形區域內  $\{y^2 + (\zeta - \zeta_0)^2 \leq a^2\}$  為定數  $E_1$ , 而在此區以外為零。

(8)式之解可寫為:

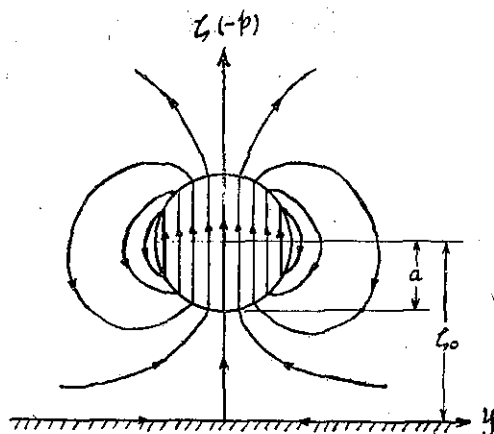


圖 5: 暖心與對流之模型  
Fig. 5 Model for warm core and convection.

$$\begin{cases} \text{凝結區內} & \psi = KE_1 \cdot y \\ \text{凝結區外} & \psi = KE_1 a^2 \cdot \frac{y}{y^2 + (\zeta - \zeta_0)^2} \end{cases}$$

$K$  為比例常數。

其意為在凝結區內, 只有垂直上升氣流, 其流線呈直線。而空氣自此區上方由外圍繞下而循環, 其流線呈同軸諸圓, 與流體力學中「重源」(Doublet)之作用相似。並可知對流作用之強弱與加熱率  $E_1$  成正比, 亦與凝結區之面積成比例。

為適合邊界條件  $\zeta=0$  (1000mb 面上) 時  $A, \psi=0$ , 則可令區外

$$\psi' = \frac{Ka^2 E_1}{2} \left( \frac{y}{y^2 + (\zeta - \zeta_0)^2} - \frac{y}{y^2 + (\zeta + \zeta_0)^2} \right)$$

即等於加置一相同之冷源於地下對稱點上。

觸發此模型中凝結區生成之上升氣流, 或由地面摩擦熱所引起, 或由其他動力不穩定現象所引起, 其原因複雜, 相信與鋒之性質有關。暖心一旦生成, 誘致不斷的上升氣流, 濕空氣至凝結區後, 即源釋放潛熱。如此循環不已, 故短時間內能使其下方產生低氣壓。

#### 四、結 論

溫帶低氣壓皆起源於極鋒邊緣, 而低氣壓發生之位置即鋒上形成暖心之處。由臺灣低氣壓起源時之上空資料分析, 證實有暖心形成於對流層之中下層, 理論上之解釋亦能有滿意的結果。故暖心之生成, 可說是低氣壓起源之最初階段。

低氣壓發生時, 其上空必先有暖心之形成, 由於熱對流作用, 此暖心得以維持, 並使地面氣壓降低。當此暖心上端之輻散大於其下之輻合時, 則對流加劇, 暖心增強, 低氣壓即能發展。反之, 則會減弱。此時, 低氣壓之消長, 多為上方西風帶之動態所支配, 已不屬本文討論之範圍。

上節諸式之推演及求解時, 曾加以各種假定及簡化, 其目的在便於說明, 使加熱所引起的大氣對流運動能清楚的看出。事實上, 在討論暖心之生成時, 地轉力及風切的影響較小, 主要考慮因素為大氣之垂直靜力穩定度  $S$ 。但當低氣壓形成後, 討論氣旋中的運動時, 偏微分方程之  $f \cdot \frac{\partial u}{\partial p}$ 、 $\frac{\partial u}{\partial y}$  諸變量均須加以考慮, 不能忽略。為作進一步之模型研究及數值上的估計, 應用電子計算機以解一較嚴正的方程式, 亦屬可能之事。

#### 參 考 文 獻

[1] V. Bjerknes, J. Bjerknes, H. Solberg and T. Bergeron (1933): Physikalische Hydr-

odynamik.

- [2] A. Eliassen: (1959) On the formation of fromation of fronts in the atmosphere, in the atmosphere and the sea in motion, Edited by B. Bolin, pp. 277-287.
- [3] M. Yanai (1961): Dynamical aspects of typhoon formation, J. Meteor. Soc. Japan, Series 2, Vol. 39, No. 5, pp. 282-309.
- [4] M. Yanai (1964) Formation of tropical cyclones, Reviews of Geophys., Vol. 2, No. 2, pp. 367-414.
- [5] M. Yanai (1963): A comment on the creation of warm core in incipient tropical cyclone, J. Meteor. Soc. Japan, Series 2, Vol. 41, No. 3.
- [6] Taiwan Weather Bureau (1965) Radio-sonde observation at Taipei, in the results of aerological observations
- [7] Japan Meteorolical Agency (1965): Daily Weather Maps, Dec. 1-15 and Dec. 16-31.
- [8] Taiwan Weather Bureau (1958): Radio-sonde observation at Taipei, in the results of aerological observations
- [9] Japan Meteorological Agency (1958): Daily Weather Maps, Dec. 1-15 and Dec. 16-31.

### 氣象學報訂購辦法

- 一、本學報以促進中國氣象學術之研究爲目的。
- 二、個人如欲訂購，可報請服務之單位，備文證明，連同價款，逕寄本社，或利用各地郵局，將書款存入臺灣郵政第2797號劃撥儲金本所專戶，當按址寄送所需之學報。
- 三、本學報本期暫收成本費新臺幣壹拾元，郵票十足通用。

### 氣象學報徵稿啓事

本學報長期徵收稿件，歡迎各方踴躍惠稿，惟爲配合出版時期起見，惠稿最好於二、五、八、十一等月月中以前寄達，以便及時刊載，而免積壓，敬請惠稿諸先生注意。



# 臺北臭氧觀測報告

呂世宗 施清溪  
謝霖 陳福來

## Observation of the Total Amount of Ozone over Taipei

Shih-chong Lu

Ching-shih Shy

Shieh Lin

Fu-lai Chen

### Abstract

The Dobson spectrophotometer No 95 was installed in the Taiwan Provincial Weather Bureau at Taipei in summer of the year 1965 for measuring the ozone in the atmosphere. In the first half of their article was given a short explanation of the instrument and the results obtained from the calibration of the wedges, standard lamp tests, mercury lamp tests.

At last, the daily mean values of the total amount of ozone obtained from the direct sun observation on clear days, observation on clear blue zenith sky and the ozone density in atmosphere at surface.

Relation between the deviation from the monthly variation of the ozone amount and weather conditions were studied. Positive deviation were found near and in front of travelling anticyclonic centre, while negative ones were generally found near the centre of surface low or southern currents.

### 一、摘要

臺灣省氣象局為參加國際太陽活動寧靜年之觀測工作，於去年在臺北設立臭氧觀測站，觀測臭氧全量與密度。本文即報告臭氧全量與密度之觀測法，及分析半年來之觀測結果。

### 二、臭氧觀測儀器之概述

#### 1. 臭氧全量觀測儀

本站所使用之儀器為英製Dobson Spectrophotometer No 95, 其構造為雙重式分光儀。由 Sun director所導入之光線即經波長調節器設定波長後，經過三稜鏡之反射，隨波長之種類，各別經過間隙 (Slit)  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ 。然後再經過三稜鏡集中光線，以便通過間隙 (Slit)  $S_5$ 。之後對入光電管 (IP28)，測其光度，在  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ，後方設有光線切斷器，可調整通過  $S_3$  之光線對  $S_2$  或  $S_4$  之光線，保持  $90^\circ$  間隔，光電管之光電流即經過 100 K $\Omega$  之高電阻後整流為直流，以電流計測之。另一方面， $S_5$  間隙之前方裝有光劈 (Optical wedge)，可調節光量，以資對照  $S_2$  或  $S_4$  之光量。並推算臭氧對太陽紫外線之吸收情形。儀器規格如下，其全部構造如圖 1。

器規格如下，其全部構造如圖 1。

△長度：145 cm

高度：35 cm

寬度：47 cm

全量：75 log

△間隙  $S_1$   $S_2$   $S_3$   $S_4$   $S_5$

長 22 15 13 8 20(mm) } 均固定  
寬 0.4 0.4 1.2 0.6 2.8(mm)

△中間間隙 (Slit) 之位置

$S_2$ ,  $S_3$  間之距離為 7.5mm

$S_3$ ,  $S_4$  間之距離為 24.7mm

△記錄盤 (Dial)

直徑 18 cm

刻度  $0^\circ \sim 300^\circ$

△三稜鏡

$60^\circ$  50mm

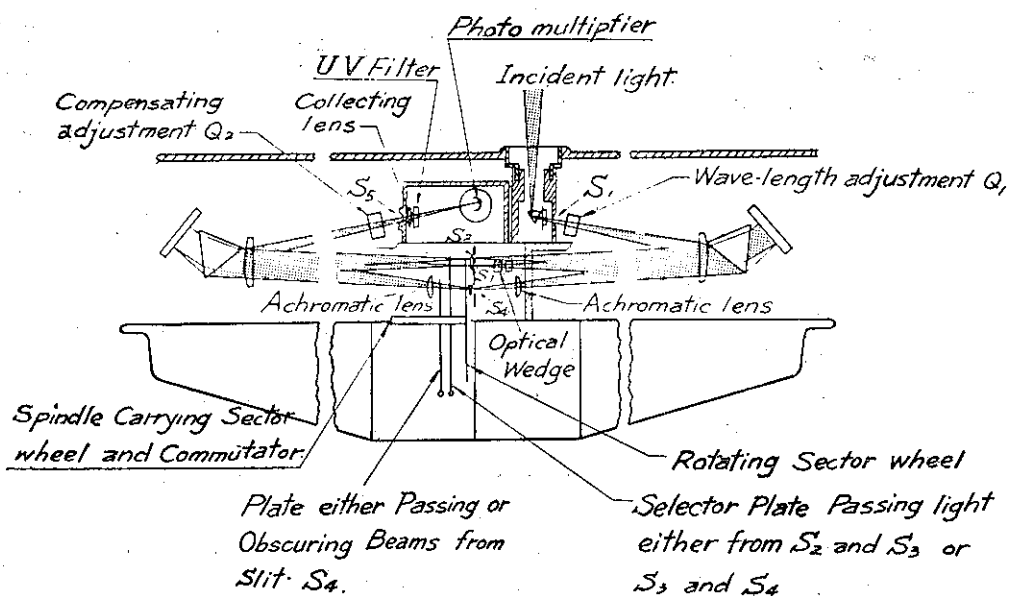
△透鏡

50 mm $\phi$  f=45 cm

△光劈 (Optical wedge)

長度：12 cm

寬度：1 cm



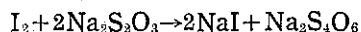
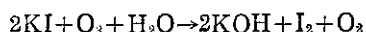
## Dobson's Ozone Spectrophotometer

圖 1：Dobson 型双重分光儀平面圖

### 2. 臭氧密度觀測儀：

臭氧密度之測驗法，經 V. H. Regener, G. Bowene, A. Ehmert 等研究，有顯著之進步，尤其是 Ehmert 式之設備，因體積小而輕便，對移動測驗工作甚佳，Ehmert 即利用臭氧之氧化作用來決定臭氧之含量。本局目前所使用者，即為 Ehmert 式之測驗設備。

臭氧通過碘化鉀與亞硫酸鈉之水溶液時，可產生如下式之反應：



因此，從亞硫酸鈉之消耗量，可算出臭氧之含量，由上式推出，如在水溶液中尚有  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  時，反應管內而浸在碘化鉀水溶液中之白金電在極不能通電，反之如  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  完全被反應淨盡，僅有碘之成分存在時，所經過之電流即與碘含量成正比例。Ehmert 即利用電解來測定  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  之殘量。

### 三、儀器係數之校正

因臭氧僅佔全大氣之  $2 \sim 6 \times 10^{-5}\%$ ，亦即在標準狀態時，其厚度約為  $1.7 \sim 4.0\text{mm}$ （標準大氣之厚度約為 79 公里），而且日變化微少，為測定其微少變化，吾人僅能利用臭氧可吸收  $2000 \sim 3000\text{\AA}$  波長之太陽紫外線之特性，所以測定儀器必須具有高度的精密。Dobson 型 Spectrophotometer 為一種高度精密

之測定儀，不過其靈敏度易受各種因素之影響而變，為保持其靈敏度，必須時常加以校正，目前本局時常實行的分為波長校正（Mercury Lamp Test），標準燈校正（Standard Lamp Test），光劈校正（Wedge Calibration Test）。

波長校正之目的在於維持使用波長之安定，減少測定值之誤差。校正方法即利用水銀燈分為  $3126\text{\AA}$ ,  $3131\text{\AA}$ ,  $3342\text{\AA}$ ,  $4356\text{\AA}$  等波長，以校正調波器 Q 之位置。標準燈校正之目的，在於明瞭光劈之變化情形，即在校正每個使用波長：A, D, C, C'，視其各段之光劈是否保持不變，或其變量是否能影響其測定值。光劈校正為明瞭光劈之坡度與透明度為目的。因其坡度與透明度對測定值之影響甚大。

這些校正必須不斷地加以實施，以資保持高度之精密與靈敏度，表 1, 2, 3 即各項校正之實例記錄。

#### 1. 波長校正（Mercury Lamp Test）

表一為在臺北以 Hg 燈 ( $3126 \sim 3132\text{\AA}$ ) 實行波長校正之結果。在平常  $Q_1$  之測定誤差，因光源擺動關係，約為 0.2，如果換算為波長可相當於  $0.5\text{\AA}$ ，調整器  $Q_2$  裝在  $S_3$  處，因其間隙較大，不必校正， $Q_1$  變動之主要原因為取蓋以後，再裝上時無法保持原樣，過緊過鬆或不平衡，均能致使  $Q_1$  之誤差，因此，在不必要時，最好不要取下蓋殼為佳。

#### 2. 標準燈 ( $N_0$ ) 之校正 (Standard Lamp Test)

標準燈 (Standard Lamp) 之光度比 ( $I/I_0$ )s

表一：波長校正

Table 1: Mercury lamp test

測 站：臺北 儀器號碼：No. 95

日 期		1965. 8. 6	1965. 10. 16	1966. 3. 10
溫 度	開 始	33.0°C	26°C	20°C
	結 束	33.0°C	26°C	20°C
	平 均	33.0°C	26°C	20°C
Q <sub>1</sub>	(1)	89.5	89.0	88.2
	(2)	82.5	81.5	81.2
	平 均	86.00	85.25	84.70
Q <sub>1</sub>	(1)	89.4	89.0	88.1
	(2)	82.9	81.6	81.1
	平 均	86.15	85.30	84.60
Q <sub>1</sub>	(1)	89.4	89.0	88.1
	(2)	82.7	81.5	81.1
	平 均	86.05	85.25	84.60
Q <sub>1</sub>	(1)	89.6	89.0	88.2
	(2)	82.7	81.5	81.2
	平 均	86.15	85.25	84.70
Q <sub>1</sub>	(1)	89.5	89.0	88.1
	(2)	82.6	81.5	81.1
	平 均	86.05	85.25	84.60
Q <sub>1</sub> 平 均 值		86.08	85.26	84.64
Q <sub>1</sub> 表 值		86.17	85.31	84.58
誤 差		- 0.09	- 0.05	+ 0.06

表二：標準燈校正

Table 2: Standard lamp test

日 期	1965. 8. 4	1965. 10. 16	1965. 12. 20	1966. 3. 5
A <sub>λλ</sub>	59.5	59.2	59.2	59.2
	60.0	59.5	59.0	59.7
	59.5	59.4	59.5	60.0
	57.1	57.0	56.8	57.0
D <sub>λλ</sub>	57.0	57.0	57.0	57.2
	57.0	57.0	57.0	57.5
	57.0	57.0	57.0	57.5
平均值	59.7	59.4	59.2	59.6
表 值	56.4	56.4	56.4	56.4
誤 差	+ 3.3	+ 3.0	+ 2.8	+ 3.2
差	+ 4.5	+ 4.5	+ 4.5	+ 4.5

，若光電管之功率為零時，光度與記錄盤之關係為：

$$\log\left(\frac{I}{I'}\right)_s = -\frac{1}{k'}[\{R_s - n(R_s)\} - \{R_0 - n(R_0)\}] - \log\left(\frac{C_p}{C_{p'}}\right) - \log\left(\frac{C_i}{C_{i'}}\right) \dots\dots\dots (1)$$

式中R<sub>s</sub>為記錄盤讀數，C<sub>i</sub>為儀器光學係數，C<sub>p</sub>為光電管係數。因此 $\left(\frac{C_i}{C_{i'}}\right)_s$ 為儀器光學係數，一般

$$\text{可為}\left(\frac{C_i}{C_{i'}}\right) = \frac{C_i}{C_{i'}} + \text{const}$$

“const”此項以水晶板之有無及其他因素所決定

表三：光劈校正

Table 3: Widge calibration test

測 站：臺北 儀器號碼：No. 95

		日 期	1965. 8. 13	1965. 10. 9	1966. 3. 5	
(x and y)	水	有銹板之讀數	126.0	125.0	121.0	
			126.2	125.2	122.0	
			126.5	125.1	122.0	
			127.0	125.2	122.5	
	晶	無銹板之讀數	185.1	184.1	180.0	
			185.5	184.6	180.5	
			185.6	184.5	181.2	
			186.0	185.1	182.0	
	板	讀數平均	有銹板	126.4	125.1	121.9
			無銹板	185.6	184.6	180.9
		光程平均	有銹板	0.985	0.971	0.937
			無銹板	1.629	1.618	1.577
光 程 差 ( $\Delta N$ )			0.644	0.647	0.640	
(x only)	水	有銹板之讀數	59.0	58.1	58.5	
			59.2	58.3	58.5	
			59.5	58.4	58.6	
			59.2	58.2	58.7	
	晶	無銹板之讀數	121.0	120.0	120.1	
			121.5	119.9	120.0	
			121.5	119.8	120.0	
			121.5	120.0	120.2	
	板	讀數平均	有銹板	59.2	58.3	58.6
			無銹板	121.4	119.9	120.1
		光程平均	有銹板	0.286	0.277	0.280
			無銹板	0.932	0.917	0.919
光 程 差 ( $\Delta N$ )			0.646	0.640	0.639	

表四：臭氧量與氣壓氣溫之相關

Table 4: The relation between the total amount of ozone and temperature, pressure

月份	項目 相關係數	氣 壓		氣 溫	
		地 面	500mb	地 面	500mb
7		-0.174	-0.240	-0.021	-0.322
8		+0.464	+0.007	-0.055	-0.208
9		-0.009	-0.451	-0.357	+0.142
10		+0.734	-0.592	-0.528	-0.682
11		+0.362	-0.203	+0.074	-0.182
12		-0.010	-0.574	-0.027	-0.156

，由上式可得

$$\begin{aligned} \Delta N_s &= \Delta \{R_s - n(R_s)\} \\ &= -K' \left\{ \Delta \log \left( \frac{I}{I'} \right)_s + \Delta \log \left( \frac{C_P}{C_{P'}} \right) + \Delta \log \left( \frac{C_i}{C_{i'}} \right)_s \right\} - \Delta K' \left\{ \log \left( \frac{I}{I'} \right)_s + \log \left( \frac{C_s}{C_{P'}} \right) + \log \left( \frac{C_i}{C_{i'}} \right)_s \right\} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

由上式可知，如果 Lamp 及儀器無變化時即

$$\Delta N_s = 0$$

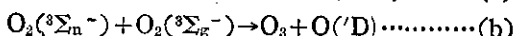
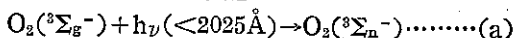
在  $\Delta N_s \neq 0$  時，可推出 Standard Lamp 或儀器光學係數發生變化，Standard Lamp 並常附裝兩個，本儀器即為 95A 與 95B 兩個。表二即為其校正結果。

### 3. 光劈校正 (Wedge Calibration Test)

光劈之構造微妙，亦為本儀器之重要部份，其本體為劈形之水晶板，表面加以鍍金，而鍍金厚度與透光度成正比例，惟其透光度易受氣溫之影響，因正必響時常加以校正，即以 x y 二塊水晶板調整，光劈之透光位置，再以 Rhodiumized plate 之濾光器，互相比較，校正其透光情形，表三即幾個月來之校正記錄。

## 四、測定結果之分析與檢討

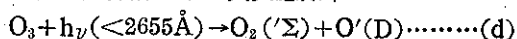
根據許多專家之研究，關於臭氧之產生，均以爲氧 ( $O_2$ ) 與紫外線 ( $<2025\text{\AA}$ ) 之反應為主。亦即大氣中氧分子受到太陽紫外線之輻射，成爲激發氧 ( $O_2^*$ )，然後和普通氧分子  $O_2$  之反應



成爲臭氧  $O_3$  與激發氧原子  $O(^1D)$ ，然後再和普通氧

分子  $O_2$  結合成爲臭氧  $O_3$ 。

因臭氧在大氣中之分布約爲一定，即一方面生成另一方面則必分解崩壞，其反應如下：



即由紫外線之光分解和氧原子之結合，不斷的分解成爲氧  $O_2$ 。

上述的產生與分解之平衡條件，根據 Mecke 氏所稱，可由下式決定。

$$\frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} = K \cdot P \cdot \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{I_r}{I_d} \dots\dots\dots (1)$$

式中  $[O_3]$  和  $[O_2]$  各示臭氧及氧之分壓， $P$  爲全壓， $I_r$ ， $I_d$  各示在氧激發與光分解時所需要的光線強度， $\alpha$ ， $\beta$  示氧與臭氧對光線的吸收係數， $K$  即爲光化學反應常數。

由 (1) 式可知， $I_r$  和  $[O_3]^2$  成正比。太陽正在中空時， $I_r$  可以下式求之。

$$I_r = I_0 - \int_h^\infty \alpha [O_2]_{dh} \dots\dots\dots (2)$$

同樣情形  $I_d$  亦可示爲

$$I_d = I_0 - \int_h^\infty \beta [O_3]_{dh} \dots\dots\dots (3)$$

各式中  $h$  示太陽高度， $I_0$  即爲大氣層外之太陽輻射強度。

假設式中  $I_0$ ， $\alpha$ ， $\beta$  等項均不受波長變化之影響，以簡明方式計出臭氧分壓。

$$[O_3] = [O_3]_{\max} [(P/P_{\max}) e^{1-P/P_{\max}}] \dots\dots\dots (4)$$

式中  $[O_3]_{\max}$  爲臭氧極大層之臭氧分壓， $P_{\max}$  爲極大層之氣壓， $P$  爲任意高度之氣壓。因此大氣中之臭氧量可以下式計出。

$$\int_0^\infty [O_3]_{dh} = 1.85 [O_3]_{\max} \cdot P_{\max} \dots\dots\dots (5)$$

但實際上，大氣中之輻射  $I_0$ ，吸收係數  $\alpha \sim \beta$  必隨波長之變化而變化，因此對實際分布之計算，尙需加以補正，Miyake 等即將 (1) 式寫爲

$$\frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} = K \cdot P \cdot \frac{\alpha q}{\beta q'} \dots\dots\dots (6)$$

式中  $k = \frac{k k'}{k''}$ ，而且  $k$ ， $k'$ ， $k''$  各爲 (b)(c)(e) 式中之反應速度。 $q$ ， $q'$  爲參加反應之光子數量，此式之概念和 Mecke 之理論約爲相同。其特點在對  $\alpha$ ， $\beta$ ， $q$ ， $q'$  均考慮到受波長分布之影響，根據此式計出，臭氧之極大層約在 25km 左右之高空，此高度和實測高度甚吻合。

由上述可知臭氧即生成在短波紫外線之吸收，而分解於長波紫外線之反應，而且在上空 30~50km 附

近即保持光化學平衡之狀態，換句話說在此高度，臭氧之生成與分解始終保持平衡狀態，以高度為界上下層均在減少。惟含量最高處者，以臭氧之半生期，似比此高度為低。（約在25km處）。

這些臭氧經氣象過程，經過平流層，透過氣流層頂，達到對流層，甚至地面而分解。這些下降的過程中，最難通過的氣層處似為對流層頂。雖然該層之存在僅為一種假想，而其高度時常變化，根據 Brewer 之假設，臭氧可透過四種不同之過程達到對流層（圖2）

1. 隨緩慢非絕熱過程之大氣移動而下降，如圖2 A之過程。

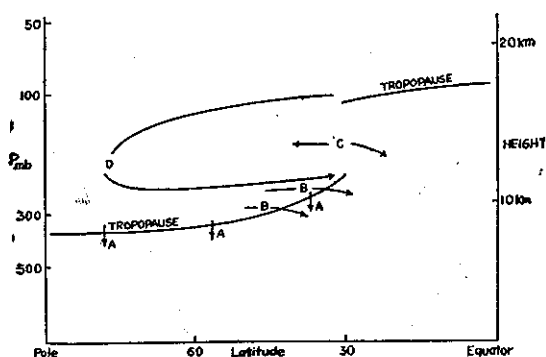


圖2：臭氧之徑路

Fig. 2: Possible mechanism for transfer of ozone (from Brewer 1960)

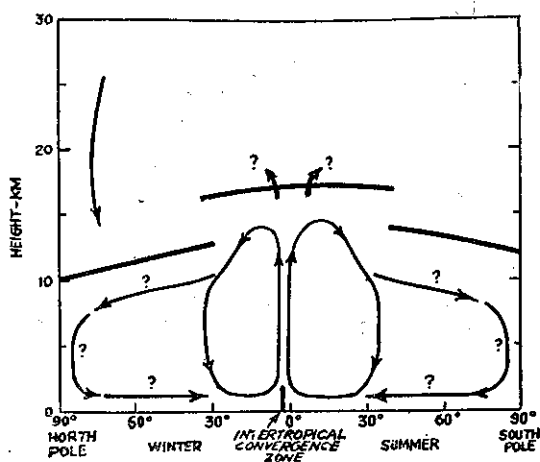


圖3：臭氧之變化與大氣環流

Fig. 3: Mechanism of ozone changes and atmospheric circulation

2. 隨沿等熵面移動之大氣移動而下降 (Isentropic surface) 如圖上B過程。

3. 隨亞熱帶上空之南北移流，如圖上C之過程。

4. 隨平流層之環流，如圖上D之過程。

由上空下降之臭氧即隨大氣環流圍繞地球，因大氣環流之起因在於太陽輻射而且受地球自轉之影響，始終成輻合與分散之連續過程，這些氣象因素，即產生臭氧之水平分布與垂直分布之變化。茲將幾年來加拿大臭氧記錄中心之記錄加以分析，求其緯度與季節變化時，發現臭氧全量之極大值在春季，最小值在秋季，而且其變化，以赤道最小（圖4）。

依據光化學之理論，太陽輻射應與臭氧量成正比例，但觀測記錄却有相反之事實。關於這種不可思議的問題，Dobson, Brewer 等即認為與大氣環流有關，他們宏觀的將大氣環流寫成如圖3所示，即在赤道地方所上昇之大氣，至中緯度地帶即沿對流層頂向極方移動下降，再度轉回赤道地帶，而且平流層之環流動能在冬期為大，夏季則小，這些水平與垂直對流，即可產生臭氧之年與緯度變化。然則最重要的因素，似為平流層的氣流情形。

本站半年來之觀測均以臭氧量之日變化與氣象因素之關係為研究對象。如圖5所示。圖上顯出由北方伸展的高氣壓在接近臺灣1,000公里以內時，臭氧量均有增加，低氣壓與鋒面經過時，即有相反的現象，這種現象和日本 Miyake 等所測之結果非常一致，與歐洲之測驗記錄却為相反，似為東亞特有的現象。茲將這些宏觀的情況再加以分析，即求其氣壓與氣溫等關係時，得到如表四的結果。雖然分析時所用的高空資料，其高度不高，且記錄亦少，但亦可看出高空之氣壓與臭氧量有負的連關。同時表上也顯出本站臭氧量之變化受高氣壓之影響甚大，因此每在北方氣流進入時，其臭氧量必有增加，而且與高空槽，地面高氣壓之規模，發達程度似有良好之對照。

這些大氣的水平移流與垂直運動，即造成地面臭氧密度之變動，如圖6。在臺北地區，這些變化似保有30日左右之週期，但因記錄不多，須待進一步之研究始能決定。

另外在1965年11月23日日蝕時，作一串之觀測，其記錄如圖7所示，從記錄上顯示，臭氧量並無特殊之變化。

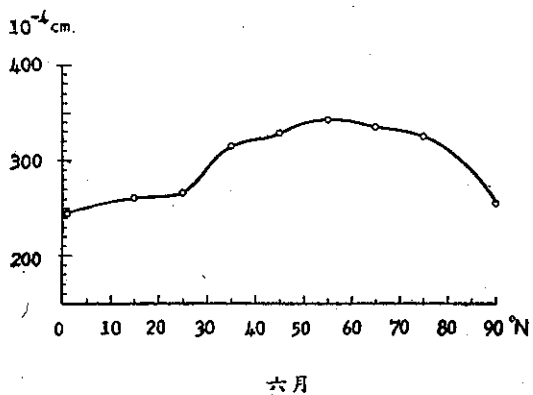
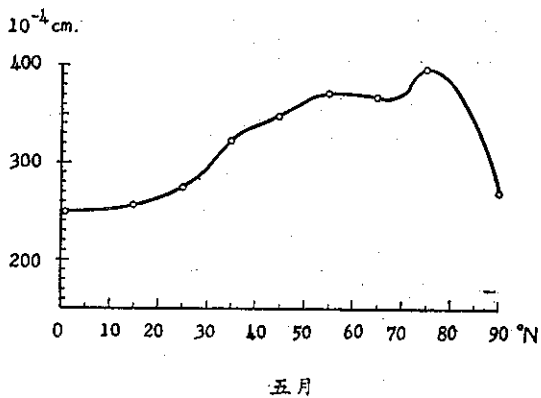
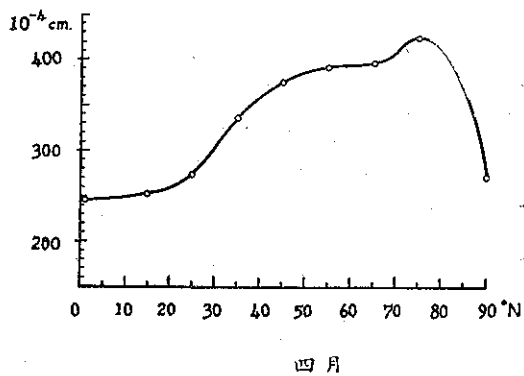
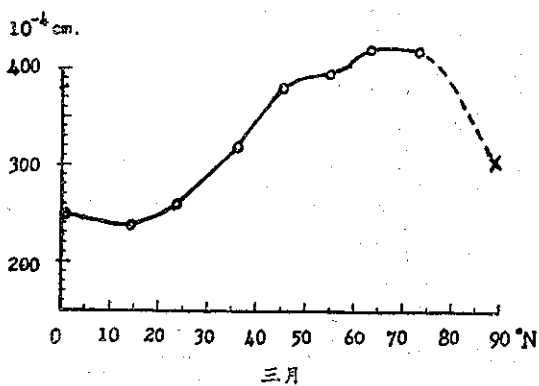
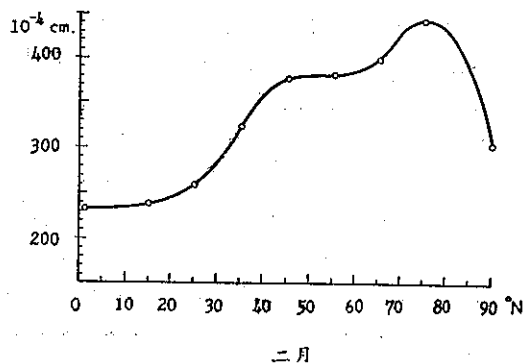
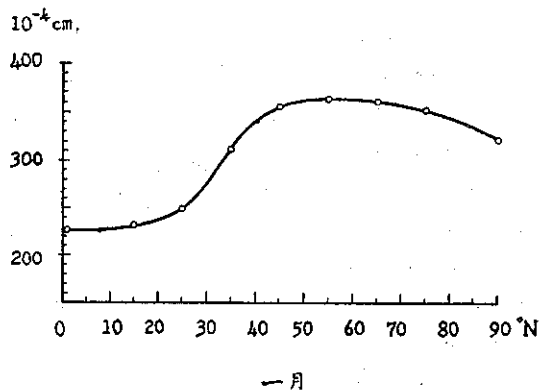
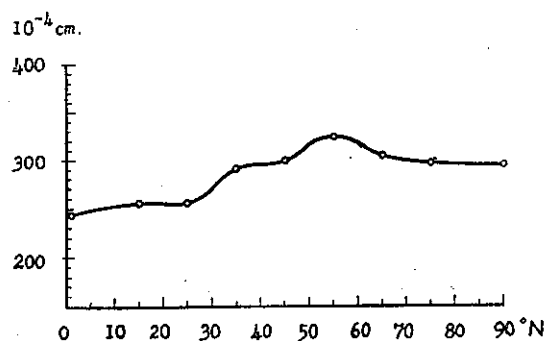
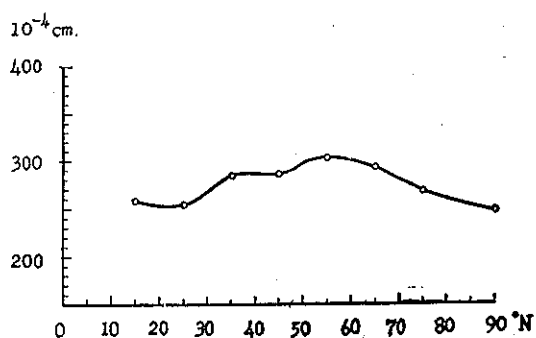


圖4a：逐月臭氧全量與緯度變化

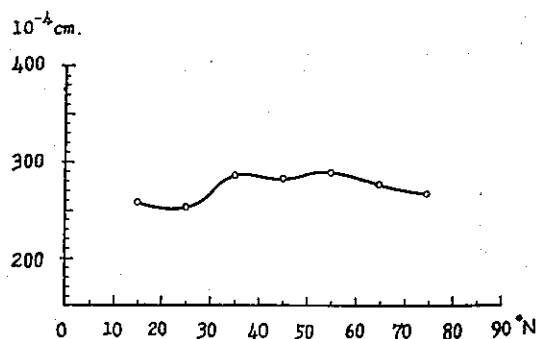
Fig. 4a: Latitudinal variation of the total amount of ozone in each month



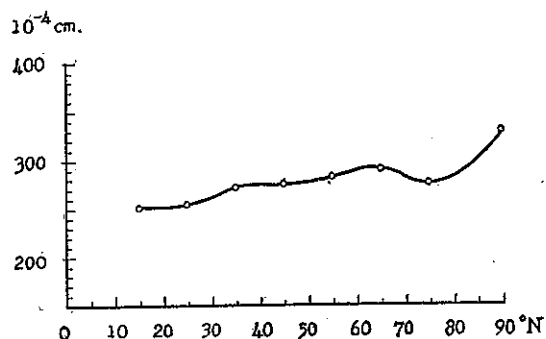
七月



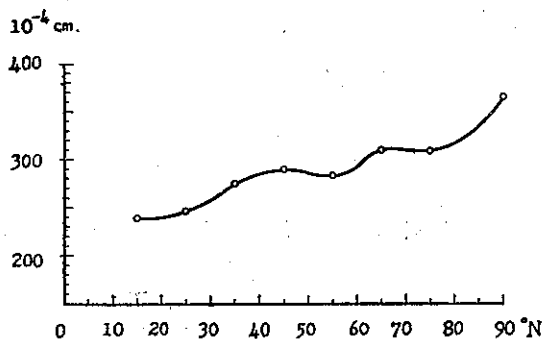
八月



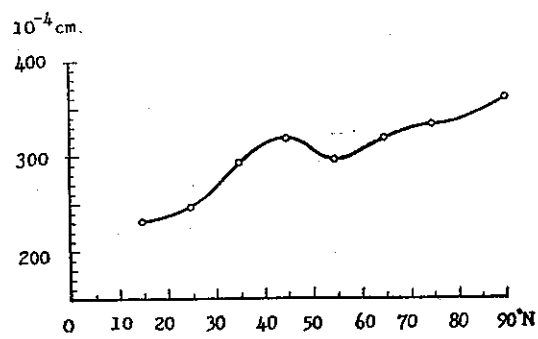
九月



十月



十一月



十二月

圖4b：逐月臭氧全量與緯度變化

Fig. 4b: Latitudinal variation of the total amount of ozone in each month

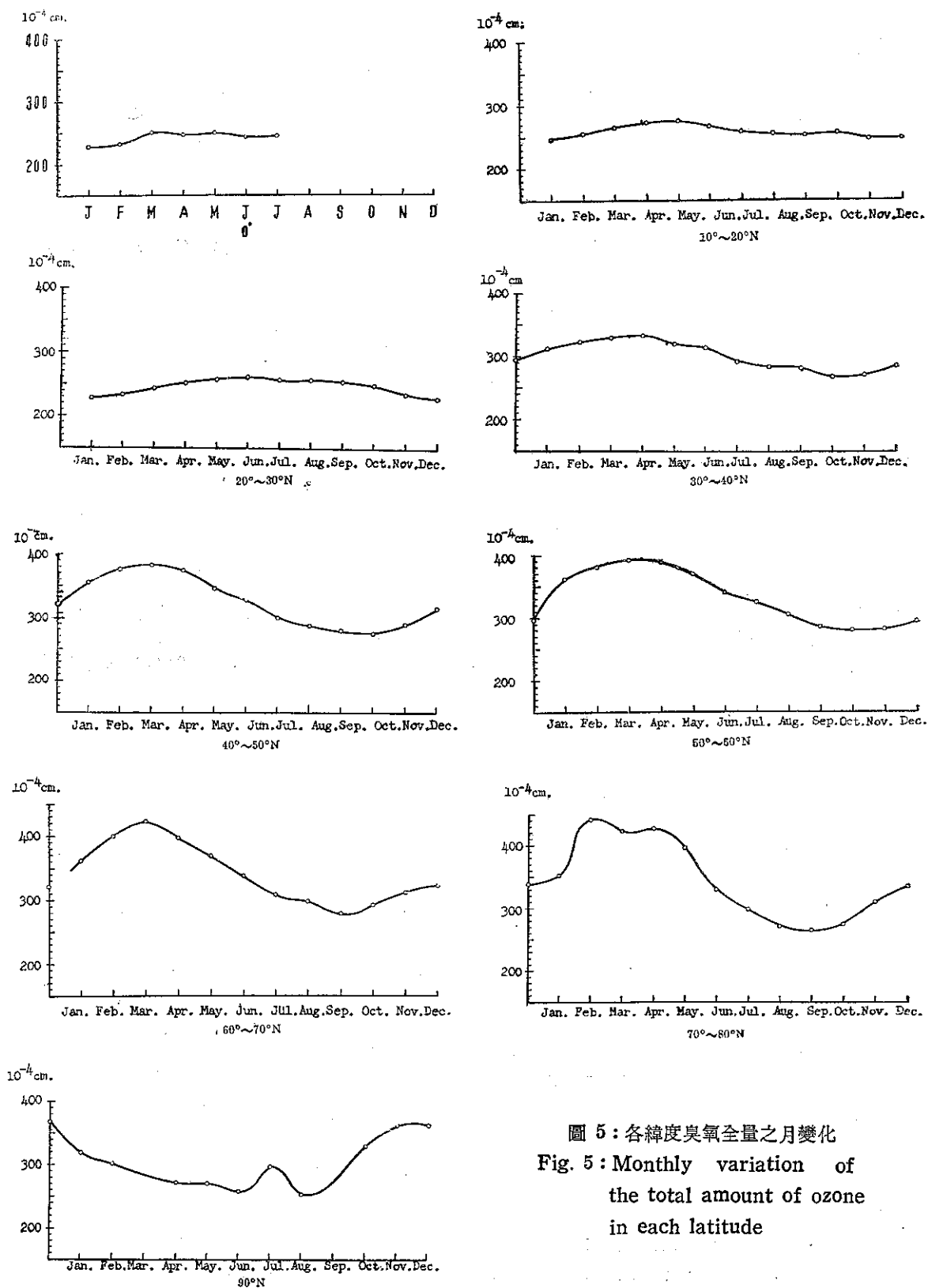


圖 5 : 各緯度臭氧全量之月變化  
Fig. 5 : Monthly variation of  
the total amount of ozone  
in each latitude



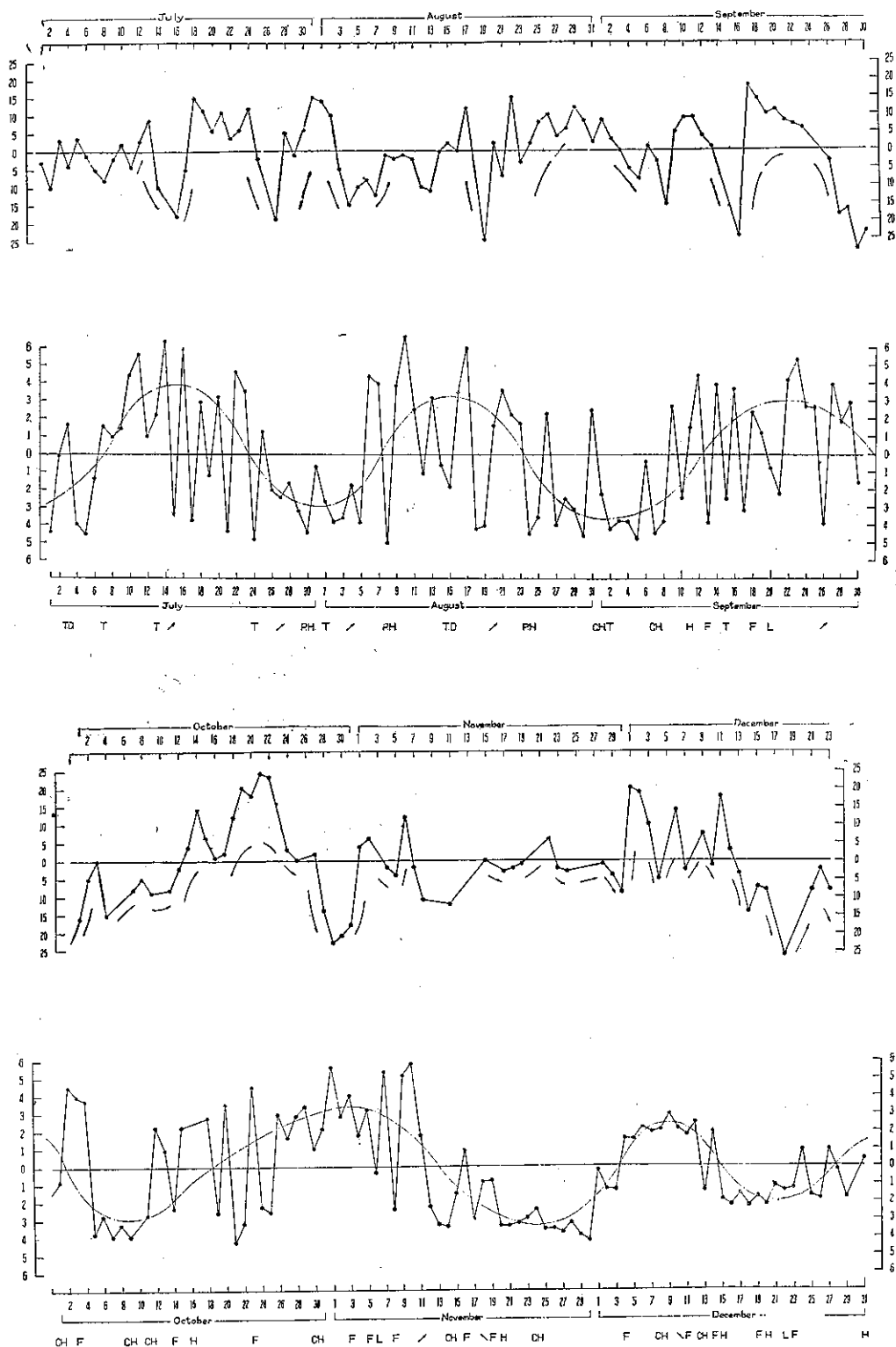


圖 6：臭氧逐日含量變化圖

Fig. 6 : The daily variation of ozonic concentration

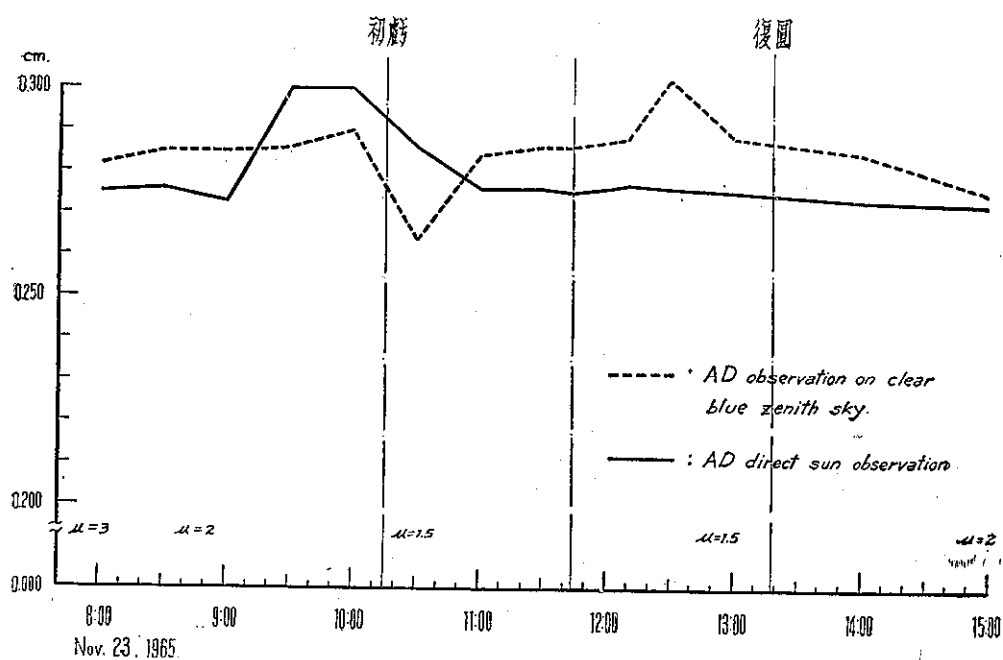


圖 7：日蝕與臭氧含量之變化

Fig. 7: The variation of ozonic concentration during the sun eclipse



# 民國五十四年北太平洋西部颱風概述

## *A Brief Report on Typhoons in North-Western*

## *Pacific during the Year of 1965*

### *Abstract*

In the region of Northwestern Pacific, the frequency of occurrence of tropical cyclone during the year of 1965 in comparison with the normal was rather higher. The average of last eighteen years was 27.3, but the actual number was 33.0. Among them, 18 had reached the category of typhoon intensity, and three typhoons had invaded the area of Taiwan.

Typhoon Dinah first generated over the sea at Southwest of Guam on 13 June. It showed a slight recurvature of its trajectory which turned to northwestern direction and had a direct hit along the southeast coast of Taiwan. On the invasion of Typhoon Dinah near the vicinity of Taitung at midnight of 18 June, the instantaneous wind velocity reached 50.2 m/s when the barometric reading was reported at 955 mb. It caused a great damage at Taitung. Approximate loss was estimated more than TN\$ 300,000,000 dollars.

Typhoon Harriet was the second typhoon invaded Taiwan in this year. She was first appeared over the sea at southwest of Guam on synoptic chart of 0000Z, 22 July and took its course moving toward northwest. She hit the neighbourhood of Hsinkang on 26th July and then traversed the island. The highest wind velocity recorded at Lanyu was 51 m/s during the passage of the storm. Minor damage had been reported at the east coast and northern sectors of Taiwan.

Typhoon Mary first appeared on the synoptic chart of 15 August and reached a maximum wind velocity of 75 m/s near its center on 17 August. She landed at the vicinity of Yilan during the midnight of 18 August. Some damages had been occurred along the passage of the storm in the district of Suao and Yilan.

During this year, the number of tropical disturbances was numerous from the month of July to September, then suddenly decreased to the number below normal. No tropical storm was observed in December.

### 一、總 論

#### (一) 本年內颱風發生之次數與侵襲之次數

民國54 (1965) 年 (以下簡稱本年) 在北太平洋西部發生之颱風共有33次。內中屬輕度颱風 [即「熱帶風暴」(tropical storm)] 最大風速自每秒17至31.5

公尺或每時84至63哩] 者計15次, 佔總數之45.4%。此33次颱風中, 因臨近臺灣, 預期有侵襲可能而由本局發佈警報者計有11次。實際侵襲臺灣者則有黛納 (Dinah) 哈莉 (Harriet) 及瑪麗 (Mary) 三次。內中第一次侵臺颱風黛納之中心, 係6月18日下午在臺

東附近登陸，將該鎮摧毀殆盡，鄰近地區亦損失慘重。第二次哈莉颱風則在7月26日清晨登陸於新港附近，臺灣東部及北海岸頗有損失。第三次瑪麗在8月18

日午夜登陸宜蘭南方。宜蘭蘇澳一帶損失相當嚴重。此三次侵臺颱風之綱要如表一所示。

表一：民國五十四年侵臺颱風綱要表

Table 1: The summary of typhoons which invaded Taiwan in 1965

颱風名稱	黛 納 Dinah	哈 莉 Harriet	瑪 麗 Mary
侵 臺 日 期	6 月 18 日	7 月 26 日	8 月 18 日
本省測得之最低氣壓(mb)	955.5 (臺東)	978.2 (新港)	981.6 (彭佳嶼)
本省測得10分鐘內最大風速(m/s)	43.0 ENE (臺 東)	35.8 S (鞍 部)	35.0 WSW (蘭 嶼)
本省測得之最大總雨量(mm)	299.0 (恒春 7月17—19日)	166.1 (高雄 7月26日)	915.9 (阿里山 8月18—20日)
進 行 方 向	WNW→N	NW	WSW→WNW
進行速度 (km/hr)	20	27	23
通 過 地 區	縱貫全島，東岸外有副中心同時北進	臺灣中南部	北 部
登陸時間及地點	18日22時臺東	26日 8時新港之南方	18日23時宜蘭之南方

## (二)本年内颱風之月份分配

本年內之颱風，九月份以前各月均較平均情況為活躍，十月份起則較正常為平靜。年初，輕度颱風相當活動，一、二月份均有2次，按1947年以來之平均，一月份僅0.4次，二月份0.2次。三、四月本年均有1次，平均情況則三月僅0.3次，四月0.7次。五月份出現颱風2次，均達中度，超過準平均約一倍。六月份有3次，其中達於強烈颱風者有2次，仍超過準平均，略不足一倍。七月份有5次，達於颱風強度者有4次，按1947年以來之平均數，本月份為3.8次，中度及以上者佔2.3次。八、九兩月均略較正常為高，惟九月份達於正式颱風強度者略低於正常。十月份平均為4.1次，本年僅見2次，十一月份含輕度颱風者2次，中度及以上者佔1次，前者略低於平均，後者僅及一半。十二月份無颱風發生，自屬低於正常。全年颱風自一月中旬之白西(Pathy)即告開始，而以十一月中下旬之費依(Faye)告終。

全年總計為33次，超過1947年以來之準平均數有5次之多；正式達於颱風強度者有18次，大致與準平均相當；侵臺颱風全年有3次，略低於正常，六、七、八月各佔一次，分配堪稱正常而均勻。茲將本年內各月西太平洋上出現之颱風與過去十八年來之情況作

一比較，如表二所示。

## (三)本年内颱風發生之地區及強度

本年內輕度颱風初生地點以馬利安納群島及加羅林群島一帶為最多，共計14次；菲律賓海居其次，計有9次；再次則為南海，計有6次。威克島附近則有2次，巴士海峽及琉球島以北各出現1次。其中發生在巴士海峽之一次，即六月初之解拉(Carla)，距臺灣最近。

倘以發生之範圍而言，則東西向約自東經108度至169度，佔61度之廣；南北向約自北緯6.5度至28.5度，寬僅22度。初生地最東者為八月中旬之露西(Lucy)，最西者為二月中旬之莎拉(Sarah)。最北者為八月初之開梅(Kim)，最南者為七月中旬發生之吉達(Gilda)。本年內所有輕度颱風最初出現之地點如圖1所示。

本年出現之颱風並無特別猛烈者，中心附近之最大風速最多到達每秒75公尺，共有五次。即：七月之芙瑞達(Freda)，八月之露西(Lucy)及瑪麗(Mary)，九月之貝絲(Bess)，十月之卡門(Carmen)。此等勢力較強之颱風大都誕生在馬利安納與加羅林群島鄰近地區，菲律賓海東部出現者亦頗強。至於南海及靠近菲律賓東岸發生者一般均較弱。二月之賽洛瑪(C

表二：1947年來北太平洋西部各月颱風次數統計表

Table 2: Summary of typhoon occurrence in North Western Pacific since 1947

年 度	一 月			二 月			三 月			四 月			五 月			六 月			七 月		
	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
1948	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	1	0	4	1	1
1949	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6	2	1
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	2	1	1	5	1	0
1951	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0	3	1	0
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	1	1
1953	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1
1954	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
1955	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	7	5	0
1956	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2	0
1957	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
1958	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	3	2	0	7	6	1
1959	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3	3	1	3	2	1
1961	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2	1	3	1	0	5	3	1
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	5	4	1
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	3	0	4	3	1
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	7	6	0
總數	7	3	0	4	1	0	6	3	0	13	8	2	19	15	2	32	22	6	69	41	10
平均	0.4	0.2	0	0.2	0.1	0	0.3	0.2	0	0.7	0.4	0.1	1.1	0.8	0.1	1.8	1.2	0.3	3.8	2.3	0.6
1965	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	3	2	1	5	4	1

年 度	八 月			九 月			十 月			十 一 月			十 二 月			全 年		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1947	2	2	1	4	2	0	6	4	1	3	3	0	1	1	0	22	14	4
1948	8	2	0	6	4	2	6	1	0	4	2	0	2	1	0	36	14	3
1949	3	2	0	5	3	2	3	1	1	3	1	0	2	1	0	24	11	4
1950	18*	2	0	6	4	0	3	2	1	3	1	1	4	1	0	44	13	3
1951	3	2	1	2	2	1	4	3	1	1	1	0	2	2	0	21	13	3
1952	5	2	0	3	3	1	6	5	0	3	3	2	4	3	0	27	20	5
1953	6	5	2	4	1	1	4	4	0	3	1	0	1	1	0	23	16	5
1954	5	3	1	5	5	1	4	3	0	3	3	2	1	0	0	21	16	4
1955	7	3	1	3	3	0	3	2	0	1	1	0	1	1	0	28	19	1
1956	5	4	1	6	5	3	1	1	0	5**	5	0	1	1	0	24	20	5
1957	4	2	0	5	5	1	4	3	0	3	3	0	0	0	0	22	18	2
1958	5	3	1	5	3	1	3	3	0	2	2	0	2	0	0	31	21	3
1959	6	4	3	4	3	1	4	3	1	2	2	1	2	2	0	23	16	7
1960	9	8	3	4	0	0	4	4	0	1	1	0	1	1	0	27	21	6
1961	3	3	2	7	5	2	4	3	0	1	1	0	1	1	0	29	20	6
1962	8	8	2	3	2	1	5	4	1	3	3	0	2	0	0	29	24	5
1963	3	3	0	5	4	1	4	4	0	0	0	0	3	1	0	24	19	2
1964	6	3	0	7	5	0	6	3	0	6	3	0	1	1	0	37	25	0
總數	106	61	18	84	59	18	74	53	6	47	36	6	31	18	0	492	320	68
平均	5.9	3.4	1.0	4.7	3.3	1.0	4.1	2.9	0.3	2.6	2.0	0.3	1.7	1.0	0	27.3	17.8	3.8
1965	7	4	1	6	3	0	2	2	0	2	1	0	0	0	0	33	18	3

註：I 為輕度及以上之颱風次數(亦即包含「熱帶風暴」在內，中心最大風速在每秒17公尺及以上者)。

II 為中度及以上之颱風次數(亦即正式達於颱風強度，中心最大風速在每秒32公尺及以上者)。

III 為颱風(包括輕度)侵臺之次數(中心登陸或暴風侵襲臺灣而有災情者)。

\* 此18次均為小型之輕度颱風，為時短暫。其中有名稱者僅4次，此4次可能到達颱風強度，惟以根據美軍之統計資料(參閱U. S.- Asian Military Weather Symposium, 1960)該月正式達颱風強度者為2次，故以此為據。詳細情形可參閱本局專題研究報告第85號。

\*\* 過去本局列為4次，今考據美軍資料(同上)及颱風名稱之英文字母次序更正為5次。

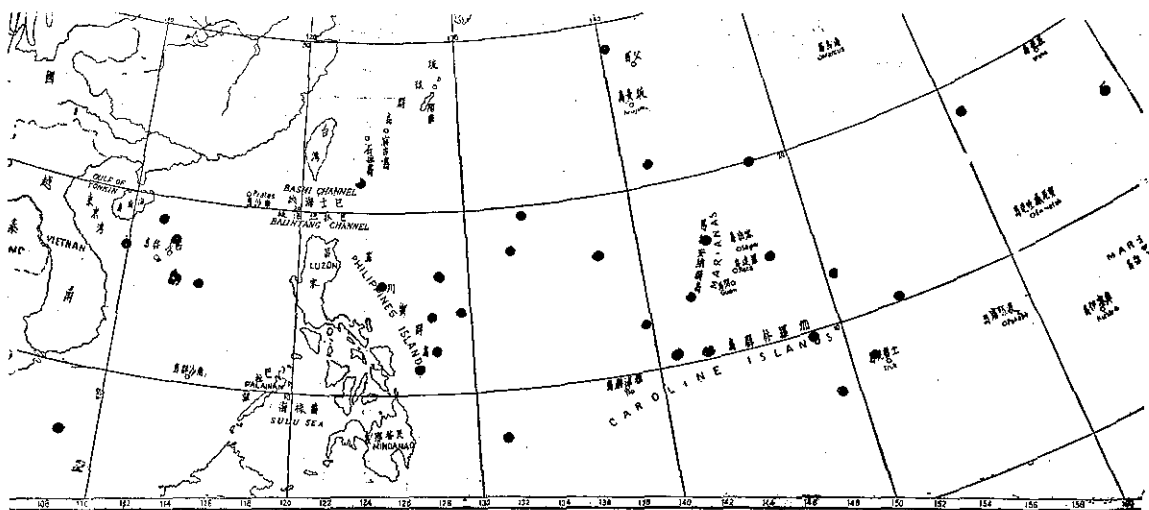


圖 1：1965 年輕度颱風初生地點之分佈

Fig. 1: The positions of tropical storm first appeared on synoptic chart in 1965

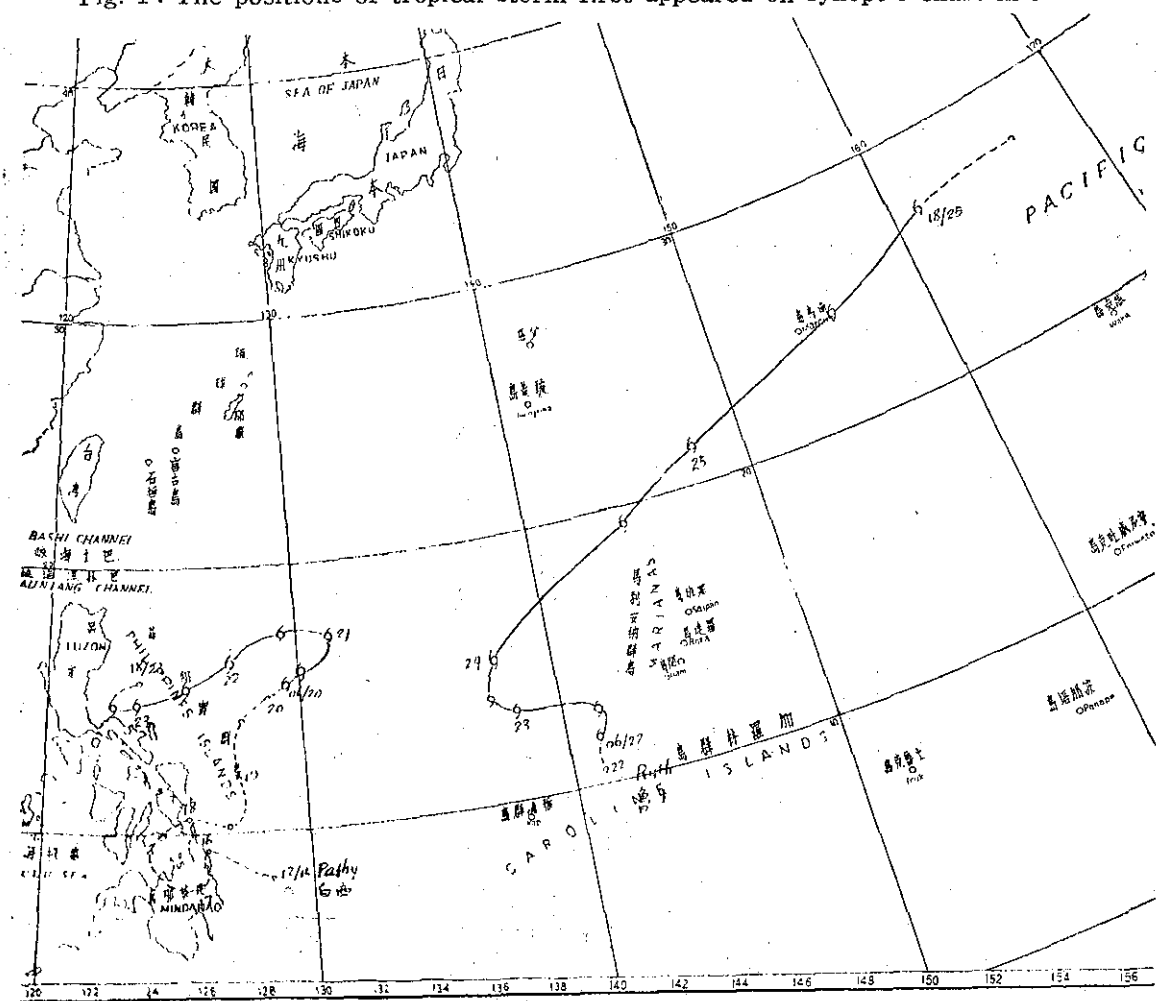


圖 2：54年 1 月份颱風路徑

Fig. 2: Typhoon tracks in January, 1965

Thelma)，三月之薇拉(Vera)，及十一月之艾琳(Elaine)，中心最大風速均僅每秒20公尺。

以生命史之久暫而論，維持輕度及以上颱風階段最久者為七月之琴恩(Jean)及十一月之費依(Faye)，均維持14天。餘者最多不過9天，生命史最為短暫者為三月初之薇拉(Vera)，僅保持輕度颱風1天。

#### (四)本年內颱風路徑之型式與轉向點

本年內各次颱風之路徑型式以拋物線路徑者佔絕對多數，計有15次；自東向西或自東南向西北西者居其次，計有8次；近似自南向北者有4次，其餘5次為不規則之路徑。我人自各月路徑圖中可以看出以9月份之路徑最規則，均為類似之拋物線路徑。轉向之颱風中，以在20~25度間轉向為最多，為7次；轉向點最高者為歐莉芙(Olive)，在35°N轉向；最低者為魯士(Ruth)，在14°N轉向。

### 二、各月颱風概述

本年颱風之開始較往年為早，全年中僅十二月份無颱風。一般而論，九月以前較正常為活動，九月以後則較為平靜。茲將各月颱風之活動情形扼要說明如下：

(一)一月 本月中旬，大陸高壓勢力衰弱，分成無數小型高壓，華中及日本海一帶均出現小型低壓，熱帶氣流頗趨活躍。15日20時之地面天氣圖上，菲律賓東南之近海首先出現熱帶低壓。該處陣性雨普遍發生，此低壓漸向西北西推進，翌日8時已抵民大諾之北

端。隨後徘徊於該島附近，未見其加深，其時中緯度之氣壓梯度甚弱，小型高壓在淮河流域。至19日20時，此熱帶低壓突向北進。外蒙與貝加爾湖之高壓漸有合併加強控制整個大陸之趨勢。20日14時之地面天氣圖上此熱帶低壓已加深為輕度颱風，命名「白西」

(Patsy)，中心位置經測得在15.2°N, 129.5°E 以時速15哩之速度走向東北。六小時後中心氣壓降低為998mb，仍向東北。21日8時，中心到達17.4°N, 13.12°E，最大風速經測得為30m/s，走向轉為向西。20時，中心到達16.6°N, 128.2°E。翌日8時已逼近菲島。12小時以後，東方又有一輕度颱風生成，命名「魯士」(Ruth)，中心在雅浦島與關島之間，走向西北西。23日8時，白西退至呂宋島東南方之近海，中心氣壓為1000mb，最大風速為17m/s。此時魯士之中心則在13.1°N, 137.2°E，漸自西北西轉為北，中心氣壓為995mb，最大風速20m/s。此後12小時內，此兩颱風移行均緩，白西隨即減弱為熱帶低壓，而魯士則轉向東北，加速行進，時速約為17哩。24日20時，中心抵達19.3°N, 143.9°E，最大風速經測得為25m/s。12小時後，中心在南島島附近，中心氣壓測得為998mb。此時有鋒系穿過，故在26日8時之天氣圖上已轉為熱帶低壓。自此以後雖仍見熱帶低壓生成，但未發展。本月份颱風路徑見圖2。

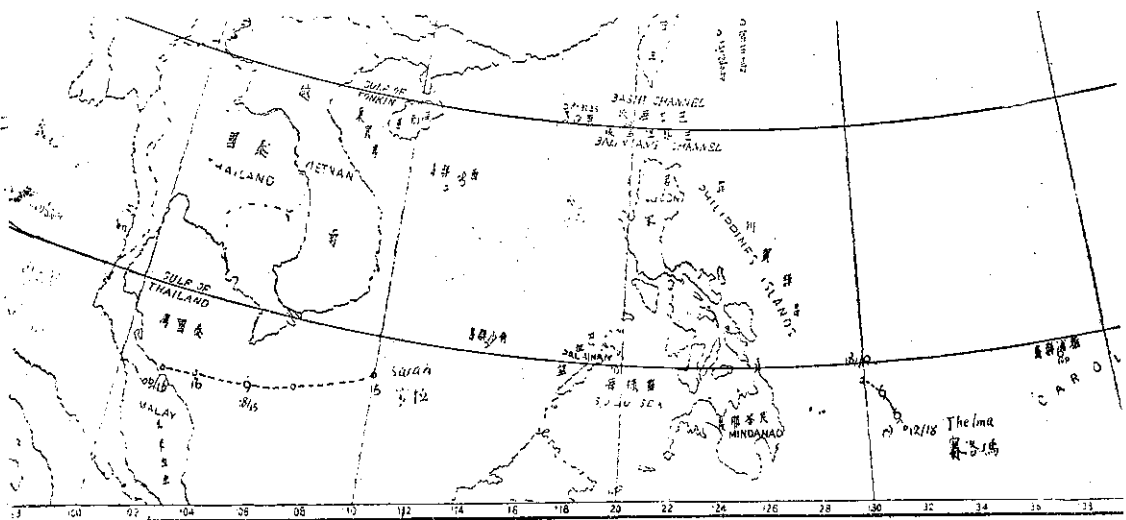


圖3：54年2月份颱風路徑

Fig. 3: Typhoon tracks in February, 1935

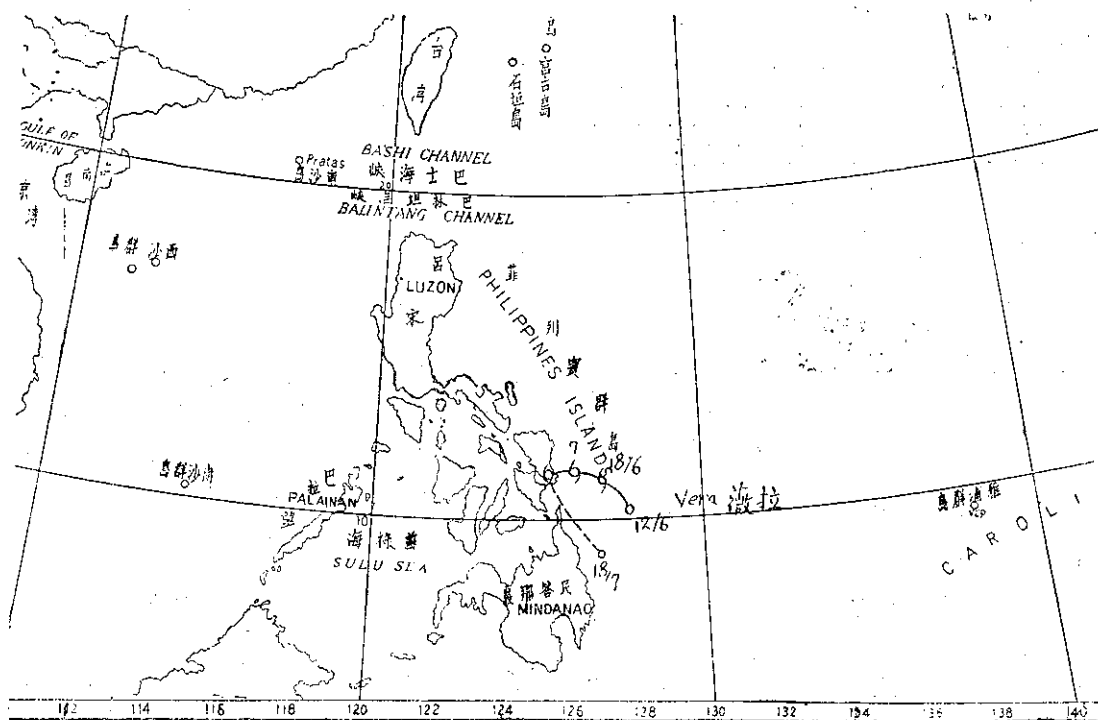


圖 4：54年 3 月份颱風路徑

Fig. 4: Typhoon tracks in March, 1965

(二)二月 本月上旬，高壓盤據大陸，勢力強盛，暖氣流衰退。直至月中，江南及中南半島均有低壓，南海地區又出現熱帶低壓。此一低壓誕生後即直趨西

方。大約在16日 2 時前後一度增強，成為輕度颱風，命名為莎拉 (Sarah)，但未幾即減弱為熱帶低壓。隨後不久，加羅林群島之西方又見熱帶低壓。19

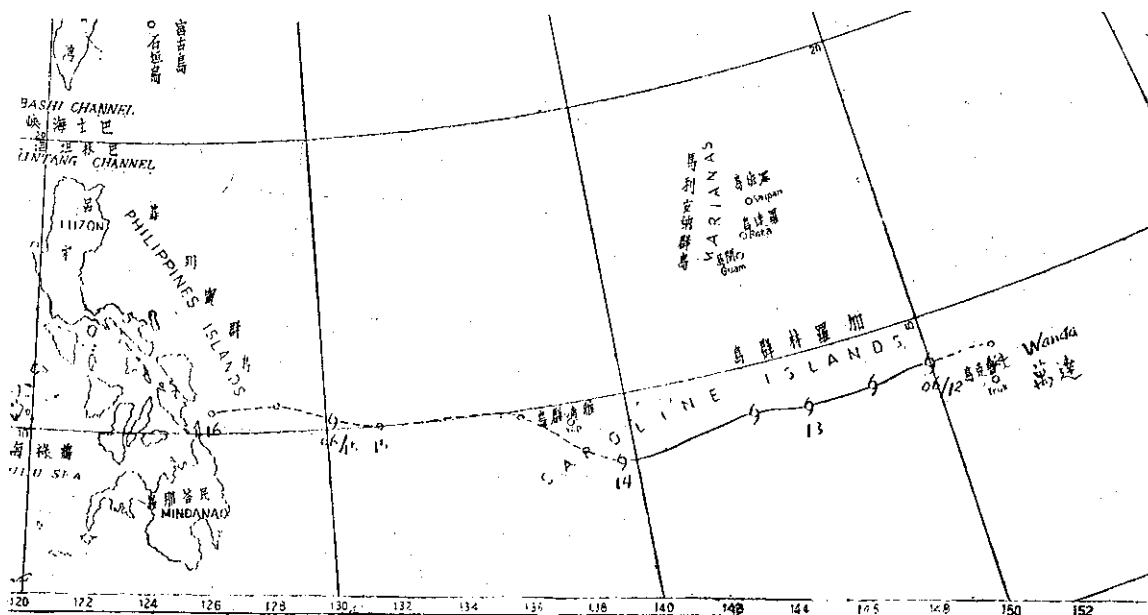


圖 5：54年 4 月份颱風路徑

Fig. 5: Typhoon tracks in April, 1965



日8時，此低壓即加深為輕度颱風，即賽洛瑪(Thelma)。中心位置測得在 $7.6^{\circ}\text{N}$ ,  $131.5^{\circ}\text{E}$ ，最大風速為 $20\text{m/s}$ 。以每小時5浬之速度走向西北西。此時大陸之東部有一連串新生低壓，高氣壓退至西伯利亞至新疆一線。六小時後，此小型輕度颱風即轉變為熱帶低壓。本月份颱風路徑見圖3。

(三)三月 月初，大陸上仍為高氣壓之天下，海上則為低壓區。6日20時，菲律賓近海首先出現小型熱帶低壓，該處普遍有陣雨。6小時後，此一低壓即發展為輕度颱風，命名「薇拉」(Vera)。中心在 $11.3^{\circ}\text{N}$ ,  $127.1^{\circ}\text{E}$ ，最大風速為 $20\text{m/s}$ 。生成後以時速6浬移向西北。7日20時已進入民大諾之島嶼區，中心氣壓約為 $1004\text{mb}$ ，未幾即轉為熱帶氣壓退至東南方。本月颱風路徑見圖4。

(四)四月 本月上旬並無熱帶低壓出現。12日8時

，加羅林群島之西方見有熱帶低壓，6小時後發展為輕度颱風，稱為「萬達」(Wanda)，中心氣壓為 $1000\text{mb}$ 。以其北方有移動性高壓，故生成後直趨西方，移行頗速，測得時速為 $14\text{浬}$ 。14日8時已到達加羅林之西部，中心氣壓稍降。12小時後，在雅浦島西方轉變為熱帶低壓，但仍保持西進。15日14時曾一度又增強為熱帶風暴，未幾又減弱。終在16日8時正式消滅。本月颱風路徑見圖5。

(五)五月 本月上旬、中旬異常平靜，直至20日8時，加羅林之西方出現一熱帶低壓，移向西北頗速，惟遲遲未見加深，22日8時已逼近菲島，6小時後即發展成熱帶風暴，命名為「愛美」(Amy)。其時東方又出現一熱帶低壓。當天20時，愛美之中心位於 $12.9^{\circ}\text{N}$ ,  $127.1^{\circ}\text{E}$ ，以時速 $10\text{浬}$ 之速度向西北，最大風速為 $20\text{m/s}$ ，中心氣壓為 $999\text{mb}$ 。23日20時，中心在 $14.1^{\circ}\text{N}$

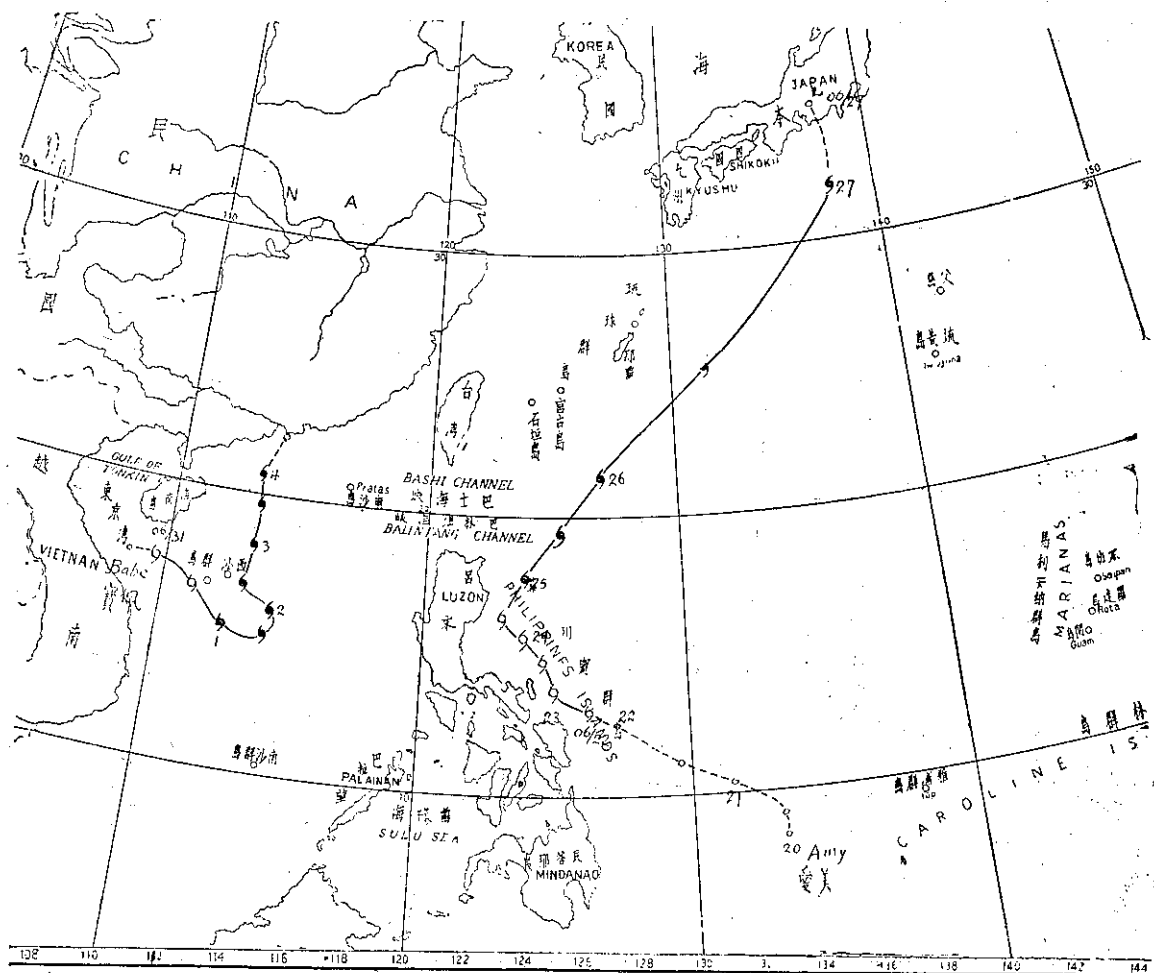


圖6：54年5月份颱風路徑

Fig. 6: Typhoon tracks in May, 1965

125.2°E，最大風速稍減，此時沿菲島近海走向西北。24日20時距菲島最近，後方形成一副低壓。愛美之中心氣壓經測得為993mb，中心位置在15.9°N，123.4°E。6小時後，增強為中度颱風，此為本年內第一次到達颱風強度者。根據美軍測得最大風速為35m/s，隨即轉向為東北。25日8時，中心位置在17.3°N，124.3°E，移動速度為每小時10哩，最大風速稍減。此時副低壓已移至其北方。26日8時，中心抵21.8°N，127.5°E，中心氣壓降為985mb。此時進行速度已不斷增加。當天20時到達那霸東南方海上，移速增加為每小時25哩。27日8時逼近日本，隨即與日本本州之低壓合併。

月終，南海地區與阿留申群島間之極鋒上低壓群發展。30日南海有兩新生氣旋。次日14時，海南島南方之低壓已轉變為熱帶風暴，命名為「實佩」(Babe)，走向東南方。6月1日8時，勢力迅速增強為中度颱

風。此時南海與巴士海峽間之赤道輻合帶上有一連串熱帶低壓。20時，測得實佩之中心在15.4°N，113.4°E，似將迂迴轉向北方，移動速度約每小時8哩，最大風速測得為40m/s，中心氣壓998mb。隨後實佩近似停留。2日20時，範圍已縮小，中心在西沙群島附近，隨即轉向北方。其時我國雲南至日本之完整鋒面上，氣旋叢生。實佩顯然走向低壓區。3日20時，中心至19.5°N，113.6°E。翌日同一時間即在珠江口轉變為熱帶低壓。本月份颱風路徑如圖6所示。

內六月 本月一開始，當實佩在南海東進之際，巴士海峽一帶之熱帶低壓相當活躍。東方之熱帶低壓移向東北方。2日2時之天氣圖上，即在臺灣之東南方發展成輕度颱風，取名解拉(Carla)。8時測得中心在23.7°N，125.3°E，即宮古島之南方，以時速10哩移向東北，此時測得最大風速已達35m/s，故已正式到達颱風強度，其後因美軍測得最大風速60m/s而

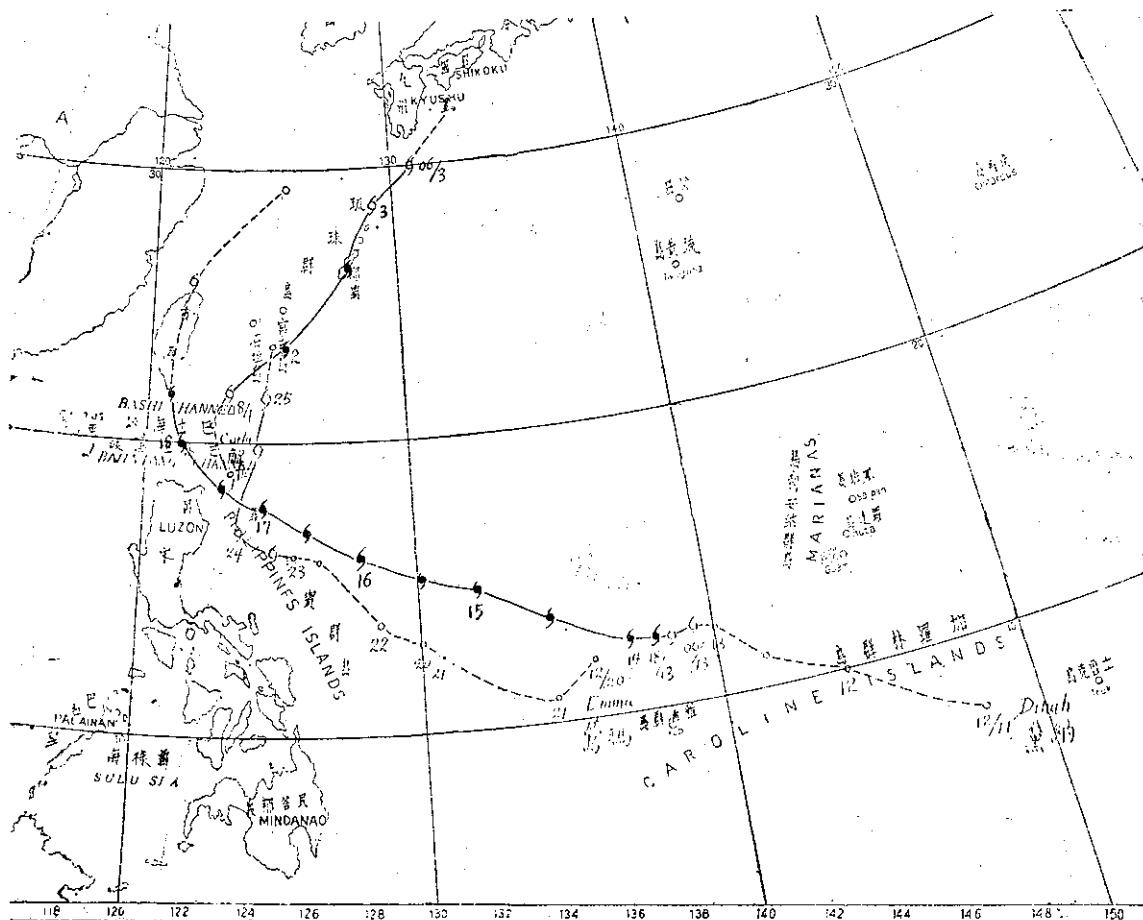


圖7：54年6月份颱風路徑

Fig. 7: Typhoon tracks in June, 1965

成爲強烈颱風，解拉之移動至速。2日20時，中心已在那霸附近，但範圍迄未擴展。隨後中心風速減弱。

3日8時已成爲輕度颱風，20時進至四國南方時與一新生氣旋合併。

第一次侵臺颱風黛納(Dinah)最初生成之旋流在1日20時見於加羅林群島之東部。此熱帶低壓向西北推進甚速。13日14時正式發展爲輕度颱風，中心在 $2.3^{\circ}\text{N}$ ,  $139.0^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓999mb，以時速11浬移向西方，中心風速爲32m/s。翌日2時已加深成爲颱風強度，中心最大風速增爲35m/s，以時速10浬移向西北西，至20時中心氣壓降爲992mb，最大風速已達50m/s。24小時後，黛納已向西穿過 $130^{\circ}\text{E}$ 之經線，隨後偏向西北，此時最大風速達60m/s，顯已發展成強烈颱風。16日8時，中心位於 $15.8^{\circ}\text{N}$ ,  $128.0^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓降至960mb，最大風速更增強爲65m/s。17日8時，中心在呂宋東方之海上，範圍則仍未擴大。18日8時，黛納已進入巴士海峽，中心在 $20.0^{\circ}\text{N}$ ,  $121.6^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓升高10mb，最大風速經測得爲55m/s。其後即轉爲向北直趨臺灣南端，22時前後中心在臺東登陸，房屋一掃而空。此後中心沿中央山脈北進，東海岸外有一副中心跟進，至臺灣北端併入主中心。此時勢力銳減已成爲輕度颱風，且進入一鋒系。故12小時後即在東海上轉爲熱帶低壓。

本月份第三次颱風爲鸞瑪(Emma)，在其初期熱帶低壓之時間維持甚久。初見於加羅林群島之西北。21日20時中心進至 $13.0^{\circ}\text{N}$ ,  $130.0^{\circ}\text{E}$ ，走向西北。22日至菲律賓東方仍未見發展。23日20時始發展爲輕度颱風，中心氣壓爲995mb，位於 $16.5^{\circ}\text{N}$ ,  $124.3^{\circ}\text{E}$ ，最大風速經測得爲25m/s。24日8時，中心位於 $16.9^{\circ}\text{N}$ ,  $123.1^{\circ}\text{E}$ ，即呂宋島之東方，轉而向北。其時北方產生一熱帶低壓。一鋒系自雲貴高原至阿留申群島。故鸞瑪向北移動，25日20時在臺灣東方轉變爲一熱帶低壓。本月份颱風路徑見圖7。

(廿七月) 本月上旬，中國大陸上主要爲低氣壓所盤據。北太平洋西部熱帶低壓相當活躍。7日2時之地面天氣圖上加羅林群島附近出現一熱帶低壓，24小時後即發展成輕度颱風，命名爲芙瑞達(Freda)，中心氣壓爲1004mb，位於 $10.4^{\circ}\text{N}$ ,  $140.9^{\circ}\text{E}$ ，向西北西移行。8日20時，中心到達 $12.6^{\circ}\text{N}$ ,  $138.5^{\circ}\text{E}$ ，最大風速爲25m/s，並以時速11浬移向西北西。翌日20時，中心在 $13.5^{\circ}\text{N}$ ,  $133.2^{\circ}\text{E}$ ，最大風速已增至50m/s，實已接近強烈颱風。中心氣壓降至980mb，仍在繼續降低。10日20時，芙瑞達到達菲律賓近海，中心附近之最大風

速增至65m/s。此時已近似停留。直至12日8時，始見其移出。以時速18浬走向西北西，中心氣壓爲960mb，12小時後中心到達 $15.1^{\circ}\text{N}$ ,  $126.4^{\circ}\text{E}$ 。最大風速增至70m/s，暴風半徑爲300公里。13日8時中心已逼近呂宋島( $16.5^{\circ}\text{N}$ ,  $123.8^{\circ}\text{E}$ )。12小時後，此颱風已越過呂宋島之北部，中心氣壓再降至950mb。此時大陸上均爲「真空」地區，氣壓梯度極弱，故有利於其繼續西進。14日8時，芙瑞達已進入南海，勢力略減，隨即轉爲中度颱風。12小時後，中心位於 $19.8^{\circ}\text{N}$ ,  $114.6^{\circ}\text{E}$ ，以每時16浬之速度走向西北。15日8時已在雷州半島登陸，隨即進入山區，勢力迅速衰弱。16日8時，中心達於中越邊境，6小時後在雲南境內轉變爲熱帶低壓。

當芙瑞達侵襲呂宋之際，加羅林群島西部繼續生成一熱帶低壓。14日8時，發展爲輕度颱風，取名爲吉達(Gilda)，中心在 $7.0^{\circ}\text{N}$ ,  $148.0^{\circ}\text{E}$ 。初向西北西，而後偏北。15日8時，雅浦島附近另見一熱帶低壓。未幾，吉達即縮減爲熱帶低壓。此低壓繼續西進，但未見其加深。17日到達菲律賓海。19日至呂宋島之東方。隨後穿越巴士海峽。至20日14時，再度加深爲輕度颱風，位於東沙島附近，惟範圍甚小。其後向西進行，再折向西南。21日20時，到達海南島之東南方，後又轉向東北。23日8時在珠江口登陸，12小時後在山區轉變爲一溫帶低壓。

哈莉(Harriet)爲本年第二次侵臺颱風，初生階段之熱帶低壓早在18日即已在加羅林群島之東部醞釀，游移不定，未見其發展。至21日8時天氣圖上，始漸見其穩定西進。24小時後即發展成輕度颱風，中心位於 $10.6^{\circ}\text{N}$ ,  $142.6^{\circ}\text{E}$ ，以每小時約5浬之速度移向東北，中心最大風速測得爲17m/s，中心氣壓尚在1000mb。12小時後抵達關島附近，再折向西北西加速前進。隨即加強爲中度颱風。23日20時，中心已在 $15.0^{\circ}\text{N}$ ,  $138.0^{\circ}\text{E}$ ，最大風速增爲37m/s，中心氣壓降低10毫巴，以時速15浬向西北西進行。次日，中心氣壓降至980mb，最大風速爲40m/s。20時之中心位置經測得在 $19.1^{\circ}\text{N}$ ,  $131.9^{\circ}\text{E}$ ，有直撲臺灣之趨勢。其時長江下游有一新生氣旋，東南地區氣壓梯度至爲微弱，我國西北則有小型高壓，因而有助於其繼續前進。25日8時，氣壓降至970mb，中心在 $20.2^{\circ}\text{N}$ ,  $128.5^{\circ}\text{E}$ ，最大風速增爲51m/s，暴風半徑達300公里，顯然已發展爲強烈颱風。12小時後，哈莉已逼近臺灣。26日8時在新港登陸，東部及北部多蒙受其損害。登陸後，中央山脈之後方形成一副低壓。隨即穿越臺灣

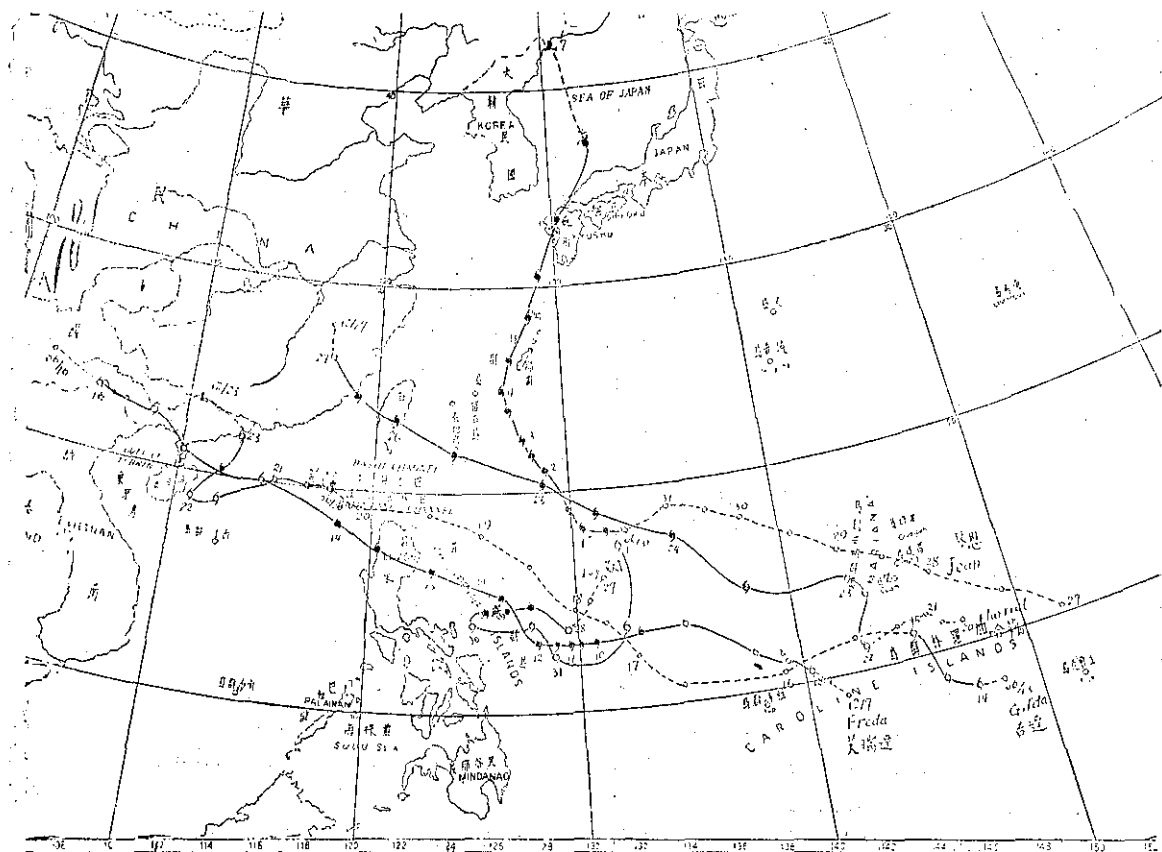


圖 8：54年 7 月份之颱風路徑

Fig. 8: Typhoon tracks in July, 1965

海峽。當天20時中心已在閩江口，經測得位於 $24.2^{\circ}\text{N}$   $118.7^{\circ}\text{E}$ ，最大風速減為 $35\text{m/s}$ ，以時速8時續向西北西。27日8時哈莉進入閩浙山地，縮減為輕度颱風，最大風速僅 $20\text{m/s}$ 。12小時後在浙閩邊界轉變為熱帶低壓。

當哈莉颱風進入大陸之際，菲律賓海上之熱帶低壓又有發生。28日8時天氣圖上即出現一輕度颱風，命名艾威(Ivy)，中心在 $14.1^{\circ}\text{N}$ ， $129.8^{\circ}\text{E}$ ，以時速10哩走向西北西。12小時後增強為中度颱風，中心在 $14.5^{\circ}\text{N}$ ， $127.5^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓為 $993\text{mb}$ 。此時速度減緩近似停留。30日8時，稍向西南西移動，但12小時後又見其移出，強度減為輕度。次日範圍更縮小。20時，中心已在琴恩之南方，以其彼此極靠近，故有產生「藤原效應」之趨勢。8月1日8時中心已在琴恩之東南方，約在 $17.0^{\circ}\text{N}$ ， $132.0^{\circ}\text{E}$ 。6小時後即併入琴恩。

琴恩(Jean)颱風初生於31日14時，但熱帶低壓則已醞釀多時。早在27日8時，即位於加羅林群島之西方，範圍頗廣，保持西進。31日8時發展成輕度颱

風後，仍繼續加強，12小時後即成為中度颱風。8月1日8時，中心位於 $17.5^{\circ}\text{N}$ ， $130.9^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓 $990\text{mb}$ ，近似停留狀態。隨後吞併東南方之艾威，再偏北行進，中心氣壓降至 $980\text{mb}$ ，暴風半徑擴大為200公里。2日20時，中心氣壓再降至 $970\text{mb}$ ，中心在 $21.8^{\circ}\text{N}$ ， $128.2^{\circ}\text{E}$ ，以時速8哩走向西北。此後速度穩定，但強度仍在增加。次日中心最大風速已增至 $55\text{m/s}$ ，乃成為強烈颱風。此時已進抵琉球群島，隨後轉而向北。4日8時，中心氣壓降低為 $965\text{mb}$ 。5日20時，中心到達 $30.4^{\circ}\text{N}$ ， $129.3^{\circ}\text{E}$ 以時速11哩走向北北東。12小時後，登陸九州，勢力減為中度。次日入日本海。7日8時併入中心在海參威附近之溫帶氣旋。本月份之颱風路徑見圖8。

(六)八月 本月向例為颱風最多之月份，本年亦不例外。第一個颱風開梅(Kim)發生之緯度最高。4日2時，初生之熱帶低壓見於北緯 $29.5^{\circ}$ 度，位於琴恩之東北方，向東移行。12小時後，此一低壓即加深為輕度颱風，向東北東緩慢行進，而範圍則未擴展。6日

8時，中心到達 $32.5^{\circ}\text{N}$ ,  $145.0^{\circ}\text{E}$ 。隨後反而縮小，且轉而向北。7日8時，又見其折向西方，已成為極小之颱風。6小時後即轉變為熱帶低壓。

此後有一段寧靜期，直至15日14時，菲律賓海之東北部又出現一熱帶低壓。6小時後即發展成輕度颱風，命名瑪麗(Mary)，中心在 $19.6^{\circ}\text{N}$ ,  $138.3^{\circ}\text{E}$ ，最大風速為 $25\text{m/s}$ ，以時速6浬走向西方。16日8時，中心氣壓降至 $980\text{mb}$ ，中心附近之最大風速增至 $35\text{m/s}$ ，故已到達中度颱風。此後移行至緩。12小時後，中心氣壓更降至 $965\text{mb}$ 。17日20時，中心降為 $950\text{mb}$ ，最大風速增至 $70\text{m/s}$ ，顯然已擴展為強烈颱風，此時中心位於 $22.1^{\circ}\text{N}$ ,  $127.5^{\circ}\text{E}$ ，臺灣已遭受其威脅。其時江南為低壓區，故而災害似已無法避免。12小時後，中心已到達 $23.3^{\circ}\text{N}$ ,  $124.8^{\circ}\text{E}$ 。以時速14浬走向西北。18日20時，中心在 $24.4^{\circ}\text{N}$ ,  $122.8^{\circ}\text{E}$ ，中心附近之最大風速測得為 $60\text{m/s}$ ，臺灣已在其暴風圈內。19日8時，中心在宜蘭附近登陸，該區遭受相當損受。隨後瑪麗即進入臺灣海峽。20時，中心在 $25.7^{\circ}\text{N}$ ,  $119.2^{\circ}\text{E}$ 。此時已減弱為輕度颱風。隨後在福建北部登陸，並轉而向北，近乎沿 $120^{\circ}\text{E}$ 推進至 $30^{\circ}\text{N}$ 。21日8時即轉為熱帶低壓。

另一颱風露西(Lucy)幾與瑪麗同時出現，生命期亦頗近似。當後者向西北侵臺時，前者在馬紹爾群

島生成。最初之旋流可能在15日以前，至16日2時正式成為輕度颱風，中心位於 $16.6^{\circ}\text{N}$ ,  $169.4^{\circ}\text{E}$ ，此為本年內誕生最東者。中心附近最大風速經測得為 $25\text{m/s}$ ，但不久即發展為中度颱風，中心氣壓降至 $990\text{mb}$ ，走向西北。隨後移動速度增加。17日20時，中心已抵達南鳥島附近，最大風速增至 $35\text{m/s}$ 。18日8時，中心在 $24.9^{\circ}\text{N}$ ,  $151.7^{\circ}\text{E}$ ，最大風速再增至 $50\text{m/s}$ 。中心氣壓降低至 $980\text{mb}$ 。12小時後，中心氣壓降至 $960\text{mb}$ ，最大風速增至 $60\text{m/s}$ ，故已成為強烈颱風，以每時20浬之速度走向西北西。19日20時，中心到達父島。20日8時，露西之勢力略減。隨後向北再偏西，故21日8時，中心已至 $313.3^{\circ}\text{N}$ ,  $17.8^{\circ}\text{E}$ ，最大風速仍有 $55\text{m/s}$ 。此後向北逼近日本海岸，在本洲登陸。23日8時，在日本東海岸外轉變為熱帶低壓。

正當瑪麗在臺灣東方露西在南鳥島附近之際，此赤道輻合帶上位於海南島附近之熱帶低壓突見發展。8日8時即發展成輕度颱風，命名娜定(Nadine)，中心氣壓 $990\text{mb}$ ，中心在 $19.0^{\circ}\text{N}$ ,  $109.4^{\circ}\text{E}$ ，最大風速為 $25\text{m/s}$ ，以時速12浬走向WNW。19日8時在越南北部登陸，勢力減弱，6小時後即轉變為熱帶低壓。

本月終，低緯產生熱帶低壓甚多，尤以馬利安納群島為甚。赤道輻合帶大約在 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ 。位於關島北方之熱帶低壓趨於發展。28日8時即成為輕度颱風

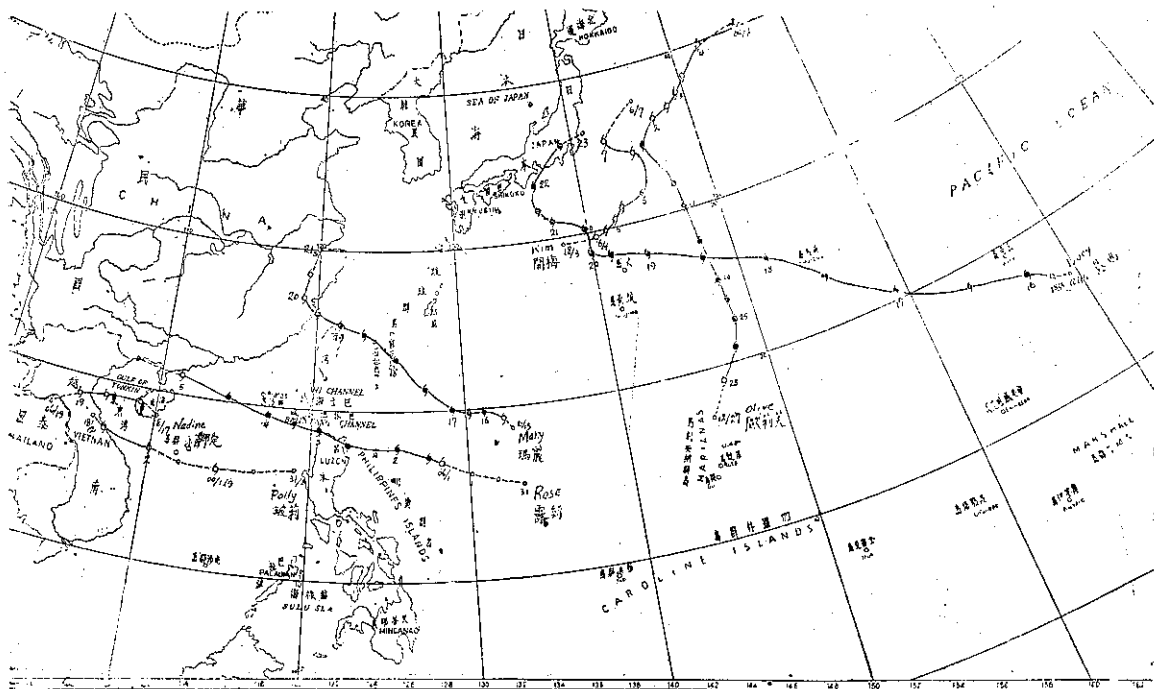


圖9：54年8月份之颱風路徑

Fig. 9 : Typhoon tracks in August, 1965

，命名爲歐利芙 (Olive)，走向東北方。12小時後即加深爲中度颱風，中心在 $20.7^{\circ}\text{N}$ ,  $148.0^{\circ}\text{E}$ ，以時速8浬之速度走向北北東，中心附近之最大風速爲 $35\text{m/s}$ 。翌日，風速更爲增大，29日20時測得中心最大風速爲 $60\text{m/s}$ ，已成爲強烈颱風，走向北方。9月1日到達日本以東，但勢力則已減至輕度，並轉向東北，中心氣壓爲 $980\text{mb}$ ，速度減緩。4日8時，中心北進至 $40^{\circ}\text{N}$ ，6小時後即轉爲溫帶氣旋。

月終，另一颱風玻莉 (Polly) 生成於南海，熱帶低壓最初在呂宋島之西方，漸向西進。9月1日8時天氣圖上始發展爲輕度颱風，中心在 $15.3^{\circ}\text{N}$ ,  $114.1^{\circ}\text{E}$ ，中心最大風速爲 $20\text{m/s}$ ，以時速5浬向西，12小時後在西沙群島轉爲熱帶低壓。但至2日8時又增強，恢

復輕度颱風，中心氣壓 $999\text{mb}$ ，繼續向西進行。20時登陸越南北部。6小時後正式轉爲熱帶低壓。

另一颱風露絲 (Rose)，初生階段之低壓早在31日即在菲律賓海醞釀，故亦作爲本月之颱風。9月1日8時，此低壓向西移至 $130^{\circ}\text{E}$ 。6小時後，正式發展爲輕度颱風，中心在 $16.8^{\circ}\text{N}$ ,  $127.7^{\circ}\text{E}$ ，中心最大風速 $25\text{m/s}$ ，以時速10浬移向西北西。20時即增強爲 $40\text{m/s}$ ，續向呂宋島北端進襲。2日8時，中心氣壓已降至 $980\text{mb}$ 。20時掠過該島北端，中心至 $18.1^{\circ}\text{N}$ ,  $122.8^{\circ}\text{E}$ ，中心最大風速增 $45\text{m/s}$ ，折向西北。3日8時進入巴士海峽，隨後向西北西進行，速度增加。至5日8時，露絲在雷州半島登陸減爲輕度，12小時在東京灣北岸成爲熱帶低壓。本月份之颱風路徑見圖9。

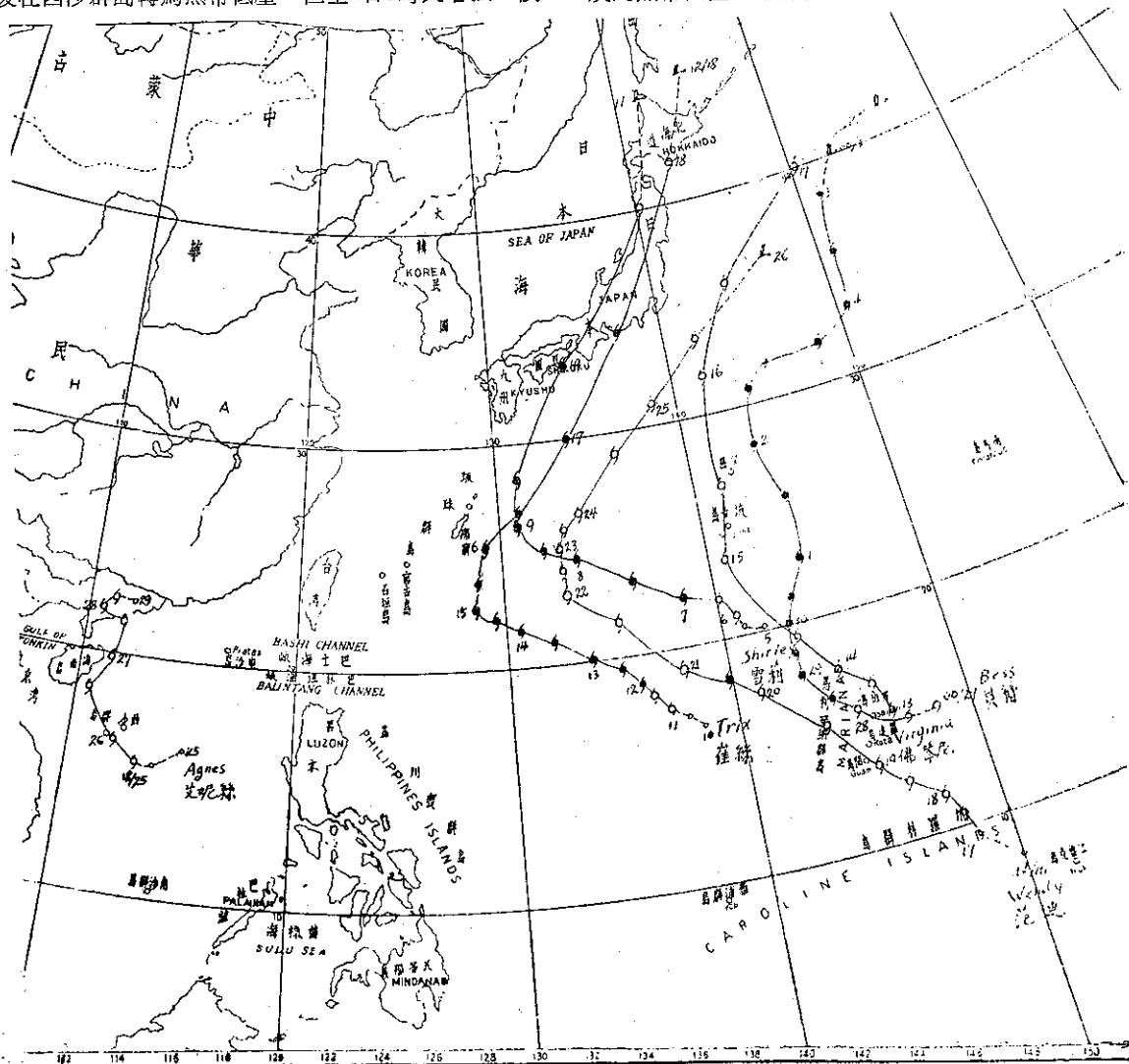


圖10：54年9月份颱風路徑

Fig. 10: Typhoon tracks in September, 1965

(四)九月 本月內生成之第一次颱風雪莉 (Shirley)，其最初之熱帶低壓見於5日8時之地面天氣圖上，中心約在馬利安納群島之西北方，徘徊不進。24小時後始在原地發展成輕度颱風，中心位於  $21.5^{\circ}\text{N}$ ,  $141.0^{\circ}\text{E}$ 。初向西北，而後轉向西北西。雪莉颱風生成後迅速發展為中度颱風，7日8時測得中心最大風速已達  $50\text{m/s}$ ，中心氣壓為  $970\text{mb}$ 。此後進行速度增加。8日20時，中心抵達  $25.2^{\circ}\text{N}$ ,  $132.7^{\circ}\text{E}$ 。12小時以後

中心附近最大風速增至  $60\text{m/s}$ 。此時，雪莉已逼近琉球群島，9日20時，中心到達  $29.3^{\circ}\text{N}$ ,  $131.7^{\circ}\text{E}$ ，隨後轉北，再轉北北東，並加速行進。10日8時，中心在四國之東部登陸，氣壓降為  $950\text{mb}$ 。隨即穿越日本本洲北進，勢力則銳減。其時因有鋒系穿過，故至11日8時即正式轉變為溫帶氣旋。

當雪莉抵達日本之際，後方又有熱帶低壓生成。11日8時，增強為輕度颱風，命名崔絲 (Trix)，以時

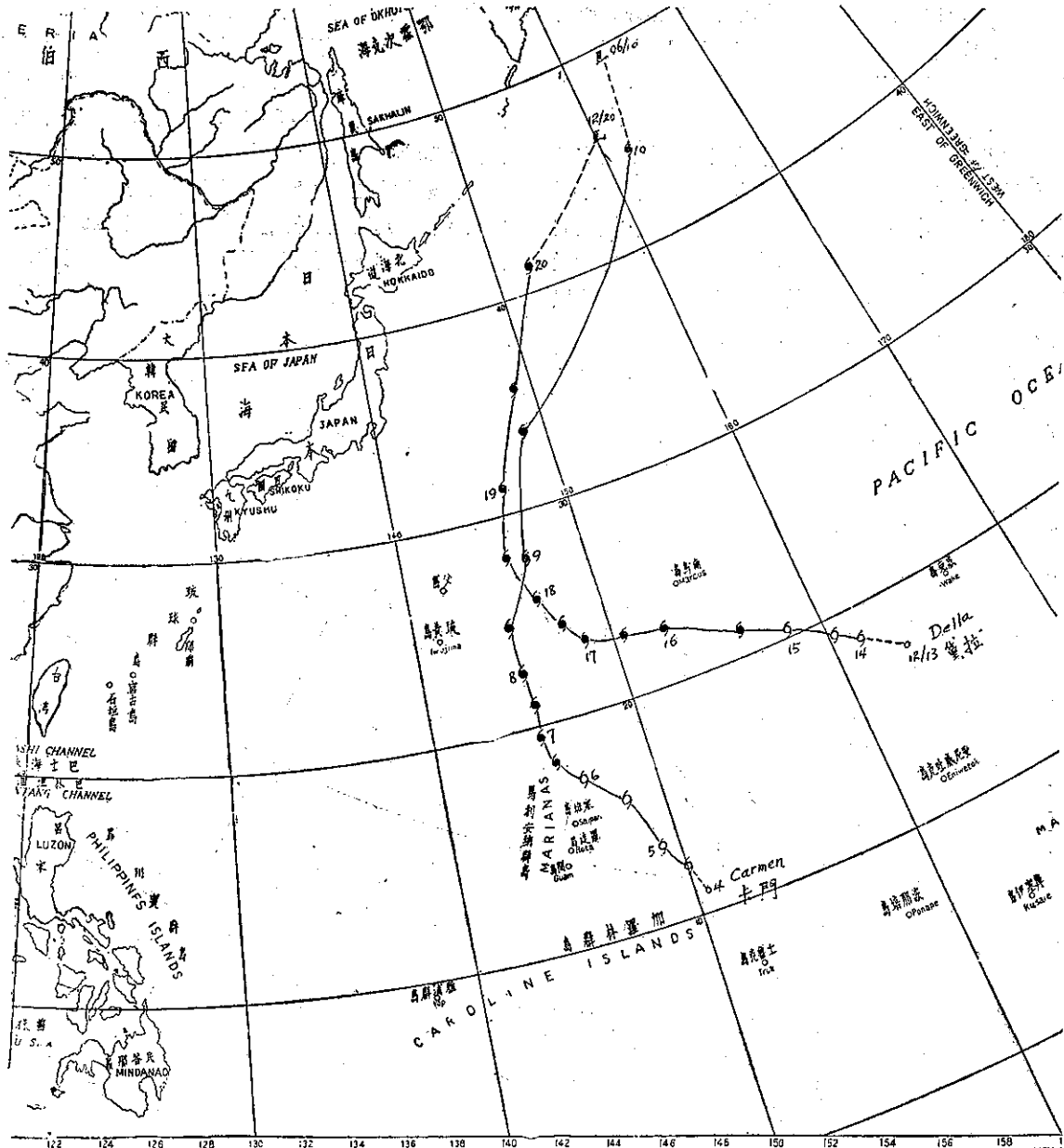


圖11：54年10月份颱風路徑

Fig. 11 : Typhoon tracks in October, 1965

速5浬走向西北。20時，測得中心在 $17.3^{\circ}\text{N}$ ,  $136.9^{\circ}\text{E}$ ，最大風速 $32.5\text{m/s}$ 。隨後即增強為中度颱風，最大風速增為 $42\text{m/s}$ ，中心氣壓降至 $965\text{mb}$ 。12日20時，測得中心位於 $19.4^{\circ}\text{N}$ ,  $135.4^{\circ}\text{E}$ ，仍向西北西行進。14日20時，中心最大風速增至 $60\text{m/s}$ ，中心氣壓再降至 $950\text{mb}$ 。此時移行之速度轉緩，漸轉向為北。16日8時，中心已至那霸之東南方，折向東北移行。17日8時，中心到達 $30^{\circ}\text{N}$ ，速度大增。12小時後，再臨日本本州。18日8時，中心抵達北海道之東南岸，勢力銳減，已成輕度颱風。其時因有鋒系通過，故12小時後即轉變為溫帶氣旋。崔絲之最佳路徑與雪莉相似，僅位相略偏而已！

當崔絲進抵 $20^{\circ}\text{N}$ 之時，在其東南方馬利安納群島附近又有另一熱帶風暴突然生成，命名為佛琴尼(Virginia)，中心風速為 $20\text{m/s}$ 。生成後即向西北進行，範圍始終未有顯著擴張。15日8時測得中心附近最大風速為 $30\text{m/s}$ ，中心位於 $23.3^{\circ}\text{N}$ ,  $141.7^{\circ}\text{E}$ ，改以

時速17浬向北，而後穿越琉璜島折向西北北東，範圍更見縮小。16日20時，抵日本東方海上時已走向東北。17日8時，中心約在 $40^{\circ}\text{N}$ ,  $150^{\circ}\text{E}$ ，12小時後轉變為溫帶氣旋。

當崔絲與佛琴尼發展期間，加羅林群島之東部又有熱帶低壓醞釀。17日20時，正式成為一輕度颱風，取名范迪(Wendy)，中心在 $10.8^{\circ}\text{N}$ ,  $148.3^{\circ}\text{E}$ ，移向西北。19日8時，中心抵關島，範圍未見擴展，移行之速度約為每時10浬。21日20時，中心至 $22.4^{\circ}\text{N}$ ,  $133.6^{\circ}\text{E}$ ，隨後速度轉緩，逐漸轉向。24日8時，中心在 $26.7^{\circ}\text{N}$ ,  $133.7^{\circ}\text{E}$ ，以時速8浬改向東北，中心附近之最大風速為 $23\text{m/s}$ 。25日20時，范迪到達日本之東南方，12小時後轉為溫帶氣旋。

范迪北上之際，南海之熱帶低壓轉趨活躍。約在25日，西沙島附近之低壓漸趨穩定加深。26日2時發展成輕度颱風，命名艾妮絲(Agnes)，生成後走向西北頗為迅速。26日20時，抵達海南島之東岸，再折向

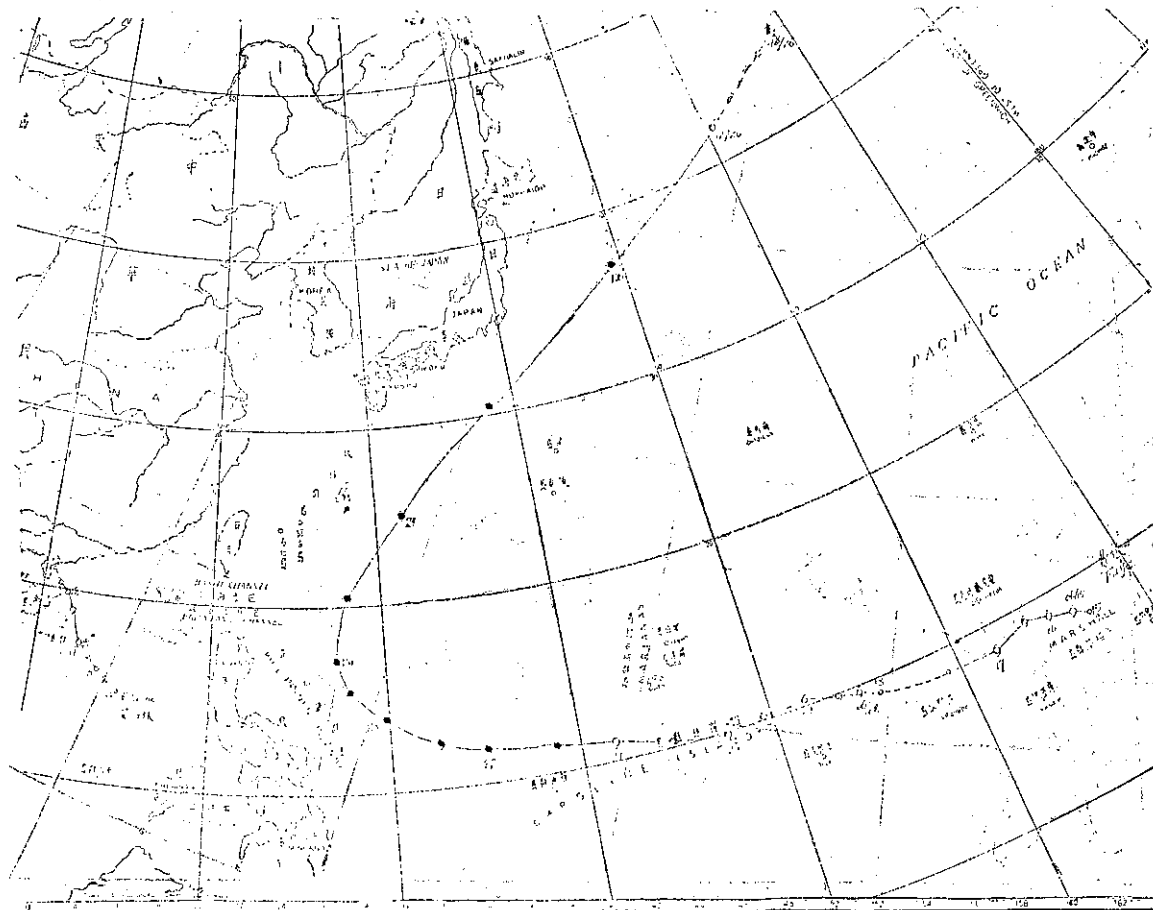


圖12：54年11月份颱風路徑

Fig. 12: Typhoon tracks in November, 1965



北北東。27日20時在珠江口之西登陸。此後即游移不定，直至29日8時轉變為熱帶低壓。

幾與艾妮絲在同一時間，馬利安納群島之東方，27日又生成一輕度颱風，稱為貝絲 (Bess)。初向西行，28日8時，中心位於 $15.7^{\circ}\text{N}$ ,  $145.6^{\circ}\text{E}$ 。28日20時發展成中度颱風，29日8時再加深為強烈颱風。此時中心到達 $20.6^{\circ}\text{N}$ ,  $143.6^{\circ}\text{E}$ ，以時速10哩走向北北東。10月1日8時，中心氣壓僅900mb，中心附近之最大風速增至75m/s，向北行進。20時，中心在 $25.7^{\circ}\text{N}$ ,  $144.4^{\circ}\text{E}$ ，以時速12哩走向北北東。3日8時中心氣壓已升至965mb，隨後轉為東北東。4日8時以後又轉為向北。5日8時，進抵 $40^{\circ}\text{N}$ ，此後迅速減弱，14時即轉為溫帶氣旋。

(十) 十月初，間熱帶輻合帶上之熱帶低壓仍甚活躍。關島東南方4月12日發展成一輕度颱風，命名為卡門 (Carmen)，中心氣壓996mb，中心位置經測得在 $13.9^{\circ}\text{N}$ ,  $148.8^{\circ}\text{E}$ ，中心附近之最大風速為23 m/s，向北北西推進。6日20時，中心最大風速增加至50m/s，12小時後，更增為70m/s，顯已發展成強烈颱風。此時卡門之進行速度轉緩，走向偏北再轉北北東，此後移動速度即趨增加，10日8時，中心已抵 $46^{\circ}\text{N}$ ,  $161^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓930mb，鋒系穿過中心，勢力銳減，6小時後即轉變為溫帶氣旋。

14日8時，位於威克島西南方之熱帶低壓又發展成一輕度颱風，此即黛拉 (Della)。24小時後中心到達 $20.3^{\circ}\text{N}$ ,  $157.4^{\circ}\text{E}$ ，中心附近之最大風速估計為28 m/s，以時速8哩走向西北西，中心氣壓為986mb。12小時後發展成中度颱風，仍向西北西。17日8時，黛拉到達馬利安納群島之東北方，12小時後走向轉為北，再轉為北北東。19日已在日本東方海上，中心氣壓980mb，6小時後轉為溫帶氣旋。

(十一) 本月初，大陸上高氣壓勢力並不雄厚。5日以後， $10^{\circ}\text{N}$ 上熱帶低壓頗活躍。8日後僅見南海之熱帶低壓漸趨於發展，中心約在西沙群島之東方。11日8時，即發展成輕度颱風，命名為艾琳 (Elaine)，中心附近之最大風速估計為20m/s，以時速5哩走向西北西。11日20時，中心到達 $19.0^{\circ}\text{N}$ ,  $112.5^{\circ}\text{E}$ ，即海南島之東方。艾琳之範圍隨後更縮小，且停留不進。中心大抵在海南島之東岸。13日8時即轉變為熱帶低壓。

本年最後一次颱風費依 (Faye)，最初之熱帶低壓在13日出現，中心約在馬紹爾群島附近。15日14時發展成輕度颱風，中心附近之最大風速僅有17m/s，

隨後又減弱為熱帶低壓，位於土魯克之東北東方。6小時後再加速為熱帶風暴。19日8時，中心到達 $10.3^{\circ}\text{N}$ ,  $152.0^{\circ}\text{E}$ ，以時速12哩向西。21日20時，增強為中度颱風，中心氣壓978mb，中心位於 $11.7^{\circ}\text{N}$ ,  $138.2^{\circ}\text{E}$ ，亦即雅浦島之北方。22日8時，中心在 $12.0^{\circ}\text{N}$ ,  $135.1^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓為960mb。6小時後，中心最大風速增加為65m/s，顯然已成為強烈颱風，以時速16哩走向西北西。

23日20時，費依之中心到達 $16.0^{\circ}\text{N}$ ,  $127.8^{\circ}\text{E}$ ，已轉向為西北，入菲律賓海，隨後折而向北。24日8時，中心到達 $18.1^{\circ}\text{N}$ ,  $127.0^{\circ}\text{E}$ 。此時大陸上有勢力雄厚之高壓，可見費依自必沿其邊緣轉向東北。25日8時，中心到達 $26.0^{\circ}\text{N}$ ,  $132.3^{\circ}\text{E}$ ，以時速27哩走向東北。最大風速55m/s。以後速率更為增大，25日20時，已到達日本之東南方。26日8時，勢力銳減，6小時後轉為輕度颱風，此時有鋒系穿越，27日2時即轉為溫帶氣旋，此為本年內路徑最長之颱風，亦為最後一次颱風。

### 三、本年內發佈颱風警報情況

本年內臺灣發佈颱風警報11次，其中僅發海上警報者7次，另4次則同時發海上及陸上警報，其中實際侵襲臺灣者3次，可見本年內氣象局發佈颱風警報相當成功。警報持續之時間最久者為瑪麗 (Mary)，其次為黛納 (Dinah)，再次為哈莉 (Harriet)，均為侵襲臺灣。以月份之分配而言：五月份發海上警報一次，為寶佩 (Babe)，六月份發海上陸上警報二次，即黛納 (Dinah) 及驚瑪 (Emma)，七月份發海上警報三次，即芙瑞達 (Freda)、艾威 (Ivy)、及琴恩 (Jean)，海上陸上警報一次，即哈莉 (Harriet)。八月份發海上一次，即露絲 (Rose)，海上陸上一次，即瑪麗 (Mary)，九月份僅發海上一次，即崔絲 (Trix)，十月未發警報，十一月份發海上一次，即費依 (Faye)。全部颱風之綱要見表三。

### 四、本年內颱風災情概述

本年內侵襲臺灣之兩次颱風，以其破壞之程度而論，自以黛納颱風最為慘重，使臺東鎮成為一片廢墟；其次則為瑪麗，蘇澳、宜蘭一帶損失較重；再次為哈莉，以東部及北部損失較重。

黛納颱風於6月18日中心在臺東附近登陸，臺東鎮受災嚴重。根據警務處發表之統計：計死亡53人（臺東50人，花蓮2人，屏東1人）；失蹤9人（臺東7人

表三：民國五十四年北太平洋西部地區颱風網要表

Table 3: Summary of Typhoon data within the area of North-Western Pacific in 1965

月 份	序 次	颱風名稱	起 訖 時 間			誕生地區	輕度颱風 初生地點 (經緯度)	最 大 風 速 (m/s)	暴 風 半 徑 (哩)	中心最 低氣壓 (mb)	最大移 動速度 (每時 哩)	颱風 分 類	臺灣發佈 警報階段	附 註
			全 起	部 訖	輕度及 中度以上									
一月	1	白 西(Pathy)	17/1-23/1	19/1-25/1	—	蘇 祿 海	14.1-127.7	33	200(17m/s) 100(25m/s)	990	12	輕 度	—	
二月	2	魯 士(Ruth)	22/1-26/1	22/1-25/1	—	馬 利 安 納 群 島	13.5-142.5	30	150(17m/s)	994	40	輕 度	—	
	1	莎 拉(Sarah)	15/2-17/2	15/2-16/2	—	南 海	6.7-107.9	25	80(17m/s)	1,000	10	輕 度	—	
三月	2	賽 洛 瑪(Thelma)	17/2-19/2	19/2	—	菲 島 東 方	7.6-131.5	20		1,000	10	輕 度	—	
	1	薇 拉(Vera)	6/3-7/3	6/3-7/3	—	"	11.3-127.1	20		1,004	15	輕 度	—	
四月	1	萬 達(Wanda)	12/4-16/4	12/4-14/4	—	加 羅 林 群 島 東 方	7.8-151.1	25	300(15m/s)	994	15	輕 度	—	
	1	美 愛(Amy)	20/5-27/5	22/5-27/5	24/5-26/5	菲 島 東 方	12.2-128.0	40	150(17m/s) 125(25m/s)	978	45	輕 度	—	
六月	2	寶 佩(Babe)	30/5-4/6	30/5-4/6	31/5-1/6	南 巴 士 海 峽	17.1-109.8	40	120(17m/s)	990	12	中 度	海 上	
	1	解 拉(Carla)	1/6-3/6	1/6-2/6	2/6	加 羅 林 群 島 西 北	21.9-123.4	60	80(17m/s)	990	30	強 烈	海 上 陸 上 侵	臺
七月	2	黛 納(Dinah)	13/6-19/6	13/6-18/6	15/6-18/6	"	16.0-124.9	30	200(17m/s)	990	20	輕 度	海 上 陸 上 侵	臺
	1	黛 瑪(Emma)	20/6-25/6	23/6-25/6	—	加 羅 林 群 島	10.4-140.9	75	200(17m/s) 150(25m/s)	922	17	強 烈	海 上	
八月	2	吉 達(Gilda)	13/7-22/7	13/7-20/7	—	加 羅 林 群 島 南 方	6.5-149.0	30		995	19	輕 度	—	
	3	哈 莉(Harriet)	19/7-27/7	22/7-27/7	23/7-26/7	加 羅 林 群 島 東 方	10.6-142.6	55	200(17m/s) 150(25m/s)	970	20	強 烈	海 上 陸 上 侵	臺
九月	4	艾 威(Ivy)	27/7-31/7	28/7-31/7	28/7-31/7	菲 律 賓 東 方	14.1-129.5	35	100(17m/s)	990	16	中 度	海 上 被 琴 恩 吞 沒	
	5	琴 恩(Jean)	28/7-7/8	31/7-7/8	31/7-6/8	土 魯 克 島 東 方	17.7-132.6	70	150(17m/s) 125(25m/s)	950	14	強 烈	海 上	
十月	1	開 梅(Kim)	3/8-7/8	4/8-6/8	—	琉 璫 島 西 北	23.4-140.2	23	90(17m/s)	990	15	輕 度	—	
	2	露 西(Lucy)	15/8-28/8	15/8-22/8	17/8-22/8	威 克 島 東 南 方	15.6-168.8	75	100(17m/s) 80(25m/s)	945	25	強 烈	—	
十一月	3	瑪 麗(Mary)	15/8-20/8	15/8-20/8	16/8-19/8	菲 島 東 方	19.6-133.3	75	180(17m/s) 120(25m/s)	950	14	強 烈	海 上 陸 上 侵	臺
	4	娜 定(Nadine)	10/8-18/8	17/8-18/8	—	西 沙 群 島 之 北 方	18.8-111.9	30	60(17m/s)	995	10	輕 度	—	
十二月	5	歐 莉 芙(Olive)	27/8-4/9	28/8-3/9	28/8-31/8	馬 利 安 納 群 島 北 方	20.0-147.6	60	200(17m/s) 100(25m/s)	940	15	強 烈	—	
	6	玻 莉(Polly)	30/8-2/9	1/9-2/9	—	南 海	15.3-114.1	23	150(17m/s)	994	13	輕 度	—	
十二月	7	羅 絲(Rose)	30/8-6/9	1/9-5/9	1/9-5/9	加 羅 林 群 島 之 北	16.5-128.1	50	100(17m/s) 50(25m/s)	990	12	中 度	海 上	
	1	雪 莉(Shirley)	4/9-10/9	6/9-10/9	6/9-10/9	馬 利 安 納 群 島 之 西	21.1-141.3	60	180(17m/s) 100(25m/s)	940	45	強 烈	—	
十二月	2	崔 絲(Trix)	9/9-18/9	11/9-18/9	12/9-17/9	"	16.9-137.6	69	180(17m/s) 100(25m/s)	930	26	強 烈	海 上	
	3	佛 琴 尼(Virginia)	13/9-17/9	13/9-17/9	—	塞 班 島 附 近	14.7-147.3	30	80(17m/s)	990	26	輕 度	—	
十二月	4	范 迪(Wendy)	16/9-26/9	17/9-26/9	—	土 魯 克 島 附 近	9.8-148.3	25	80(17m/s)	980	15	輕 度	—	
	5	艾 妮 絲(Agnes)	24/9-28/9	25/9-28/9	—	南 海	15.7-112.8	25	150(17m/s)	990	10	輕 度	—	
十二月	6	貝 絲(Bess)	27/9-5/10	27/9-5/10	28/9-5/10	馬 利 安 納 群 島 東 方	16.3-144.0	75	400(25m/s)	918	15	輕 度	—	
	1	卡 門(Carmen)	12/10-10/10	4/10-10/10	6/10-9/10	加 羅 林 群 島 東 方	12.7-150.4	75	250(25m/s)	918	25	強 烈	—	
十二月	2	黛 拉(Della)	13/10-19/10	13/10-19/10	15/10-19/10	威 克 島 西 方	18.1-160.6	40	250(25m/s)	970	25	強 烈	—	
	1	艾 琳(Elaine)	5/11-13/11	11/11-12/11	—	加 羅 林 群 島 東 方	17.7-112.9	20	90(17m/s)	995	8	輕 度	—	
	2	費 依(Faye)	14/11-26/11	14/11-26/11	21/11-25/11	加 羅 林 群 島 東 方	10.1-153.1	70	150(17m/s) 150(25m/s)	930	50	強 烈	海 上	

註：中心附近最大風速在每秒17公尺以上者為「輕度颱風」；每秒31.5公尺以上者為「中度颱風」；每秒51公尺以上者為「強烈颱風」。

，花蓮2人）；重傷 63 人（臺東），輕傷 156 人（臺東）。房屋全倒者5,458間（臺東 5,379間，屏東27間，花蓮2間）；半倒6,159間（臺東6,051間，屏東108間）。

又據有關官方及報章之報導，此次黛納之侵襲，農業方面之總損失為 104,028,412 元；鐵路局統計總損失為 4,660,000 元；公路之損失約 1,080,000 元；防洪工程之損害約值 900,000 元。鳳梨罐頭工廠之損失約 50,000,000 元，公用設施約 10,000,000 元，房屋之損失估計總值約 100,000,000 元，故全部損失估計約 300,000,000 元。

黛納颱風之所以使臺東蒙受重大災害，實由於侵襲之時適值其中心氣壓激降而風速則激增，亦即勢力最盛之際，其中心氣壓及中心附近最大風速之演變如圖13所示。

哈莉颱風於 7 月 26 日穿越臺灣南部、災情以交通方面較大，據鐵路局之估計，因哈莉颱風而遭受之全部損失達 6,646,172 元；公路方面東部各線亦有損失。另據警務處統計：全省各地臺北有一人死亡，花蓮一人失蹤，輕重傷 12 人。房屋吹倒 150 間，內全倒者 91 間，半倒者 59 間。以臺東縣為最多。

瑪麗颱風 8 月 18 日子夜在宜蘭登陸穿越北部，故

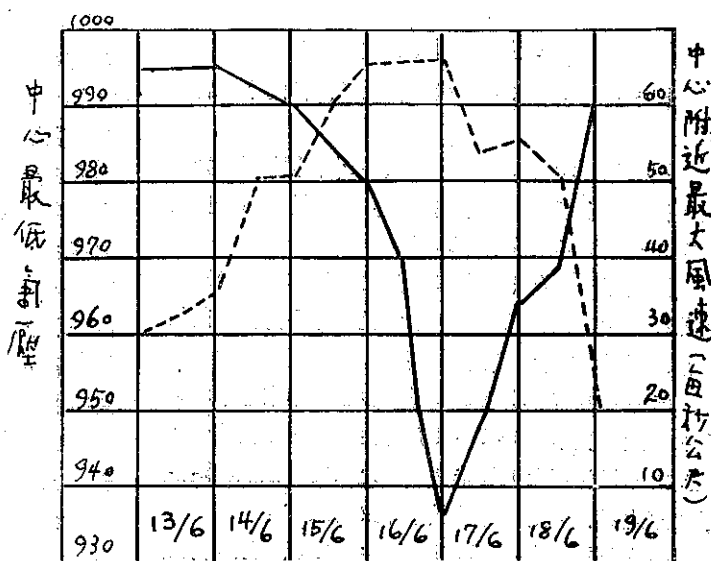


圖13：黛納颱風中心氣壓及最大風速變化圖  
Fig. 13: The variation of the lowest pressure and maximum wind velocity of typhoon Dinah

災情亦以蘇澳及宜蘭一帶較為嚴重。根據警務處發表之災情報告稱：臺灣各地共死 13 人，失蹤 7 人，重傷 15 人，輕傷 62 人。全省房屋倒塌者有 459 間，半倒 846 間。又據宜蘭縣警察局報稱：蘇澳漁船吹毀 70 艘，火車吹毀 7 節。另據宜蘭縣府調查漁業之損失達 846,000 元，造林損失達 4,012,200 元，農業災害 3,538,870 元。又瑪麗颱風侵襲期間，嘉義新港鄉曾發生龍捲風，毀屋 17 戶，半毀 14 戶。

茲將本年內三次侵臺颱風之災情列表如表四：

表四：五十四年侵臺颱風災害統計表

Table 4: Summary of typhoon damage in 1965

項目 損失情況 颱風名稱	人口(人) 死 傷 (含失蹤)	房 屋(間) 全倒 半倒	毀漁 船(隻)	公 路 (元)	鐵 路 (元)	農 業 (元)	水 利 (元)	漁 業 (元)	林 業 (元)	公用設施 (元)
黛 納	62 219	5,458 6,159	不詳	1,080,000	4,660,000	104,028,412	900,000	不 詳	不 詳	10,000,000
哈 莉	2 12	91 59	不詳	不 詳	6,646,172	不 詳	不 詳	不 詳	不 詳	不 詳
瑪 麗	20 77	459 947	71	不 詳	不 詳	3,538,870	不 詳	846,000	4,012,200	不 詳
項目 損失情況 颱風名稱	其 (元)				他 (元)			合 計 (元)		
黛 納	鳳梨罐頭廠 50,000,000				房屋估計損失 100,000,000			約 300,000,000		
哈 莉	不 詳				不 詳			不 詳		
瑪 麗	不 詳				不 詳			不 詳		

### 五、本年內颱風之特點

綜上所述，本年內颱風之特色可概括為下列各點：

(一)全年總次數為33次，按過去18年來之平均數而論，應屬較多者，超過平均5次多。達於颱風強度有18次，相當於年18來之平均數。

(二)全年颱風自1月起至11月終，僅12月份無颱風。此種情形在過去18年內亦不多見，即9月份以前較正常為活動，9月以後則較為靜寂。

(三)本年內有3次侵臺颱風，少於18年來之平均數1次。此3次中，6、7、8月各佔1次，頗稱均勻，挾持之雨量並不大，故未有嚴重之水災，惟黛納颱風予臺東之災害，則為該地數十年來所未有。

(四)本年內北太平洋西部所發生之颱風，以9月底

至10月初之貝絲(Bess)颱風威力最強，中心最低氣壓達918mb，每秒25公尺之暴風半徑達400哩。隨後之卡門(Carmen)中心氣壓雖亦達918mb，但每秒25公尺之暴風半徑僅為250哩。全年內颱風中路徑最長為最後一次颱風費依(Faye)；路徑最短則為二月初之賽洛瑪(Thelma)。生命史最特殊之一次為4月份之萬達(Wanda)，14日變成熱帶低壓後仍向西，至15日再發展成輕度颱風，16日始消失。本年颱風之有「藤原效應」者為艾威(Ivy)及琴恩(Jean)，前者不久被後者所吞沒，此見於7月。中心路徑之引起疑問者為哈莉(Harriet)，蓋此一颱風中心在臺東附近登陸後，由於山嶺之動力效應，在沿海形成一副中心，繼續北上。主中心因係穿越中央山脈進行，故反而顯，直至到達臺灣以北之海面上始合而為一。(戚啓勳)

# METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)

---

## CONTENTS

### Articles

- Recent Development in Meteorological Researches  
.....KENNETH T. C. CHENG.....( 1 )
- Some Discussion on the Numerical Forecasting Model of Precipitation  
.....SHYUE-YIH LIAO.....( 5 )
- On the Formation of Warm Core in Relation to Cyclogenesis  
.....SHYUE-YIH LIAO, TAY-HOW LEE.....( 20 )

### Report

- Observation of the Total Amount of Ozone over Taipei  
.....SHIH-CHONG LU, CHING-SHIH SHY,  
SHIEH LIN, FU-LAI CHEN .....( 27 )
- A Brief Report on Typhoons in North-Western  
Pacific during the Year of 1965  
.....TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU.....( 37 )

TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei,

Taiwan, China.

內政部雜誌登記內版臺誌字第〇五五一號  
中華郵政臺字第一八九三號登記爲第一類新聞紙類

# 氣象學報

季刊

第十二卷 第二期

## 目次

### 論述

- 荒川氏颱風統計預報新法之試驗.....戚 啓 勳.....( 1 )  
颱風經路展期預報.....徐 晉 淮.....( 14 )  
大氣臭氧與天氣之研究.....魏 元 恒.....( 26 )  
北太平洋西部颱風之長期預報.....鄭 邦 傑.....( 34 )

### 報告

- 民國五十五年颱風調查報告（第一號颱風裘妲）.....臺灣省氣象局.....( 49 )

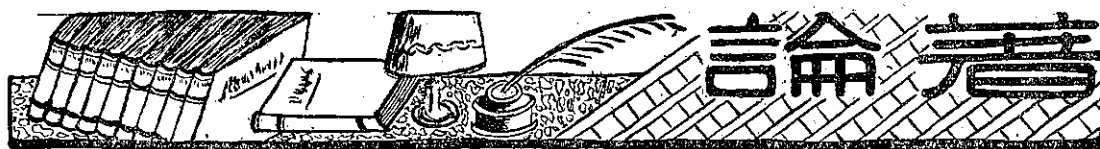
# 氣象學報

(季刊)

第十二卷 第二期

主編者	臺灣省氣象局氣象學報社
地址	臺北市公園路六十四號 電話：二四一四一
發行人	劉大 年
社長	劉大 年 電話：二二八四〇
印刷者	文英印書公司
地址	臺北市三水街七號 電話：三四七二四

中華民國五十五年七月出版



## 荒川氏颱風統計預報新法之試驗<sup>1</sup>

戚啓勳

### *A Test of the Arakawa New Method of Forecasting Typhoon Movement and Surface Pressure in 1965*

*Abstract*

*Chi Ke-hsun*

The techniques of tropical cyclone forecasting fall into two categories in recent years: namely, subjective methods and objective methods. Among the objective methods, Veigas-Miller's screening procedure of forecasting Atlantic hurricane movement seems to give good results. Dr. H. Arakawa had also developed a similar method in 1962 to forecast typhoon movement and central surface pressure in the Western-North Pacific area. Two years later, he revised his regression equations and divided the North Pacific into two regions, separated by the 27°N parallel. The set of equations for the southern region can be used in Taiwan in nearly all warning situations. A test was made on the typhoons of which the Taiwan Provincial Weather Bureau (TWB) had issued Typhoon Warning Bulletins during the 1965 typhoon season. Both the 12-hour and 24-hour forecast position and central pressure were computed.

Comparing the Arakawa New Method with the subjective forecasts made by the TWB, the mean vector error of 12-hour forecasts in 17 cases by the former was 57 N. Mi., while those by the latter was 60 N. Mi. The mean vector error of 24-hour forecasts in 23 cases by the former was 128 N. Mi., while those by the latter was 143 N. Mi. This seems to indicate that the Arakawa New Method gives slightly better results than the TWB's subjective forecasts.

Since the number of cases tested hardly justifies reliable conclusions, the author computed all of the 12-hour and 24-hour forecast positions by Arakawa technique, at six-hour intervals during the typhoon warning period in 1965. The mean vector error of 12-hour forecasts (a total of 55 cases) was 71 N. Mi., while the error for 24-hour forecasts (a total of 54 cases) was 121 N. Mi. If one compares the latter value with the mean 24 Hr. forecast position error of 131 N. Mi. in 405 cases by subjective method used by JTWC (Joint Typhoon Warning Center, Guam) in the same year, it can be seen that Arakawa's objective method shows a better skill. Among the cases tested hitherto, typhoon Jean and Rose gave the best results, their mean errors being only 51 N. Mi. and 52 N. Mi. respectively for 12 Hr. forecast periods.

The scatter diagrams for both the 12-hour and the 24-hour forecast position errors shows that the least errors fall within the SE-quadrant and the most errors occur in the SW-quadrant. The sketch of the computed track shows a rather constant deviation from the observed best track. Those typhoons which moved northward deviated mostly to the west, while those moving

1. 本研究承國家長期發展科學委員會之補助始克完成

westward deviated mostly to the north. It was also discovered that ① largest errors occur during recurvature and ② when the center position was located South of  $18^{\circ}\text{N}$  lat. The errors also become larger when the typhoon is passing overland through Taiwan.

The central pressures for 12-hour and 24-hour forecast were computed by Arakawa's technique in the 1965 season. It is interesting to note that the mean error for 12-hour forecasts (62 cases) was 6 millibars, while those for 24-hour forecasts (59 cases) was 12 millibars. However, the 12-hour forecast shows a better indication of pressure tendency with the computed curve tending to lay behind the actual curve in time.

It has been shown therefore in this study that the Arakawa New Method promises to be one of the most effective operational typhoon forecasting tools and is suitable for use on this island.

## 一、概 述

預測熱帶風暴之移行與強度之變化，應用傳統之主觀法，未能獲得滿意之結果。故自1955年以來，氣象學者紛紛謀求客觀預報法之發展。此等方法自統計法以至於利用高速電子計算機處理極端繁複之流體力學方程式。統計預報法以維加斯 (Veigas)、密勒 (Miller)、及何威 (Howe) 諸氏所發展者最負盛譽。由於主持者為馬龍 (Malone)，故亦稱「馬龍法」。彼等研究大西洋上颶風之移行與地面天氣圖上之氣壓型，發現二者之關係極為密切，根據當時之海平面氣壓分佈，可望預測颶風未來24小時之位置。採用海平面氣壓尚具有多種優點，包括記錄之年代遠較高空資料為悠久；無論時間相隔與空間分佈均較密；且觀測後立即可以應用。維加斯等乃據1928至1953年間之457次颶風，劃分南北兩區加以分析。南北向之伸展佔緯度30度，東西向之伸展佔經度35度。取每隔經緯度5度之網格點，共得91個氣壓值。另為考慮單純外延，加入當時及24小時前颶風中心位置之經緯度，合計有95個數值。此等資料饋入 IBM 704 式電子計算機內，用「線性迴歸法」 (Linear regression procedure) 選定對颶風未來動向具有重要影響之若干點，成為一組以作預報依據，最後得出兩組迴歸方程。

維加斯等所得出之迴歸方程，美軍東京氣象中心會略加修正，以為太平洋上預報颶風之用。此修正後之迴歸方程經試驗後，據稱尚屬令人滿意。夏威夷大學熱帶氣象學系分六組試驗各種客觀法，並與主觀法相比較，結果亦以維加斯諸氏之客觀法平均誤差較小。

日本氣象研究所所長荒川 (H. Arakawa) 博士及其僚屬仿照維加斯等發展之統計預報法，根據1956至1960年間北太平洋西部之颶風資料，其範圍南北向自赤道至北緯34度；東西向則自我國沿海、臺灣、及菲律賓一帶向東至東經180度，南海地區則並不包含在內。仍用 IBM 704 式電子計算機過濾，得出三組迴歸方程式：一組單獨用地面資料；一組單獨用700毫巴資料；另一組兼用地面及700毫巴資料。此項成果荒川氏係在1962年東京舉辦之世界氣象組織「熱帶氣旋分區研討會」 (Inter-Regional Seminar on Tropical Cyclones) 中發表，故可稱之為「荒川氏1962年法」。

此客觀法曾在1961及1962兩年颶風季內予以獨立試驗，分別由美軍軍官華特龍 (Waldron) 及洛普 (Roper) 提出報告。華特龍之結論認為荒川法可望成為一種實作上有用工具；洛普則認為荒川法對於不轉向颶風可以得到較準確之預報。作者亦曾根據1963及1964年本省發佈警報之各次颶風，比較維加斯與密勒法，荒川1962年法，與臺灣省氣象局主觀法預測24小時後颶風中心位置之成績。所得之結果非常有趣；維加斯與密勒法82次之平均誤差為95哩，荒川氏1962年法73次之平均誤差為94哩；氣象局64次主觀法之平均誤差則為96哩。

荒川氏因受上述獨立試驗優良成果之鼓勵，乃修正原來之迴歸方程式，使能分別適應轉向與不轉向颶風。此組方程僅限用地面資料，蓋一般認為地面天氣圖最為有用。荒川氏將整個北太平洋劃分為南北兩區。南區用於原來緯度不足北緯26.9度之颶風；北區用於原來緯度超過北緯27度但不足34度之颶風，資料仍自1956至1960五年內發展完善颶風中得出。南區取樣



314次，北區取樣 60次。南北兩區各得迴歸方程式一組，每組分為三部份，可分別預測未來12、24、48小時颱風中心之經緯度及氣壓。因原文係在美國氣象學會1964年10月份之「應用氣象學雙月刊」(Journal of Applied Meteorology) 中發表，故可稱之為「荒川氏1964年法」或「荒川氏新法」。

此項修正後之迴歸方程荒川氏曾請關島聯合颱風警報中心 (JTWC) 在1963年颱風季內作一次獨立試驗。該中心主任萊姆中校 (Lt. Col. Roland C. Lame) 函復試驗結果中指出：147次預報中，平均誤差為116哩 (相當於101哩)，用1962年法則60次之平均誤差達139哩 (相當於121哩)，新法顯然較優異。

## 二、本試驗之目的

荒川氏1964年新法及其初步獨立試驗之成績引起作者濃厚之興趣，乃決定在1965年內就臺灣發佈警報之各次颱風加以試驗，以期有助於今後臺灣地區之颱風預報。試驗之目的包括下列各項：

(一) 颱風之行動主要受氣壓分佈所控制，此氣壓分佈所構成之環流體系則與海陸分佈，緯度高低，地理形勢等均有關聯。故任何一種方法在不同地區試驗可能得到不同之結果。臺灣經常遭受颱風侵襲，我人必須證明此一颱風預報之客觀方法對於可能威脅臺灣之颱風一亦即對本區屬關鍵性之時間與地點是否有效？選擇氣象局公佈預測颱風中心位置之同一時間用荒川新法計算，視其是否較主觀法為優？

(二) 倘二者之成績相差不多，則我人當進一步分析荒川氏新法以何種颱風路徑較能獲得滿意之成績？連接各預測點是否顯示有一定之趨勢？預報員能估計修正？

(三) 相反言之，我人亦當瞭解荒川氏新法之缺點；以及何種颱風路徑或何種地區誤差較大，不能應用。

(四) 荒川氏新法不僅可以預測颱風之中心位置，且可預測其強度，實為它種客觀法所不及。作者之試驗另一方面即在證知預測中心氣壓之成績，主要在於明瞭其能否顯示中心氣壓升降之趨勢，從而推斷其強度變化。

(五) 設計一套用於荒川氏新法之作業程序，包括：作業表、網格透明膠板，及查算表，以供預報人員之使用，既可減少錯誤，又可發揮迅速確實之效果。

## 三、作業程序之設計與準備

臺灣本島約自北緯21度50分至25度20分，而侵臺颱風大都來自其東南或東南東方，來自東北者幾可謂絕無僅有。故原來中心位置之落入北區者大可不必加以考慮。另一方面，由於臺灣地區狹小，48小時預報誤差較大，似不適於客觀需要。因此，我人僅需應用荒川氏新法中12小時及24小時預報之兩組南區用修正迴歸方程式。

(一) 南區12小時預報修正迴歸方程式：

$$\text{Long}_{+12} = -62.7 + 1.3993 \cdot \text{Long}_0 - 0.4187 \cdot$$

$$\text{Long}_{-24} + 0.0647 \cdot X_{75}$$

$$\text{Lat}_{+12} = -32.6 + 1.3562 \cdot \text{Lat}_0 - 0.3701 \cdot \text{Lat}_{-24}$$

$$+ 0.0734 \cdot X_{26} - 0.0409 \cdot X_{54}$$

$$P_{+12} = -1002.4 + 1.1566 \cdot P_0 - 0.8101 \cdot P_{-12} - 0.1279$$

$$\cdot \text{Long}_{-24} - 0.2596 \cdot \text{Lat}_{-24} + 1.1587 \cdot X_6$$

(二) 南區24小時預報修正迴歸方程式：

$$\text{Long}_{+24} = -167.8 + 1.8037 \cdot \text{Long}_0 - 0.8652 \cdot$$

$$\text{Long}_{-24} + 0.1749 \cdot X_{89}$$

$$\text{Lat}_{+24} = -94.3 + 2.2520 \cdot \text{Lat}_0 - 1.3123 \cdot \text{Lat}_{-12}$$

$$+ 0.1767 \cdot X_{91} - 0.0829 \cdot X_{53}$$

$$P_{+24} = -2049.8 + 1.0564 \cdot P_0 - 0.4593 \cdot P_{-12} - 0.3760$$

$$\cdot \text{Long}_{-24} + 1.6720 \cdot X_6 + 0.7934 \cdot X_{46}$$

式中  $\text{Long}_{+12}$  及  $\text{Long}_{+24}$  為預測12及24小時後颱風中心之東經度數。

$\text{Lat}_{+12}$  及  $\text{Lat}_{+24}$  為預測12及24小時後颱風中心之北緯度數。

$P_{+12}$  及  $P_{+24}$  為預測12及24小時後颱風中心氣壓之毫巴數。

$\text{Long}_0$ 、 $\text{Long}_{-12}$ 、 $\text{Long}_{-24}$  分別為所據天氣圖時刻，12小時前，及24小時前颱風中心之東經度數。

$\text{Lat}_0$ 、 $\text{Lat}_{-12}$ 、 $\text{Lat}_{-24}$  分別為所據天氣圖時刻，12小時前，及24小時前颱風中心之北緯度數。

$P_0$ 、 $P_{-12}$ 、 $P_{-24}$  分別為所據天氣圖時刻，12小時前，及24小時前颱風中心之氣壓毫巴數。

根據以上兩組方程式，第一步工作即為準備一張透明膠板之網格圖。12小時及24小時預報以合用一張較為方便。例如12小時預報之迴歸方程中須讀數之網

格點以紅色標示；24小時預報之迴歸方程中須讀數之網格點以藍色標示。氣象局所用之地面天氣圖底圖為1:15,000,000之藍伯脫正形圓錐投影（Lambert Comformal Conic Projection）。此種投影圖，經度之距離隨緯度之增加而遞減。此覆蓋之透明膠板既需隨颱風位置而上下移動。47點永遠對準颱風中心，故其緯度之高低亦必影響經度之誤差。荒川氏之南區網格圖原係以北緯25度為準，但以臺灣之應用而言，似應以北緯20度為準。如此可稍減因上下移動而產生之誤差。製成之網格圖，如圖1所示。

第二步工作即為準備兩套查算表，以省去繁複之乘法。蓋以本省一般預報單位均無計算機之設備，各變數與常數之乘積可先就各該變數可能出現之範圍算出列表，屆時一查即得，可兼收迅速確實之效果。此項12小時預報所用之查算表如附錄一，24小時預報所用之查算表如附錄二。（附錄略）

次一步工作即為作業表之設計。我人必須顧及填算之方便與事後之校驗，另須填註查算表之編號，以便利作業。

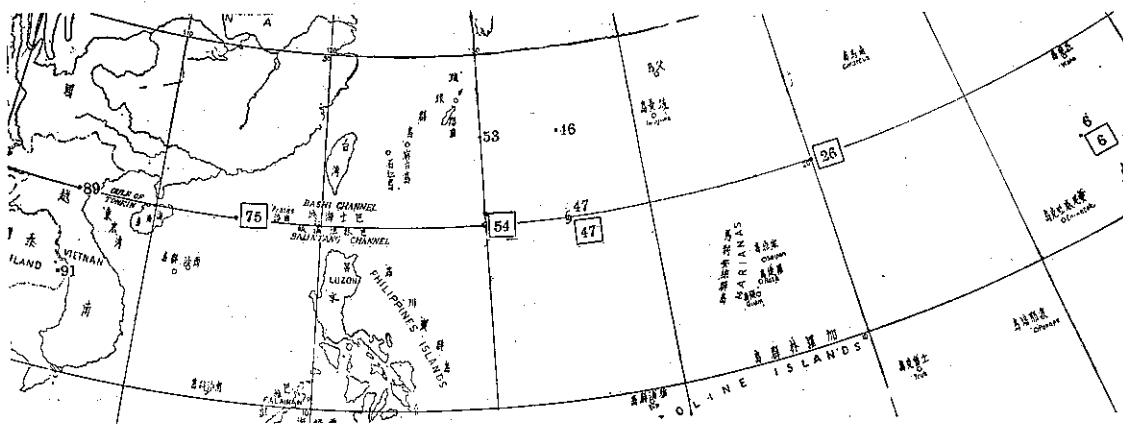


圖1：荒川氏新法南區所用之網格點圖（圖中有方框之數字為12小時預報所用，無方框者為24小時所用）  
Fig. 1: Arakawa New Method Grid (with  $\square$ , 12-hour; No  $\square$ , 24-hour)

表一：荒川氏颱風客觀預報新法12小時預報作業表  
Table 1: Working sheets for 12-hour Arakawa New Method

颱風名稱 _____ 所據天氣圖時刻 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時(GMT)			
預測時刻 _____ 月 _____ 日 _____ 時(120°E M T)			
一、颱風中心經度	表號	正負數總和	
Long <sub>0</sub> _____ × 1.3993	(A1) = + _____		
X <sub>75</sub> _____ × 0.0647	(A2) = + _____	+ _____	
Long <sub>-24</sub> _____ × 0.4187	(A3) = - _____		
	-62.7	- _____	
實測 Long <sub>12</sub> = _____ °E	預測 Long <sub>12</sub> = _____ °E		
二、颱風中心緯度			
Lat <sub>0</sub> _____ × 1.3562	(A <sub>6</sub> ) = + _____		
X <sub>26</sub> _____ × 0.0734	(A <sub>4</sub> ) = + _____	+ _____	
Lat <sub>-24</sub> _____ × 0.3701	(A <sub>7</sub> ) = - _____		
X <sub>54</sub> _____ × 0.0409	(A <sub>5</sub> ) = - _____		
	-32.6	- _____	
實測 Lat <sub>12</sub> = _____ °N	預測 Lat <sub>12</sub> = _____ °N		
三、颱風中心強度			
P <sub>0</sub> _____ × 1.1566	(A <sub>8</sub> ) = + _____		
X <sub>6</sub> _____ × 1.1587	(A <sub>9</sub> ) = + _____	+ _____	
P <sub>-12</sub> _____ × 0.3101	(A <sub>10</sub> ) = - _____		
Long <sub>-24</sub> _____ × 0.1279	(A <sub>11</sub> ) = - _____		
Lat <sub>-24</sub> _____ × 0.2596	(A <sub>12</sub> ) = - _____		
	-1002.4	- _____	
實測 P <sub>12</sub> = _____ mb	預測 P <sub>12</sub> = _____ mb		

表二：荒川氏颱風客觀預報新法24小時預報作業表  
Table 2: Working sheets for 24-hour Arakawa New Method

颱風名稱 \_\_\_\_\_ 所據天氣圖時刻 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_ 時(GMT)  
預測時刻 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_ 時(120° EMT)

一、颱風中心經度 表號 正負數總和

Long<sub>0</sub> \_\_\_\_\_ × 1.8037 (B<sub>1</sub>) = + \_\_\_\_\_  
X<sub>89</sub> \_\_\_\_\_ × 0.1749 (B<sub>2</sub>) = + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_  
Long<sub>-24</sub> \_\_\_\_\_ × 0.8652 (B<sub>3</sub>) = - \_\_\_\_\_  
-167.8 - \_\_\_\_\_  
實測Long<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ °E 預測Long<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ °E

二、颱風中心緯度

Lat<sub>0</sub> \_\_\_\_\_ × 0.3520 (B<sub>4</sub>) = + \_\_\_\_\_  
X<sub>91</sub> \_\_\_\_\_ × 0.1767 (B<sub>5</sub>) = + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_  
Lat<sub>-12</sub> \_\_\_\_\_ × 1.3123 (B<sub>7</sub>) = - \_\_\_\_\_  
X<sub>93</sub> \_\_\_\_\_ × 0.0829 (B<sub>8</sub>) = - \_\_\_\_\_  
-94.3 - \_\_\_\_\_  
實測Lat<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ °N 預測Lat<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ °N

三、颱風中心強度

P<sub>0</sub> \_\_\_\_\_ × 1.0564 (B<sub>9</sub>) = + \_\_\_\_\_  
X<sub>6</sub> \_\_\_\_\_ × 1.6720 (B<sub>10</sub>) = + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_  
X<sub>46</sub> \_\_\_\_\_ × 0.7934 (B<sub>11</sub>) = - \_\_\_\_\_  
P<sub>-12</sub> \_\_\_\_\_ × 0.4593 (B<sub>12</sub>) = - \_\_\_\_\_  
Long<sub>-24</sub> \_\_\_\_\_ × 0.3760 -2049.8 - \_\_\_\_\_  
實測P<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ mb 預測P<sub>24</sub> = \_\_\_\_\_ mb

如此設計成之12小時預報作業表如表一所示，24小時預報作業表如表二所示。

此三種工具備妥後，則一經地面天氣圖完成分析，即可將明膠板網格圖覆蓋其上，讀取其所需之氣壓值，至於12及（或）24小時前之經緯度及中心氣壓可事先填入作業表內。如此則查表得各變數與常數之乘積，再用算盤將正負數相加後求其差數，即得預測之颱風中心經緯度及氣壓。每次所費時間不過數分鐘而已。

#### 四、荒川氏新法與主觀法之成果比較

1965年內臺灣共發佈颱風警報11次，內中僅發海上警報者7次；發佈海上及陸上警報者有4次，其中有3次侵襲本省，釀成災害。此項數字足以表明氣象局此年內發佈警報相當成功。在7次海上警報中，第一次颱風寶佩（Babe）僅發佈一次公報，隨即解除。

在此11次颱風警報中，氣象局預測12小時後或24小時後颱風中心位置公告大眾之次數如表三。

自下表可見發佈海上及陸上警報之颱風在臨近臺灣時，均僅作12小時預報；距離較遠者則作24小時預報，此點與以下之成果有關，必須加以注意。

由於荒川氏新法之12小時預報需要24小時前中心

表三：臺灣省氣象局1965年內發佈預測颱風中心之次數

Table 3: The number of forecasting typhoon center by TWB in 1965 season

颱風名稱	12小時	24小時
寶佩(Babe)	1	0
黛納(Dinah)	9	2
黛瑪(Emma)	5	2
美瑞達(Freda)	0	5
哈莉(Harriet)	8	2
艾威(Ivy)	0	4
琴恩(Jean)	0	6
瑪麗(Mary)	9	2
羅絲(Rose)	0	4
崔絲(Trix)	0	6
費依(Faye)	0	2
合計	32	35

位置之經緯度；24小時預報則需24小時前中心位置之經度與12小時前中心位置之緯度。故如各該時間尚未發展成輕度颱風，我人因不能獲得該項經緯度而無法計算。另一方面，颱風在預期內消失者，因無從核對其誤差，亦不得不予以放棄。因此我人能同一時間比較氣象局之主觀法與荒川氏新法者，12小時預報僅有17次，24小時預報僅有23次。此項計算均係先將警報單上之實際中心位置填入1:4,000,000之麥卡托投影（Mercator projection）颱風圖內修正各次位置

描繪「最佳路徑」(Best track)，而後分別將主觀法及荒川新法所得之中心位置填入，量得各次向量誤差。12小時預報之誤差如表四；24小時預報之誤差則如表五所示。

表四：1965年氣象局主觀法與荒川新法同一時間預測12小時颱風中心位置之向量誤差比較（時間為東經 120度標準時向量誤差為渾數）

Table 4 ..Comparing the vector errors of TWB subjective method and Arakawa method for 12-hour movement in 1965

颱風名稱	時 / 日 / 月	氣象局主觀法	荒川新法
寶佩(Babe)	20/4/6	77	35
黛納(Dinah)	20/17/6	25	47
	08/18/6	78	40
	14/18/6	58	70
	20/18/6	50	77
	08/19/6	175	125
次數及平均	5	77	72
黛瑪(Emma)	02/25/6	95	67
	08/25/6	45	62
	14/25/6	65	65
次數及平均	3	68	65
哈莉(Harriet)	02/26/7	63	60
	08/26/7	54	50
	14/26/7	50	35
	20/26/7	25	95
	08/27/7	55	30
次數及平均	5	49	54
瑪麗(Mary)	14/18/8	40	59
	20/18/8	30	20
	02/19/8	40	63
次數及平均	3	37	47
全部次數及總平均	17	60	57

表五：1965年氣象局主觀法與荒川新法同一時間預測24小時颱風中心位置之向量誤差比較

Table 5: Comparing the vector errors of TWB subjective method and Arakawa method for 24-hour movement in 1965

颱風名稱	時 / 日 / 月	氣象局主觀法	荒川新法
黛納(Dinah)	08/17/6	63	60
	20/17/6	53	25
次數及平均	2	58	43
黛瑪(Emma)	20/24/6	205	310
	08/25/6	345	295
次數及平均	2	275	303
美瑞達(Freda)	20/13/7	163	153
	08/14/7	137	192
次數及平均	2	243	187
琴恩(Jean)	20/2/8	100	30
	08/3/8	97	40
	20/3/8	50	40
	08/4/8	75	40
	20/4/8	120	28
次數及平均	5	88	36
瑪麗(Mary)	08/18/8	180	167
	20/18/8	85	110
次數及平均	2	133	139
露絲(Rose)	20/2/9	50	115
	08/3/9	47	47
次數及平均	2	49	81
崔絲(Trix)	08/15/9	63	115
	20/15/9	117	37
	08/16/9	205	107
次數及平均	3	128	86
費依(Faye)	08/25/11	370	400
全部次數及總平均	23	143	128

表4與表5兩表中顯示同一時間17次12小時預報中，氣象局主觀法之平均向量誤差為60渾，荒川新法則為57渾，後者略優於前者。個別颱風相比較，差數亦不大。24小時預報中，23次主觀法之平均誤差為 143 渾，而荒川新法則僅為 128 渾。如此成績已相當令人滿意。個別颱風中，荒川新法以琴恩之成績為最佳，

5 次之平均誤差僅36渾。其中有一點非常有趣，即主觀法誤差甚大之颱風，用荒川新法時誤差亦大。

## 五、荒川新法計算發佈警報颱風之

### 總成績

僅就同一時間可以核對主觀法之各次計算荒川新法似嫌過少，不足以論斷其對臺灣地區應用上是否有效。為瞭解其確實效果，特就1965年內臺灣發佈警報之颱風中，凡屬中心在關鍵地區可能威脅本省之颱風中心位置，且能得到迴歸方程內之資料者，均加以計算。如此且可避免因氣象局主觀法在颱風接近臺灣時均作12小時預報，而連帶產生之偏差。結果在55次12小時荒川新法預報中，平均向量誤差為71哩。其中琴恩及露絲之成績均甚優越，見表六。

24小時預報總數為54次，平均誤差為121哩。個別颱風中仍以琴恩最佳，6次之平均僅為51哩，露絲則8次之平均為52哩；再次為黛納，7次之平均亦不過75哩。注意黛納颱風穿過臺灣時因實際中心無法校

驗而被迫放棄。此項成績見表七。

表六：荒川新法12小時預報在1965年內總成績

Table 6: Total Arakawa 12-hour forecast errors

颱風名稱	次數	平均向量誤差 (哩)
寶佩(Babe)	1	35
黛納(Dinah)	10	63
黛瑪(Emma)	6	108
哈莉(Harriet)	8	68
琴恩(Jean)	6	40
瑪麗(Mary)	6	64
露絲(Rose)	7	39
崔絲(Trix)	8	72
費依(Faye)	3	190
合計	55	71

圖 2：荒川新法1965年內12小時預報向量誤差之分佈

Fig. 2: Scatter diagram of Arakawa 12-hour forecast errors

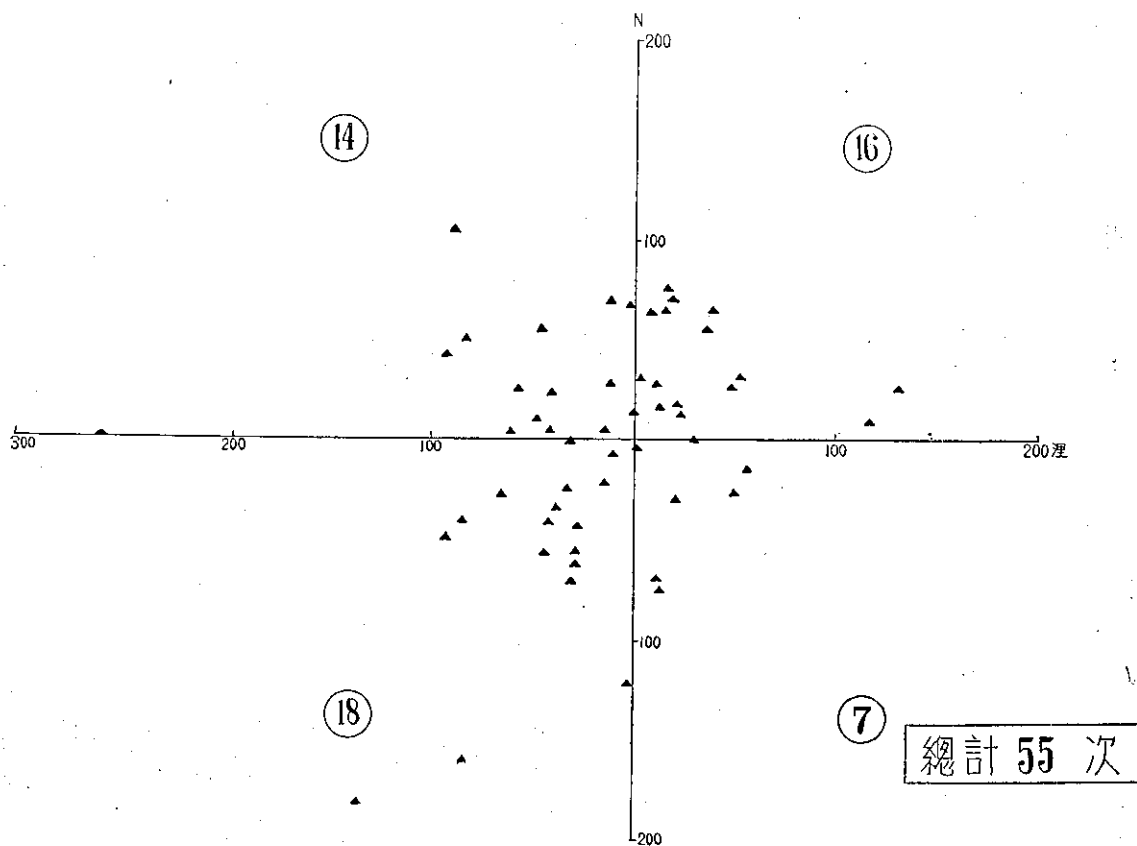
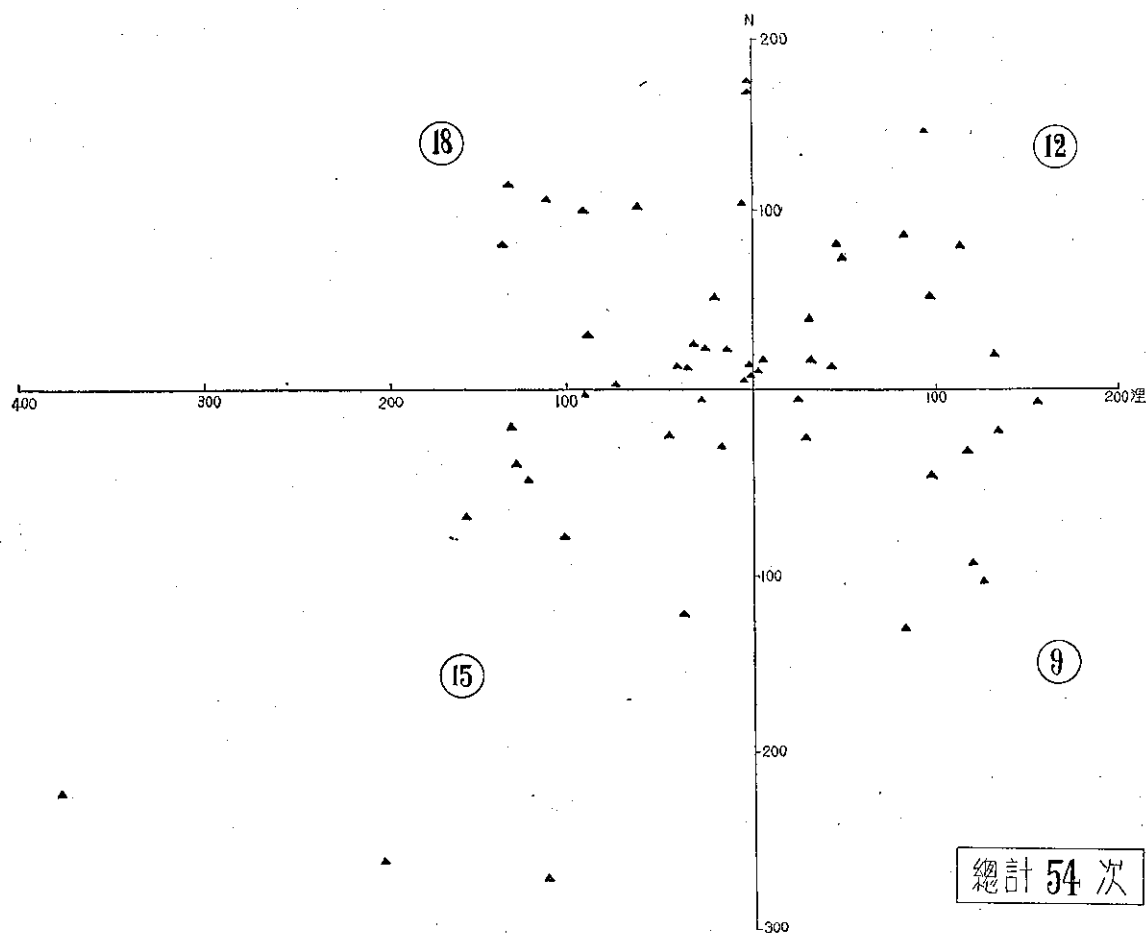


圖 3：荒川氏新法1965年內24小時預報向量誤差之分佈  
Fig. 3: Scatter diagram of Arakawa 24-hour forecast errors.



表七：荒川新法24小時預報在1965年內總成績

Table 7: Total Arakawa 24-hour forecast errors

颱風名稱	次數	平均向量誤差 (哩)
黛納(Dinah)	7	75
鶯瑪(Emma)	4	258
哈莉(Harriet)	6	102
艾威(Ivy)	4	174
芙瑞達(Freda)	3	162
琴恩(Jean)	6	51
瑪麗(Mary)	4	103
露絲(Rose)	8	52
崔絲(Trix)	10	113
費依(Faye)	2	465
合計	54	121

根據美軍關島聯合颱風警報中心 (JTWC) 1965 年之颱風年報中發表，該中心在1965年內 405次24小時預報之平均向量誤差為151哩，相當於131哩。可見荒川氏新法所得之成績，無論12小時或24小時預報，平均而論均較主觀法稍優。

#### 六、荒川氏新法向量誤差之分析

以上用荒川氏新法計算得颱風中心位置之全部向量誤差之平均值，雖顯示較主觀法為優。然我人自表四及表五中可看出以個別颱風而言，荒川新法與主觀法仍屬高低互見。故我人必須進一步分析荒川新法所得中心位置之向量誤差分佈與趨勢；能否找出何種颱風路徑所得之成果較優，何種路徑則誤差較大？我人更望能找出其誤差之趨勢，俾能據以修正，有助於實用。

茲以最佳路徑上之颱風中心位置作為原點，將荒

川新法所得中心填入坐標圖內，結果12小時之誤差分佈如圖2所示。總共55次中，以落入西南象限者為最多，計有18點，佔總數之32.7%；其次為東北象限，計有16點，佔總數之28.2%；再次為西北象限，計14點，佔總數之24.5%。此三象限相差均不多，唯獨東南象限內則誤差落入最少，僅有7點，佔總數之14.6%。另有一點值得注意。即誤差最大者均見於西南象限內；相反言之，東北象限內之誤差則比較集中。

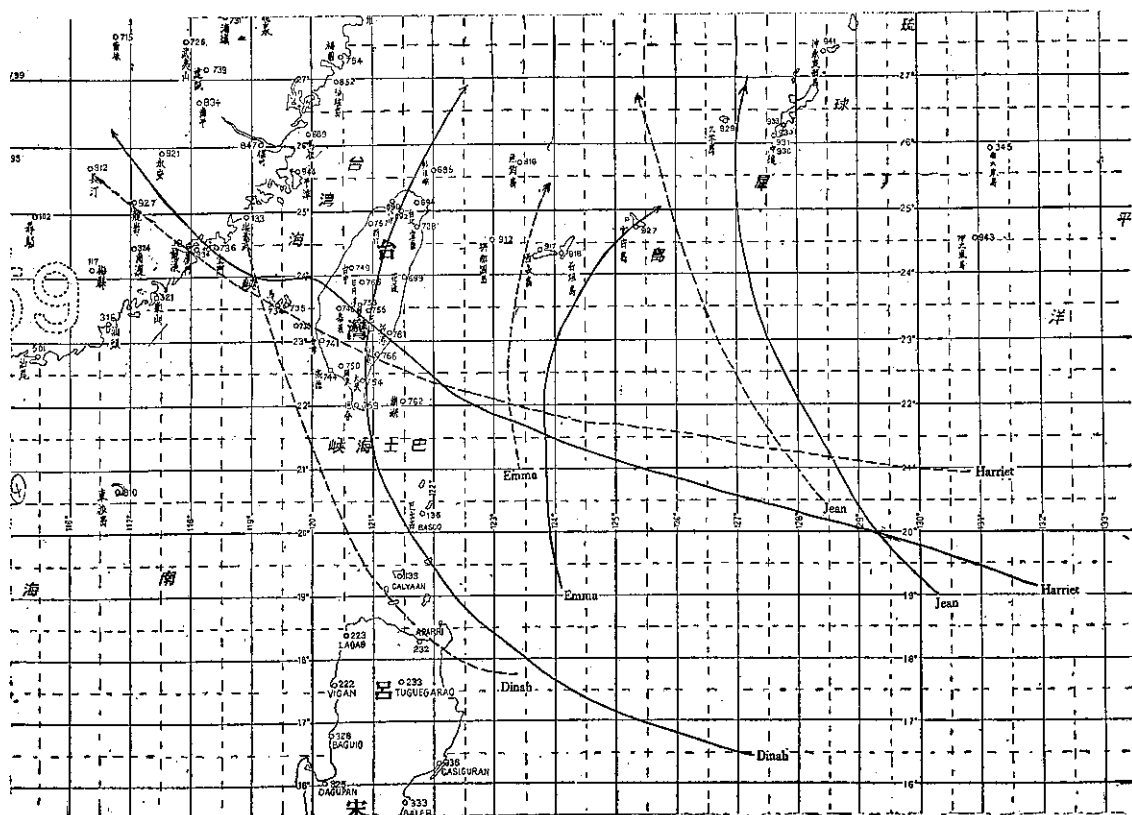
圖3表示荒川新法24小時預報向量之誤差分佈。全部54次算得之颱風中心位置中，以落入西北象限內者為最多，計有18點，佔總數之33.3%；落入西南象限內者居其次，計有15點，佔總數之27.8%，落入東北象限內者再次之，計12點，佔總數之22.2%；落入東南象限中仍最少，僅9點，佔總數之16.7%。易言之，僅有西北象限中一半之機會。圖中可見仍以西南象限內之誤差最大。此西南象限內之所以誤差較大，作者認為可能係受菲律賓群島地形之影響。

以上合併分析所有颱風之向量誤差分佈，雖可顯示誤差以何象限較多，何象限較少；以及何象限誤差較大，何象限則較小。但對於荒川新法之誤差情況，仍未能獲得一明確之觀念，無助於實際預報。故我人必須進一步分析個別颱風之向量誤差軌跡，審視其有無規律性。作者試將荒川新法算出各點（24小時）在颱風圖內描成態勢曲線，結果發現大多數有規律可尋。以黛納颱風而言，荒川新法算出各點之路徑較實際最佳路徑偏西，在北緯18度以北偏西約經度一度。驚瑪颱風亦屬類似情形，北緯18度以北偏西約半度至一度，轉向時偏向較大。亦即算得之中心位置仍向北，而實際則已轉東北，表示荒川新法對轉向之反應殊遲鈍。此颱風在北緯20度以南時，荒川新法之誤差甚大。英瑞達之路徑係西北轉西，均在北緯18度以下。荒川新法算得者偏北約緯度半度至1度半。

哈莉為穿越臺灣之颱風，前半段算得之路徑偏北，後半段則偏南，以臺灣為轉向點，蓋哈莉過臺灣時

圖4：荒川新法算出黛納、驚瑪、琴恩、哈莉之路徑與最佳路徑之偏差情形（計算路徑為約略形態）

Fig. 4: Deviation of the computed track of Dinah, Emma, Jean, Harriet by Arakawa's equation comparing with its actual best track



先折向北再轉為偏南。可見荒川新法對於此種地形影響之折向並不敏感。艾威颱風用荒川法算出之路徑亦偏北，約緯度2度上下。琴恩則偏西約經度半度至1度半，最後轉向時誤差亦增加。露絲之最佳路徑近似東西向，算得之路徑偏南偏北不定。至於崔絲颱風則前半段偏北，後半段則偏西。費依颱風荒川法算得者較最佳路徑偏西約經度1至4度，轉向時偏差亦增大。瑪麗颱風則在接近北緯27度及北緯18度以下誤差均大。圖4表示荒川新法算出黛納、露瑪、琴恩及哈莉之路徑與最佳路徑之偏差情形；圖5為瑪麗、費依及芙瑞達之情況。

由此可見荒川新法算出12小時及24小時後颱風中心位置所連成之一般態勢曲線，以較最佳路徑偏西者為最多，其次則為偏北。路徑近似向北者荒川新法算得者大都偏西，路徑向西者則以偏北較多。颱風轉向

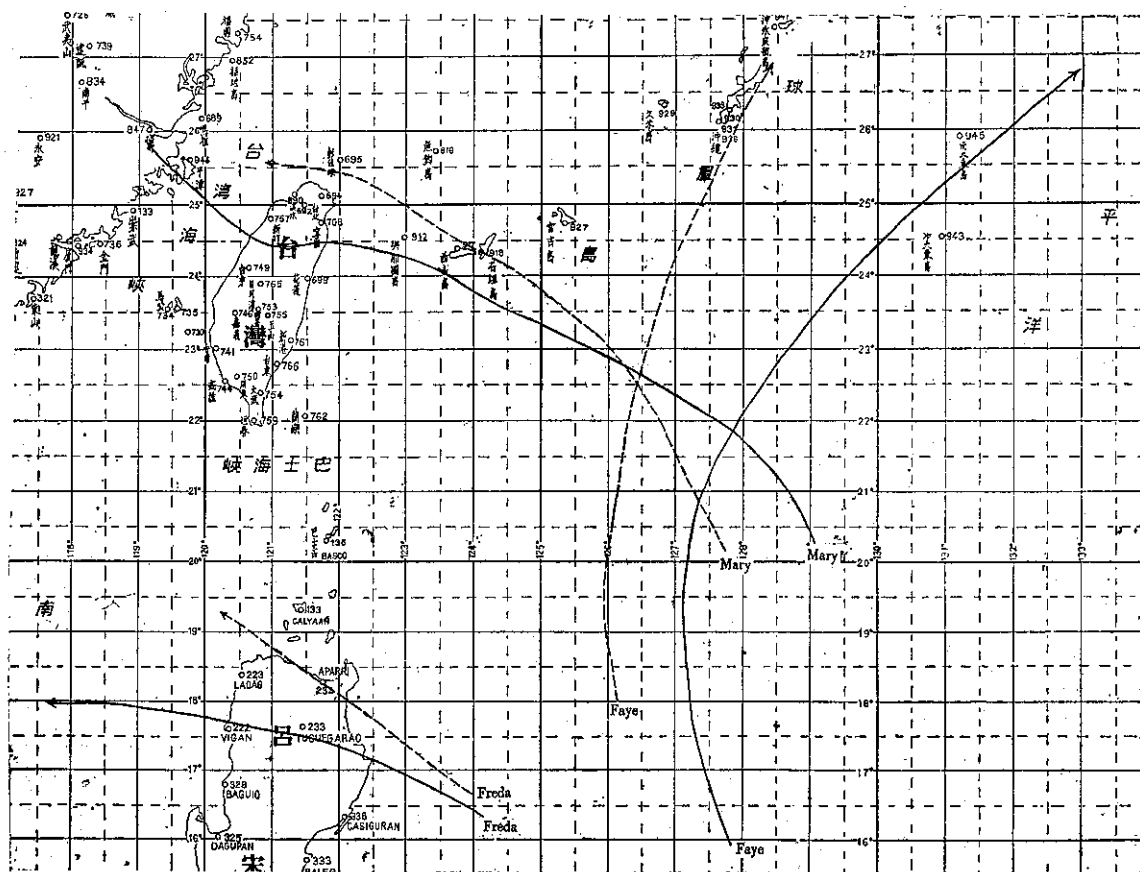
時算得之中心位置誤差顯然較大。預測位置在北緯18度以下者一般誤差亦顯然較大，此可能受菲律賓地形之影響。颱風經過臺灣時所得之誤差亦大。

## 七、荒川氏新法預測颱風強度變化之能力

荒川氏颱風客觀預報法有一特色，即能以預測未來12、24及48小時之中心氣壓，由此可望推知其強度之變化。此為它種預報法所不及。故試驗荒川法預測中心氣壓之準確度亦為本試驗目標之一。惟我人必須瞭解，颱風之實際中心氣壓難以準確測定，各種方法所得結果常相差懸殊，且其準確度大都不過5毫巴或10毫巴。故如用荒川氏新法計算，首先應據各該颱風生命期內中心氣壓測定之全部資料，描繪其中心氣壓演變曲線。自此曲線估計當時之中心氣壓與12小時前

圖5：荒川新法算出瑪麗、費依及芙瑞達之路徑與最佳路徑之偏差情形（計算路徑為約略形態）

Fig. 5: Deviation of the computed track of Mary, Faye and Freda Arakawa's equation comparing with its actual best track





之中心氣壓，再算迴歸方程。算出之未來中心氣壓亦在此曲線上估計其誤差約數。凡此均係在方格紙上估計，我人要求之準確度猶難得到毫巴整數。

按照上述方法用荒川氏修正迴歸方程計算颱風中心氣壓，在62次12小時預報中，平均誤差為6毫巴，個別颱風之中心氣壓平均誤差見表八。59次24小時預報中，平均誤差為12毫巴，正好為12小時之一倍，實饒趣味。其個別颱風之誤差如表九所示。

表八：荒川法預測12小時後中心氣壓之誤差  
Table 8: Mean errors of 12-hour computed central pressure by Arakawa New Method in millibars.

颱風名稱	次數	平均誤差 (毫巴)
黛納(Dinah)	14	7
瑪麗(Mary)	6	5
琴恩(Jean)	10	5
芙瑞達(Freda)	8	6
崔絲(Trix)	11	7
哈莉(Harriet)	8	5
羅絲(Rose)	5	6
合計及總平均	62	6

表九：荒川法預測24小時後中心氣壓之誤差  
Table 9: Mean errors of 24-hour computed central pressure by Arakawa New Method, in millibars.

颱風名稱	次數	平均誤差 (毫巴)
黛納(Dinah)	14	13
哈莉(Harriet)	6	10
琴恩(Jean)	9	11
瑪麗(Mary)	5	16
崔絲(Trix)	10	11
芙瑞達(Freda)	10	12
羅絲(Rose)	4	12
合計及總平均	59	12

上項誤差數值並不能顯示其有無實用價值。例如前後兩次誤差一為正數一為負數，前者表示預測較實際為高，後者表示預測較實際為低。如此不穩定之誤差在實用上勢必毫無價值。蓋颱風中心本身之氣壓升降在其生命史中自有其一定之趨勢，假定在其將加深前能算出其中心氣壓下降，或填充前顯示其中心氣壓

將上升，表明此方法有效。否則勢必毫無實用價值，至於下降或上升之多少則尚屬次要。

作者選定黛納，芙瑞達、琴恩、瑪麗、露絲及崔絲六次颱風為例，分別將實際中心氣壓升降曲線及荒川法算得12小時與24小時後中心氣壓值填入，如圖6及圖7所示。圖中×號示預測12小時後中心氣壓，⊙號示24小時。我人在圖中可以看出：計算所得大都能

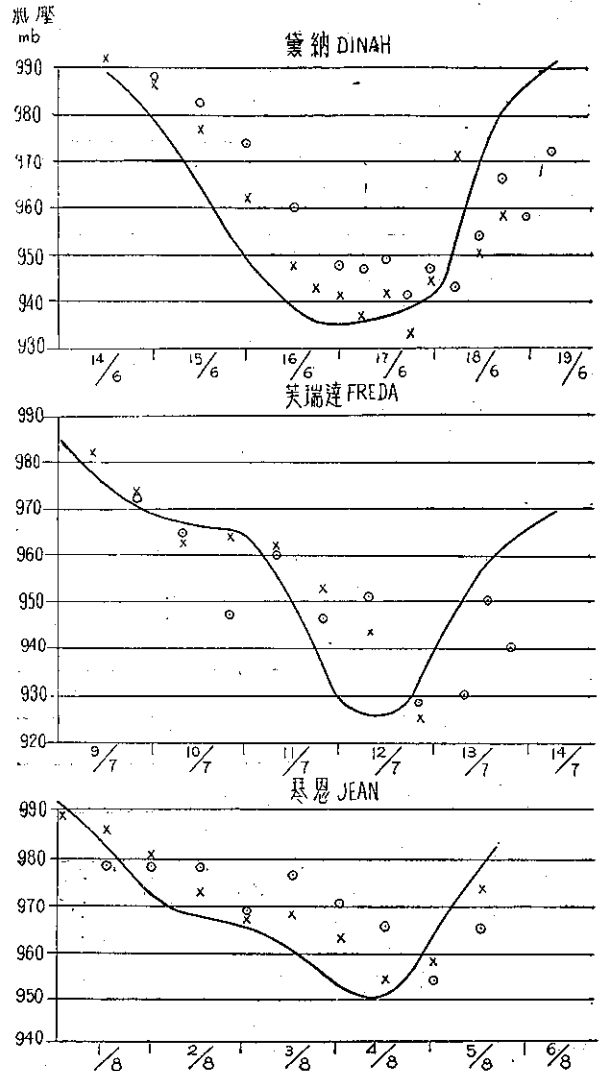


圖6：黛納、芙瑞達、琴恩三颱風用荒川新法算出12小時及24小時中心氣壓與實際中心氣壓曲線之比較

Fig. 6: 12-hour and 24-hour computed central pressures of Dinah, Freda, Jean compared with its actual pressure change curve (×-12-hour ; ⊙-24-hour).

表出中心氣壓之升降趨勢，惟前半段（即實際中心氣壓下降時）算得較高，後半段（即實際中心氣壓上升時）則算得者較低。易言之，荒川氏修正迴歸方程算出之曲線較實際為落後。另一方面，12小時預報顯然遠較24小時為優越，不僅誤差較小，且較穩定，能以顯示其升降趨勢。明瞭此種情形，即可利用荒川法預測颱風之中心氣壓。視其中心氣壓之升降，即可預測此颱風將減弱抑或增強？

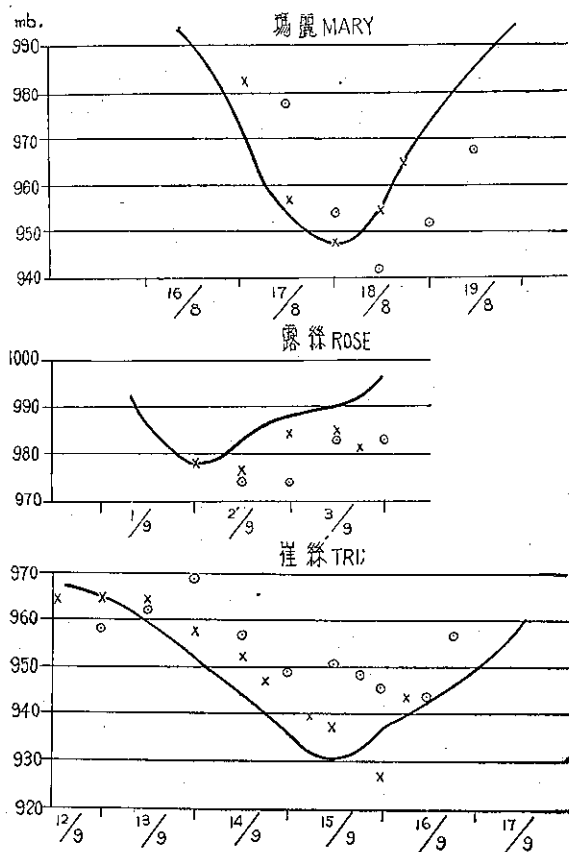


圖 7：瑪麗、露絲、崔絲三颱風用荒川新法算出12小時及24小時中心氣壓與實際中心氣壓曲線之比較

Fig. 7: 12-hour and 24-hour computed central pressures of Mary, Rose, Trix compared with its actual pressure change curve (x-12-hour; o-24-hour)

## 八、結 論

熱帶風暴為人類之大敵，每年生命財產之損失實屬不可勝計。近代雖科學昌明，若干方面進展神速，已進入所謂「核子時代」與「太空時代」。但我人對

於此種熱帶風暴，不僅無法予以消滅，益且難以準確預報。全球氣象專家正潛心研究此一專題，任何一分成就均不應忽視。颱風客觀預報法中以統計預報法最可能發展成實作工具，以補主觀法之不足。荒川氏修正迴歸方程因係依據北太平洋西部之實際颱風資料得出，自應較為準確。本試驗證明其對於可能威脅臺灣地區之颱風頗為有效，無論12小時或24小時預報，颱風中心位置之平均向量誤差均較氣象局之主觀法為小；且其誤差之趨勢較有規律，可望估計修正。中心氣壓之預測亦多能顯示其升降趨勢。此法因係以地面天氣圖為依據，在短時間內即可獲得各項變數，計算之時間不過數分鐘而已，堪稱簡便，值得鼓勵與推行。

但另一方面，荒川氏新法之應用亦有其缺點與限制。第一、所據地面天氣圖之分析必須準確，但事實上離理想之要求太遠，氣壓讀數相差1~2毫巴殊為平常。一部份更因為所謂「最佳路徑」亦不免有錯誤之修勻，因而產生誤差。其次，荒川氏之修正迴歸方程對於颱風轉向之反應仍屬遲鈍，誤差相當大。此種時機即難適用。又颱風之行動不免受地形影響，故如颱風已經逼近臺灣或穿越本島，荒川法算得之中心位置誤差甚大，未便作為依據。中心氣壓之趨勢預測，12小時雖較準確，但其應用價值則遠不及24小時。蓋以12小時相隔太近，不能滿足應用上之需求；而24小時則常出現相反之趨勢，易致錯誤判斷。此外，荒川新法必須有過去24小時之資料作為依據，倘24小時前未發展成颱風者即不能計算。

綜上所論，可見預測颱風中心未來12小時及24小時之位置及氣壓雖不能完全仰賴於荒川氏新法算得之結果（尚須加以估計修正，並參照其他預報技術），但在現階段之颱風預報技術中，確已成為有力依據之一。

## 參 考 文 獻

1. H. Arakawa (1964): Statistical Method to Forecast the Movement and Central Pressure of Typhoons in Western North Pacific, J. of Applied Meteorology, Oct
2. C. G. Waldron, (1961): A Test of the Arakawa Method of Forecasting Typhoon Movement and Surface Pressure, Typhoon of JTWC
3. JTWC. (1965): Typhoon of 1965, Guam

4. C. S. Ramage (1960): Recent Investigation in Tropical Meteorology at the University of Hawaii. U. S.-Asian Military Weather Symposium
5. 戚啓勳、關壯濤 (1965) : 颱風的理論和預報，交通研究所
6. 戚啓勳 (1965) : 颱風客觀預報法的試驗與檢討，氣象學報11卷1期
7. 吳宗堯 (1960) : 馬龍氏颱風客觀預報法及其校驗，氣象預報與分析，一卷三期。

## 氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究爲目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言爲主體，每篇以五千字爲佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之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、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至四十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象所氣象學報社收。

# 颱風經路展期預報<sup>1</sup>

徐晉淮

## *On the Three Days Prediction of Typhoon*

### *Movement in the Far East*

Hsu Chin Huai

#### *Abstract*

Through a systematic review and a careful study of the past 50 typhoons that occurred in the Far East during the period from 1959 to 1965, the author found a close relationship between the track of a typhoon and the distribution of the precipitable water. This study introduces several experimental rules for typhoon forecasting. The following is excerpted from this research report:

1. Typhoons have a tendency to move forward to the region of greatest moisture content. The angle between the actual movement of the typhoon and the forecast path based on this tendency resulted in the following findings. In general, it deviated  $8.5^\circ$  on the first day;  $10.2^\circ$  on the second day;  $16.6^\circ$  on the third day and  $19.4^\circ$  on the fourth day. The possibility of forecast accuracy based on the above data is 80%.

2. Typhoons do not often move in to the drier regions, but pass around them.

3. At the lower latitudes the variation of precipitable water is very little and is a conservative property. Therefore, it is possible to forecast the long range path of typhoon. But in Mid-latitudes this method because unsuitable for long range prediction since the precipitable water is subject to rapid changes due to the upper westerly wind.

4. It is easy to work out a distribution chart of the precipitable water, based on current observation, therefore this method is very convenient to use in operational typhoon forecasts.

#### 一、摘要

筆者檢討自1959年至1965年間發生在東亞地區之50次顯著颱風，發現颱風經路與可降水量之分佈狀態有極密切之關係。本文目的在於證述「颱風有向最大降雨區域進行之傾向」之預報經驗法則。其主要結論如下：

(一) 颱風有沿着水汽量較大區域進行之傾向。預報與實際進行方向之平均偏差角度第一天為  $8.5^\circ$  度，第二天為  $10.2^\circ$  度，第三天為  $16.6^\circ$  度，第四天為  $19.4^\circ$  度。準確率有80%以上。

(二) 颱風不向乾燥區域進行，通常沿乾燥區域

外圍而進行。

(三) 低緯度可降水量變化較小，有持續性傾向，故適用於颱風進路之預報。中緯度變化因受偏西風帶之影響，不適於預報颱風進路。

(四) 繪製可降水量之分佈，手續簡便，可供實際颱風預報應用。

#### 二、前言

颱風的預報方法，種類甚多，但在實際工作上，因有時間之限制，預報颱風而發佈警報所應用之現有作業方法均屬所謂「主觀法」。預報員根據個人所知有限之理論和所經驗之法則，而討論颱風未來之動向

1. 本研究之完成得國家長期發展科學委員會之補助。

，或僅應用偵測之資料而以外延法加以整理發佈之，殊嫌簡陋。依筆者經驗，吾人預報颱風，應選氣象專家歷來發展之各項預報法則中最有時效的作業方法，在颱風期中繼續製作補助天氣圖，以為討論根據。迄今筆者經常選用且頗適用之法則計有5日距平圖（北半球500毫巴天氣圖）、3日平均圖與月平均圖與月平均圖之距平圖、1000 毫巴與500毫巴之厚度圖等，其他客觀法則中如馬龍法、荒川法等，因需IBM 704式電子計算機，故未能採用。筆者因考慮實際工作之需要，認為採用專家所謂而經吾人所經驗之法則，即「颱風有指向最大降雨域進行之傾向」<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>，並應用和達清夫<sup>(5)</sup>所製作之Premigram 圖表計算各高空探測站之氣柱可降水量<sup>(6)</sup> (Precipitable water) 以數值表示，綜合分析 (Synoptic analysis) 可降水量之分佈與實際颱風展期之動向關係，對於五、六年來颱風約50次之計算分析，在結論上，確相符合一致。

準確率達82%以上，茲釐訂「颱風有指向並沿最大可降水量域進行之性質」之法則。此種颱風預報方法，過去專家或預報員尚未用過，筆者特將研究之經過與其作業方法予以發表以資參考，並請專家不吝指教。

### 三、可降水量之計算法

在水文氣象學上，應用所謂可降水量之觀念，估計低氣壓，颱風或鋒面侵襲期間之降水量，是晚近發展之新方法。本文應用此可降水量之觀念，計算各高空探測站之氣柱可降水量之分佈綜合分析廣大地域之立體空氣含水汽量。因低氣壓及颱風的生成狀況中，不能不顧及空氣含水豐富與否之條件。且形成低氣壓及颱風後進行發展中又必須有水汽之補充，故所謂「颱風有指向最大降水域進行之傾向」之經驗是合理的觀念。但是筆者進一步考慮此最大降水域如可以數值表示而除却地形性影響降水量之增減而減少資料誤差

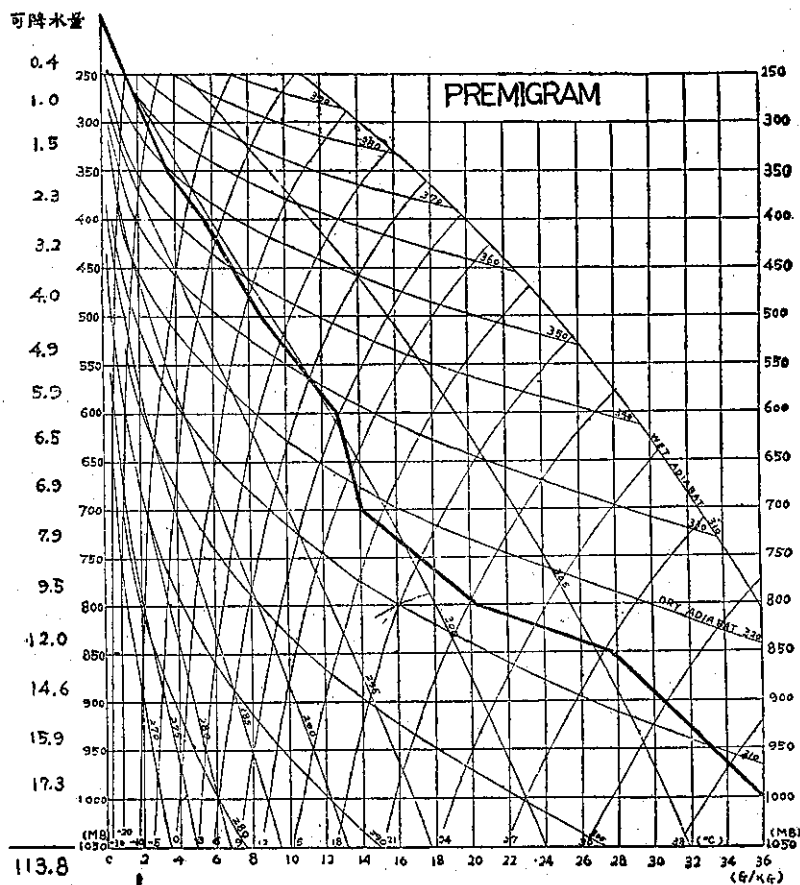


圖 1：應用Premigram之臺北可降水量計算圖

Fig. 1: Precipitable water count with Premigram in Taipei

，以便增加預報之準確度等理由，而採用可降水量之觀念。原來可降水量是 Samuel B. Solot<sup>(6)</sup> 提倡之新思想，即底面積為一平方公分之大氣柱中全部水汽，完全凝結而變成雨水下降，其總量通常稱為可降水量。若令  $\rho_w$  為水汽密度， $Z$  為高度，即可降水量  $W$ ，據其定義可寫成

$$W = \int_0^{\infty} \rho_w dZ \dots\dots\dots(1)$$

再令  $P$  為氣壓， $g$  為重力加速度， $\rho$  為空氣密度，即靜力學方程式為

$$dZ = -\frac{dP}{\rho g}$$

上式代入(1)式可得可降水量  $W$  為

$$\begin{aligned} W &= -\frac{1}{g} \int_{P_0}^0 \frac{\rho_w}{\rho} dP \\ &= \frac{1}{g} \int_0^{P_0} \frac{\rho_w}{\rho} dP \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

其中  $P_0$  為海平面氣壓。

若令  $q$  為比濕，根據比濕之定義，可得  $q = \frac{\rho_w}{\rho}$

$$\text{即 } W = \frac{1}{g} \int_0^{P_0} q dP \dots\dots\dots(3)$$

若令  $X$  為混合比，通常混合比與比濕之差值小，可略而不計，即

$$W = \frac{1}{g} \int_0^{P_0} X dP \dots\dots\dots(4)$$

若有高空探測資料，可以知道比濕  $q$  或混合比  $X$  之高度變化，即可以由(3)或(4)式之計算相當複雜費時。在本研究為計算簡便起見，將使用如圖 1 中所示，由和達博士<sup>(5)(7)(8)</sup>所製作之 Premigram，應用圖解法計算可降水量，即可知廣大地域之立體空氣含水汽量之分佈。

原來 Premigram 係選擇混合比  $X$  及氣壓  $P$  各為橫、縱座標的計算圖表，該圖中氣壓差為 50mb，混合比差 2 克之方格子之面積，是相當於可降水量 1 mm

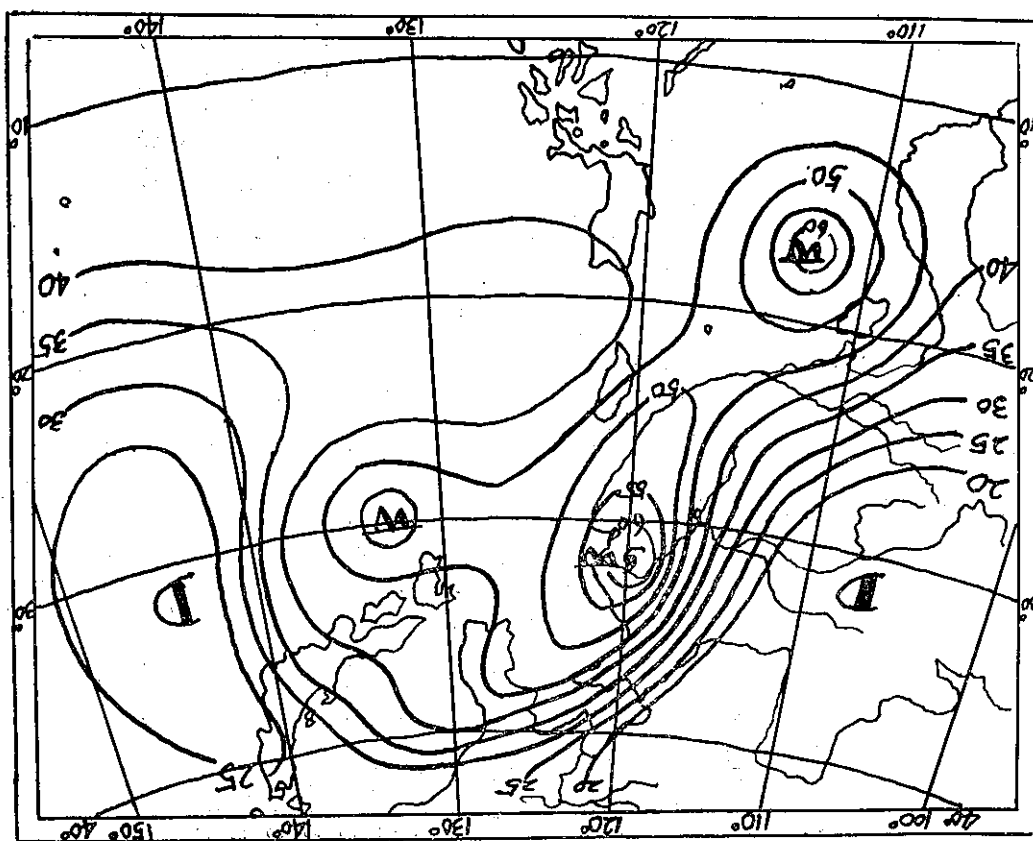


圖 2：可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖（民國 51 年 9 月 6 日 1200Z）

Fig. 2: Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (061200Z Sept. 1962)

。由於高空探測資料中，500mb以上之混合比值為微量且缺少紀錄之故，茲定從 1000mb 至 500mb 間之混合比或露點溫度（在本文均應用露點溫度）填入 Premigram 圖中以粗線所示之一條狀態曲線。若計算狀態曲線左邊之方格子之數目，此數字即為當時之可降水量。又 Premigram 中有記載乾絕熱線，等溫線（或等露點線）及濕絕熱線等，故同時可當做絕熱圖應用。

#### 四、可降水量分佈之分析步驟

本文所應用之東亞地域各站高空探測資料均為日本氣象廳發刊之印刷天氣圖之高空氣象電報。自 1959 年至 1965 年間發生而成為輕度颱風以上之颱風，而進入北緯 10 度東經 150 度以西及南海發生之颱風為限，其總數 50 個供分析。因在海面缺少高空探測，在颱風中心資料極感缺乏，茲假設中心附近可降水量為最大

以便分析。且颱風登陸時並根據高空資料，計算結果已證實與上述假設完全符合，以附圖 2 為一例，1962 年 9 月 6 日之颱風在陸地時之可降水量分佈狀態當在南京附近與另一熱帶性低氣壓在南海西沙島附近時之可降水量分佈圖，由此可知，以南京及西沙島為可降水量值最大中心。其次計算所應用時間定為颱風接近陸地或島嶼二、三天前，以便供颱風進路展期預報參考。自 1959 年至 1964 年間颱風路徑採用過去資料分析。自 1965 年起應用實際資料，於颱風進襲本省或其他陸地前計算，而後實際預報三天後之位置，並試行發佈警報分析討論，成績顯甚優異。茲將研究結果舉例詳述如後。筆者按所用資料以 1963 年 8 月 24 日 1200Z 之黛拉 (Della) 颱風為例。

第 1 步驟：從日本氣象廳刊印之印刷天氣圖中抄出各測站之地面（或 1000mb），850mb、700mb 及 500mb 等壓面之露點溫度，一一用 Premigram 計算

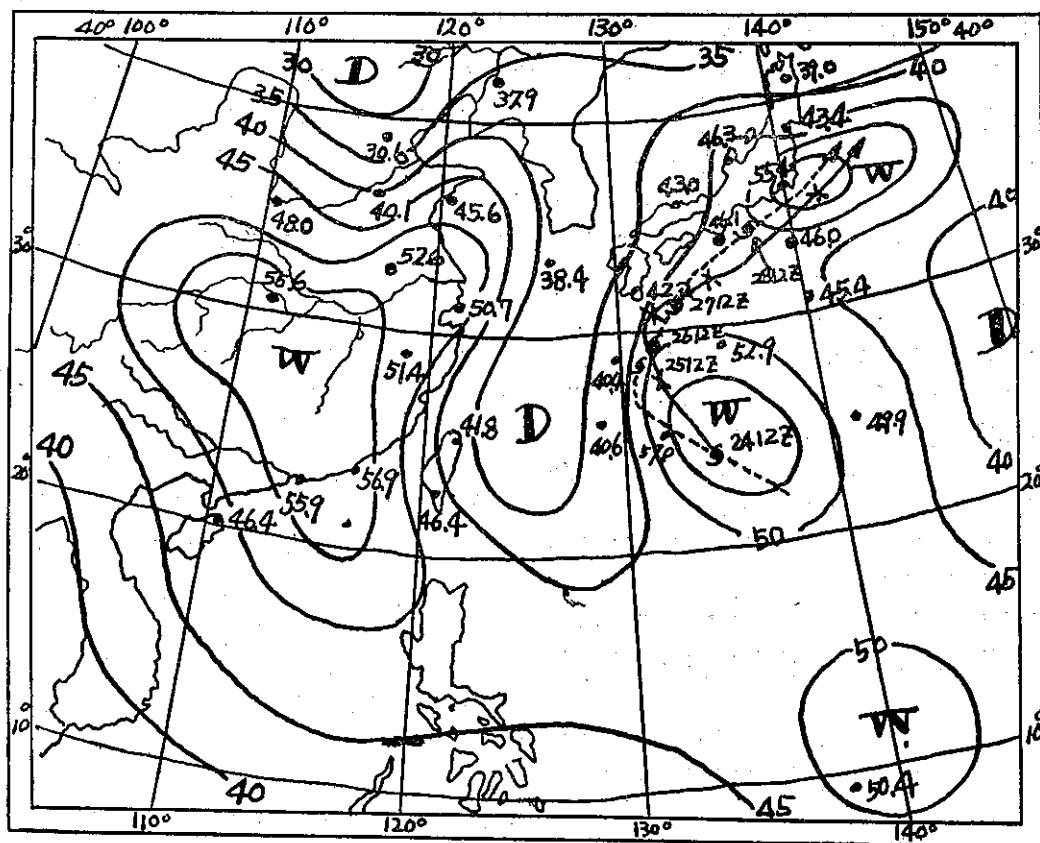


圖 3：可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖（民國 52 年 8 月 24 日 1200Z）

Fig. 3: Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (241200Z Aug. 1963)

表 1 : 1963年 8 月 24 日 1200Z 各地露點溫度及可降水量

Table 1 : Dew-point and precipitable water vapor (241200Z Aug. 1963)

地 點 號 碼	露 點 溫 度				可降 水量	地 點 號 碼	露 點 溫 度				可降 水量
	地 面	850mb	700mb	500mb			地 面	850mb	700mb	500mb	
八 戶 47581	19.0	12.2	2.5	-16.0	39.0	Shen Yang 54342	22.0	9.2	2.8	-24.0	37.9
仙 台 47590	21.0	14.8	3.8	-11.0	43.4	Pei Ping 54511	16.0	11.0	-5.8	-21.0	30.6
輪 島 47600	22.0	15.8	4.5	-22.0	46.3	Chi Nan 54823	21.0	17.0	-5.2	-25.0	40.1
館 野 47646	25.0	18.8	4.5	-11.0	55.4	Ta Hung 54867	21.0	15.5	7.8	-10.0	45.6
八丈島 47678	25.0	12.2	3.2	-10.0	46.0	Yun Cheng 53959	21.0	15.2	6.5	-14.0	48.0
米 子 47744	21.0	15.2	-2.2	-12.0	43.0	Pang Pou 58221	23.0	17.2	3.5	- 4.0	52.6
沙 岬 47778	25.0	14.8	1.2	-16.0	46.1	Shang Hai 58367	26.0	15.5	1.8	- 6.0	50.7
鹿兒島 47827	24.0	12.2	1.2	-15.0	42.2	Chun Chow 58633	23.0	13.8	7.2	- 6.0	51.4
名 瀨 47909	24.0	16.8	3.5	-18.0	40.4	Yeh Chang 57461	25.0	15.8	7.8	- 7.0	55.6
那 霸 47936	24.0	10.5	2.2	-22.0	40.6	Kan Chow 57993	22.0	14.5	10.2	-11.0	52.5
南大東島 47945	24.0	16.8	7.8	- 5.0	57.0	Wu Chow 59265	24.0	15.8	6.5	-10.0	54.0
鳥 島 47963	25.0	15.8	0.8	-24.0	45.4	香 港 45005	25.0	17.5	6.5	- 8.0	55.9
硫黃島 91115	25.0	15.2	3.8	-12.0	49.9	Shan Tou 59316	26.0	16.5	8.2	-10.0	56.9
Mariana Is. 91217	24.0	15.5	2.2	-16.0	46.8	桃 園 46697	25.0	16.5	-8.2	-22.0	41.8
Yap Is. 91413	24.0	14.5	5.8	- 8.0	50.4	東 港 46747	25.0	15.5	-0.2	-17.0	46.4
Mosulpo AB 47187	21.0	12.2	1.2	-11.0	38.4	Hai Kou 59758	25.0	11.5	5.2	-12.0	46.4
SHIP Tango	25.0	17.2	5.2	-15.0	52.9	Hsi Sha 59981	25.0	14.8	5.5	-13.0	49.6
Hue 48852	26.0	13.5	4.8	-13.0	48.8						

各站之可降水量，如表 1。

第 2 步驟：次將所計算得到可降水量填入空白天氣圖上，繪成等可降水量線（5 mm 繪一條線），在颱風中心處，假設為最大可降水量中心。如圖 3 中 W 為 wet 示高濕處，D 為 Dry 乾燥處，以粗線與箭頭表示颱風進路預報路徑，即此預報徑路由經驗則為 W 之脊即高濕處所連結者。

第 3 步驟：現將所預報之結果與實際颱風徑路以虛線表示填在預報圖上，比較所得之結果並歸納如下：

1. 颱風確有沿水汽最大含量區域進行之傾向，在三天內最為顯著。後因水汽被偏西風吹動或偏東風之加強，略有偏差。

2. 照上述 1，反之可以說颱風有不向 D 域即乾燥域進行之傾向，如北面有 D 脊，均西進，如附圖 3 颱風西面即東海與琉球海面有 D 時，有向北進行之兩大傾向。

3. 颱風進行前面如發現 W 中心且其數值較大時，颱風有發達趨勢，如 D 較大時，颱風反而有減弱之趨勢。

以上僅為一次颱風計算預測之結果，茲將 50 次颱風之分類，統計分析結果與準確率等詳述如次。

### 五、預報結果之討論

50 次颱風之實際經路，依其進行方向分為 A、B、C、D、E 與 F 六型。即 A 型為西進及西北西進颱風，B 型為西北進颱風，C 型為由西北方向轉向北後東北進颱風，D 型為略為北進颱風，E 型略為東北進颱風，F 型為異常進路颱風。颱風號碼從 1959 年開始為第 1 號，至 1965 年為 50 號，統計之結果如表 2，其預報進行速度在本文應用者，定西或西北西方向為每小時 20 公里，西北方向為每小時 15 公里，有轉向時為每小時 10 公里，轉向後向東北進行時為每小時 25 至 30 公里計算之，用虛線表示預報路徑，以「X」點表示 24 小時後之颱風位置。圖中以實線表示實際颱風路



表 1 : 1963年 8 月 24 日 1200Z 各地露點溫度及可降水量

Table 1 : Dew-point and precipitable water vapor (241200Z Aug. 1963)

地 點 號 碼	露 點 溫 度				可降水量	地 點 號 碼	露 點 溫 度				可降水量
	地 面	850mb	700mb	500mb			地 面	850mb	700mb	500mb	
八 戶 47581	19.0	12.2	2.5	-16.0	39.0	Shen Yang 54342	22.0	9.2	2.8	-24.0	37.9
仙 台 47590	21.0	14.8	3.8	-11.0	43.4	Pei Ping 54511	16.0	11.0	-5.8	-21.0	30.6
輪 島 47600	22.0	15.8	4.5	-22.0	46.3	Chi Nan 54823	21.0	17.0	-5.2	-25.0	40.1
館 野 47646	25.0	18.8	4.5	-11.0	55.4	Ta Hung 54867	21.0	15.5	7.8	-10.0	45.6
八丈島 47678	25.0	12.2	3.2	-10.0	46.0	Yun Cheng 53959	21.0	15.2	6.5	-14.0	48.0
米 子 47744	21.0	15.2	-2.2	-12.0	43.0	Pang Pou 58221	23.0	17.2	3.5	-4.0	52.6
汐 岬 47778	25.0	14.8	1.2	-16.0	46.1	Shang Hai 58367	26.0	15.5	1.8	-6.0	50.7
鹿兒島 47827	24.0	12.2	1.2	-15.0	42.2	Chun Chow 58633	23.0	13.8	7.2	-6.0	51.4
名 瀨 47909	24.0	16.8	3.5	-18.0	40.4	Yeh Chang 57461	25.0	15.8	7.8	-7.0	55.6
那 霸 47936	24.0	10.5	2.2	-22.0	40.6	Kan Chow 57993	22.0	14.5	10.2	-11.0	52.5
南大東島 47945	24.0	16.8	7.8	-5.0	57.0	Wu Chow 59265	24.0	15.8	6.5	-10.0	54.0
鳥 島 47963	25.0	15.8	0.8	-24.0	45.4	香 港 45005	25.0	17.5	6.5	-8.0	55.9
硫黃島 91115	25.0	15.2	3.8	-12.0	49.9	Shan Tou 59316	26.0	16.5	8.2	-10.0	56.9
Mariana Is. 91217	24.0	15.5	2.2	-16.0	46.8	桃 園 46697	25.0	16.5	-8.2	-22.0	41.8
Yap Is. 91413	24.0	14.5	5.8	-8.0	50.4	東 港 46747	25.0	15.5	-0.2	-17.0	46.4
Mosulpo AB 47187	21.0	12.2	1.2	-11.0	38.4	Hai Kou 59758	25.0	11.5	5.2	-12.0	46.4
SHIP Tango	25.0	17.2	5.2	-15.0	52.9	Hsi Sha 59981	25.0	14.8	5.5	-13.0	49.6
Hue 48852	26.0	13.5	4.8	-13.0	48.8						

各站之可降水量，如表 1。

第 2 步驟：次將所計算得到可降水量填入空白天氣圖上，繪成等可降水量線（5 mm 繪一條線），在颱風中心處，假設為最大可降水量中心。如圖 3 中 W 為 wet 示高濕處，D 為 Dry 乾燥處，以粗線與箭頭表示颱風進路預報路徑，即此預報徑路由經驗則為 W 之脊即高濕處所連結者。

第 3 步驟：現將所預報之結果與實際颱風徑路以虛線表示填在預報圖上，比較所得之結果並歸納如下：

1. 颱風確有沿水汽最大含量區域進行之傾向，在三天內最為顯著。後因水汽被偏西風吹動或偏東風之加強，略有偏差。

2. 照上述 1.，反之可以說颱風有不向 D 域即乾燥域進行之傾向，如北面有 D 脊，均西進，如附圖 3 颱風西面即東海與琉球海面有 D 時，有向北進行之兩大傾向。

3. 颱風進行前面如發現 W 中心且其數值較大時，颱風有發達趨勢，如 D 較大時，颱風反而有減弱之趨勢。

以上僅為一次颱風計算預測之結果，茲將 50 次颱風之分類，統計分析結果與準確率等詳述如次。

### 五、預報結果之討論

50 次颱風之實際經路，依其進行方向分為 A、B、C、D、E 與 F 六型。即 A 型為西進及西北西進颱風，B 型為西北進颱風，C 型為由西北方向轉向北後東北進颱風，D 型為略為北進颱風，E 型略為東北進颱風，F 型為異常進路颱風。颱風號碼從 1959 年開始為第 1 號，至 1965 年為 50 號，統計之結果如表 2，其預報進行速度在本文應用者，定西或西北西方向為每小時 20 公里，西北方向為每小時 15 公里，有轉向時為每小時 10 公里，轉向後向東北進行時為每小時 25 至 30 公里計算之，用虛線表示預報路徑，以「X」點表示 24 小時後之颱風位置。圖中以實線表示實際颱風路

表2：颱風預報之統計表

Table 2 : A statistic table of typhoon forecasting

颱風號碼	偏 向 量				位置誤差(km)				颱風號碼	偏 向 量				位置誤差(km)			
	第1天	第2天	第3天	第4天	第1天	第2天	第3天	第4天		第1天	第2天	第3天	第4天	第1天	第2天	第3天	第4天
1.C	5°	0°	15°	40°	km 210	km 220	km 320	km 750	28.A	0°	20°	5°	20	km 150	km 220	km 220	km 420
2.F	20	20	30	30	150	150	300	460	29.C	15	50	20	20	50	120	120	300
3.C	5	5	10	15	140	280	500	×	30.A	5	5	5	5	120	120	160	300
4.C	10	5	5	15	120	100	60	50	31.B	0	10	×	×	20	130	×	×
5.C	0	10	10	10	50	140	10	130	32.E	30	10	10	20	220	60	350	440
6.C	5	5	0	10	100	100	140	170	33.D	5	5	45	40	90	90	190	200
7.E	50	30	10	15	200	60	280	300	34.A	0	0	0	5	100	60	90	130
8.D	25	20	25	25	110	170	180	210	35.C	5	5	5	5	50	60	160	250
9.D	5	20	15	15	20	20	120	200	36.C	5	5	40	×	60	190	360	×
10.B	5	0	0	×	80	130	140	×	37.B	5	5	5	40	90	150	130	190
11.A	0	0	40	×	50	0	400	×	38.A	0	10	5	5	90	90	200	330
12.F	10	90	180	×	150	650	1500	×	39.C	5	25	5	15	70	130	200	360
13.E	15	0	40	×	230	170	150	×	40.A	0	0	5	10	80	120	160	250
14.D	30	10	10	×	110	180	700	×	41.A	0	10	5	5	90	140	200	240
15.C	10	5	5	5	140	140	220	500	42.A	10	0	×	×	160	160	×	×
16.A	15	5	10	×	150	270	170	×	43.A	10	5	5	×	390	450	450	×
17.D	0	0	10	5	130	130	0	50	44.E	15	15	×	×	100	500	×	×
18.D	0	0	0	5	120	100	160	520	45.E	10	5	30	×	100	120	340	×
19.A	15	5	10	40	120	110	100	200	46.C	15	5	20	×	110	150	260	×
20.C	5	10	5	30	40	120	140	300	47.A	10	5	15	×	130	230	210	×
21.A	0	5	5	×	120	130	100	×	48.D	0	0	0	30	20	20	10	170
22.E	5	30	5	10	60	340	350	300	49.C	10	5	20	×	140	390	500	×
23.D	5	0	0	30	90	120	250	440	50.C	0	5	5	×	40	120	160	×
24.C	10	10	40	80	110	100	170	700									
25.B	5	5	5	0	120	20	80	90	總 計	425°	510°	780°	640°	5560	7990	11470	9550
26.A	5	5	5	30	120	120	160	300	次 數	50	50	47	33	50	50	47	32
27.D	10	10	40	10	50	100	300	300	平 均	8.5°	10.2°	16.6°	19.4°	111.2	159.8	244.0	298.4

徑，以「6」點表示24小時後之實際颱風位置。又表2中，偏向量第1天至第4天，為一天之實際進行方向與預報方向之差以度數表示。位置誤差為預報位置與實際位置之距離，以公里表示之。50次之平均偏向值，第一天8.5度，第二天10.2度，第三天16.6度，第四天為19.4度。如以18方位計算，20度以內可以說預報方向是極準確的。在本文預報與實際角度相差20度

以內定為正確，其次數為A，超過20度以上為不正確，其次數為B，即準確P，可由次式計算

$$P = \frac{A}{A+B} \times 100 (\%)$$

由上式計算第一天A=46次，B=4次，故準確率

$$P_1 = \frac{46}{46+4} \times 100 = 92 (\%)$$

Fig. 4 (A) : Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (281200Z June 1964)

方向時，颱風必向西北方向進行，臺灣地區有 W 突出或 W 中心時，應注意颱風之來襲，反之在 D 中心或 D 脊內時，颱風殊少來襲。

(三) C型：W槽型為拋物線時，颱風亦沿此拋物線進行，且有轉向東北進行之傾向。但轉向東北進行後，應注意偏西風氣流之方向與風速之強弱而推測颱風進行方向與移動速度。當然，臺灣位於 W 槽或 W 中心時，應注意颱風來襲與上述 A 與 B 型相同。通常颱風在 D 脊之突出部分為轉向緯度。

(四) D型：W槽與 D 脊走向為南北方向時，颱風有沿 W 槽進行傾向。颱風進入中緯度時應注意 W 脊位置之變動。

(五) E型：特別 D 脊走向為東北方向，脊向西南

伸展時，颱風向東北進行，此型通常 W 槽不明顯，均發現於 5、6 月及 10 月以後者較多，即東北季風卓越時發現之型式，進襲本省機會少。

(六) F型：異常進路型，又可以說預報與實際相差最大的型式，祇有 2F 及 12F 兩次例，經過每日分析可降水量圖結果，D 脊及 W 槽之變動最大者，因之如人手充足，必須每日計算水汽分布變化圖，以便提早發現異常變化，加強颱風進路之預報。

## 六、結 論

筆者於民國 50 年 9 月受臺灣省水利局委託研究發表「淡水河流域之最大降水量之估計」一文（氣象學報第七卷第三期）時，發現降水量與可降水量之關係

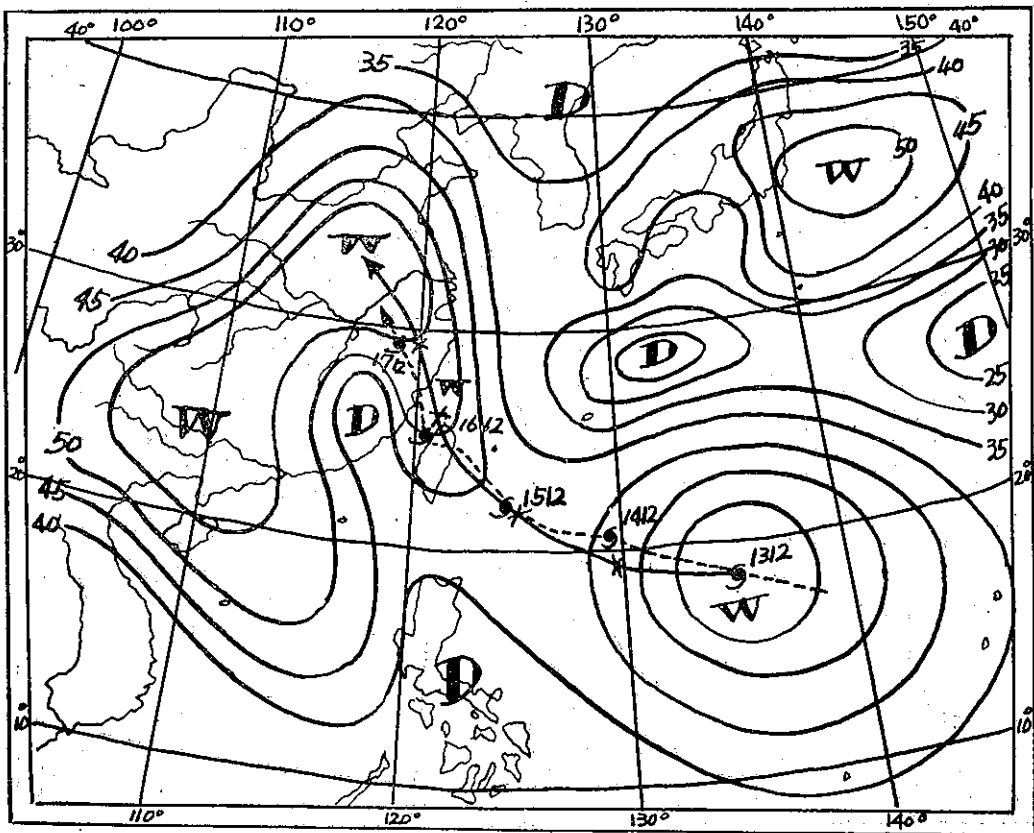


圖 5 (B)：可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖（民國 52 年 7 月 13 日 1200Z）

Fig. 5 (B)：Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (131200Z July 1963)

有密切的正相關。故應用當時資料，進襲本省波密拉颱風試用本文方法繪成可降水量之分佈與颱風進路之關係圖，發現侵襲本省前颱風北面有顯著D域，而向本省即當時為W中心進行，與上述理論極相符合。只有一例無法斷定此方法之良窳，故再試繪二、三次其他颱風路徑，發現亦有同樣傾向。由上項經驗，乃決定將最近五年來顯著之颱風所有資料實地預報並分析統計，作三天後之預報，成績異常良好，實際可供颱風徑路展期預報之用。但在應用時其缺點亦復不少。茲詳誌如下：

缺點：（一）通常颱風發生在海面，缺少高空測站之資料，須憑經驗繪成等可降水量值線，減少準確度。

（二）應用高空探測電報計算可降水量略感費時。因之筆者希望各測站拍發高空探測電報時，能由各測站分別計算可降水量後，在電報上加入可降水量，

應用較為便利。

（三）通常可降水量分佈在高緯度變化較大，颱風轉向後之移動方向偏差較大。

（四）各國使用之高空探測儀器不一致，常有可降水量之誤差，影響準確度。

（五）高空資料，高度也高，又缺少露點溫度觀測，無法估計全氣柱可降水量。

優點：（一）通常可降水量分佈在低緯度每日變化較小，故在展期預報上可應用其持續性，本省位低緯度上故能保持高度準確率。

（二）W中心在低緯度發現時，有熱帶性低氣壓發生之現象，故可應用此法則發見颱風之生成。

（三）由假設與實際證明颱風中心即可降水量之最大區域，故在缺少資料之海上亦可從而應用。

以上因資料之缺乏，無法應用本法則校驗每一個颱風深感遺憾。但以上所述成績尚稱優良，希望擔任

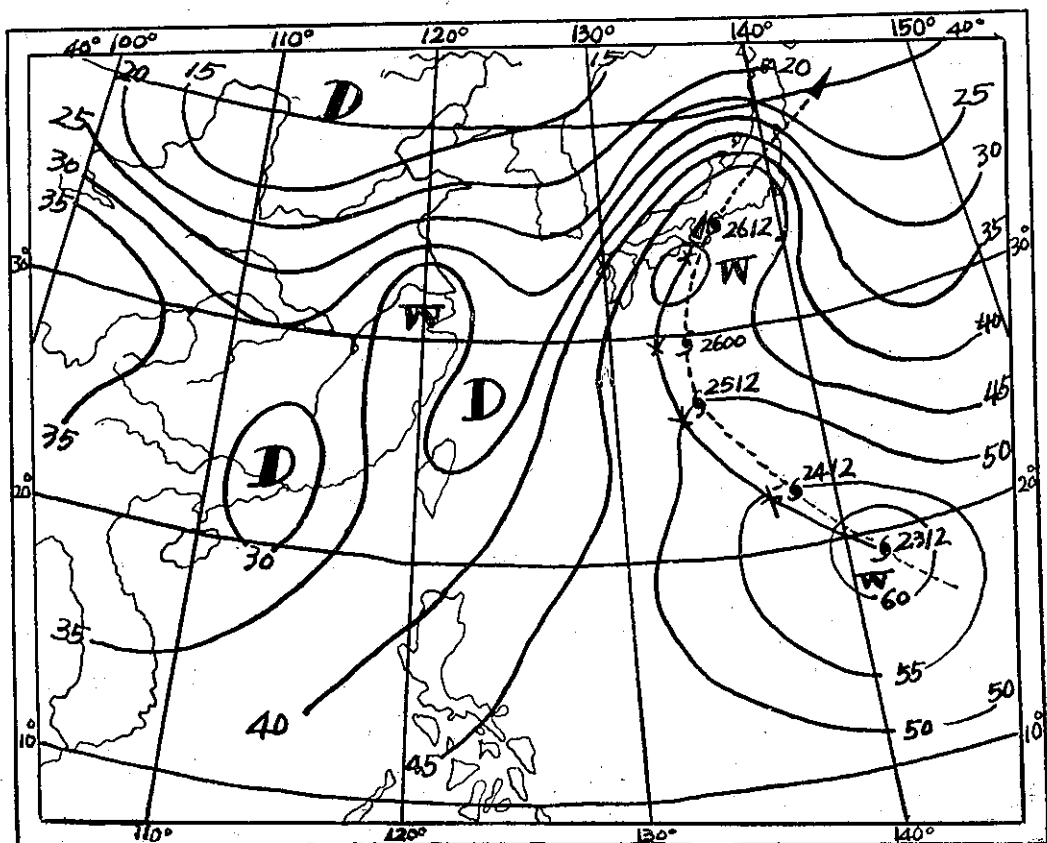


圖 6 (C)：可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖（民國48年9月23日1200Z）

Fig. 6 (C)：Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (231200Z Sept. 1959)

颱風預報者，能加以試用以提高颱風預報之準確率，提早戒備來襲颱風。

### 參 考 文 獻

(1) 和田英夫 (1951)：颱風の進路とその予想，予報研究ノート，第2卷第9號，pp. 32-33日本氣象學會。

(2) 高橋浩一郎、長尾隆 (1940)：颱風の進路と降雨域，氣象集誌，第18卷第12號。

(3) 田原壽一 (1946)：降雨域に着目して風の進路を予想する方法，研究速報，第7號。

(4) 齊藤鍊一 (1965)：米國氣象中樞の實施する予報解析業務，NAWAC 技術指針，p.40、p.85。日本氣象廳予報部。

(5) 和達清夫 (1940)：氣壓，混合比斷熱圖と其の應用及び斷熱濕度について，海と空20，日本海洋氣象學會。

(6) Solt, S. B. (1939)：Computation of Depth of Precipitable Water in a Column of Air Mon. Wea. Rev. 67:100-103.

(7) 高橋浩一郎 (1952)：氣團と降水量，最近の氣象學，第二集，pp. 200-202.

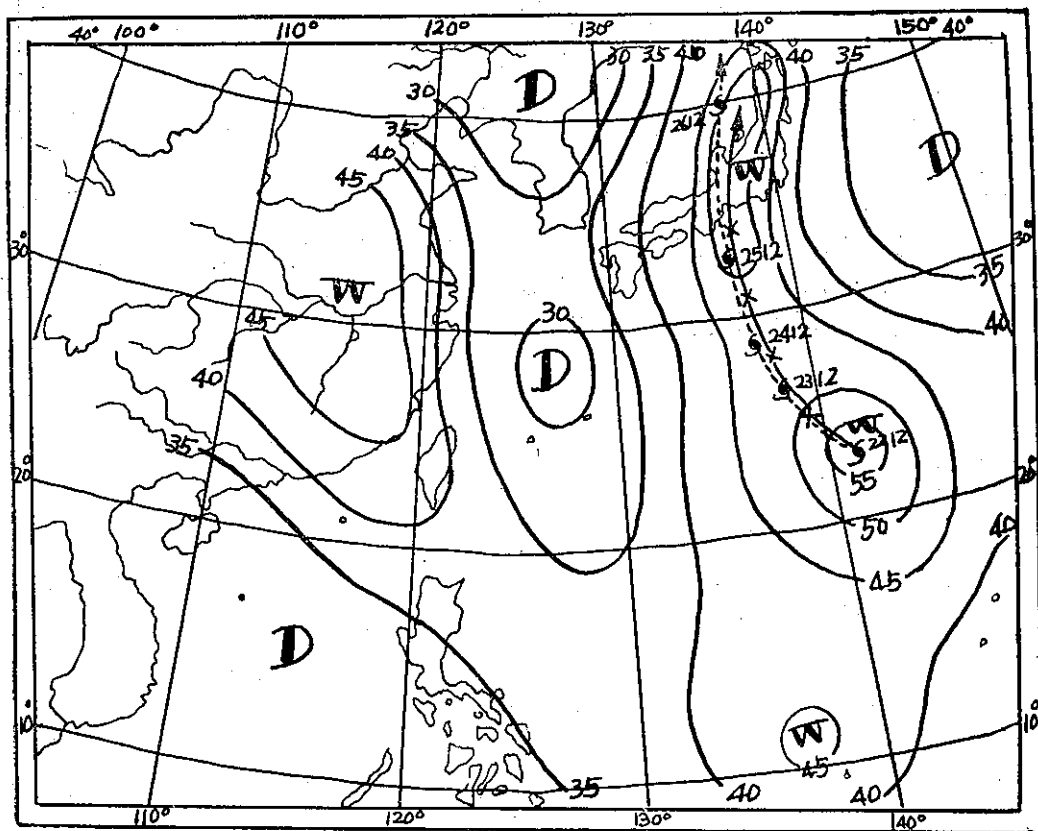


圖 7 (D)：可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖 (民國51年 8 月22日1200Z)

Fig. 7 (D)：Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (221200Z Aug. 1962)

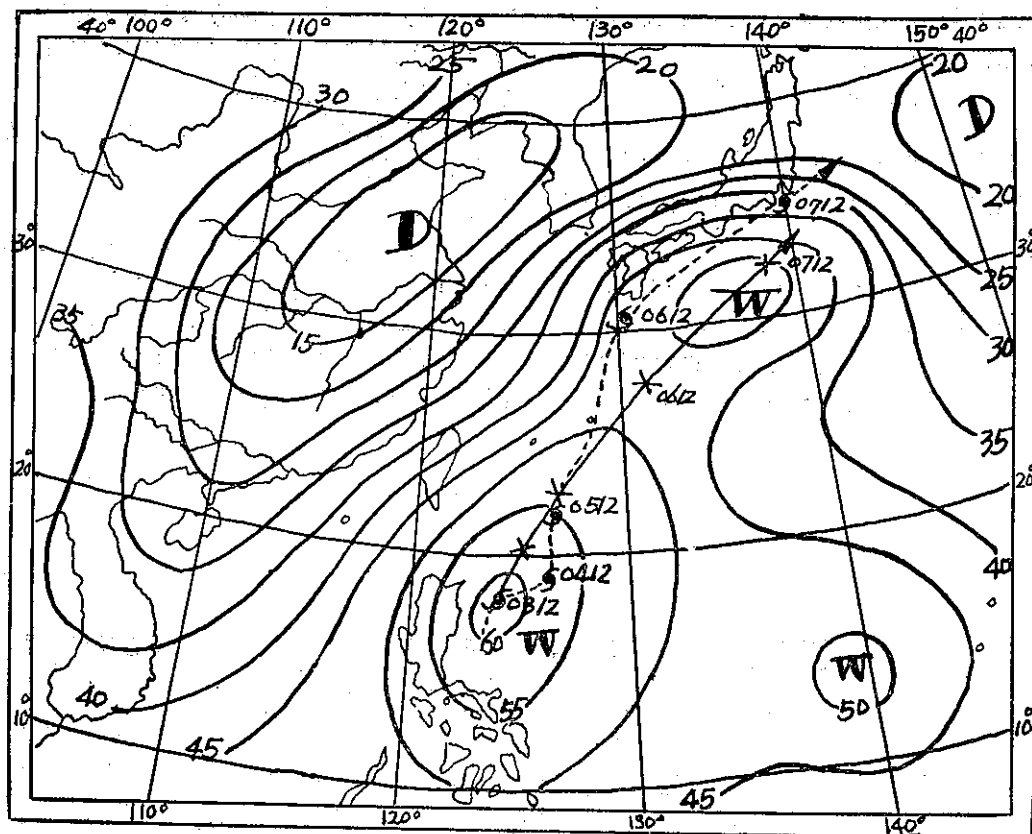


圖 8 (E) : 可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖 (民國48年 8 月 3 日 1200Z)

Fig. 8 (E) : Prediction movement isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (031200Z Aug. 1959)

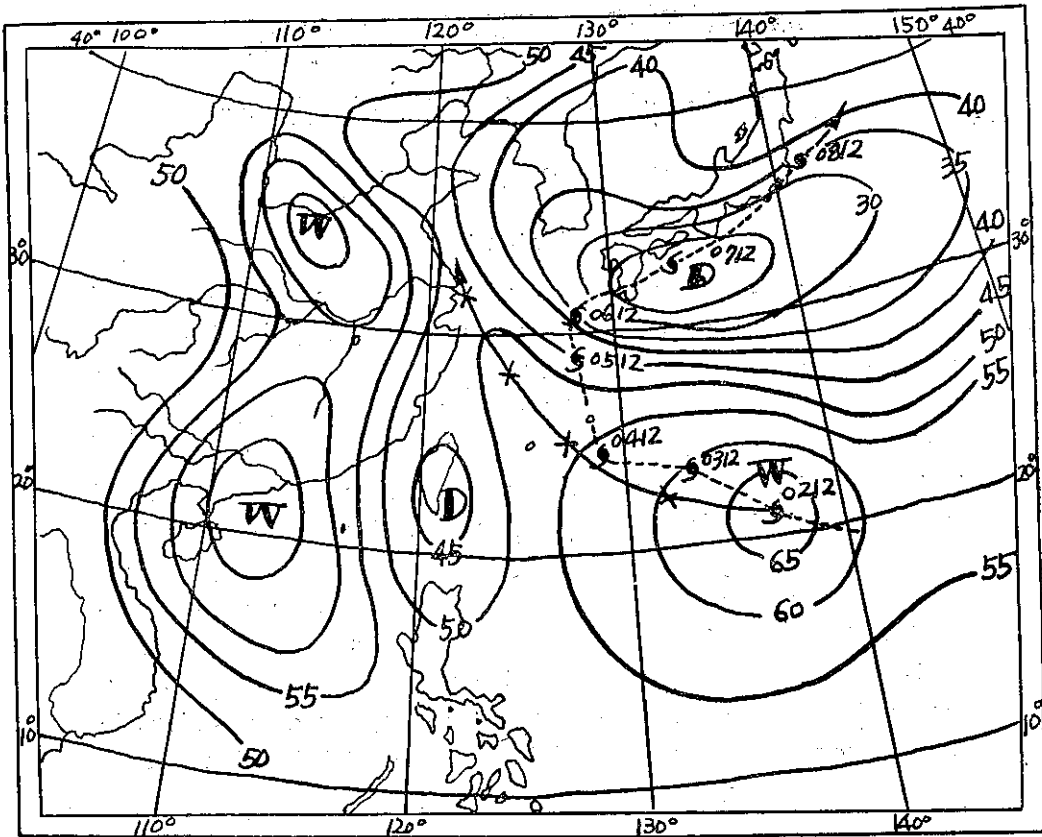


圖 9 (F) : 可降水量等濕線圖之颱風預報圖及實際行徑圖 (民國48年 8 月 2 日1200Z)

Fig. 9 (F) : Prediction movement in isohume of precipitable water and the tracks of typhoon (021200Z Aug. 1959)



# 大氣臭氧與天氣之研究

魏元恒

## *A Study of the Atmospheric Ozone*

### *and the Weather*

Yuan-Heng Wei

#### *Abstract*

The total amount of atmospheric ozone was observed in Taipei, throughout the period from July, 1965 to August, 1966, by using Dobson's Spectrophotometer. The analysis of ozone amount observed in Taipei shows a seasonal variation with maximum in mid-summer and minimum in early winter. This seasonal variation is different from that observed in the temperate zone and even at the same latitude as Taipei (Taipei is located at  $25^{\circ}\text{N}$ ). Some explanations for this difference are given in this paper.

Positive correlations between ozone amount and surface pressure in Taipei are obtained which indicate that an excess of ozone is always associated with the extension of the Siberian anticyclone. A survey of theories and facts about atmospheric ozone and its relationship to weather will be described and discussed in detail in this paper.

#### 一、前言

大氣中所含之臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 爲量至微，其所以受重視，乃由於存在大氣中之微量臭氧，變化甚大，可影響到大氣環流及天氣的變化。在國際地球物理學年，及國際太陽寧靜年，均將大氣臭氧觀測，列爲國際共同觀測之重要項目。臺北於民國五十四年，開始大氣臭氧觀測工作，爲現在全世界僅有之七十個臭氧測站中之一；故此種觀測，甚具科學上之價值。本文主要目的，爲說明大氣中臭氧之分佈及其變化原因，以及與天氣之關係，並以臺北觀測所得，加以證驗，冀以臭氧觀測，應用於日常天氣預測工作之中。

#### 二、大氣臭氧之一般特性

大氣主要爲四種氣體 ( $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{A}$ 、 $\text{CO}_2$ ) 所混合組成，其總成分佔 99.997%。其餘爲稀有氣體，如氦 ( $\text{Ne}$ ) 及臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 等，可謂爲量至微；而臭氧在此稀有氣體中，僅爲氦之三十分之一（氦佔大氣成分百萬分之十五）。如此微量之臭氧，又多出現於距離地面甚高之大氣中，而能引起世界科學家之注意，每日從事觀測此稀有氣體，其原因乃由於出現於大氣中之臭氧量，對太陽輻射之紫外線部分，具有甚強之吸收作用。臭氧吸收太陽紫外線之波長範圍，約自  $3,300\text{\AA}$ °

至  $2,300\text{\AA}$ ° ( $\text{\AA}^\circ = 1/10,000\text{mm}$ )，在此波段之邊緣，吸收作用甚微，但在其中央部分，波長  $2,500\text{\AA}^\circ$ ，吸收作用甚強，一公分 (cm) 厚之純臭氧，在標準大氣壓力及溫度下，幾可將此一波長全部紫外線吸收。太陽能量約有百分之五，在紫外線波段內，爲上層大氣中臭氧所吸收，因此導致平流層上部氣溫增高，較赤道地面上氣溫尤高之現象。就太陽分光之研究，太陽光之波長在  $2,890\text{\AA}^\circ$  以下者即爲目所不能見，但在此波長以下約含有太陽總能量百分之五，爲大氣中臭氧所吸收。臭氧吸收紫外線之作用，猶如一濾光器，大氣中若無此濾光器，則太陽之紫外線，將全部到達地面可傷害吾人之皮膚、眼，造成重大災害；若臭氧增加過多，將太陽紫外線，全部在上層大氣中吸收，對人類亦屬不利。因適量之紫外線，對人類之健康及生命乃屬有益者，可知此少量之臭氧，對人體之影響甚大。

大氣中臭氧觀測之所以重要，由於在任何一地，大氣中臭氧總量之變化，與天氣變化係密切相關；高氣壓區與低氣壓區，臭氧之分佈，有顯著不同；當高低氣壓移動時，臭氧之分佈亦隨之變動。故就每日所得臭氧之分佈情形，用以與每日天氣圖上狀況作比照可對未來天氣系統之預測，有所裨益。

### 三、大氣臭氧之觀測

#### (一) 臭氧觀測要義

欲測知一地，垂直大氣層內，全部臭氧含量，係用分光法求得。由於大氣內之臭氧，主要集中在平流層內，無從用化學方法，作直接之分析而測量其全量；故最好利用太陽光線，在通過整個大氣層時，測量臭氧對其吸收情形，藉以判定臭氧含量。此法係觀測太陽某一定波長之光線，在其通過大氣層時，被臭氧吸收若干；再就實驗室內，所測吸收係數，用以確定光線通過大氣層內，臭氧之含量。在選擇光波長度時，須注意若所選之波長，對臭氧之吸收過少，所測得結果不準確。反之若所選之波長，對臭氧吸收過強，則此波長之光能到達地者過少，亦使測得結果不正確。故一般所擇用之波長，係就紫外線最強吸收光帶之邊緣處之波長。

#### (二) 光波長度之選擇

臭氧觀測，首須以分光儀，將太陽各不同光波分離，再選用所需光波測量之。所選光波強度之測量，可應用攝影片或光電管。用攝影法，對選擇所需波長之鑑定，甚為方便亦較正確。光電管法，運用最為便利，可迅速獲得結果，無需如攝影法，需洗晒底片。

測量臭氧，一般係測量兩個不同波長其間之比較強度。第一個波長，選用對臭氧吸收強者，第二個波長選用對臭氧吸收弱者。太陽輻射通過大氣層，到達地面後，其強度變弱，非僅由於為臭氧所吸收，一部分亦係由於空氣及塵埃對陽光擴散作用所致。但由於測量兩個不同波長之比較值，可不受光之擴散作用之影響，而臭氧之吸收量，可因此由比較而得。關於臭氧距離地面高度之測量，可利用日落後天頂光之觀測得之，其詳在下文述之。天空陰雲時，仍可以上法，作臭氧觀測，此對於吾人研究臭氧與天氣之關係，補益甚多。

#### (三) 大氣中臭氧之厚度

大氣中臭氧總量，一般均以純臭氧層厚度表示之。此純臭氧層厚度，係假設大氣中之臭氧，自大氣中分離，在標準大氣壓力及溫度下，凝聚成一均勻氣層之厚度。例如整個大氣層，在均一大氣(Homogeneous atmosphere)之厚度約為 8 km，若大氣內各種氣體，個別分離成層，則在全厚度 8 km 內，氮氣層(N)佔約 6.2 km，氧層佔約 1.7 km，但臭氧層僅為 3 mm 厚，其變化之範圍，約自 1.5 mm 至 4 mm 以上。

#### (四) 台北之臭氧觀測

臺北所用臭氧觀測儀，為英人(Dobson)氏所發明之「臭氧分光攝影測定儀」(Ozone spectrophotometer)，係倫敦伯克(Beck)公司所造。此儀器係用以測量，大氣中所含臭氧總量，亦即測量自地面至大氣頂端，觀測站上垂直空氣柱內，所含之臭氧總量。其原理係依據日光強度，在通過大氣層時，強度減弱，藉以推算臭氧總量。因測量兩種光波長之相對吸收，較測量一種光波長之絕對吸收為便利，故利用兩種波長，具有顯著不同之吸收係數者，以作觀測。臭氧吸收光帶，約自 3,400 Å 至 2,000 Å，其最強吸收光帶在 2,500 Å。對臭氧吸收，變化最大之光帶為 3,000 Å 與 3,400 Å 之間。故選兩個不同波長，相差為 200 Å 亦頗易，並適於達成觀測之目的。

此儀器用兩個不同光波長，從事觀測，並依下列三種方式進行：

1. 應用太陽直射光觀測：在選用一對不同波長時，可依據太陽不同高度，以作適宜選擇，使大氣之擴散影響消除，而能測得臭氧之吸收。

2. 應用來自晴空之天頂光觀測：依據研究，由太陽直射光所測得之臭氧總量，與由天頂光所測得者，其間有一定之關係；故於不能作太陽直射光觀測時，可作天頂光觀測，亦可求出臭氧全量。

3. 應用來自雲之天頂光觀測：天空有雲時，此儀器所接收光，為日光及天光之混合體；天空之雲，對於分光觀測所用之兩個波長，均不致發生吸收及散射作用。如須校正天空有雲時之誤差，可用一對不同波長之光，對臭氧無吸收作用者，先作一次觀測，用以校正天頂有雲之觀測值，得到相當於晴空之值。

按照國際規定，臭氧觀測，若不能完全作日光觀測時，可作晴空或有雲之天頂光觀測，但以晴空較佳。

### 四、大氣臭氧之垂直分佈

高空臭氧，垂直分佈之情形，與其他自然現象，關係甚為重要，為吾人切需確知者。由太陽直射光柱，對臭氧總量，作連續觀測，自正午至日沒或日出，可約略決定臭氧之平均高度，約距地面 40 至 50 km。惟此法所得之高度，甚不準確。後經 Dr. Gotz 發明較進步之方法，係利用光電儀，在日出或日沒時，測量晴天之天頂光。當儀器指向天頂，所接收之光，係太陽直射光束，經大氣層擴散而來，並隨太陽高度

變化者。因此在日落時光線所經過臭氧之長度，與太陽直射光，所經臭氧長度，則大不相同。大氣中臭氧之垂直分佈情形，乃依據此理而決定者。此法又稱 Umkehr Method，亦即由來自天頂兩種不同紫外線波長， $\lambda$  及  $\lambda'$ ，就其擴散強度作比較（即  $\lambda/\lambda'$ ）； $\lambda$  對臭氧吸收強， $\lambda'$  吸收弱，兩波長之強度比，係隨太陽仰角大小變化，可藉此算出臭氧垂直分佈情況。

### (一) 高空中之臭氧

大氣中之臭氧，自地面至高度約40km 以上，均有其踪跡存在，但臭氧最多，係在高度 20 至 25km 間。臭氧密度，係由地面向高空逐漸增加，至 35km 高度達於最大，再向上則復形減少。關於計量垂直高空之臭氧，可以 cm/km 為單位（即高度每公里 (km) 臭氧之厚度 cm）。臭氧「密度」則以  $\mu\text{g}/\text{kg}$  為單位（即臭氧密度以  $\mu\text{g}$  為單位，空氣密度以 kg 為單位）亦即臭氧與空氣之密度比。

大氣中臭氧總量之增減，主要由於平流層底部及

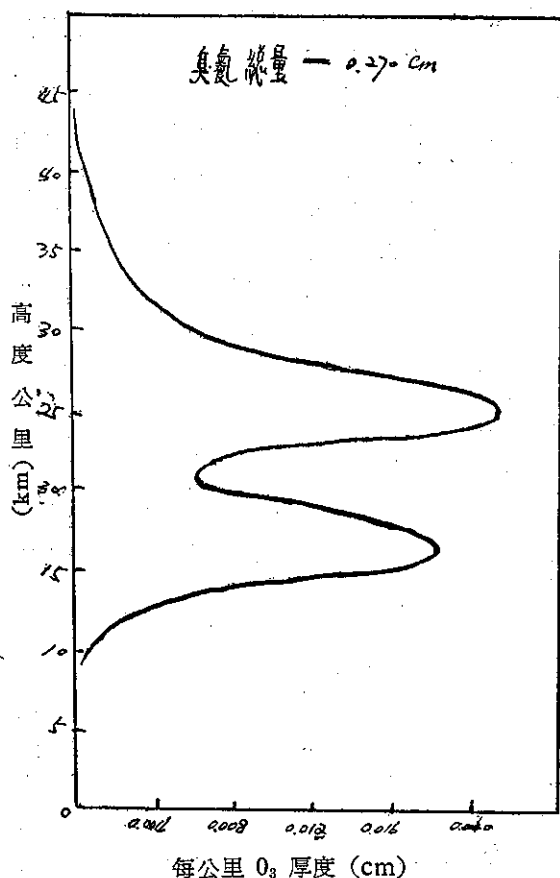


圖1：臭氧垂直分佈在美國 White Sand (35°N) 所測  
Fig. 1: Vertical ozone distribution (V-2 White Sand).

中部間臭氧之變化所致。圖1為臭氧垂直分佈情形，係在美國 White Sand 地方用火箭所測，臭氧隨高度之變化。由圖可知臭氧密度最大，主要出現在20~25km 高度。當臭氧總量少時，此最大層愈形顯著，當臭氧總量多時，在此臭氧最大層下方約16km 處產生一副最多臭氧層，示如圖1，但在臭氧總量較多時，此兩層分辨即不顯著。

### (二) 地面之臭氧

近地面之空氣中，所含臭氧之量甚微，其原因由於近地面之臭氧，易為地面上各種物質及塵埃所破壞。惟近年發現，地面臭氧，亦可由二氧化氮及碳化氫集中區，經陽光照射，而產生臭氧<sup>(1)</sup>。例如汽車排出之氣體，工廠燃燒物等，噴入大氣內，在某種適宜天氣條件及地形之下，臭氧量增多，可超出正常10至20倍。美國西岸洛杉磯盆地，所出現之霧烟 (Smog) 為一顯著之例；其他大城市，當然亦可出現。此種霧烟，因含有多量臭氧，故對於物體有害，影響植物及收穫，使能見度惡劣，有害於人之生理，為城市空氣污染之一種重要問題。

近地面空氣中之臭氧，在甚少污染情形下，係由上層大氣經氣流渦動向下輸送所致。但臭氧量向下輸送過程中，其量係逐漸減少，由於低層空氣，含有對臭氧分解物質。因此近地面氣層內，所含臭氧量甚微，其密度平均約為  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。一般高氣壓範圍內，較低氣壓範圍內，臭氧為多。當對流旺盛季節，臭氧日變化，在中午最多。

近地面空氣，在污染甚重之情形下，在適當環境中經日光照射，可導致臭氧產生。如在霧烟 (Smog) 情況下，近地面空氣中之臭氧，可高達  $400\sim600\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.2-0.3ppm)，此數量幾與平流層底部之臭氧密度相等。所堪注意者，一般公認空氣中所含臭氧量，應不超出  $210\mu\text{g}/\text{m}^3$  否則對人類健康有害。

近地面空氣內臭氧密度，市內與郊區略不同，就東京1957~1959東京市中心與郊區觀測結果，發現郊區之臭氧有顯著之季變化，最高在四月，最低在十月。市中心區臭氧逐日之變化與郊區者相關密切，夏季日平均值，市區高於郊區。此乃顯示市中心區，近地面空氣中有臭氧之產生。臺北近地面空氣內，臭氧密度之季節變化，就1965年所測，最大密度出現在夏季之七月，為  $64.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；此與臭氧垂直厚度，最大在八月，頗相一致。臺北臭氧密度最小，出現在冬季之十二月，為  $7.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，可謂其量甚微，並與臭氧垂直厚度最小出現之月份，亦頗相近。

### 五、世界臭氧總量之一般

今日散佈於世界之臭氧觀測站，約有七十個，對於世界臭氧量全年之變化，及在地球上分佈之情形，

較昔日瞭解頗多。臭氧量一年中，有季節性之規則變化，但因緯度不同而有異。就圖 2 所示，可知一年中

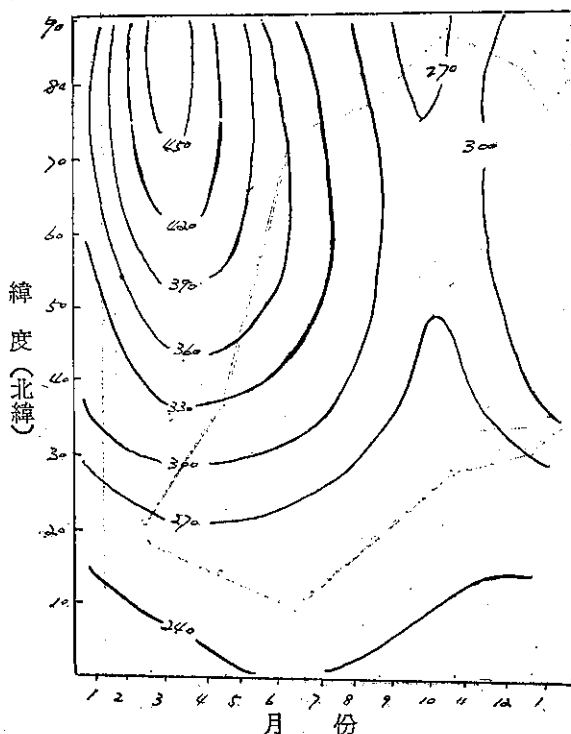


圖 2：臭氧全量（厚度以  $10^{-3}\text{cm}$  為單位）隨緯度及月份變化圖（Godson 1960）

Fig. 2: Annual variation of the ozone amount at different latitudes of the Northern hemisphere

，一地臭氧量最多出現在春季，最少出現在秋季。近赤道地帶，全年變化甚微。

尤堪注意者，春季時臭氧由赤道向北極，急巨增多，北極附近較赤道之臭氧約多一倍。

## 六、臺北臭氧總量週年之變化

就臺北一年來（7 月～12 月，1954 及 1 月～6 月，1955）臭氧觀測之結果，示如圖 3。就圖上顯示，臺北臭氧總量，最大量出現在八月，最小量出現在冬季月份。此與上述臭氧週年變化之情形，大異其趨。此種原因，可能由於臺北臭氧觀測，僅有一年之觀測紀錄，且在最初半年（7 月～8 月，1954），係試驗性質，故其正確性，不無可懷疑之處。

茲就 Godson 氏北半球臭氧全年分佈圖（參看圖 2）中，以內插法求出與臺北緯度（ $25^{\circ}\text{N}$ ）相當之臭氧量之變化，如圖 3 之虛線所示。可知在臺北相當緯度，臭氧總量最大應在三月，最小應在十月。此

係全球沿緯度  $25^{\circ}\text{N}$  平均狀態。臺北所測之結果，顯示有其特殊之地區性。再就 Godson 氏北半球臭氧分佈圖（圖 2）所示，在低緯度約  $20^{\circ}\text{N}$  以南至赤道地區，全年臭氧最多，約出現在夏初六月至七月，此與臺北臭氧最多，出現在八月之狀況相近；臭氧最少出現約在冬季，此與臺北之情況亦相似。由此可知臺北臭氧，全年最多及最少季節性之變化，與 Godson 氏所得之低緯度，臭氧年變化相似。亦可謂臺北臭氧全年之變化，係屬於熱帶型者，臭氧夏季最多，冬季最少；與中緯及高緯度臭氧最多在春季，最少在秋季之一般情形，顯屬不同型式。由上可知，臺北臭氧週年變化之情形，與其所在之緯度不相稱，而與緯度較低，熱帶臭氧變化相當，似可確言，惟臺北所測之夏季臭氧量，其數值似失之過高，有待於日後觀測之研究。

臺北所測臭氧總量，週年變化比較特殊之原因，可試為解釋如下：

1. 一般情況，熱帶地區對流頂高度，與臭氧總量之變化相反，即臭氧總量大，對流頂高度則降低。根據臺灣對流頂高度統計<sup>(2)</sup>，對流頂高度，全年以夏季為最低，且高空由盛行之西風，轉為東風。

2. 又接近年之研究<sup>(3)</sup>，熱帶地區，平流層西風系統內，氣溫高與臭氧增多相伴，其原因可能由於氣流下沉作用所致；但在平流層東風系統內，氣溫與臭氧，則有相反之變化。

## 七、臭氧變化與天氣之關係

### （一）歐洲地區臭氧與天氣

英國在昔日，最初從事臭氧觀測時，即發現當天氣變化時，大氣中臭氧量，亦有顯著變化。並且臭氧逐日之變化，確與天氣狀況相關連。當有低氣壓經過英倫時，即發現臭氧量增多。開始增多係在低氣壓槽已通過時。臭氧量最多係出現於低氣壓中心略後方；在高氣壓區西南部，臭氧一般較正常為少。但近代發現，最多臭氧係出現在地面囚錮低氣壓之上，而非在其後方。並且臭氧總量最大，出現在低氣壓後部者，為新生成低氣壓所具之特性，示如圖 4。就 Palmen 氏<sup>(4)</sup>在 1939 年，由於新生低氣壓中心之垂直軸，隨高度向後方傾斜，延伸至對流頂低氣壓區，而對流頂之低氣壓槽，係與臭氧最多相伴隨。此種對流頂高度與臭氧相伴之變化，主要由於低氣壓在加深時，其內部空氣對流所致之結果。

又就臭氧總量與各種氣象要素相關係數統計之結

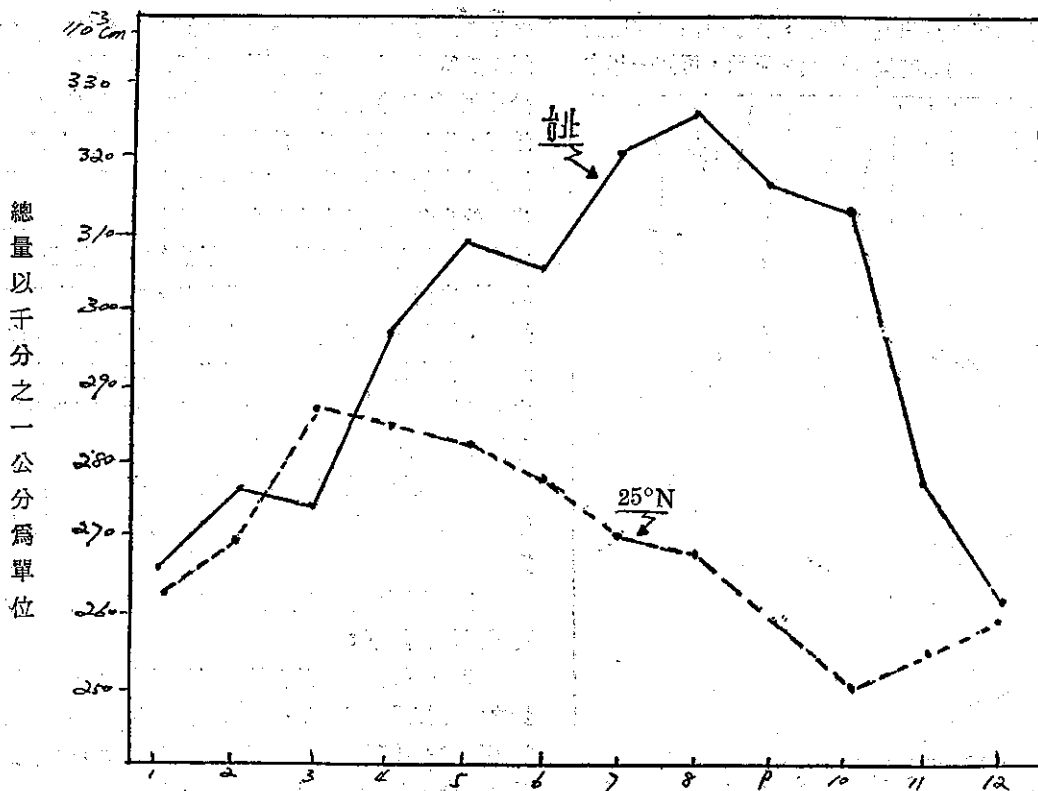


圖 3：臺北臭氧週年變化（內7~12月爲1954年觀測值 1~6月爲1955年觀測值）  
虛線係由圖 2 所求得者

Fig. 3: Annual variation of the ozone amount at Taipei, Taiwan.

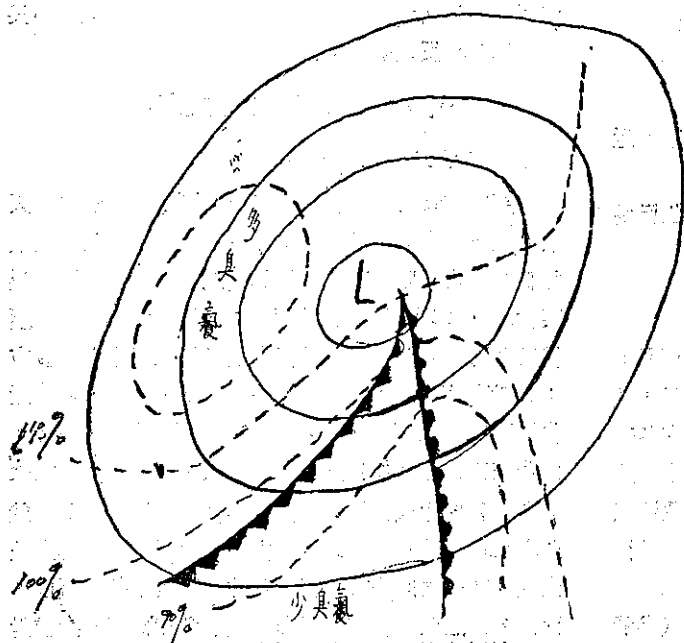


圖 4：臭氧與新生低氣壓（歐洲）

Fig. 4: Distribution of ozone in a depression with warm sector —Ozone, .....Isobar

果，發現高空 18km 大氣位溫，與臭氧總量之相關係數達 0.8 之密切相關。即臭氧增，氣溫亦增高，臭氧總量每增加 0.01 cm，在 18km 高空之位溫約升高 3°C，對流層頂降低 1km 之高度；並且在高緯度臭氧總量大，則對流頂低。

當對流層上部，氣溫降低時，臭氣增多，反之亦然。並且在平流層或對流層上部氣壓低時，臭氣量則高於正常數值，相反亦然。

#### (二) 亞洲地區臭氧與天氣之關係

在中國東部所測得之臭氧量，較歐洲同緯度者爲高（在緯度 30°N），亦即歐亞大陸東岸較西岸臭氧量爲高，並且沿經度線在 45°N 與 25°N 間，臭氧量向南減少較速，後者之原因，則由於極區氣團所含臭氧較熱帶區氣團爲多之故。在噴射氣流區，臭氣量減少亦屬此理<sup>(5)</sup>。若然則中國東部臭氣量較歐洲爲多，可能由於噴射氣

流之軸，在東亞較歐洲，所在位置較向南之故。

臭氧與地面氣壓之關係，東亞與歐洲亦不同。歐洲在地面低氣壓內，臭氧多超出正常；但東亞則在西伯利亞高氣壓內，臭氧多超出正常。

### (三) 臭氧變化與高空氣象之關係

一般高空槽，係與地面低氣壓相關連，因氣流來自北方，並有下沉空氣，使臭氧增高，但高空脊則與此相反。就 300mb 高空圖上，在低氣壓槽及高氣壓脊，臭氧分佈情形，示如圖 5 此為在日本研究所得

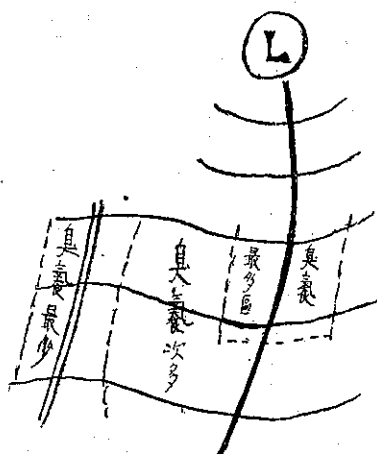


圖 5：東亞臭氧與高空低氣壓

Fig. 5: Distribution of ozone amount in relation to pressure pattern at 300mb level.

之結果。圖內 L 為 300mb 圖上之低氣壓中心，波狀曲線為示槽與脊。近低氣壓中心區因無觀測，臭氧多寡未示出。就 300mb 高空圖，氣壓與臭氧為負相關，氣壓槽較脊之臭氧總量為多。此槽脊為繞極渦旋內之連續波動，300mb 圖上之波，延伸至 100mb 或更高處（即平流層底部），其波之位相並無多大改變。在對流頂以上，西風氣流在槽之位置下降，脊之位置上升。經多數學者證實，在平流層內之下降氣流，可使臭氧量增多，臭氧混合比隨高度增加。同時上升氣流，使臭氧總量減少。故 Normand effect<sup>(6)</sup>（即臭氧在槽多，在脊少），在理論上與事實，質的方面相符，但在量的方面尚有疑問。因臭氧變化之幅度甚大，僅由氣流降升，似難於致此。並且臭氧尚有週期性變化，尤其在冬季，此種影響甚不顯著，其相關僅為最大變化百分之三十左近；因此當尚有其他因素，導致臭氧變化之存在。

### (四) 台北所測臭氧與天氣之關係

就臺北臭氧與氣壓之相關係數<sup>(7)</sup>，示如表一：僅

表 1：臺北臭氧與氣壓之相關係數  
(7~12, 1965)

月 份	7	8	9	10	11	12	平均
氣 地面	-0.17	+0.46	-0.01	+0.73	+0.36	-0.01	+0.23
壓 500mb	-0.24	+0.01	-0.45	-0.59	-0.20	-0.57	-0.34

就半年來，臺北臭氧與地面氣壓之相關係數，平均為 +0.23，乃顯示氣壓高時，臭氧增多，此與上述東亞，在地面高氣壓內，較低氣壓之臭氧含量為多之現象，甚為吻合，但與歐洲所測<sup>(8)</sup>，臭氧與氣壓之相關係數為 -0.43 之現象相反。由臺北所得臭氧與地面氣壓之關係，亦可用以佐證，歐洲與東亞相反之事實也。

臺北臭氧與高空氣壓（500mb）之相關係數（表一），半年來平均為 -0.34，亦即顯示高空氣壓降低時，或在高空低氣壓槽之位置，臭氧量增多；此與上述在日本及歐洲所得結果一致（參看圖 4 及 5），亦可謂高空氣壓與臭氧量之相反變化，歐亞係相同者。

再就臺北臭氧與氣溫之變化，其相關係數列如表 2。

表 2：臺北臭氧與氣溫相關係數  
(7~12, 1965)

月 份	7	8	9	10	11	12	平均
氣 地面	-0.02	-0.06	-0.36	-0.53	+0.07	-0.03	-0.16
壓 500mb	-0.32	-0.21	+0.14	-0.68	-0.18	-0.16	-0.24

就表內所示，臺北臭氧量與高空 500mb 氣溫相關為負，半年來平均相關係數為 -0.24，此就理論言，亦屬合理，因高空氣壓與氣溫之變化，一般為正相關也。惟就日本箱根（Tateno）<sup>(9)</sup>所作之研究，該地臭氧量與高空氣溫之相關為正之現象，則屬不同，此有待於日後之研究者。

## 八、大氣臭氧產生之原因

關於大氣中臭氧，何以產生，以及臭氧量何以隨天氣而變化，至今尚無確定之理論；並且有些學說係互相矛盾者。

臭氧之構造，為一個「臭氧分子」，含有三個氧原子（ $O_3$ ）。臭氧之產生，由於「氧分子」（ $O_2$ ）被某種因素，分解為活動性甚強之「氧原子」（ $O$ ）；而在某種適宜情況下，此活動性「氧原子」，又可與其他「氧分子」結合而成臭氧，即  $O + O_2 \rightarrow O_3$ 。臭氧亦

可分解為氧即  $O_3 \rightarrow O_2 + O$ 。在普通溫度下，由熱分解作用，進行甚緩，但溫度增高，則進行甚快，並且此種分解，在固體表面進行加快，以及大氣中塵埃之表面，尤其有機物質點，對臭氧之分解作用更為有效。此所以臭氧在進地面氣層甚少之故。

在上層大氣中，由氧之分解，而導致臭氧之產生，可能由於下列兩種原因：

#### (一) 太陽輻射光波

就理論言，太陽輻射，其波長在  $2,250\text{\AA}$  以下者，可將大氣上層中之氧分子 ( $O_2$ )，分解為氧原子 ( $O$ )；此種原子與氧分子相結合，而成臭氧分子 ( $O_3$ )；太陽輻射波長，在  $2,250\text{\AA}$  與  $3,000\text{\AA}$  之間，又可將臭氧分子，分解為氧原子 ( $O$ ) 及氧分子 ( $O_2$ )。此三種變化過程，當大氣在太陽照射之下，係同時進行，故臭氧量可達成平衡狀態，稱光化平衡 (Photo chemical equilibrium)。大氣上層之氧，由太陽紫外線輻射作用變為臭氧；而臭氧又吸收此紫外線，造成臭氧之光化平衡狀態約在  $33\text{km}$  高度 (中高緯度)。雷雨及宇宙輻射線，有時亦能使大氣中產生臭氧，但為量微不足道。

根據理論計算，大氣在  $10\text{km}$  以下，臭氧密度接近零，由於在此高度以下，對臭氧有分解作用之光線豐富之故；在  $50\text{km}$  以上臭氧密度，亦接近零，由於產生臭氧作用迅速消滅之故。

據 Hampson (6) 氏最近之研究，認為大氣上層之水汽 ( $H_2O$ )，對臭氧光化平衡有相反影響。在平流層內，水汽多則臭氧減少；有水汽之平流層，較乾平流層之臭氧為多。由於平流層在赤道上較兩極水汽多，故臭氧在地極附近多，在赤道附近少。熱帶平流層水汽之季變化，亦可用為解釋臭氧週年變化之原因，此為 Hampson 近年 (1964) 所創之新說。

#### (二) 太陽輻射質點

一般習知，放電可產生臭氧；太陽放射質點，均認為可產生極光，因之此種放射，亦可能將氧分子分解，因而導致臭氧之生成。極光主要係出現於  $100\text{km}$  以上高空，而臭氧出現之高度，則較此低甚多。為解釋此種差異，吾人必須設想，可能係由於某種下沉所致，或由於此種質點放射，另有一種作用亦可產生臭氧。關於下沉，可能在極區如此高空中，有普遍下降氣流所致，在冬末時若此種下降氣流最強，則臭氧週年變化，可因此得而解釋之。在低緯度出現之臭氧，可設想係由平流層之風，由極區攜帶而來者。

## 九、臭氧與天氣變化相關之理論

臭氧之多寡，何以因氣壓分佈情形而變化，為一重要問題，現在對此種現象之解釋，認為大氣中臭氧含量之變化，係由氣壓分佈所致。其理論如下：

#### (一) 臭氧之南北輸送

吾人已知，大氣中臭氧含量，最多在極區，最少在熱帶地區 (參看圖 2)。低氣壓後部之氣流，係來自極區者，故所攜帶之臭氧量多；高氣壓上空氣流，係來自熱帶地區者，故臭氧量少。例如西伯利亞高氣壓，含有較豐富之臭氧，使東亞來自北方之冷空氣，向南方侵入時，臭氧量為之增多；而歐洲之高氣壓，含有來自南方之氣流，故臭氧量少，此所以臭氧與高低氣壓分佈兩者不同之原因。

氣團內所含臭氧量，頗具保守性；故可作為氣團鑑別之指標。在一地之臭氧變化，可自氣流來自緯度之高低，顯示臭氧量之多寡；氣流來自緯度愈高，臭氧量亦愈多。

此種理論，稱為「輸送學說」，(Transportation theory) 其解釋雖甚簡單明瞭，但對實際現象，尚有難於解說之處。例如在秋季時，極區之臭氧量，與溫帶地區者所差無幾，但何以在此季節時，在溫帶區低氣壓之後部，仍出現較正常甚多之臭氧量，為輸送學說所難以解釋者。

#### (二) 臭氧之垂直輸送

為補充上說之不足，認為臭氧之變化，除由於南北向氣流之輸送外，氣流之上升與下降，亦足以使臭氧含量變化。此種補充解說，係假定在高層大氣中，臭氧由太陽短波輻射 (紫外線) 生成，同時又為太陽輻射較長之波所破壞，因此在高空某區域，臭氧量達於平衡狀態。若高空中此一區域有下降氣流，將臭氧輸送至下層，另有空氣補充於下降氣流之上，亦迅速臭氧化，可阻止日光內破壞臭氧之輻射，而對下降氣流內所含臭氧，具有保護作用。因此下降氣流內之臭氧，可持續存在較長時間，故下降氣流區域，臭氧總量增多。依相同之理在高空大範圍上升氣流區域，臭氧量將趨減少。根據研究在一低氣壓區內，下降氣流，可延伸至對流頂使含臭氧之空氣，導致水平輻合作用，因而使臭氧量增多。同時上升氣流，對臭氧量則發生相反作用，亦即使臭氧量減少。因此解釋臭氧逐日變化之原因，不僅認為空氣係由光化平衡層直接下沉所致，並有新補入之臭氧。故緊隨低氣壓 (氣旋) 後部之氣流中，所含臭氧量，較來自同一更

北方之氣流爲多。同時僅由氣流之水平運動，不能完全解釋低氣壓後部，臭氧量之凸出增加（如圖3所示），必須有下沉氣流作用存在，方能致此。並且在同季節中，低氣壓後部氣流之臭氧含量，亦較來自更北方臭氧源地之氣流爲多。

臭氧量之增減區，與地面低氣壓之關係如上所述，在高空 12km 高度 (200mb) 暖區內，氣溫增高則臭氧增多，氣溫降低，則臭氧減少。此種氣溫升降所致之冷暖區，當係由於氣流升或降所致者。

在高空天氣圖上，等壓線呈波狀，氣流垂直及平流運動，對臭氧量變化之影響，自亦相同。當氣流由高氣壓脊，流入低氣壓槽時，氣流係來自北方高緯度，再加以空氣下沉作用臭氧量自然較多。

據 Reed (1949) 氏研究<sup>(9)</sup>，低平流層內，空氣之水平及垂直運動，影響臭氧總量逐日之變化；臭氧逐日變差，由垂直運動所致者，約佔三分之一；而其餘三分之二，係由於水平運動所致者。

又據 Reed 氏計算，當大氣臭氧總量爲 0.320cm 時，由於氣流水平輸送作用，可使臭氧由上值，增至 0.345cm，即增加 0.025cm 之多。但當臭氧總量爲 0.260cm 時，由於氣流上升作用（在地面低氣壓之東北部）使臭氧自 0.260cm 降爲 0.243cm，即減少 0.017cm。

就 Boville 氏等<sup>(10)</sup>最近 (1961) 之研究，在中緯度平流層中部，氣溫大變化，係與臭氧大變化相一致，亦即氣溫增高，臭氧亦增多，可爲此說之證。

## 十、結 論

吾人現已知，大氣中之臭氧，在地球上各地之分佈，及隨季節變化之情況。臭氧量因天氣現象而變化，亦因地區而有差異。

臺北臭氧週年變化，似屬於熱帶型者；最多出現於仲夏，最少出現於初冬。臺北地面氣壓與臭氧總量之相關變化，係屬正相關；可爲歐洲與東亞相反變化之佐證；而高空氣壓與臭氧總量爲負相關，即高空低氣壓槽內，臭氧量較高氣壓脊爲多，歐亞皆屬一致者，因此可依據臭氧逐日之變化，用以推測高空氣壓槽脊之變動。

現代光電臭氧觀測儀，觀測方便迅速，天空有雲或無雲，均可觀測。今日世界上，已有七十餘臭氧觀測站，臭氧之分佈，將來可每日填於天氣圖上，如其他氣象要素相似，庶可有助於日常天氣預測。

## 參 考 文 獻

- (1) G. Horiuchi(1957): On the atmospheric ozone at tateno, Geoph. Mag. Aug.
- (2) K. Kawamura(1964): Studies on the atmospheric ozone and Nitrogen dioxide, Geoph. Mag., JMA, July
- (3) B. W. Booville and F. K. Hare (1961): Total ozone and perturbations in middle atmosphere., Quat. J. Roy. Met. Soc. 87, 374, p.490.
- (4) Palmen' (1939): Uber die dreidimensionale Luftslrömung in einer Zyklone und die Ozoruventeilung, Un Geod., Geophys. int., p.31, Washington.
- (5) Ramanalhan (1954): Physical Research Laboratory, Ahmedabad, Nature, 174, 1078.
- (6) Kulkani (1963): Some ozone weather relationships in the middle latitudes of the southern hemisphere, Q. J. R. Met. Soc. Vol. 89, p.478, Oct.
- (7) 呂世宗 (1966) 臺北臭氧觀測報告；氣象學報，V. 12. No. 1
- (8) P. L. Roney (1965): On the influence of water vapour on the distribution of stratospheric ozone, J. Geophy. Terp. Phy. Nov/Dec.
- (9) Reed, J. R. (1949): The effects of atmospheric motion on ozone distribution and variations, Theisis, Mass., Inst. Tech.
- (10) Boville, B. W. (1961): Total ozone and perturbation in middle atmosphere Quart J. Rog. Met. Soc. 87, 374, p.490.



# 北太平洋西部颱風之長期預報

鄭 邦 傑

## *An Investigation into the Relationship of 3-day Circulation Anomalies to Typhoon Formation and Track in the Northwestern Pacific* Pang-Chie Cheng

### Abstract

In the first part of this paper, the author carries out a statistical investigation on the typhoon generation place, its intensity and track. Some comments are made about their relationship.

In the second part, some 3-day anomalies in the Far East and Northwestern Pacific are related to the formation and movement of typhoons in the Northwestern Pacific. Through this research, we find that the use of the anomalies of upper air charts at the 500 millibar level of Far East and Northwestern Pacific can be useful in making an extended range prediction on the generation and movement of typhoons.

### 一、前 言

臺灣省氣象局早自民國52年初，即試辦一星期展期預報，在人手資料均感缺乏之困境下，經二年餘之努力始稍具規模，並建立通常工作程序。關於本局試辦展期預報之作業程序，已有專文介紹於氣象簡訊276期，茲不再贅述，藉此篇幅試論北太平洋西部颱風行徑之展期預報問題。

北太平洋西部有颱風發現時，未來一星期預報有效期間之天氣演變則應視颱風動態之推移而定，因此颱風之未來行徑，接近預報地區與否，預報區域受颱風侵襲日期，過境時之天氣轉變情況等諸問題，即成為未來一星期展期預報之重要關鍵。

當然在展期預報之有效預報期間內，亦可能發生颱風而影響及預報期間內之天氣，因此對於颱風發生預測之重要性亦不可忽視。

長期預報目前尚處於趨勢預報階段，向未能做到颱風將於何日，何時侵襲等定量的預報準確度，但如能在颱風發生之初期，客觀的預測其未來發展情形及其行徑，則不但對於展期預報作業上有至大幫助，亦可為短期預報作業之參考。

本文所述係統計的方法，經二、三種簡單操作即能客觀的供給預報人員未來大氣情況之演變趨勢，如由經驗豐富之預報人員善加利用，則對於颱風頻臨之

本省防颱工作上必有所貢獻。

### 二、北太平洋西部颱風預測之基礎的概念

近年各國均致力熱帶氣象之研究，對於熱帶風暴之各種特性：立體構造，發生原因，頻率，行徑等均有詳細之調查研究等報告，惟至今仍未能覓致準確度較高之可靠法則以利熱帶風暴行徑之預測，本章試述北太平洋西部颱風活動之有關統計事實及經驗法則藉期有助於展期預報業務上之參考。

#### (一) 颱風發生之廣義的見解

Ballenzweig<sup>(1)</sup> 與 Orgill<sup>(2)</sup> 兩氏對太平洋區熱帶低壓從事廣泛調查得知，當微弱熱帶性低壓將發展成為颱風時，北太平洋廣域大氣情況有顯著特性發現，即日本附近之緯流呈高流指標，太平洋中部有（ $170^{\circ}\text{W}\sim 180^{\circ}\text{E}$ ）加深槽存在。

有關太平洋中部高空槽與颱風發生之關係，雷曼琪氏（Ramage）<sup>(3)</sup> 亦具有同樣見解，雷氏認為太平洋中部高空槽為一半固定性低壓槽，通常自阿拉斯加向南延伸至北緯15度處。據雷氏研究，北太平洋中部高空槽之加深，將足夠能量輸送至低緯度，再由低緯度東風波分散至下游一至二波長處加深位於北太平洋中部高空槽西方約二、三十度經度之低空低氣壓，而助長颱風之發生。

經赤道天氣圖之分析，東風波發生次數較多處亦為太平洋中部（170°W~180°E）。設天氣圖上所有析出於馬利亞納群島附近海面之熱帶性低氣壓，均發源於170°W附近之東風波西進至該處發展所生成，經調查1960年5月16日~10月31日之東風波颱風之個別發生次數得其結果如下：

東風波發生次數	38
颱風發生次數	21
颱風發生可能次數	$\frac{21}{38} = 0.55$
東風波發生周期	4.4日

上列調查結果可為颱風活動較旺季節展期預報業務之參考，以10天為有效期間之展期預報期內，約有一次颱風發生之可能，因此以展期預報之立場說，對於颱風是否接近負責預報區之預測，當較預測颱風之發生為重要。

## (二) 颱風發生之統計

上井兼文氏根據1940年至1949年資料統計東亞地區颱風發生次數如表一。

表一：經緯度別颱風發生次數（1940~1949）  
Table 1: Appearance times of Typhoon (from 1940~1949)

緯度 (°N)	經度 (°E)	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	小計	%
		115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170		
30	— 25	0	0	0	0	1	4	3	0	1	2	0	0	11	4
25	— 20	1	1	2	5	2	1	8	9	3	1	0	0	33	13
20	— 15	0	5	9	5	8	9	12	8	10	5	2	1	74	27
15	— 10	1	4	2	6	18	16	13	10	8	9	5	1	93	34
10	— 5	0	0	1	0	10	12	15	7	8	4	4	0	61	22
小計		2	10	14	16	39	42	51	34	30	21	11	2	272	100
百分率%		1	3	5	6	15	16	19	13	11	7	3	1	100	

由上表可知年平均颱風發生次數為27.2次，緯度別以北緯10度至15度間發生次數最多佔34%，依次為北緯15度至20度間，北緯20度以北則颱風發生次數急減。

經度別以東經140度至145度間發生次數最多佔19%，依次為135度至140度，而發生於110度以西及160度以東者最少，僅佔4%。

上述統計顯示馬利亞納、加羅林群島海面為北太平洋西部颱風發生最多海域。又據本局研究室統計（1940~1962），北太平洋西部颱風之發生次數年平均為27.3次，與上井氏所統計年平均27.2次尚符合。

月別發生次數以8月份最多平均6.4次，依次為9月、7月、10月；最少月份為3月，平均為0.3次。（見表二）

表二：月別颱風發生次數（1940~1962）  
Table 2: Monthly appearance of typhoon (1940~1962)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
總數	11	10	7	20	22	44	116	167	118	99	58	39	711
平均	0.4	0.4	0.3	0.8	0.8	1.7	4.5	6.4	4.5	3.8	2.2	1.5	27.3
%	1.5	1.4	1.0	2.8	3.1	6.2	16.3	23.5	16.6	13.9	8.2	5.5	100.0

## (三) 颱風發生之經驗法則

1. 颱風之年發生次數具有太陽黑點極小年前後較多，而太陽黑點極大年前後發生較少之趨勢。

2. 南半球中緯度高氣壓發展顯著年次颱風之發生次數較多，而南半球中緯度高氣壓發展不顯著年次則颱風之發生次數較少。

3. 北太平洋中緯度高氣壓勢力較弱年次，颱風之發生地將偏北。

4. 強烈颱風多數發生於11~12°N附近，發生於8~15°N區域外之颱風則發展有限。

5. 發生於馬利亞納群島東部之颱風，通常均發展為極強烈颱風。

6. 颱風發生之長年變化為9年周期，短期變化則為5至10天周期。

7. 琉球拉薩島為每秒8公尺以上之東風呈陰天，而非島北部有高氣壓時，東經130度線上，北緯15度至20度間有颱風存在之頻率大。

8. 非島，中國南海或臺灣附近有三天以上之高壓部存在時，在中國南海，巴士海峽發生颱風之可能性較大。

#### (四) 移動速度之統計

颱風之移動速度隨緯度之高低而有異，颱風在北緯20度以南之偏東風帶內則其移動速度大約為每小時20公里，標準偏差約為每小時7公里左右，但颱風在北緯30度以北時則隨其緯度之增加，颱風之平均移動速度亦急激加速，各個颱風移動速度之變化亦大。

表三為緯度別平均速度，速度平均偏差及最大速度之統計，平均移動速度於20度附近呈極小，係示此處為轉向點，而在北緯35度附近則平均偏差增大，此仍示颱風之移動顯受偏東風系與偏西風系二因子所控制。

因此颱風之移動方向與速度亦有關，移動方向無

表四：1897~1962年侵襲本省颱風次數

Table 4: Number of typhoon invaded Taiwan during 1897~1962

項 目 \ 月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
總 計	—	—	—	2	10	16	60	79	56	19	6	—	248
平 均	—	—	—	0.03	0.15	0.24	0.91	1.20	0.85	0.29	0.09	—	3.76
百 分 率	—	—	—	0.8	4.0	6.4	2.42	31.9	22.6	7.7	2.4	—	100.0
最 多 次 數	—	—	—	1	2	2	3	4	3	2	2	—	—

### 三、500mb三日平均距平圖

颱風測報應包括颱風進行路徑，強度及侵襲時日期之預報，展期預報作業上這些要素之預報，應於颱風發生初期即完成，始能發揮其展期預報成果。本章所論述500mb三日距平法係日本鹿兒島氣象台竹永一雄氏<sup>(5)</sup>首創，曾發表於1960年度日本全國預報技術檢討會。

利用500mb三日平均距平圖預測展期颱風動態之方法，係基於發生地點、時期、路徑、強度等各要素相類似之颱風，其發生當初之500mb高空情況必將有所類似，或者至少參與颱風活動之類似作用中心亦將發現於500mb高空情況。

據上述假設將已往發生於北太平洋西部颱風之活動情況，依其發生月別、強度、路徑而加以分類，試究其相關特性。

東分時其速度大約為每小時19公里，如有東分時則移動速度增大，平均為每小時32公里。

表三：颱風之緯度別平均移動速度 (km/h)

Table 3: The moving speeds of typhoon (km/h)

緯 度	10	15	20	25	30	35	40	45
平 均 值	22	19	17	19	26	34	42	52
平均偏差	5	6	7	9	12	15	16	14
最 大 值	31	32	35	42	51	61	73	87

#### (五) 侵襲臺灣颱風之統計

據本局統計1897年至1962年66年間，掠過本省或過境200公里以內領海上，而影響及本省之颱風共有248次，平均每年有3.8次颱風侵襲或掠過本省，而1941年（民國31年）及1964年（民國53年）則無一次颱風侵襲本省。

颱風侵襲本省最多年次為1914年，有八次之多。

月別統計以8月為首，平均有1.2次颱風侵襲本省，依次為7月、9月、10月、而12月至次年3月則無一次颱風侵襲本省之紀錄。

#### (一) 北太平洋西部颱風之分類

將已往發生於北太平洋西部之中度以上颱風，首先根據發生場所，發生月別分類之，再依據其路徑，轉向點及強度而細分之。

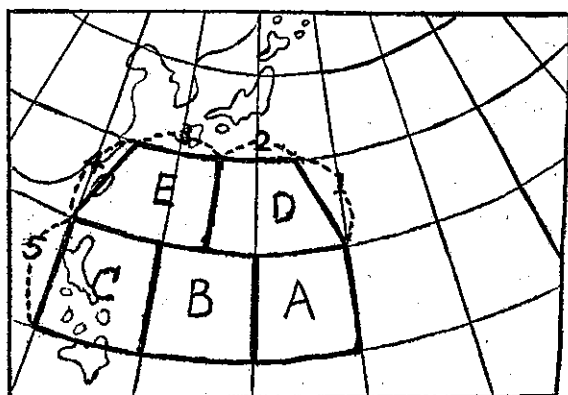
分類標準悉依照下列定義而行；

1. 統計對象為7~10月主要季節颱風，依其發生月份分類之。

2. 發生地區如圖1，劃分為A、B、C、D、E等五個區域。

3. 颱風路徑

(1)如圖1所示，以1、2、3、4、5附註各線為颱風最後通過區，路徑分為五種以所附註數碼表示之。例如颱風發生於A區，而通過3區者以A<sub>3</sub>記號表示之。



A, B, C, D, E, 為發生區域, 1, 2, 3, 4, 5, 註碼為颱風最終通過區

圖 1：颱風分類格式

Fig. 1: Classification of typhoon appearance place and final passage line

(2)轉向點分為二類，颱風進抵北緯25度以北始轉向者謂高緯度轉向型，颱風在北緯25度以南已轉向者謂低緯度轉向型。

4. 颱風之強度以中心最低氣壓分類之，中心示度981mb 以上者為輕度颱風，980~941mb者為中度颱風，中心示度低於940mb者為強烈颱風，各以 W、M、S 字母表示之。此分類與現行省頒氣象報告連繫辦法所規定強度分類不同，中心氣壓與最大風速之關係如表五。

表五：颱風中心最低氣壓與最大風速之關係

Table 5: Relation between typhoon center pressure and maximum winds

中 心 氣 壓	中 心 風 速		中 心 氣 壓	中 心 風 速	
	哩 / 時	公尺/秒		哩 / 時	公尺/秒
990	60	30	940	110	55
985	70	35	930	120	60
975	80	40	925	120	60
970	80	40	920	130	65
960	90	45	910	130	65
955	100	50	900	140	70
945	100	50	895	140	70

將已往十一年間發生於北太平洋西部之颱風依照上述定義分類可得表六。表中註有 \* 符號者為季節特性顯著之颱風型。

詳察表六統計結果，可得如下預報法則；

(1)侵襲本省附近之颱風（颱風通過圖1最終通過線第四區），平均每年有4.3次，其中輕度颱風1.4

次，中度颱風2.3次，強烈颱風為0.6次。

(2)侵襲本省附近中度以上之颱風，大部份發生於A、B兩區。

(3)發展至中度以上颱風之半數，係發生於A區，或通過A區者。

(4)發生於A地區之颱風大多數發展至中度以上（84%），B區則約半數（50%），在C區發生之颱風則約40%發展至中度以上強度。

(5)強烈颱風多數發生於A區，C區則無發展至強烈程度之颱風發現。

(6)發生於C區之颱風如發展亦僅止於中度程度（100%）。

(7)發生於北緯20度以北之颱風，到達中度以上之颱風約佔半數（46%），但發展至強烈者鮮少（5%）。

(8)發生地點在北緯20度以北之颱風，多數發生於7、8月份（77%）。

(9)發生於D區之颱風，大多數向北移近日本。

(10)發展至中度以上之颱風，迫近本省附近即A<sub>4</sub>、B<sub>4</sub>型之颱風以7、8兩月較多（76%），接近西部日本（A<sub>3</sub>、B<sub>3</sub>）者以8、9兩月較多（80%），而侵襲東日本者（A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>）以9、10兩月最多（80%）。

## (二) 500mb三日平均距平圖之特性與颱風行徑之關係

地面天氣圖上發現顯明低氣壓性循環時，以當天為颱風之發生日，繪製以發生日為居中之前後一日之500mb三日平均圖，並照本章開頭所述假設，此颱風之路徑應與過去發生季節，發生場所相同，而具有其500mb三日平均情況相類似之颱風所循路徑相似。

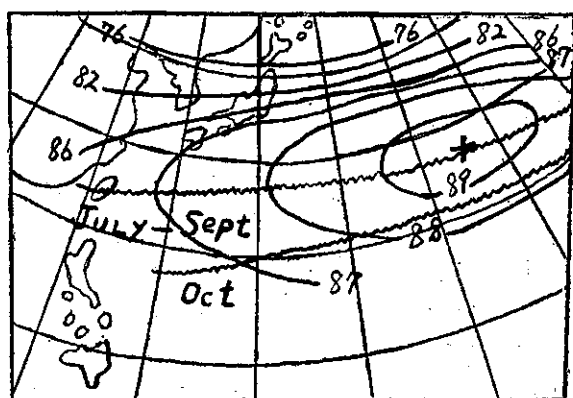


圖 2：7~9月500mb平均情況及平均脊線位置

Fig. 2: Normal pattern of 500mb level in July~Sept. and position of subtropical high ridge

表六：颱風分類表

Table 6: Classification of typhoon type

類 型	輕 度 (>980mb)					中 度 (980~940mb)					強 烈 (<940mb)				
	7 月	8 月	9 月	10月	計	7 月	8 月	9 月	10月	計	7 月	8 月	9 月	10月	計
A <sub>1</sub>	1	1	1	1	4	3	1	1	1	6			1		1
A <sub>2</sub>	1				1	3	2	6 *	5 *	16	1		2 *	3	6
A <sub>3</sub>	2		2	1	5	3	5 *	8 *	1	17		2	7 *	1	10
A <sub>4</sub>	1	2			3	7 *	1	2		10	2	3 *			5
A <sub>5</sub>	—	2			2	2	2	2	2	8		1	1		2
計	5	5	3	2	15	18	11	19	9	57	3	6	11	4	24
B <sub>1</sub>	—		1		1		1		1	2				1	1
B <sub>2</sub>	1	4 *	1		6				4 *	4				1	1
B <sub>3</sub>	2			1	3	1	3 *	2 *	1	7		1		1	2
B <sub>4</sub>	2		3 *		5	2 *	2	4 *		8	1	1			2
B <sub>5</sub>	2	3	8 *	4 *	17	2	2	4 *	5 *	13				1	1
計	7	7	13	5	32	5	8	10	11	34	1	2		4	7
C <sub>1</sub>															
C <sub>2</sub>		1			1		1			1					
C <sub>3</sub>			1	1	2	1 *	3 *			4					
C <sub>4</sub>	1 *	2			3	2 *	2 *	1		5					
C <sub>5</sub>	5	8	2	6	21	2	1	2	3	8					
計	6	11	3	7	27	5	7	3	3	18					
D <sub>1</sub>		3	1	1	5				1	1					
D <sub>2</sub>	3	14 *	3	1	21	2	5	1		8					
D <sub>3</sub>	3 *	2 *	1		6	3 *	4 *	3 *	1	11		1	2		3
D <sub>4</sub>							1			1					
D <sub>5</sub>															
計	6				32	5	10	4	2	21		1	2		3
E <sub>1</sub>							1		1	2					
E <sub>2</sub>		1			1	1				1					
E <sub>3</sub>	2 *	4 *		1	7	3 *	3 *	1		7		1			1
E <sub>4</sub>	1	2	1		4		1			1					
E <sub>5</sub>				1	1										
計	3	7	1	2	13	4	5	1	1	11		1			1

為便於判別計將所得 500mb 三日平均圖與各該當月份 500mb 月平均圖<sup>(4)</sup>相減製作 500mb 三日平均距平圖以資分類。

擇出過去發生於主要颱風季節（7 月~10 月）之颱風為分類對象，每一類型選取三個颱風，製作各個

颱風 500mb 三日平均距平圖，再將這些圖加以平均製作 9 日平均距平合成圖。調查此距平合成圖與颱風路徑之關係製作預報法則，如是大多數新發生之颱風，將於發生初期即可預測其未來行徑及強度。

圖 2 為 7 至 9 月 500mb 累年平均圖，及副熱帶高

氣壓脊線之平均位置。

圖 3 a ~ o 為表六分類各型颱風（發生於主要颱風季節內者）之 500mb 三日平均距平圖之合成圖（9 日平均圖）。

以圖 2 之 500mb 累年平均圖為基準與合成圖相較而考察下列事項：

(1) 副熱帶高氣壓帶狀脊線之偏倚情況。

(2) 高空情況呈東西向帶狀型 (Zonal type) 或呈子午線型 (南北型，以平流指標而言係屬於低流指標)。

(3) 副熱帶高氣壓中心之偏倚情況。

自上述三項考察可得圖 3 所示每一類距平合成圖所具特性與颱風行徑之關係。

$A_2m$ ：秋期型，西風帶情況變化急速，呈子午線型，颱風俟高空脊東移通過日本後，循來自大陸之高空槽前面轉向東北進行，轉向點靠近 平年位置。

(圖 3 a)

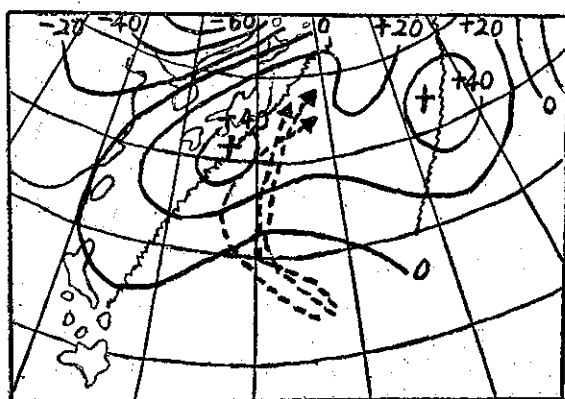


圖 3 a  $A_2m$  (秋期型)

1951, 12, 26, (3.5日) 1952, 9, 26 (4日)  
1960, 12, 15, (5日)

圖 3 a ~ o : 500mb 距平情況與颱風路徑、強度關係分類圖 (a ~ o) 括弧內示颱風發生至通過最終通過區所需日數

Fig. 3a~o: 500mb height anomaly pattern classify with typhoon course and its intensify

$A_2s$ ：秋期型，子午線型情況，緯流微弱，具有颱風在平年轉向點 (圖 2 之 10 月份高壓脊位置)，轉向後急速發達為向北推進趨勢。(圖 3 b)。

$A_3m$ ：8、9 月型，子午線型情況，副熱帶脊線顯著偏北，緯流微弱，颱風行徑北上之趨勢較強，高緯度轉向颱風。(圖 3 c)。

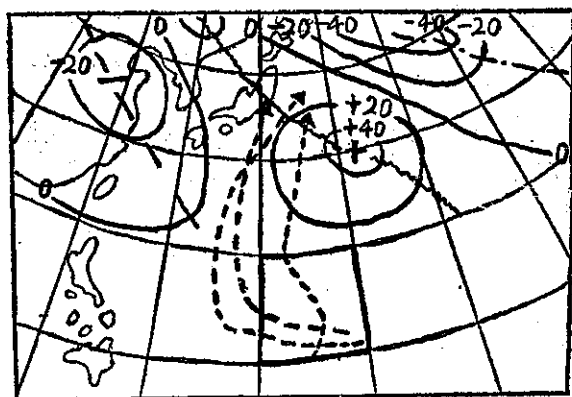


圖 3 b  $A_2s$  (秋期型)

1957, 12, 5, (4日) 1958, 9, 20 (6日)  
1959, 10, 16 (5.5日)

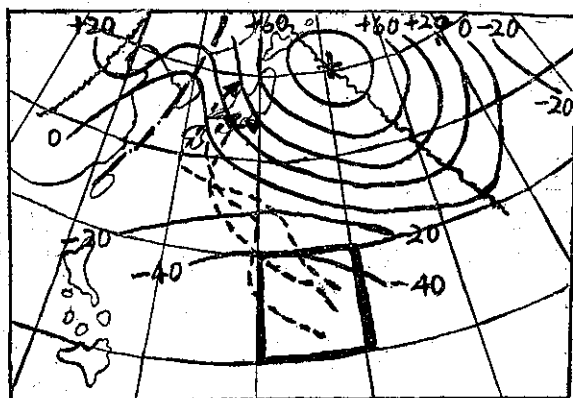


圖 3 c  $A_3m$  (高緯度轉向型)

1954, 9, 14 (3.5日) 1955, 9, 29 (4日)  
1957, 8, 27 (10日)

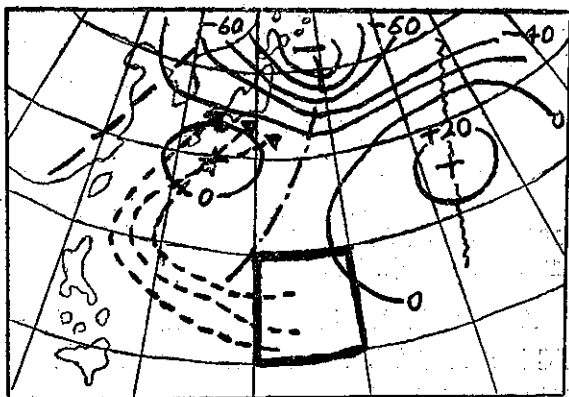


圖 3 d  $A_3m$  (低緯度轉向型)

1954, 9, 20 (5.5日) 1956, 9, 20 (6.5日)  
1957, 9, 18 (8.5日)

$A_m$ ：秋期型，子午線型情況，低緯度情況與平年相似，颱風在平年位置轉向東北進行。低緯度轉向型。（圖3d）。

$A_s$ ：8、9月型，具有子午線型與帶狀型兩特性，移動緩慢，屢發展至極強烈颱風，高緯度轉向型。（圖3e）。

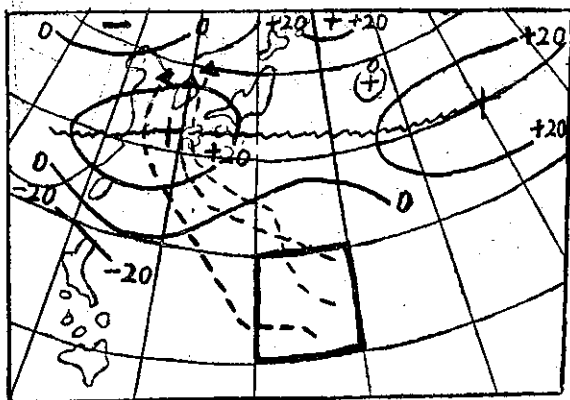


圖3e  $A_s$ （高緯度轉向型）

1951, 8, 11 (8.5日) 1955, 9, 23 (6日)  
1959, 9, 21 (5.5日)

$A_s$ ：秋期型，子午線型情況，與 $A_s$ 型具有相同趨勢，所不同者九州南方有高壓脊，因此颱風行徑稍偏西。（圖3f）。

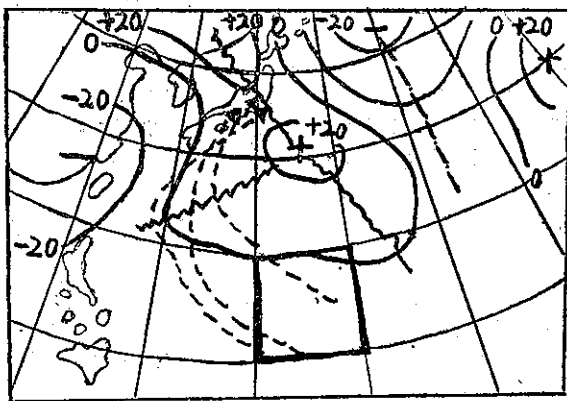


圖3f  $A_s$ （低緯度轉向型）

1943, 9, 18 (7日) 1958, 9, 9 (8日)  
1959, 9, 11 (4.5日)

$A_{ms}$ ：夏季型，具有子午線型與帶狀型情況，高壓中心較平年位置西偏30度左右，西進巨型颱風，移動緩慢。（圖3g）

$A_{ms}$ ：8、9月型，典型帶狀型情況，脊線在平年位置，但高壓中心偏西，西進大型颱風。（圖3h）

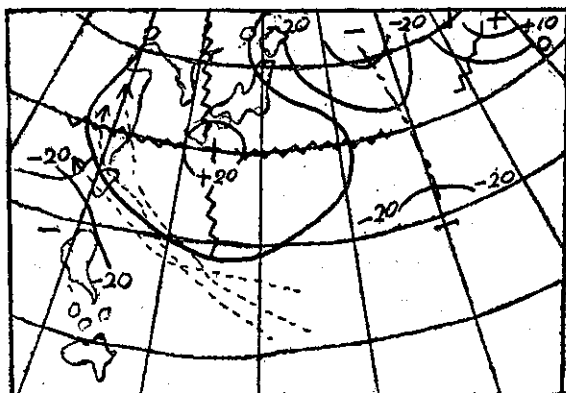


圖3g  $A_{ms}$

1955, 7, 7 (7.5日) 1958, 8, 29 (6日)  
1959, 8, 24 (7日)

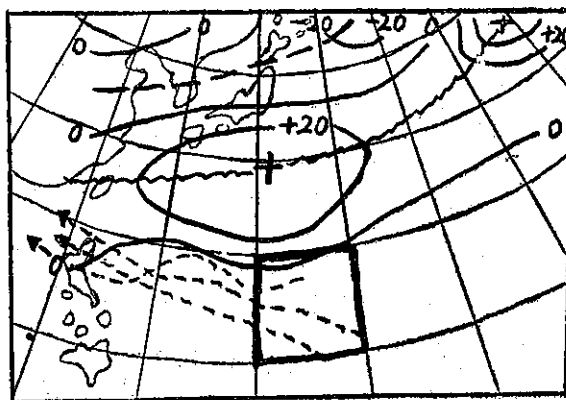


圖3h  $A_{ms}$

1954, 8, 25 (3.5日) 1955, 9, 19 (4.5日)  
1956, 8, 26 (3日)

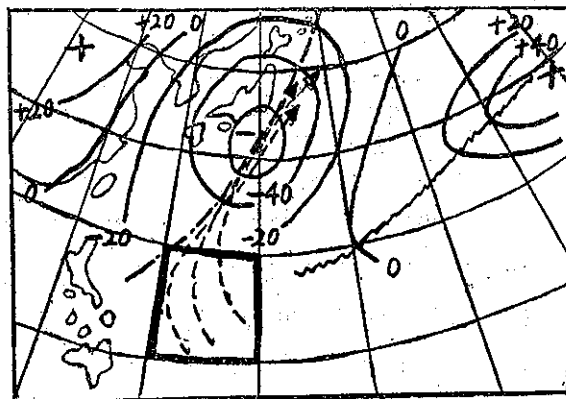


圖3i  $B_{ms}$

1950, 10, 27 (4日) 1955, 10, 7 (3.5日)  
1960, 10, 22 (4.5日)

$B_{3ms}$ ：10月颱風，子午線型，有顯著高空槽在日本附近，颱風在平年位置轉向後，沿此高空槽北移，移動速度急速。（圖3j）

$B_{3ms}$ ：8、9月型，颱風循子午線型與帶狀型合成方向進行。北上大型颱風。（圖3j）。

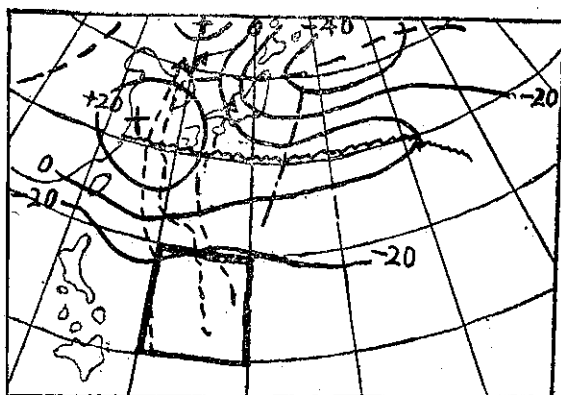


圖3j  $B_{3ms}$

1952, 8, 11 (5.5日) 1956, 9, 20 (6.5日)  
1957, 8, 14 (6日)

$B_{4ms}$ ：夏季型，子午線型情況，平年脊線仍強，颱風未能向日本東方之高空槽進行，其路徑常受中國高氣壓影響為其特性。（圖3k）。

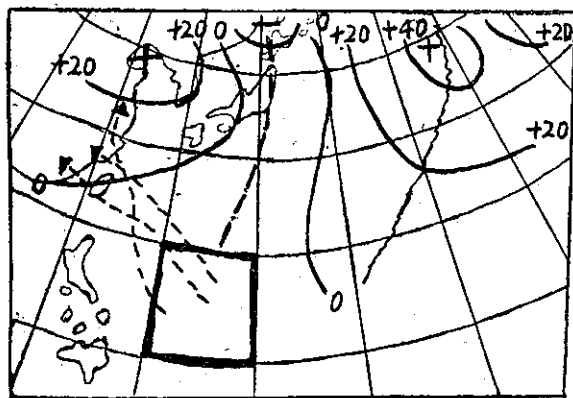


圖3k  $B_{4ms}$

1958, 7, 11 (4.5日) 1959, 7, 11 (4日)  
1960, 8, 4 (4日)

$B_{3m}$ ：10月颱風，帶狀型情況，典型的西進颱風。（圖3l）。

$D_{2m}$ ：副熱帶高壓脊顯著北偏，具有帶狀型與子午線型合成情況，間熱帶輻合面北移在 $20^{\circ}N \sim 25^{\circ}N$ 間，沿此面上輕度颱風頻發，夏季型颱風，往北急速移動。（圖3m）。

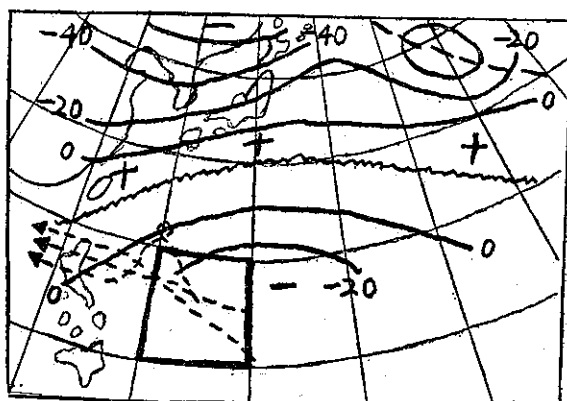


圖3l  $B_{3m}$

1952, 10, 16 (5.5日) 1954, 10, 5 (3.5日)  
1954, 10, 27 (8日)

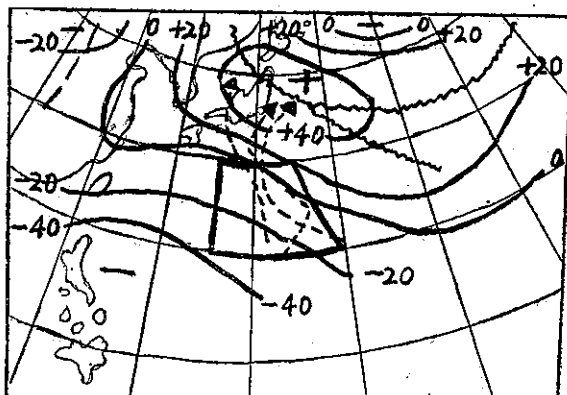


圖3m  $D_{2m}$

1960, 8, 7 (3日) 1960, 8, 15 (5日)  
1960, 8, 28 (2.5日)

$D_{3m}$ ：8、9月型，與 $D_{2m}$ 同一類型，但高壓中心偏西，相對應之下颱風之西進趨勢亦較大，移動緩慢。（圖3n）

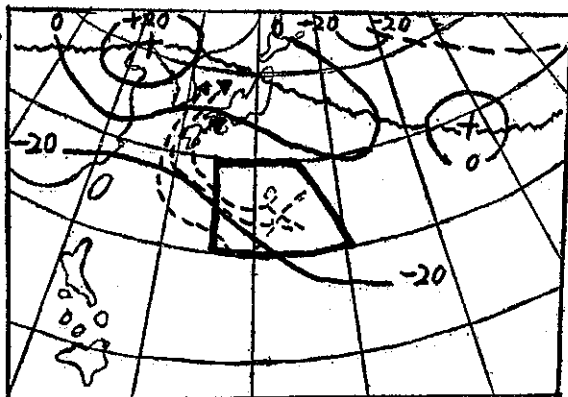


圖3n  $D_{3m}$

1954, 9, 1 (6日) 1956, 9, 3 (6日)  
1959, 8, 1 (6.5日)



$D_2w$ ：夏季型，與 $D_3m$ 、 $D_3m$ 同一類型，發生於本類型情況下之颱風不太發達，因颱風行徑東側之高度值較低之故，此類颱風移動快速為其特性。（圖30）

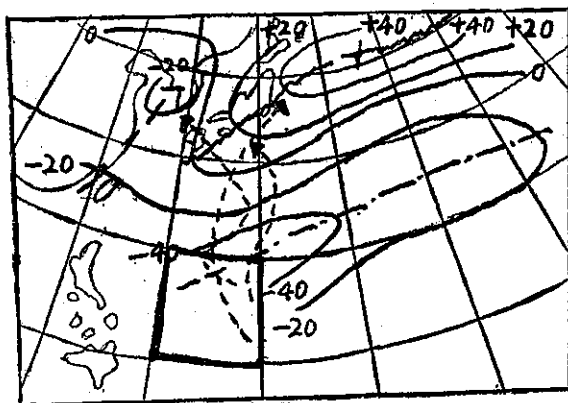


圖30  $B_2w$

1952, 8, 4 (3日) 1955, 7, 14 (2日)  
1955, 8, 4 (3.5日)

### (三) 三日平均距平合成圖與颱風行徑之關係

三日平均距平圖為颱風發生初期之高空情況與平年情況之偏差，因此颱風行徑與偏差圖之關係，頗難應用導引氣流等物理的理論闡釋之，但此等距平圖已參酌颱風之強度、行徑等要素，因此可視距平圖所表示情況包括有颱風發生以後數日之500mb高空情況之規則的演變，因此探究距平合成圖之特性而直接覓取與颱風行徑之關係，尙具有物理的意義。

考察三日平均距平圖上所示脊線、槽線之位置及其軸線方向與颱風之行徑，可得下述幾個相關：

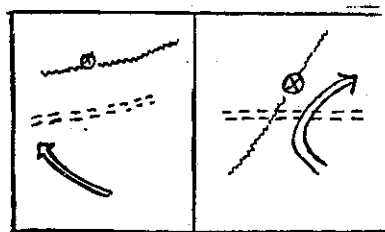
1. 脊線之伸展方向與颱風行徑之關係，圖4a~g為考察圖3a~o所得，三日平均距平圖與颱風行徑之規則的相關類型。

其類型大致可分為五類：

(1)副熱帶脊線偏北，呈東西向顯著帶狀，如此情況下颱風將西進，無轉向之趨勢。（圖4a）。例圖3h、i。

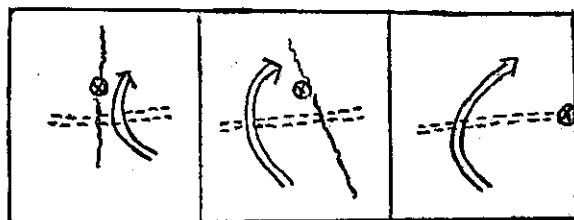
(2)顯著脊線自東北向西南方延伸急速東移，如此情況下颱風之行徑初為西北，俟脊線東移後轉向東北，在高緯度埋沒於高空槽。此類路徑多於秋期發現。（圖4b）。例圖3a。

(3)脊線伸展於南北方向，緩慢東進，颱風行徑將沿脊線通過後之西則北移。（圖4c）。例圖3j。



(a)  
 $A_5m, B_5m$

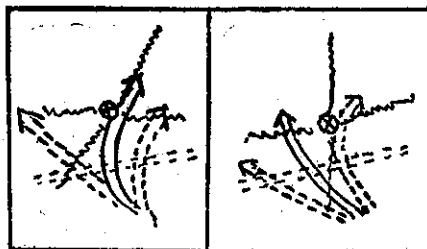
(b)  
 $A_2m$



(c)  
 $B_3m$

(d)  
 $A_3m$   
(高緯度轉向)

(e)  
 $A_3m$   
(低緯度轉向)



(f)  
a+b型  $A_3s$   
(高緯度轉向)

(g)  
a+c型  $A_1ms$

~~~~~：脊線  
.....：平年脊線  
——>：颱風路徑  
⊗：高壓中心

圖4a~g：脊線位置與颱風行徑之關係

Fig. 4a~g: Relation between position of ridge and typhoon path

(4)脊線呈西北至東南方向，變動較少，此情況下颱風將隨脊線西則導引氣流向北移動，此類多屬巨型颱風。（圖4d）。例：圖3b、c、f、m。

(5)日本及其南方海面之三日平均距平接近零值，此時颱風將沿平年行徑而移動。（圖4e）。例：圖3d。

(6)在距平圖同時現出子午線型與帶狀型兩特性時，颱風將循兩基本類型所示路徑之合成方向進行。

a+b：颱風將循a、b型路徑之合成方向進行。  
。（圖4f）。例：圖3e、n。

a+c：颱風將循a、c型路徑之合成方向進行。  
。（圖4g）。例：圖3g。

自上述6種類型可得知，凡是向北移動之颱風，當其發生初期高空情況（三日平均距平圖）已具有子午線型特性，如距平情況之東西型態愈顯著，則颱風行徑之西進趨勢愈大。

## 2. 高空槽之走向與颱風行徑之關係

高空槽之位置與颱風行徑之關係，與上節同樣可得其相關如下：

(1)槽線在北緯40度附近，延伸於東西向，其變動較少，此情況下之颱風行徑將為西進。(圖5a)。例圖3h。

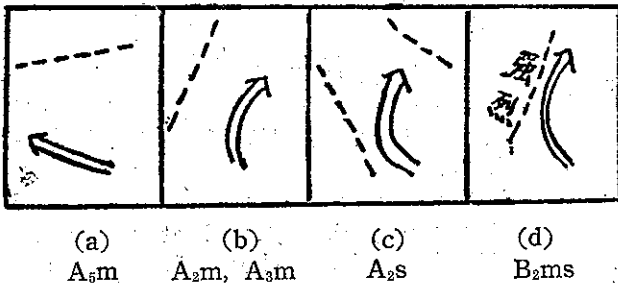


圖5：槽線與颱風行徑之關係

Fig. 5: Relation between trough and typhoon path

(2)颱風發生於前面東移之高空槽，然後沿第二個東移高空槽之東則向北移動，終於埋沒此槽中。(圖5b)例：圖5a、d。

(3)高空槽自西北向東南延伸，變動極少，颱風循環延伸至低緯度之槽線東則緩慢北移。(圖5c)例：圖3b。

(4)日本附近有顯著長波槽停留，颱風將沿槽線東側急速北移。此類於10月較多。(圖5d)例：圖3i。

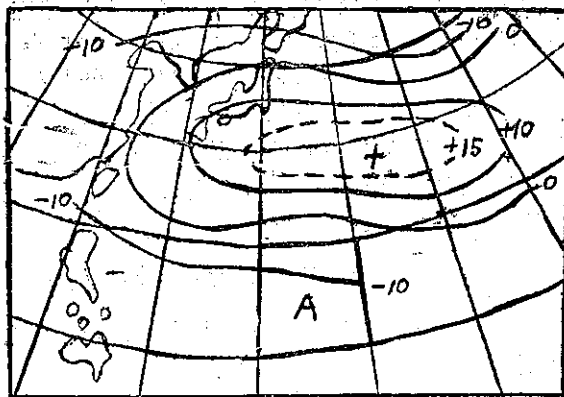


圖6：發生於A區之24個颱風距平合成圖(72日)  
Fig. 6: Deviation composite map which shows appearance of typhoon in sector A. Numbers of 24 typhoon (72 day mean)

## (四) 發生場所之預測

### (1)颱風發生於A區時之距平情況

圖6係已往發生於A區內中度以上24個颱風為對象，將其發生初期各三日平均距平圖加以合成之72日平均距平圖。圖示東西帶狀型情況，副熱帶高氣壓脊線位置稍為偏北，較平年為顯著，高壓中心較平年位置偏西，北緯20度附近南北區均呈負距平。本圖與圖2之7~9月平年圖相較可知太平洋高氣壓脊線較強，而低緯度和高緯度之低壓部之高度則較平年為低。

### (2)颱風發生於B區時之距平情況

圖7為颱風發生B區時之距平情況，發生區域與A區僅相差10度經度，但距平情況則迥然有異，北太平洋高氣壓較平年為強，但其向東西方向伸展之脊線則微弱，有一停滯長波槽自瀾克海南南延伸，另在華東、東海一帶有暖性高氣壓停滯。

### (3)颱風發生於D區時之距平情況

圖8為颱風發生於D區時之距平情況，8月盛夏季，間熱帶輻合面(ITC)北移，在 $20^{\circ}N$ 至 $30^{\circ}N$ 間熱帶性低氣壓簇生，圖8係將其中發生於D區內中度以上強度之六個颱風之各發生初期三日平均距平圖再加以合成者(即18日平均距平圖)。與圖7相較距平情況大略偏北10度緯度，D區東側之高度值較高為颱風發展之條件。此情況如再偏西10度經度，即為颱風發生於E區時之距平情況。

颱風之發生與本節所列距平合成圖，係同時對應現象，因此需預先製作500mb三日平均預報圖，求出距平情況考察其特性，始能預測颱風之發生。

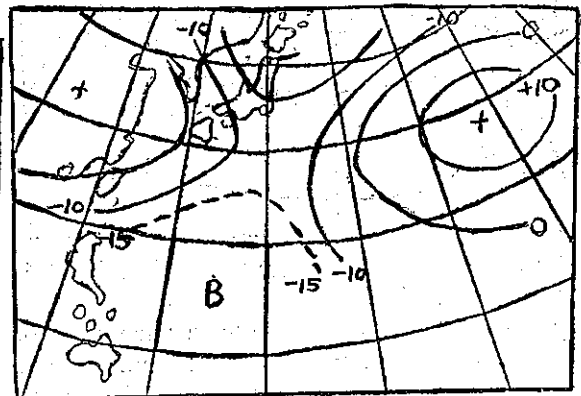


圖7：發生於B區之12個颱風距平合成圖(36日)  
Fig. 7: Deviation of composite map which shows appearance of typhoon in sector B. Numbers of 12 typhoon (36 day mean)

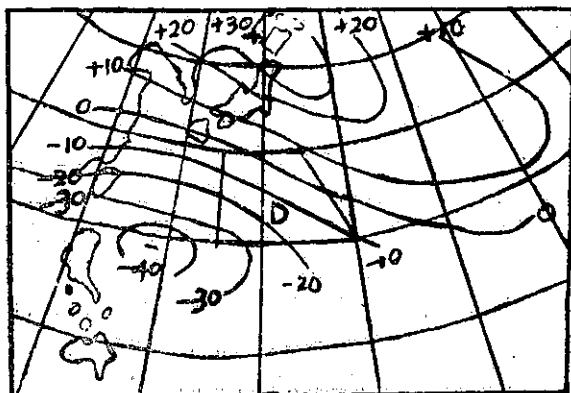


圖 8：發生於D區之 6 個颱風距平成圖(18日)  
Fig. 8: Deviation of composite map which shows appearance of typhoon in sector D. Numbers of 6 typhoon (18 day mean)

#### (五) 颱風通過地區之預測

擇出與發生場所無關，而通過依照圖 1 所示最終通過線 2、3、4、5 區之各類中度以上颱風，製作各個颱風三日平均距平圖，再將通過同一最終通過線之各颱風三日平均距平圖合成製作距平成圖，以利探究各類颱風行徑所具平均距平特性。

##### 1. 颱風通過第二類最終通過線時之距平情況

圖 9 為通過第二類最終通過線 12 個颱風之 36 日平均距平成圖。圖中太平洋高氣壓中心在平年位置，伸展於日本北部，九州南方高度值較低為本圖特性。

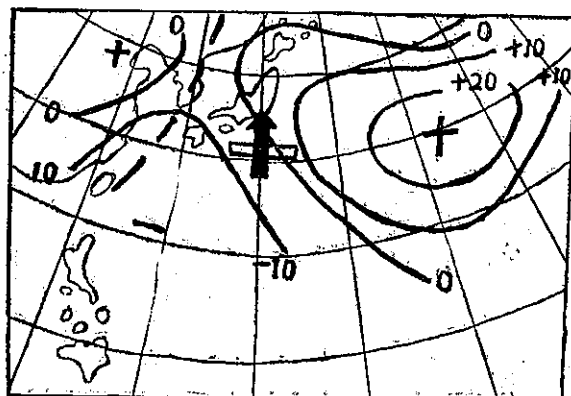


圖 9：通過第二區最終通過線 12 個颱風之距平成圖(36日)

Fig. 9: Composite map at appearance time of typhoon which passed the final passage line in sector 2. Numbers of 12 typhoon (36 day mean)

##### 2. 颱風通過第三類最終通過線時之距平情況

圖 10 為 18 個此類颱風之 54 日平均距平成圖，圖示太平洋高氣壓在平年位置，較平年為強，九州南方

之高度值較低，與圖 9 情況略同，但本圖之副熱帶高壓脊呈帶狀型為其特性，因此颱風行徑較第二類約西偏 10 度經度。

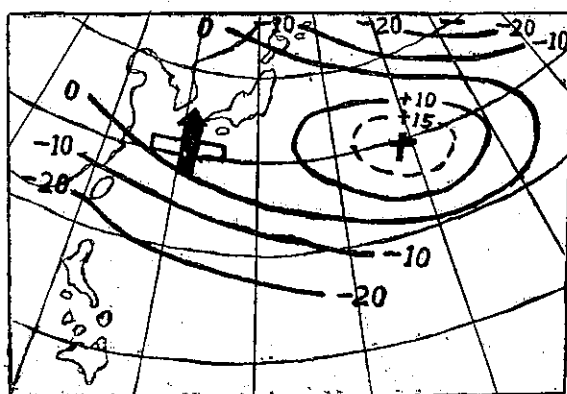


圖 10：通過第三區最終通過線 18 個颱風之距平成圖(54日)

Fig. 10: Composite map at appearance time of typhoon which passed at sector 3. Numbers of 18 typhoon (54 day mean)

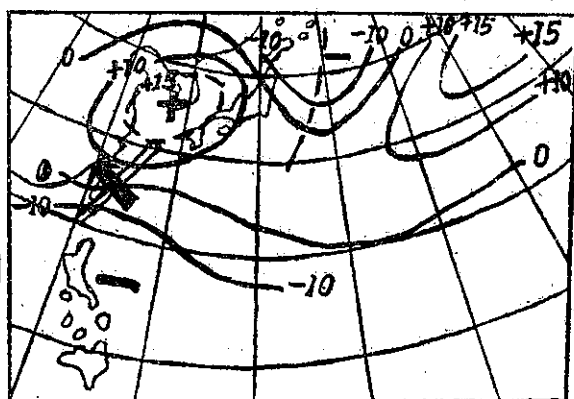


圖 11：通過第四區最終通過線 6 個颱風之距平成圖  
Fig. 11: Same as fig. 10, but for sector 4. Numbers of 6 typhoon (18 day mean)

##### 3. 颱風通過第四類最終通過線時之距平情況

圖 12 所示呈顯著東西帶狀型情況，太平洋高氣壓偏西，位在日本南方海面，本圖為典型的西進颱風距平情況。

#### 四、民國五十四年颱風行徑預報之檢討

表七為民國 54 年度 7 至 10 月間所發生颱風之分類統計。

54 年度 7 至 10 月間共有 20 次颱風發生，其中 7 月有 5 次，8 月有 6 次，9 月有 7 次，10 月有 2 次，7、8 月發生次數與平年同，9 月較平年為多，10 月則急劇減少為平年之半數。

表七：1965年7～9月颱風分類表

Table 7: Classification of typhoon type (July to October 1965)

| 分 類            | Weak (>980mb) |    |           |    |   | Moderate (980~940mb) |     |    |    |   | Strong (<940mb) |   |    |    |   | 計  |
|----------------|---------------|----|-----------|----|---|----------------------|-----|----|----|---|-----------------|---|----|----|---|----|
|                | 7             | 8  | 9         | 10 | 計 | 7                    | 8   | 9  | 10 | 計 | 7               | 8 | 9  | 10 | 計 |    |
| A <sub>1</sub> |               |    |           |    |   |                      | 歐莉美 |    |    | 1 |                 |   |    | 卡門 | 1 | 2  |
| A <sub>2</sub> |               |    | 佛琴尼       |    | 2 |                      |     |    |    |   |                 |   | 貝絲 |    | 1 | 3  |
| A <sub>3</sub> |               |    | 萬達        |    |   | 琴恩                   |     | 雪莉 |    | 2 |                 |   |    |    |   | 2  |
| A <sub>4</sub> |               |    |           |    |   | 哈莉                   |     |    |    | 1 |                 |   |    |    |   | 1  |
| A <sub>5</sub> | 吉達            |    |           |    | 1 |                      |     |    |    |   | 美瑞達             |   |    |    | 1 | 2  |
| B <sub>3</sub> |               |    |           |    |   |                      |     |    |    |   |                 |   | 崔絲 |    | 1 | 1  |
| B <sub>4</sub> |               |    |           |    |   |                      | 瑪麗  |    |    | 1 |                 |   |    |    |   | 1  |
| B <sub>5</sub> |               |    |           |    |   |                      | 羅絲  |    |    | 1 |                 |   |    |    |   | 1  |
| D <sub>2</sub> |               | 開梅 |           |    | 1 |                      | 露西  |    |    | 1 |                 |   |    |    |   | 2  |
| 南 海            |               | 娜定 | 玻莉<br>艾妮絲 |    | 3 |                      |     |    |    |   |                 |   |    |    |   | 3  |
| 其 他            | 艾藏            |    |           |    | 1 |                      |     |    | 黛拉 | 1 |                 |   |    |    |   | 2  |
| 計              | 2             | 2  | 4         | 0  | 8 | 2                    | 4   | 1  | 1  | 8 | 1               | 0 | 2  | 1  | 4 | 20 |

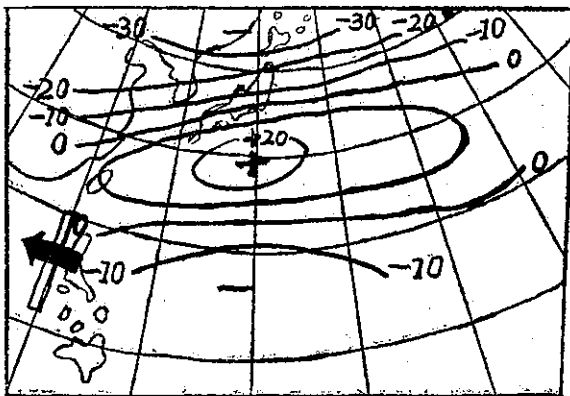


圖12：通過第五區最終通過線18個颱風之距平合成圖  
Fig. 12: Same as fig. 10, but for sector 5.  
Numbers of 6 typhoon (18 day mean)

詳察表七之分類可得下述特性：

(一)侵襲本省之颱風有黛納（6月），哈莉（7月），瑪麗（8月）三次，均發生於A、B兩區。

(二)發展至中度以上之颱風有12次，其中有7次發生於A區約佔半數（58%）。

(三)發生於A區之颱風有10次，其中發展至中度以上者7次（70%）。

(四)四次強烈颱風均發生於A、B兩區。

西北緯20度以北有2次颱風發生，均發生於8月。

(六)發生於D區之颱風有3次，均為D<sub>2</sub>型，向北移近日本。

(七)侵襲本省附近颱風有黛納（A<sub>1</sub>），哈莉（A<sub>4</sub>），瑪麗（B<sub>4</sub>）3次，6、7、8月各佔1次。

以上分析結果與第三章第一節所述預報法則尚符合。

茲將54年度應用三日平均距平圖預測颱風行徑所得結果，擇出發展至中度以上之9個颱風，舉例分別討論如下：

#### 1. 美瑞達（Freda）颱風

颱風美瑞達發生於7月7日，本局預報組於7月8日下午，製作6日至7日之三次0000Z，500mb平均距平圖，預測未來颱風之行徑。（圖13a）。

副熱帶高氣壓中心偏西，位於日本四國南方海面，勢力較平年為強，其伸展於東西方向之副熱帶脊線約在平年位置，呈顯著帶狀型情況，與圖12及圖3h相類似，可知其未來行徑將西進通過第五區。預測路徑如圖13a虛線所示，實線為美瑞達颱風實際路徑。

此例為預測成果最佳者，颱風通過最終通過線時之誤差距離100公里。預測為強烈颱風與實際相符。進行速度之預測以製作預報當日之速度外延為第二天

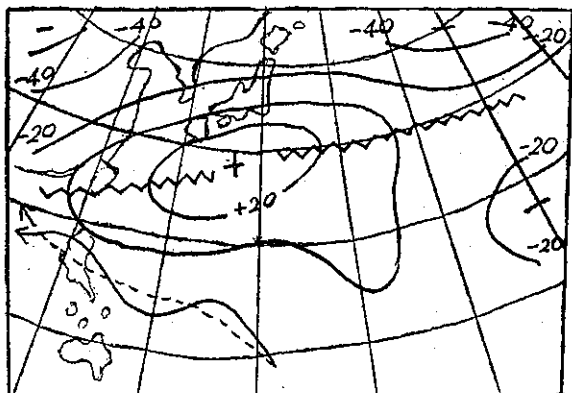


Fig. 13 a Typhoon Freda  
1965, 7, 7

圖13：三日平均距平圖及颱風路徑

Fig 13a~i: 3 days anomaly map typhoon path

之進行速度，第三天以預報日之速度及平年速度之平均值外延，第四天以後則以平年速度外延，結果由於芙瑞達在菲律賓東方海面停留一天以上，因此颱風行至第五區最終通過線時間與預測竟相差幾近二天。

## 2. 哈莉 (Harriet) 颱風

圖 13b 為哈莉颱風發生時之三日平均距平圖。高氣壓中心較平年位置西偏30度經度，具有子午線型與帶狀型兩特性，距平情況與圖 11 及圖 3.g 相類似，可知其未來行徑為通過第四區之颱風。誤差200公里。

強度預測因其行徑右側高度較低，行至 130°E 始進入右側高度較高區域，乃推測為中度颱風，與實際相符。

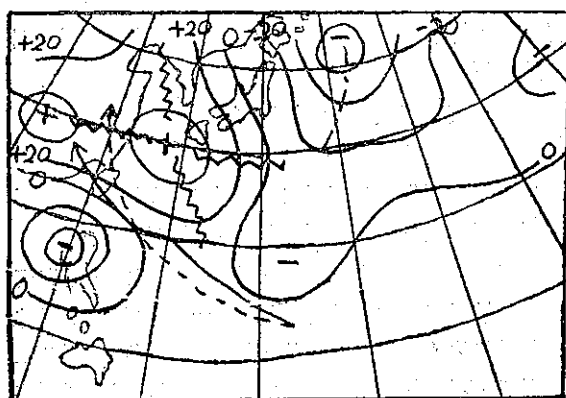


Fig. 13 b Typhoon Harriet  
1965, 7, 20

## 3. 琴恩 (Jean) 颱風

高氣壓中心在日本九州，勢力較平年為強，呂宋

島東部海面有低壓部存在，距平情況呈帶狀型與子午線型兩特性。採用圖 3e 及參照圖 4 g 決定預測路徑如圖所示。強度預測為中度與實際尚符。(圖13c)。

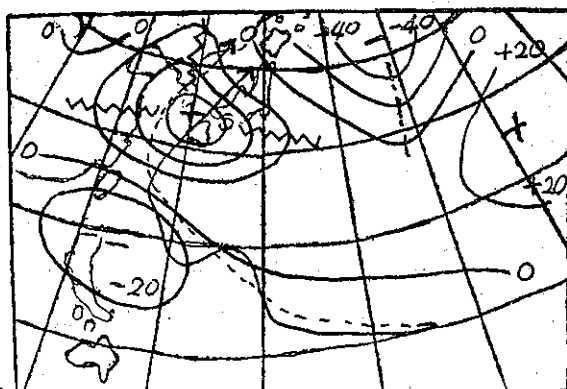


Fig. 13 c Typhoon Jean  
1965, 7, 26

## 4. 瑪麗 (Mary) 颱風

西部日本至黃海一帶有利性孤立高氣壓，距平情況與圖 11 之路徑分類圖極為相似，其未來行徑必將通過第四區。考察其副熱帶脊線伸展情況似具有帶狀型與子午線型兩特性，推測颱風行徑初期將取帶狀型情況下之西進趨勢，於平年轉向點轉向北方進行，8月之平年脊線位置約在北緯26度，以颱風初期預測行徑外延其轉向點將在本省西北方，綜合以上各點分析預測颱風將在本省東北部登陸之可能性較大，預測強度為中度颱風與實際相符。瑪麗颱風之預測路徑與實際路徑頗為接近，準確度極高。(圖13d)。

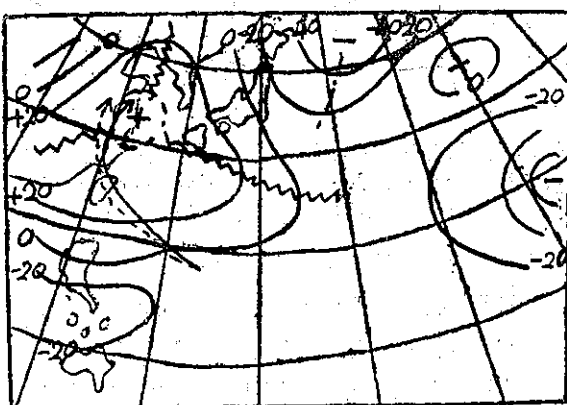


Fig. 13 d Typhoon Marry  
1965, 8, 15

## 5. 歐莉芙 (Olive) 颱風

副熱帶高氣壓脊線顯著偏北，日本海有一孤立高

氣壓，日本東方海面有一顯著槽線南伸至低緯度，北緯22度東經150度海面有龐大低氣壓，顯示間熱帶幅合面（ITC）移至北緯20度以北，距平情況呈子午線型及弱帶狀型，其中緯度以北之距平情況與圖3j所示情況東移10度經度時情況相似，再參照圖4f類型預測其為北上型強烈颱風，如圖13e所示，實際強度為中度颱風，蓋係因如圖所示行徑之右側無足夠使其發展之較高區之故也。（圖13e）。

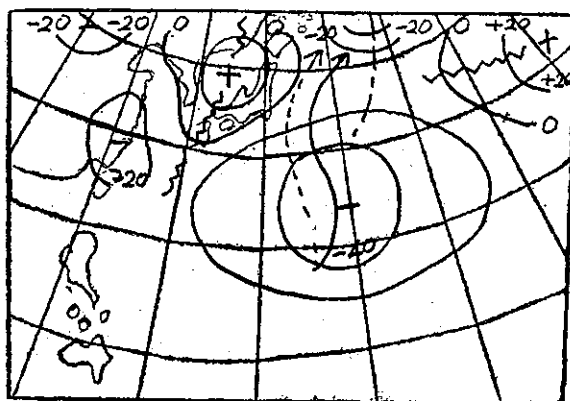


Fig. 13 e Typhoon Olive  
1965, 8, 27

#### 6. 雪莉 (Shirley) 颱風

副熱帶高氣壓較平年為弱，脊線南偏在北緯20度附近，中國東海有一微弱高壓中心，脊線由此向東北伸展，因無此種類型圖可資參考，注意其脊線動向預測行徑如圖13f所示。

初期行徑偏差頗大，颱風接近最終通過線後則頗為相符。強度預測中度尚符。（圖13f）。

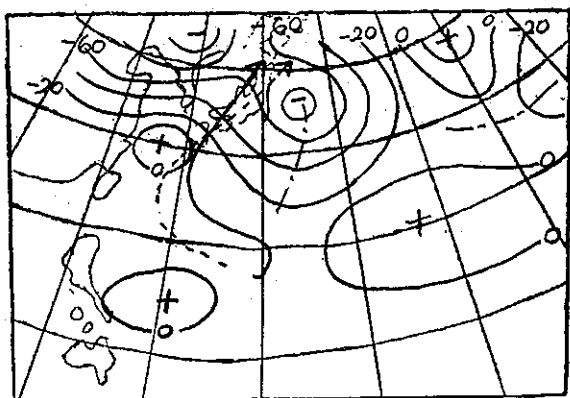


Fig. 13 f Typhoon Shirley  
1960, 9, 5

#### 7. 崔絲 (Trix) 颱風

日本北部有一孤立高氣壓，脊線伸展於東北至西

南向，黃海有顯著低壓區，槽線由此中心向東南伸至低緯度，具有南北型情況。

參照圖5c類型預測行徑如圖13g所示，颱風將沿低緯度槽東側緩慢北移，在高緯度轉向後循圖4b所示路徑進行。（圖13g）。

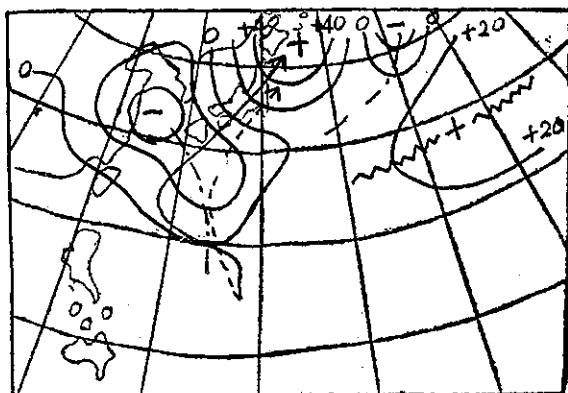


Fig. 13 g Typhoon Trix  
1965, 9, 10

#### 8. 貝絲 (Bess) 颱風

副熱帶高氣壓偏南，脊線在北緯20度附近，不顯明，呈少見之距平情況，預測颱風將視正區中心為右，以80~60度角度橫切等距平線，於脊線位置（20°N）轉向後沿槽線東側向東北進行。實際上颱風發生後二天向西北進行後即沿兩副熱帶高氣壓間之低壓部北移如圖13h所示。預測為中度颱風實際上發展至強烈颱風，貝絲颱風行徑之預測完全失敗。（圖13h）。

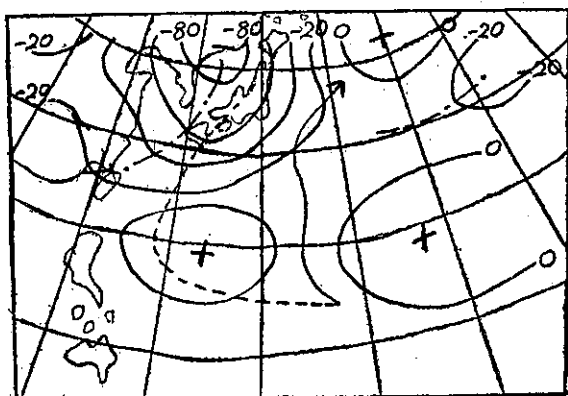


Fig. 13 h Typhoon Bess  
1965, 9, 27

#### 9. 卡門 (Carmen) 颱風

副熱帶高氣壓偏北，較平年為強，顯著脊線向西南伸展，日本東方海面有顯著低氣壓，槽線由此中心

向西南延伸，卡門之距平情況與圖 3 i 所示情況完全相似。颱風將在脊線附近轉向，沿槽線急速北移，如圖 13 i 所示，預測行徑與實際相符，強度預測考慮其北移速度大，發展有限仍決定為中度颱風，實際上發展至強烈程度之颱風。

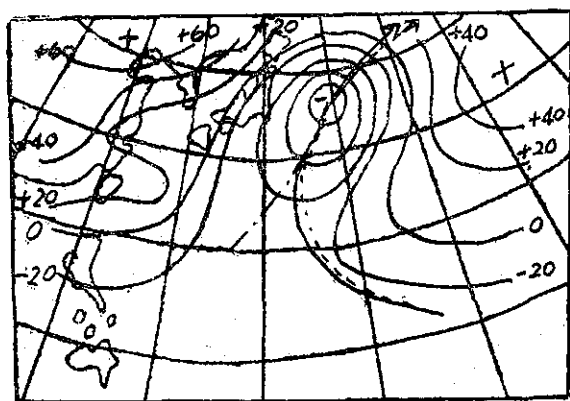


Fig. 13 i Typhoon Carmen  
1965, 10, 3

## 五、結 論

本文因限於篇幅未能詳為舉例印證，但第四節所舉九個颱風行徑預測例，讀者必可體驗到此頗有趣味之相關事實。這些颱風也許有特殊情況以致發生預測之困惑，但筆者相信大多數颱風可依據本文所論各種類型獲得精度極高之展期颱風行徑之預測。本文所論主要結果綜述如下：

(一)表六所分類結果可得如第三章所述預報法則。

(二)圖 3 所示各類型距平圖於颱風發生初期即能利用於預測其未來數日之颱風強度及行徑。

(三)考察圖 3 所示各圖進而明瞭脊線及槽線之型態與颱風行徑之一般預報法則。

(四)如能製作三日平均距平預報圖，可利用圖 6 預測颱風發生之場所。

(五)由於第三章第三節所述，已知距平成圖與颱風

風最終通過線之關係，繪製颱風發生時之三日平均距平圖，可利用第三章第五節最後所述預報法則，預測颱風之未來行徑。

(六)第四章所述民國五十四年度颱風預報之檢討，發現具有高度之類似性，使我等對於利用距平圖預測未來數天颱風動態展期預報之信心大增。

(七)颱風移動速度之預測未臻理想，尚待將來之研究發展。

## 參 考 文 獻

- (1) Ballenzweig, E. M. (1959): Relation of long-period circulation anomalies to tropical storm formation and motion. Jour. Meteo. Vol. 16, pp. 121-139.
- (2) Orgill, M.M. (1960): An investigation into the relationship of monthly circulation indices and anomalies to typhoon development (in the Western Pacific) Scientific Report No. 2 contact No. AP19 (604). U. S. Weather Research Facility. Norfolk, Virginia.
- (3) Ramage, C. G. (1959): Hurricane development, Jour. Meteo. Vol. 16 No. 3 pp. 227-237.
- (4) U. S. Weather Bureau (1952): Normal weather charts for northern hemisphere, U. S. Weather Bureau Tech. Paper No. 21, p. 74.
- (5) 竹永一雄(1960): 颱風長期預報，1960年度全國預報技術檢討報告。日本氣象廳。
- (6) 廖學鎰(1962): 颱風之發生及行徑與北半球大氣環流之特性。臺灣省氣象所專題研究報告第85號，氣象學報第八卷四期。
- (7) 高橋浩一郎(1964): 最近之氣象學 第二集。



# 民國五十五年颱風調查報告

## 第一號颱風裘迪

### *Report on Typhoon "Judy"*

#### *Abstract*

Typhoon Judy was the third tropical storm revolving in the Western North Pacific this year, and it had considerable effects on Taiwan due to the invasion of the storm.

On the morning of 22 May, a tropical depression was discovered in the South China Sea, moving slowly eastward directly toward the Philippine Islands. When it developed into typhoon, its track changed toward the north. On the synoptic chart of 0000Z of 27 May, the storm built its force up to the stage of a typhoon. Beginning from 29 May, the track of typhoon Judy changed its direction gradually toward the northeast, then to the east. She landed north of Kaohsiung and traversed the southern portion of Taiwan. Finally she moved out at north of Taitung into the Pacific and changed her course toward the northeast. This type of typhoon track is rare according to our climatology records.

Although typhoon Judy had become weakened before she hit Taiwan, the banana fields near its path were seriously damaged. Loss was estimated in the amount of 620,000,000 Taiwan dollars.

During the passage of typhoon Judy, six persons lost their lives, ten persons are missing and about three hundred houses had been demolished.

Maximum wind velocity over this island was 26.7m/s reported at Kaohsiung. Continuous rain fell over the whole island after the storm had passed. Hence the rainfall of the storm period can hardly be categorized. As computed to the end of May, most stations in the eastern portions of Taiwan received more than 300mm of rainfall during Judy's passage.

#### 一、前 言

裘迪 (Judy) 爲本(民國五十五年)年內第一次侵襲臺灣之颱風。此一颱風最初生成於南海，5月28日發展爲輕度颱風時，中心位於馬尼刺西方約250哩之洋面上。初向東北，再轉西北，其行踪飄忽不定。29日轉向北進，中心經東沙島附近後再度轉向東北，直逼臺灣。其時威力已增強。由於此種路徑常導致中南部豪雨成災。一時甚爲驚恐。惟至30日，穿越臺灣南部時，竟逕向東行。再轉向東北。未幾即轉爲溫帶氣

旋。故裘迪形成一S形路徑反向穿過臺灣南部，此種路徑極爲少見。

裘迪颱風穿越本省南部時，挾強風暴雨，時當香蕉收割之前，故蕉農受災最爲慘重。但考查裘迪經臺期間各地之風雨並不強烈，蘭嶼風速最大不過每秒32公尺，瞬間風速最大爲每秒35.3公尺。陸上除玉山而外，以高雄爲最大，最大風速爲每秒26.7公尺，臺南永康之最大風速均不足每秒20公尺。雨量最多之大武亦僅291.2公厘。南部災情之重可能因陣風堅勁加以



香蕉負荷太重之故。裘迪過後臺灣各地延續降水形成少之梅雨成災現象。茲將裘迪颱風發生經過及各地氣象情況檢討如下：

## 二、裘迪颱風之發生經過

本（五十五）年之初，氣候殊為反常。由於去年冬季東亞地區氣候相當暖和，而今年春季則殊為寒冷，故颱風之發展亦較往年為遲，直至四月份，在地面天氣圖上始見有颱風發生。第一個颱風為海斯脫（Hester）。至五月中旬，第二個颱風為瑪瑪（Emma）及發生於菲律賓東方海面，穿過菲律賓群島入南海後折向東北，在臺灣之東方經過，本省幸免於難。事先僅發海上警報。23日，瑪瑪消失於日本南方之海上，此時南海又見有小型之熱帶低壓，23日08時，此低壓移至呂宋島之西南方，中心氣壓約為 1005mb。隨後兩日，中心位置雖徘徊不進，惟其範圍擴張，氣壓加深。25日8時，中心氣壓降至 998mb。26日2時，此一低壓終於發展成輕度颱風，命名「裘迪」（Judy），中心在  $13.6^{\circ}\text{N}$ ,  $117.8^{\circ}\text{E}$ ，最大風速約每秒17公尺，中心氣壓經測得為 995mb。6小時後，再度偵測其

中心位置，始悉其向北移行。暴風半徑約 100 公里。26日12時其中心略偏西進行，其時大陸上之弱高壓甫經入海，我國東北有一發展中之低壓，中國本部為微弱之氣壓梯度，自日本、韓國一帶向西南方遞減。

27日8時，裘迪之中心到達  $16.5^{\circ}\text{N}$ ,  $118.0^{\circ}\text{E}$ ，中心最大風速增至每秒35公尺，已發展為中度颱風，以每時8浬之速度向西北進行，中心氣壓降至 975mb。24小時後，中心已至  $18.4^{\circ}\text{N}$ ,  $116.9^{\circ}\text{E}$ ，強度不變，暴風半徑略增。此時中國大陸為弱低壓區。東北部之低壓較深，日本東南之流動性反氣旋頗為穩定，故裘迪有利於改向北進。本局乃發第一次海上警報。

28日20時證知其續向北進，中心到達  $19.6^{\circ}\text{N}$ ,  $116.6^{\circ}\text{E}$ 。中心氣壓測得為 970mb。29日8時，由於海上高壓之移動加速，低壓區位於其東北方。故而裘迪顯然有轉向東北之趨勢，此時臺灣處於關鍵時機。其時 500mb 圖上亦可見低高度中心位於俄屬海濱省，槽線向西南西伸至臺灣海峽，華中及長江下游均有堅勁之西風。臺灣一帶 500mb 面上之風顯示一順鐘向尖楔。此一高壓楔與上述之槽線如稍向東移，則裘迪勢必轉東北而侵襲臺灣。29日8時之地面及 500mb 圖見圖 1 及圖 2。根據美軍之飛機偵察報告：此時裘

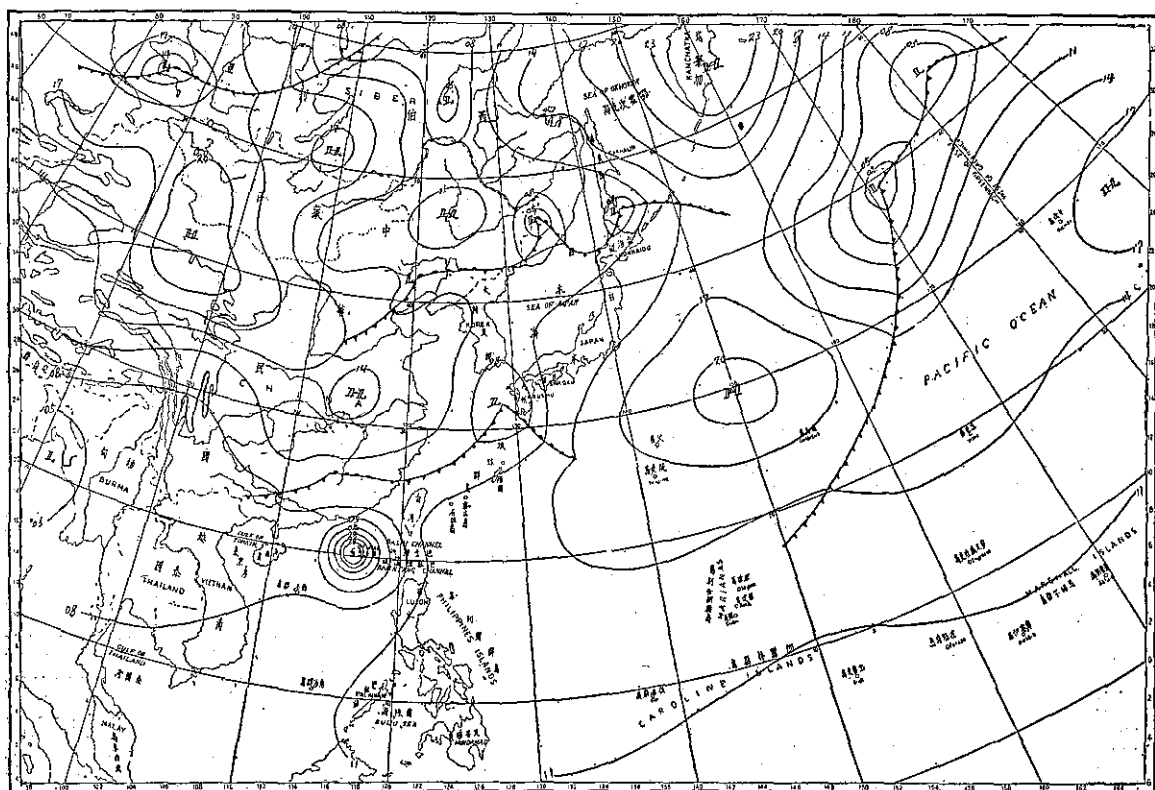


圖 1：民國55年6月29日8時之地面天氣圖

Fig.1: Sea-level chart, 0000GCT, 29 June 1966

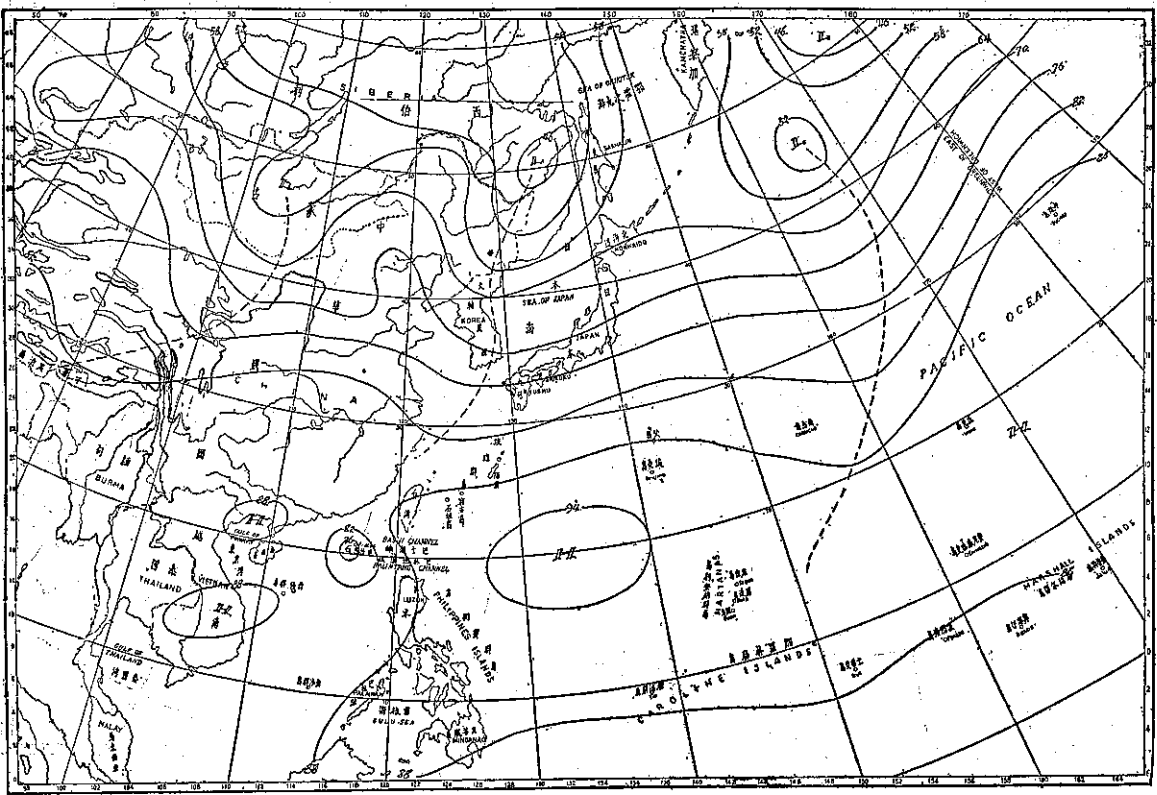


圖 2：民國55年 6 月 29 日 8 時之 500mb 圖

Fig. 2: 500mb chart, 0000 GCT, 29 June, 1966

她之中心最大風速已增至每秒43公尺，每秒15公尺之暴風半徑為200哩（約300公里）。12小時後，中心進至 $21.1^{\circ}\text{N}$ ， $117.2^{\circ}\text{E}$ ，以每小時8浬之速度向東，侵襲本省似已無法避免。當天17時本局發佈第一次海上陸上警報。

30日8時，中心已進入臺灣海峽，位於 $22.2^{\circ}\text{N}$ ， $118.6^{\circ}\text{E}$ 。其時低壓系在日本附近，低槽自此伸出，故如裘迪指向此低槽，勢將繼續順轉。在500mb圖上更為明顯，槽線自日本海東部向西南直指臺灣，此為被侵襲前最不利之形勢，30日8時之地面圖及500mb圖，見圖3及圖4。

當天14時，裘迪已逼近本省西南沿海，向東繼續進行。此時中心氣壓已升高至990mb，最大風速亦已減至不足颱風強度，且仍在低減中。17時半，中心在臺南之北方登陸，據稱岡山一帶見颱風眼，20時之地面天氣圖上，裘迪之範圍減縮至只能圈出一條等壓線，中心最大風速已不足每秒30公尺。臺灣北部則在鋒面系內形成一低壓。

裘迪登陸後，繼續向東進行，大約在30日午夜，中心在臺東之北入海。此後走向逆轉為東北速度加快

，自每時8浬增至17浬。31日8時，中心已抵達 $24.7^{\circ}\text{N}$ ， $123.6^{\circ}\text{E}$ ，最大風速減至每秒20公尺，中心氣壓升高至999mb。6小時後，即併入那霸西北之初生氣旋內。當天10時本局發佈解除警報。裘迪颱風之路徑見圖5。

### 三、裘迪颱風之路徑與天氣圖形勢

裘迪颱風自最初在南海出現小型熱帶低壓之22日14時至最後在31日14時併入溫帶初生氣旋，歷時計9天。此9天之行程大致可以劃分為三個階段：

第一階段為初生之熱帶低壓階段，自22日14時至26日2時，行踪飄忽不定，但概略言之，當為自西向東，初為順轉，繼而逆轉。移動速度約自每時3浬至5浬。

第二階段，其路徑自北北西轉北，時間起自26日2時之正式成為輕度颱風至約29日8時自向北轉為向東。此段期間進行之速度穩定而均勻，每小時約移動5浬至7浬。

第三階段為衰退階段，其路徑為自東轉為向東北。起自中心在東沙島附近之29日8時，迄於最後併入

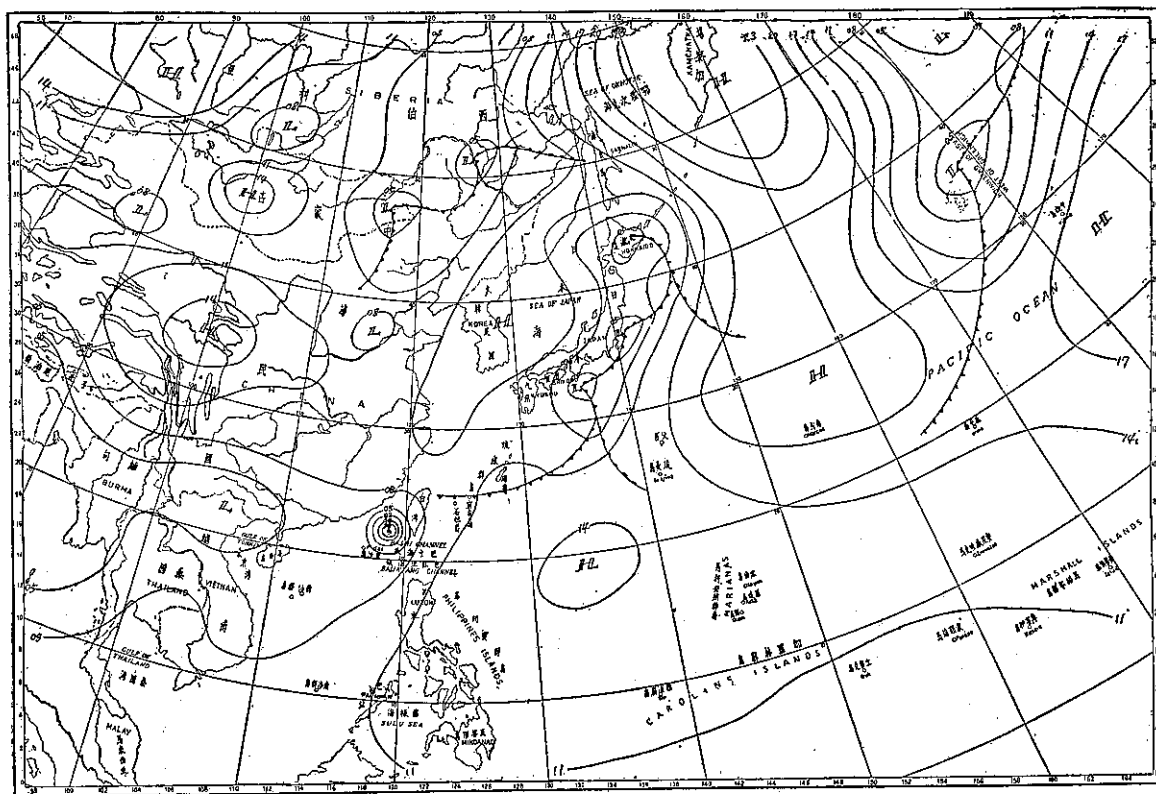


圖 3 : 民國55年 6 月30日 8 時之地面天氣圖  
Fig. 3 : Sea-level chart, 0000 GCT, 30 June, 1966

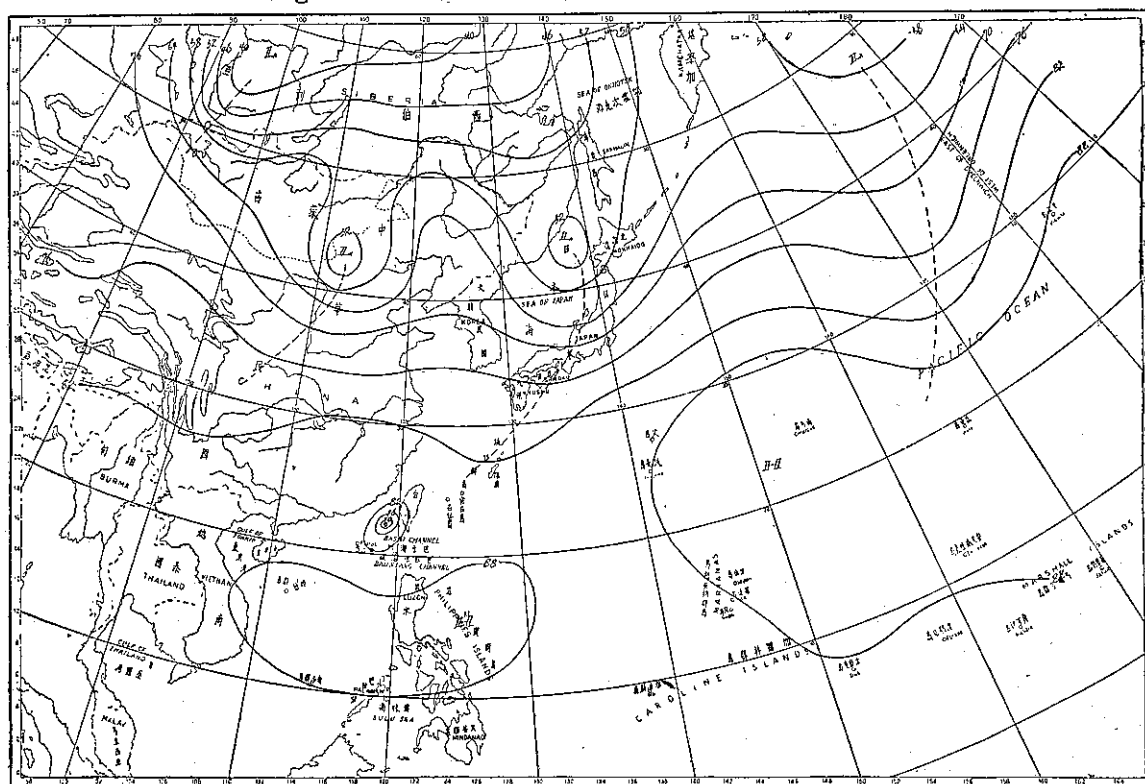


圖 4 : 民國55年 6 月30日 8 時之 500mb 圖  
Fig. 4 : 500mb chart, 0000 GCT, 30 June, 1966

溫帶氣旋之31日14時。此階段之移行速率在穿越臺灣前每時約8哩，再度入海後即增至每時約17哩。中心最大風速則自每秒43公尺減至每秒僅20公尺。

茲將促成麥迪颱風S形彎曲路徑之因素檢討如下：

當22日14時小型熱帶低壓出現在南海之際，該處氣壓梯度至為微弱，此後大約五天之內，季風低壓位於孟加拉灣附近，赤道輻合帶自其中心伸出穿過此熱帶低壓。該低壓乃在 ITC 上游移不定，由於南方之西分風，一般較北方之東分風為強，故在此段期間，其行踪為自西向東緩慢移動。蓋一般地區，ITC 上為東風輻合帶，在加羅林一帶生成之熱帶低壓大都移向西方。惟南海則為季風區 ITC 南方已成為西南風盛行。

26日麥迪發展成輕度颱風之際，黑龍江中游有一範圍相當大之成熟氣旋，日、韓及黃河上游均有淺高壓，其間之淺低槽與北方之氣旋相連，頗有利於麥迪颱風之北進。此種形勢至少保持二天，至28日，高緯度之氣旋群已移至俄屬海濱省，日本東南方之反氣旋開始加速東進，長江流域之氣旋群亦有尾隨入海之趨勢，因此促成麥迪颱風之轉向東北。28日20時之500mb 圖上更為明顯，蓋槽線自韓國伸至臺灣海峽。麥迪勢必追隨此槽線，漸自向北北東而東北再轉為向東。

第三階段為衰退期，始於約29日8時。當時麥迪東北方之低壓群均屬微弱之初生氣旋，整個東亞地區暖氣流顯見衰退。自日本至我國東南部普遍有雨，使氣溫因而降低。此種氣壓梯度微弱之低指數天氣形勢，實有利於其逆轉並加速進入鋒系，趨於消滅。

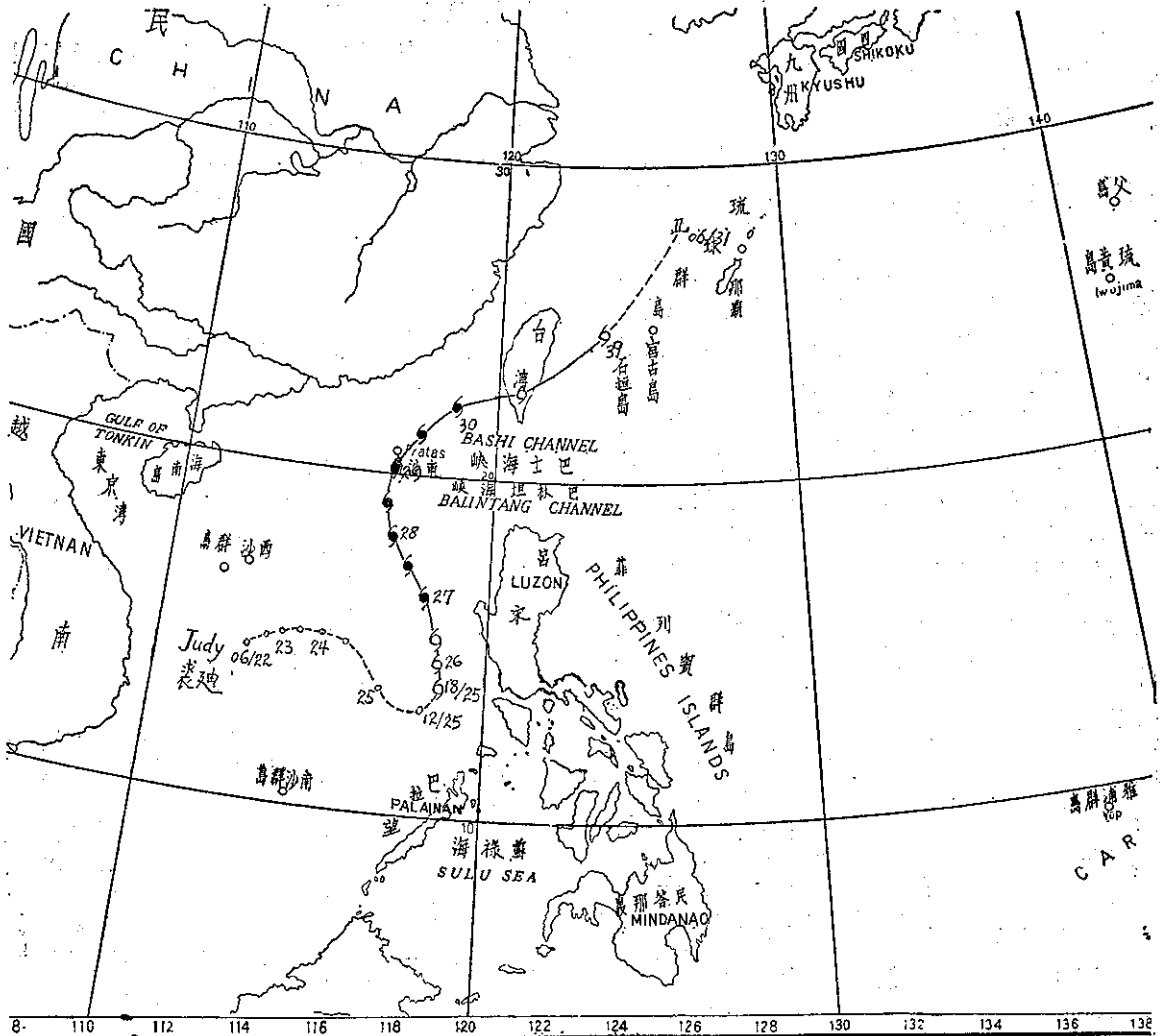


圖 5：麥迪颱風路徑圖

Fig. 5: The track of typhoon "Judy" 22~31, June 1966

根據美軍飛機偵察報告，26日以前裘迪颱風大抵屬穩定狀態，隨後開始北移，27日測得走向西北。28日漸自北北西轉為向北。29日後轉為偏東，當天約20時已轉為東北。30日則自東北轉為東北東，穿越臺灣之後再轉為東北，以迄於消滅。

以移行之速度而論，26日以前移動速度至緩，且屬游移不定。26日至27日每小時移動約3至5哩，28日至29日，速度頗穩定，每時約5至6哩。29日速度略增，每小時約7至8哩，30日上午增至每時10至11哩，下午激增至每時17哩，以迄於消滅。由此可見裘迪颱風移行速度甚有規律，最初穩定，而後緩移，過臺灣後加速進入鋒系而趨消滅。

#### 四、裘迪颱風侵臺期間各地氣象演變情況

裘迪颱風之暴風圈約在29日午夜到達西南海岸，30日夜間20時移出東海岸，故全部侵襲時間尚不足24小時。由於登陸前威力已減退，登陸後更趨衰弱，故各地出現最大風速超過八級（每秒20公尺）者僅玉山、高雄、蘭嶼、東吉島四處，瞬間最大風速超過八級者則有彭佳嶼、基隆、澎湖、新港、永康、臺南、臺東、高雄、大武、蘭嶼、恒春、東吉島等處。此八級以上風維持之時間甚為短暫，距中心最近之高雄亦僅一小時餘。當時出現者為東南風，故推知中心在其北方經過，雨量則以東部及南部較多，均超過200公厘，山區當更大，惜無記錄可為依據。

裘迪颱風橫掃本省南部，使香蕉園蒙受重大之災害，蓋時當收割之前，蕉樹負荷過重。茲將裘迪颱風侵襲臺灣期間各種氣象要素之演變情形說明如下：

##### (一) 氣壓

裘迪颱風之發展期係自5月22日至27日，氣壓逐

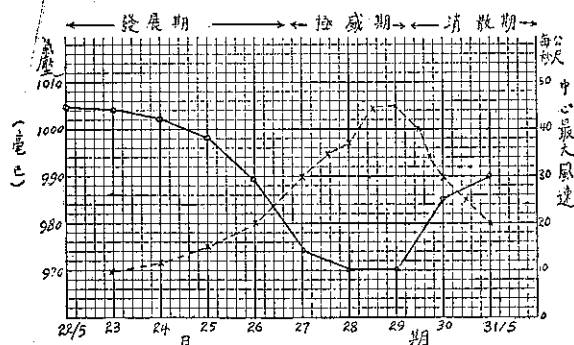


圖6：裘迪颱風中心氣壓及最大風速變化

Fig. 6: The variation of the center pressure and maximum wind velocity of typhoon "Judy"

漸低降，約自1005mb降至975mb。27日至29日為其極盛期，氣壓再降至970mb。29日以後氣壓激升，可見裘迪颱風之加深以26至27日為最著，填充則以29至30最為明顯。其中心氣壓之演變曲線如圖6所示。

由此可見裘迪颱風逼近臺灣西南海岸時正在加速填充階段，故中心經過附近測站所測得之氣壓低降率不若預期之劇烈。高雄自29日午夜起開始緩降，至30日6時降至999.5mb，6小時內尚不足3mb，6至9又微升，11時後始低降較速，至17時降至982.7mb，18時仍維持此數值，但最大風速則在16時出現，此現象頗合颱風眼之原理。高雄出現之海平面氣壓值與裘迪颱風28至29日之中心最低氣壓比較已高出約12mb，可證見其在加速填充中。18時後氣壓激升，至19時上升8mb，隨後1小時上升約7mb。此為移出與填充之聯合後果，隨後即徐緩上升。

臺南永康在中心之北方稍遠，臺南之最低氣壓987.7mb，在30日17時28分出現，永康為991.7mb，在17時30分出現。高雄之氣壓曲線見圖7所示。

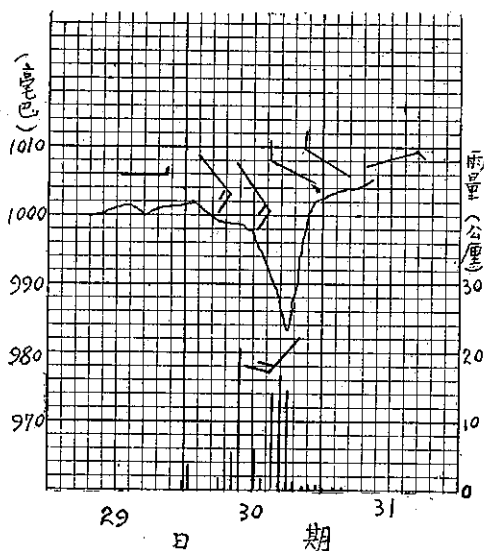


圖7：裘迪颱風過境時高雄測得之氣壓、風向、風速及逐時雨量變化（全翅為10m/s，半翅為5m/s）

Fig. 7: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall which was observed at Kaohsiung during typhoon Judy's passage (whole bar-10 m/s, half bar-5 m/s)

裘迪之中心登陸後越過中央山脈繼續向東推進。由此證知其強度雖在減退，但深度仍頗可觀，未為高山所阻擋，臺東、新港、大武等地氣壓之低降遠較西

南海岸各測站為緩，顯係受山嶺阻擋之影響。臺東30日10時以後開始徐緩下降，晚間20時左右達於最低。最低氣壓990.1mb，出現於20時12分，與高雄之17時相比較，約遲三小時。其氣壓演變曲線見圖8所示，

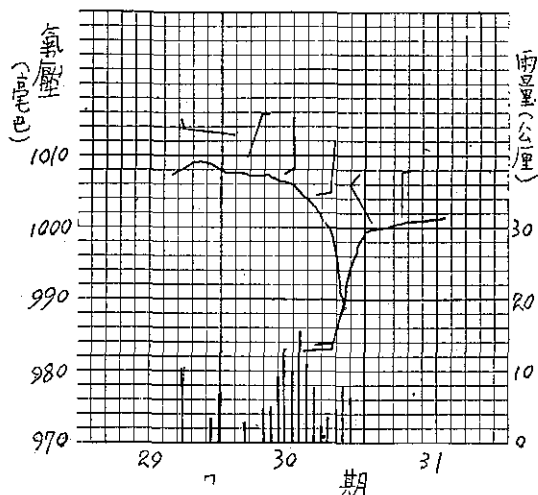


圖8：裘迪颱風過境時，臺東測得之氣壓、風向、風速及逐時雨量變化

Fig. 8: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall observed at Taitung during Judy's passage

圖中可見下降最快在18至20時，上升最亟在20至22時，隨後上升至緩。大武最低氣壓為993.0mb，出現時間在19時25分。新港為994.1，出現時間為21時30分竟較大武遲二小時，顯見其入海轉向東北行進。新港之氣壓變化曲線見圖9。

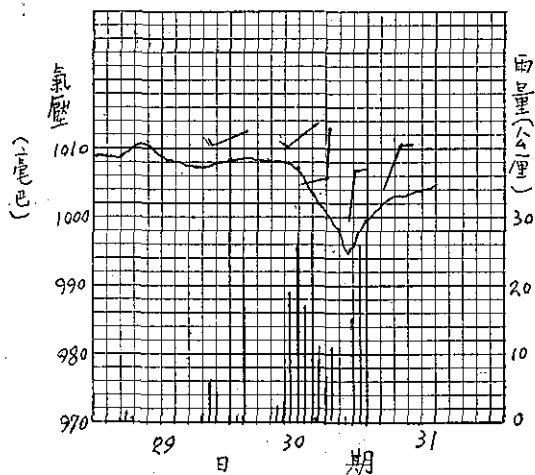


圖9：裘迪颱風過境時，新港測得之氣壓、風向、風速及逐時雨量變化

Fig. 9: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall observed at Hsinking during Judy's passage

圖10為裘迪颱風侵臺期間各地所出現之最低氣壓及其同時分析。圖中可見除裘迪經過地點各地出現之氣壓較低而外，臺灣北部氣壓亦較低，此為動力性副低壓之故。最低氣壓出現時刻之同時分析中可見西南

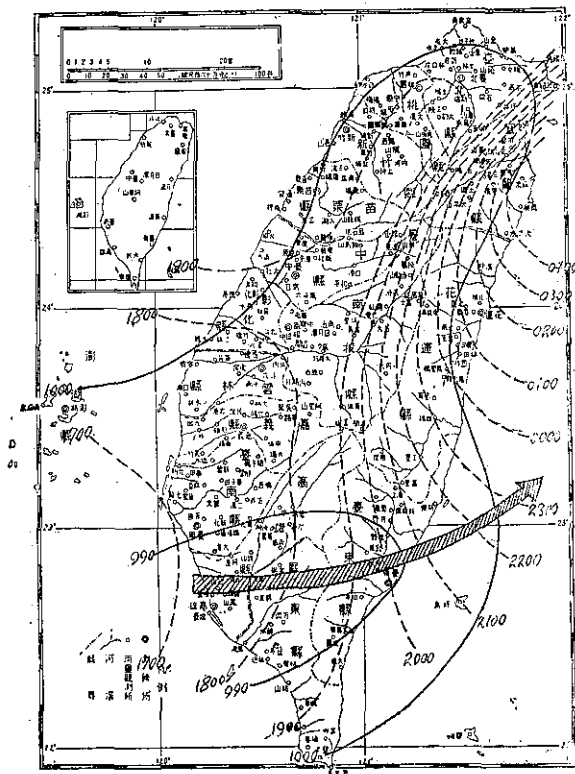


圖10：裘迪颱風侵臺期間各地所出現之最低氣壓及其同時分析

Fig. 10: The distribution of minimum pressure and its isotimic analysis in Taiwan during Judy's passage

海岸最低氣壓大約在17時出現，依次向東北方延遲，宜蘭延至翌(31)日4時始出現最低氣壓，距中心經臺東附近之時間已有8小時。易言之，此時裘迪在宜蘭之東方海上經過，故而氣壓降至最低。

## (二) 風

裘迪颱風侵臺期間正當其本身強度迅速衰減，故各地出現之風速不及預期之強度。距中心最近之高雄，其最大風速僅為26.7m/s，瞬間最大風速則為43.5m/s，均為東南風。以其東南方有山嶺相阻，故地形之減弱作用當為另一因素。高雄風速自29日午夜起即增至10m/s，30日清晨起繼續增強，至下午4時達最大，22.5m/s。在此之前，始終保持為東南風。下午4時以後風速銳減，至19時即已減低至10m/s以

下，風向則自西南轉西，再轉西北，午後已近乎寧靜。高雄之風向、風速演變見圖 7。

臺南及永康之風直至30日14時後始超過 10m/s，較高雄延遲14小時以上，故延續不過 4 至 5 小時，當時之風向亦在 SE~ESE 之間。瞬間最大風速臺南較大，達 34.4m/s。

至於東吉島之風速較強，不僅因在海上，無地形阻擋，且在減弱之前，故雖距中心較遠亦出現27.3m/s之強風，猶超過高雄，當時之風向為北北東。

裘迪之中心雖在臺東附近出海，但風力遠不及高雄，其理由至為明顯，考查臺東之記錄，10m/s 以上之風僅出現30日20時 1 次，當時之風向為 SSW（請參閱圖 8）。新港強風維持較久，自17時至20時均超過10m/s，大部屬南風。其演變情形見圖 9。

此外，蘭嶼一向以颱風經過期間出現強風著稱，此次在臺東附近入海，自不例外，最大風速之32.0m/s 超過高雄，但瞬間最大風速之 35.3m/s，則不及高雄，足見再度入海，其聲勢已遠非昔比矣。

試以圖 6 中美軍測得中心附近之最大風速演變曲線相比較，30日高雄出現者相當接近，臺東則遠較曲線上讀得之數值為低。裘迪颱風經過前後各地重要氣象要素見附表一。

### (三) 降水

裘迪颱風經過臺灣期間各地總雨量所繪成之等雨量線形態如圖 11 所示。圖中可以看出，雨量集中區大致有三區，一為中心登陸地點之北部，該處在裘迪侵臺期間主要為北風，即沿中央山脈南吹，不受氣流過山之「雨蔭」影響；最多量超過 250 公厘；另一區在臺灣東南部中央山脈之東方，除因中心經過外，當裘迪在西岸時氣流有舉升作用。故而雨量豐沛，最多超過 350 公厘，山區當更可觀。尚有一區在濁水溪上游太平山一帶，亦為登陸氣流舉升影響，最多在250公厘以上。

本局所屬各測候所中以大武記錄得之雨量為最多，達 291.2 公厘；其次為恒春、臺東、新港、臺南、花蓮等處，均超過 200 公厘。

此次裘迪颱風過境，臺灣東南部如大武、新港等處早在27日即有相當豐沛之降水，此顯係受裘迪之擲引登陸風增強所引起。臺灣西部則大都自28日開始。至於風暴雨之終止時間則極難劃分，臺北一帶，30日即已中止，但中部、南部及山區則一直延續至六月中旬。嚴格而論，1 日以後似不應作為裘迪颱風之雨量，應視作雷雨，故圖 11 之裘迪颱風總雨量為 5 月27

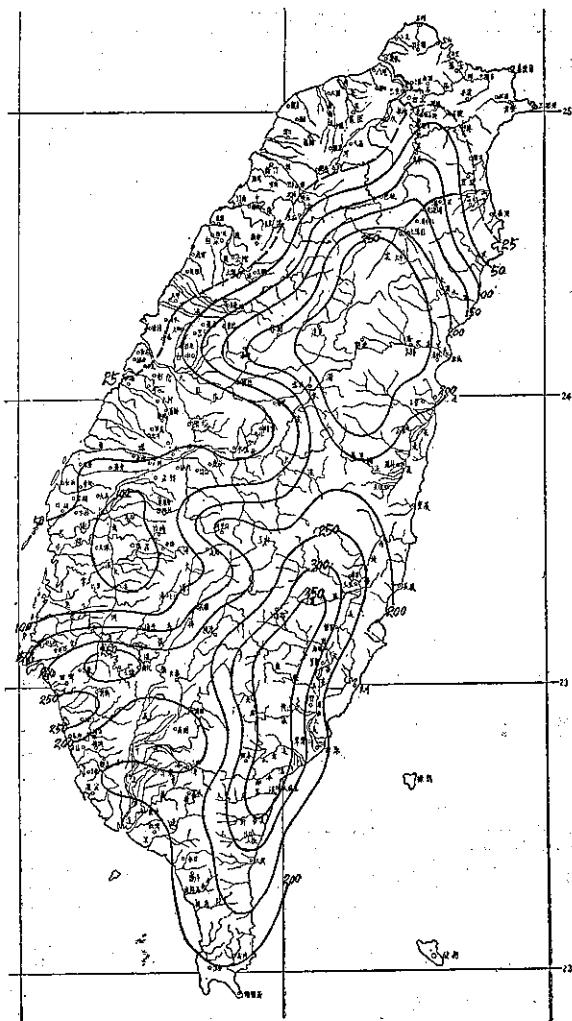


圖11：裘迪颱風過境期間，臺灣等雨量線圖

Fig. 11: The distribution of rainfall in Taiwan during Judy's passage

日起至31日止。

今年六月份上半個月霖雨成災，顯然為裘迪颱風帶來暖濕氣流之故。另一方面，由於裘迪颱風之雨量已使土壤之吸水達於飽和，故隨後之雨量均成為多餘者，此亦為成災之一主要原因。

裘迪颱風經過期間，雨量以西北及東北海岸為最少，4天之總量不足25公厘。

## 五、災情統計

裘迪颱風侵襲臺灣，以高雄、屏東一帶之香蕉園受損最大，據省府 6 月 1 日之統計（見 6 月 2 日新生報）平均受害高達86%以上，被害蕉園廣達 20,858 公頃，損失新臺幣估計達620,000,000元。

南海岸各測站為緩，顯係受山嶺阻擋之影響。臺東30日10時以後開始徐緩下降，晚間20時左右達於最低。最低氣壓990.1mb，出現於20時12分，與高雄之17時相比較，約遲三小時。其氣壓演變曲線見圖8所示，

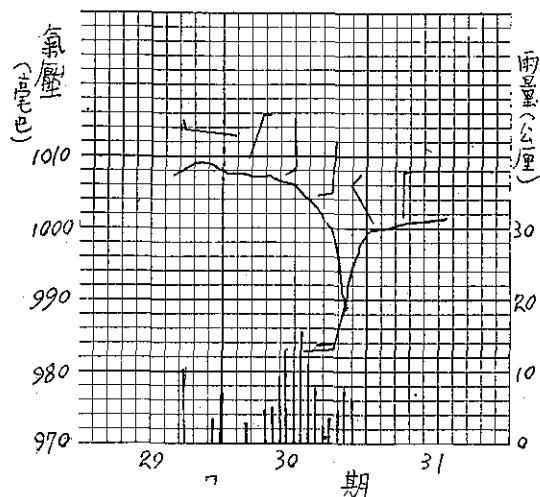


圖8：裘迪颱風過境時，臺東測得之氣壓、風向、風速及逐時雨量變化

Fig. 8: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall observed at Taitung during Judy's passage

圖中可見下降最快在18至20時，上升最亟在20至22時，隨後上升至緩。大武最低氣壓為993.0mb，出現時間在19時25分。新港為994.1，出現時間為21時30分竟較大武遲二小時，顯見其入海轉向東北行進。新港之氣壓變化曲線見圖9。

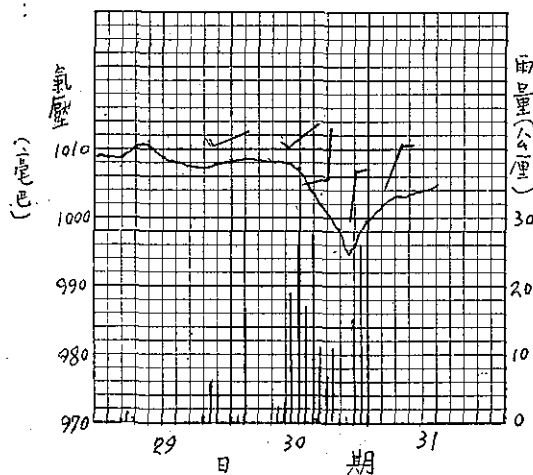


圖9：裘迪颱風過境時，新港測得之氣壓、風向、風速及逐時雨量變化

Fig. 9: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall observed at Hsinking during Judy's passage

圖10為裘迪颱風侵臺期間各地所出現之最低氣壓及其同時分析。圖中可見除裘迪經過地點各地出現之氣壓較低而外，臺灣北部氣壓亦較低，此為動力性副低壓之故。最低氣壓出現時刻之同時分析中可見西南

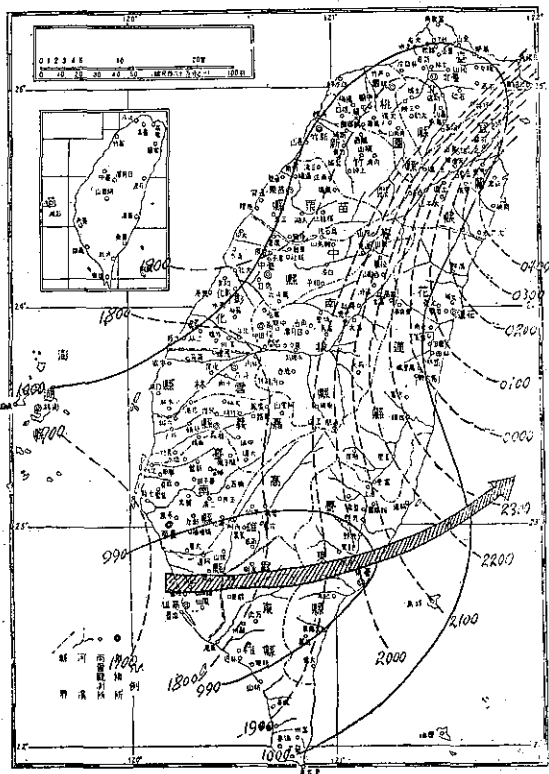


圖10：裘迪颱風侵臺期間各地所出現之最低氣壓及其同時分析

Fig. 10: The distribution of minimum pressure and its isotimic analysis in Taiwan during Judy's passage

海岸最低氣壓大約在17時出現，依次向東北方延遲，宜蘭延至翌(31)日4時始出現最低氣壓，距中心經臺東附近之時間已有8小時。易言之，此時裘迪在宜蘭之東方海上經過，故而氣壓降至最低。

## (二) 風

裘迪颱風侵臺期間正當其本身強度迅速衰減，故各地出現之風速不及預期之強度。距中心最近之高雄，其最大風速僅為26.7m/s，瞬間最大風速則為43.5m/s，均為東南風。以其東南方有山嶺相阻，故地形之減弱作用當為另一因素。高雄風速自29日午夜起即增至10m/s，30日清晨起繼續增強，至下午4時達最大，22.5m/s。在此之前，始終保持為東南風。下午4時以後風速銳減，至19時即已減低至10m/s以



表一：裘迪颱風侵臺期間本局各測候所之颱風報告綱要

Table 1: The meteorological summary of weather stations of TNB during typhoon Judy's passage

| 地 點 | 最 低 氣 壓<br>(mb) | 起 時 |       | 最大風速<br>及 風 向<br>(m/s) | 起 時 |       | 瞬 間  |     | 最 大 風 速 |      |     |       | 雨 總 量<br>計 (mm) | 期 間 |       | 風力6級<br>以上之時間<br>10m/s |
|-----|-----------------|-----|-------|------------------------|-----|-------|------|-----|---------|------|-----|-------|-----------------|-----|-------|------------------------|
|     |                 | 日   | 時 分   |                        | 日   | 時 分   | 風 速  | 風 向 | 氣 壓     | 氣 溫  | 濕 度 | 時 間   |                 | 日   | 時 分   |                        |
| 彭佳嶼 | 1001.5          | 30  | 22 00 | 18.0 ESE               | 30  | 16 00 | 30.0 | SSE | 1001.6  | 24.3 | 92  | 21 20 | 3.9             | 30  | 16 00 | 30 11 00               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 05 00               |
| 鞍 部 | 905.9           | 30  | 20 15 | 16.2 S                 | 30  | 13 30 | —    | —   | —       | —    | —   | —     | 4.3             | 29  | 22 10 | 30 09 00               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 09 00               |
| 竹子湖 | 934.3           | 30  | 19 28 | 6.3 NE                 | 30  | 07 20 | —    | —   | —       | —    | —   | —     | 10.4            | 29  | 19 00 | 31 08 00               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 08 00               |
| 淡 水 | 999.3           | 30  | 20 20 | 15.7 SE                | 30  | 20 10 | 17.2 | SE  | 1001.3  | 30.4 | 66  | —     | 2.5             | 29  | 15 30 | 30 01 30               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 01 30               |
| 基 隆 | 999.4           | 30  | 19 25 | 18.3 SSE               | 30  | 19 40 | 30.0 | SSE | 999.4   | 27.1 | 72  | 19 25 | 0               | 30  |       |                        |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       |                        |
| 臺 北 | 999.6           | 30  | 19 00 | 10.0 SE                | 30  | 13 20 | 15.0 | SE  | 1002.1  | 30.2 | 66  | 13 21 | 1.9             | 29  | 16 00 | 30 23 45               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 23 45               |
| 新 竹 | 999.4           | 30  | 19 15 | 6.0WSW                 | 31  | 03 00 | 7.2  | WSW | 1003.8  | 24.4 | 95  | 24 00 | 16.7            | 29  | 16 35 | 31 04 30               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 04 30               |
| 宜 蘭 | 1000.3          | 31  | 04 30 | 6.2 E                  | 30  | 13 45 | 8.8  | E   | 1004.0  | 26.2 | 88  | 13 45 | 27.5            | 29  | 14 28 | 30 20 20               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 20 20               |
| 臺 中 | 998.8           | 30  | 19 00 | 3.0 N                  | 30  | 20 00 | 8.8  | NNW | 999.3   | 27.7 | 83  | 17 30 | 41.4            | 29  | 12 50 | 31 04 20               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 04 20               |
| 花 蓮 | 1000.4          | 31  | 01 38 | 7.3 SSE                | 30  | 19 10 | 10.0 | S   | 1004.7  | 25.1 | 95  | 19 35 | 217.7           | 28  | 02 10 | 30 23 45               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 23 45               |
| 日月潭 | 889.7           | 30  | 19 00 | 5.7 N                  | 30  | 20 40 | —    | —   | —       | —    | —   | —     | 7.1             | 30  | 21 00 | 31 04 18               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 04 18               |
| 澎 湖 | 998.1           | 30  | 17 00 | 17.2 N                 | 30  | 17 00 | 22.8 | N   | 998.1   | 23.8 | 93  | 16 55 | 83.1            | 28  | 20 02 | 30 22 55               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 22 55               |
| 阿里山 | 755.1           | 30  | 18 45 | 9.2 NW                 | 30  | 23 30 | 13.5 | NW  | 760.6   | 12.8 | 100 | 23 30 | 155.3           | 30  | 04 15 | 31 04 30               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 04 30               |
| 玉 山 | 635.4           | 30  | 19 00 | 23.7 ESE               | 30  | 12 00 | —    | —   | —       | —    | —   | —     | 222.1           | 29  | 10 22 | 31 09 00               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 09 00               |
| 新 港 | 994.1           | 30  | 21 30 | 15.0 SE                | 30  | 20 47 | 20.0 | SE  | 994.7   | 24.5 | 97  | 20 45 | 228.3           | 28  | 06 50 | 30 21 40               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 21 40               |
| 永 康 | 991.7           | 30  | 17 30 | 18.9 S                 | 30  | 16 00 | 25.5 | S   | 994.7   | 23.6 | 99  | 15 55 | 201.9           | 30  | 01 15 | 30 24 00               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 24 00               |
| 臺 南 | 987.7           | 30  | 17 28 | 16.7 SE                | 30  | 15 30 | 34.4 | ESE | 990.7   | 23.8 | 97  | 16 25 | 218.7           | 29  | 14 28 | 31 03 30               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 03 30               |
| 臺 東 | 990.1           | 30  | 20 12 | 14.3SSW                | 30  | 19 50 | 22.1 | SSW | 992.3   | 24.6 | 97  | 19 48 | 229.3           | 27  | 11 20 | 30 20 23               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 20 23               |
| 高 雄 | 982.7           | 30  | 17 30 | 26.7 SE                | 30  | 15 30 | 43.5 | SE  | —       | —    | —   | 15 50 | 104.8           | 30  | 00 56 | 30 23 30               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 23 30               |
| 大 武 | 993.0           | 30  | 19 25 | 15.0 SW                | 30  | 19 00 | 25.4 | SW  | 993.0   | 23.8 | 98  | 19 25 | 291.2           | 28  | 10 05 | 30 05 32               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 05 32               |
| 蘭 嶼 | 1001.4          | 30  | 19 32 | 32.0WSW                | 30  | 20 20 | 35.3 | WSW | 1001.8  | 23.0 | 99  | 20 10 | 52.8            | 30  | 08 30 | 30 08 05               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 08 05               |
| 恒 春 | 1002.1          | 30  | 18 30 | 12.0 SW                | 30  | 20 10 | 20.0 | SW  | 1002.9  | 24.3 | 98  | 17 40 | 231.8           | 29  | 16 39 | 31 06 15               |
|     | *               |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 06 15               |
| 鹿林山 | 728.7           | 30  | 19 00 | 7.3 W                  | 30  | 21 20 | —    | —   | —       | —    | —   | —     | 92.9            | 30  | 06 00 | 31 06 00               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 31 06 00               |
| 東吉島 | 993.3           | 30  | 16 30 | 27.3 NNE               | 30  | 17 00 | 31.0 | NNE | 994.0   | 25.0 | 96  | 16 50 | 113.9           | 29  | 11 33 | 30 23 45               |
|     |                 |     |       |                        |     |       |      |     |         |      |     |       |                 |     |       | 30 23 45               |

\* 測站氣壓

另據省警務處防颱中心調查（見6月1日新生報）：此次襲迫颱風過境，除南部高雄、屏東地區略有損失外，其他各縣市均無重大災害發生。該中心接獲之災情報告如下：死亡6人（高雄市2人、高雄縣4人）；失蹤10人（高雄縣5人、屏東縣5人）；重傷4人（高雄市2人、屏東縣2人），輕傷10人（屏東縣5人、高雄縣4人、高雄市1人）。房屋全倒296間（高雄縣155間、高雄市60間、屏東縣73間、臺南市8間）。半倒689間（高雄縣401間、高雄市98間、屏東縣176間、臺南市14間）。以上倒塌房屋多係木、磚、竹造之簡陋房屋及違章建築。

交通方面：公路僅東部幹線或因溪底便道淹水或

因坍方而交通中斷。鐵路方面縱貫線一度因臺南風雨鐵路淹水而停開。據臺灣省鐵路管理局之統計全部損失計4,949,502元。船舶方面高雄港壽山海面巴拿馬籍天寶號一萬噸級貨輪觸礁擱淺，所運水泥一萬噸均浸水。另有十噸木壳漁船二艘及22噸漁船一艘沉沒。高雄港有5艘漁船受損。

襲迫颱風為本年內本局所發之第2次颱風警報，第1號海上颱風係於5月28日10時30分發佈，海上及陸上颱風警報則在29日17時發佈。警報解除則在31日10時。全部警報時間為3天，陸上警報為41小時，不足2天。（戚啓勳）

# METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



## CONTENTS

### Articles

- A Test of the Arakawa New Method of Forecasting  
Typhoon Movement and Surface Pressure in 1965  
.....CHI KE-HSUN .....( 1 )
- On the Three Days Prediction of Typhoon Movement  
in the Far East ..... HSU CHIN-HUAI .....( 14 )
- A Study of the Atmospheric Ozone and the Weather  
.....YUAN-HENG WEI.....( 26 )
- An Investigation into the Relationship of 3-days  
Circulation Anomalies to Typhoon Formation  
and Track in the Northwestern Pacific  
..... PANG-CHIE CHENG .....( 34 )

### Report

- Report on Typhoon "Judy"  
.....TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU.....( 49 )

TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei,

Taiwan, China.

# 氣象學報

季刊

第十二卷 第三期

## 目次

### 論述

強大之西南氣流及其伴來之氣團與八七水災之降水……徐寶箴……( 1 )

臺北國際機場跑道風之研究……周明德……( 9 )

### 報告

民國五十五年颱風調查報告 (第二號 颱風 蒂絲)……臺灣省氣象局……( 20 )

民國五十五年颱風調查報告 (第三號 颱風 寇拉)……臺灣省氣象局……( 28 )

民國五十五年颱風調查報告 (第四號 颱風 艾爾西)……臺灣省氣象局……( 36 )

# 氣象學報

(季刊)

第十二卷 第三期

主編者 臺灣省氣象局氣象學報社

地址 臺北市公園路六十四號

電話：二四一四一

發行人 劉大年

社長 劉大年

電話：二二八四〇

印刷者 文英印書公司

地址 臺北市三水街七號

電話：三四七二四

中華民國五十五年九月出版

# 強大之西南氣流及其伴來之氣團 與八七水災之降水

徐寶箴

*Strong South West Flow Advecting Moist and Unstable  
Air Caused the Flood in Central Taiwan Starting  
in the Evening of 7th August 1949*

*Abstract*

*Hsu Pao-chin*

Theoretically strong south west air current bringing along with moist and unstable air mass and being forced aloft by mountain Range can cause heavy rain. Southern  $2/3$  part of Central Mountain Range in Taiwan are oriented from north to south with some branches extending toward west over the northern-area of Changhwa Taichung and Pintung County. The northern part of the Central Mountain Range extends from south west toward northeast direction. As indicated by the Tung-Kang Raob data there was strong south west flow prevailing from surface to 500 mb level during 6th through 9th of August 1949. Those south west air currents met central and southern part of Central Mountain Range and caused heavy precipitation, especially over the area around Pintung and Changhwa County. This fact is in line with the distribution of rainfall recorded during that period of time. It began over Pintung area on 6th and ended over the same region on 9th. During the 48 hours period of time from 7th to 8th, the heaviest rainfall was recorded over central Taiwan.

As to the question why was the flood the severest over central Taiwan and why did it start downpour from 7th evening, there are three reasons as follows:

1. As indicated by the Raob data of Tung-Kang, 1200Z Aug., 7th 1949, the south westerly wind became increasingly stronger and brought along more moist and unstable air. This kind of air mass met with the highest central part of Central Mountain Range and the extending westward branches to the North of Changhwa naturally causing the heaviest precipitation.

2. The strong south westerly wind flowing over irregular mountain branches can make many eddies which increase rainfall and will travel with the wind. These eddies will slow down when they arrive at Changhwa and Taichung area owing to the barrier of westward branches.

On the evening of the 7th of August 1949 there came much further more stronger south westly wind bringing along very much more moist and unstable air mass. This would cause bigger and many more eddies. A large number of such eddies concentrated over central regions of Taiwan and caused a lot of rainfall.

3. From the continuity of the upper air trough and the surface pressure and temperature readings we know that a weak trough was coming near central Taiwan during the evening of 7th. This trough may make some contribution to the heavy rainfall overthere.

All the above reasons are due to extraordinarily strong convergence over that special region and during that special time in addition to the incoming of unusual moist and unstable air mass.

## 一、引 論

聯合國與本國合作從事防颱防洪計劃，已於55年12月24日簽字。作者參與其事，第一個想到之問題，臺灣之洪水災害，除颱風外，尚有那些天氣之降水可以造成。48年8月7日下午開始之中南部豪雨，造成臺灣近70年來未有之嚴重水災。其原因為何，迄無定論。關於該次水災降水之原因，曾有若干論著加以討論。有人以該次降水歸咎於來自南海之小低氣壓，有人認為由於西南氣流，也有人以為是高空槽，更有人再加入氣候因素。惟獨缺乏作氣團之分析。而一般說法，以為該次水災，係由於南海來之小低壓，實則該次降雨共為期連續4天，水災之範圍廣達中南部13縣市，不論以時間及地區言，均非生命短暫及範圍狹小之小型低壓所能造成，僅以臺中之紀錄言，自7日夜晚至8日午後，雷雨持續之時間已達20小時以上。作者曾於48年11月之空軍技術月刊第38期中，為文作該次水災之氣團分析，當時因為限於資料缺乏，若干問題尚未能作進一步之研探。居住南部多年，深感潮濕與不安定之西南氣流，可造成南部地區之暴雨與洪水，此種暴雨影響中南部地區之交通、農事、水利及其他經建措施甚大，特再搜集有關資料，予以分析及檢討，以提供防颱防洪計劃及其他同好之參考。

## 二、西南氣流降水之理論依據

### (一) 西南氣流降水之動力原因

$$\text{按照旋率原理} \quad \frac{f+Z}{D} = K$$

上式中之  $f$  為  $2\Omega \sin \theta$ ， $\Omega$  為地球轉動角速度， $\theta$  為緯度。 $Z$  為旋率， $D$  為空氣層之厚度， $K$  為常數。按照上式，可知空氣向北方進行時， $f$  值變大；氣流

成氣旋型時  $Z$  值亦增大；此時  $D$  值亦必增大。 $D$  值增大，是為空氣層輻合。如西南氣流反氣旋型彎曲，是上式之  $f$  值增大  $Z$  值減小，此時是否能生輻合，就不一定。當颱風離去臺灣，其中心位置在東海、韓國或日本南方海面一帶時，臺灣常在氣旋型之西南氣流中，按照上述理論，此種氣流必有強烈之輻合。

臺灣中南部之中央山脈，其走向為南北向，彰化及臺中以北一帶且有東西走向之支脈，強大西南氣流遇到此部份山脈及支脈，必將被阻沿山上升而凝結及降水，如此時又有高空槽及時到達，更將為該地暴雨之大好機緣。臺中以北之山脈走向，偏向西南至東北，與西南氣流近似平行，抬升之作用不大。

### (二) 西南氣流降水之熱力原因

來自西南方之空氣，大多發源於或變性於熱帶或赤道之洋面，其秉性為溫度高及含水汽多。如情況適宜，豐富之水汽可攜帶至數萬呎之高空，致相對濕度甚大。颱風後方之西南氣流，多屬此種氣團，高溫、重濕，呈對流性及條件性不穩定之空氣層甚厚。颱風之組織可達數萬呎以上，故上述之特性亦可高達數萬呎。此種氣團如一旦有某種原因被抬升，即數萬呎之空氣層均將變為不穩定而發生猛烈之對流而降豪雨。此外如菲律賓地區有暖性高氣壓增強，使臺灣地區之氣壓梯度甚大，亦可有強大之西南風，並攜帶來更溫濕及更不穩定之氣團而造成豪雨。

## 三、八七水災之降水及災區分佈

### (一) 災區之分佈

中央山脈以西之中南部地區自7日下午開始，大都有猛烈之大雨。由於臺灣各溪流之坡度均甚陡，一夕傾盆大雨，倉卒之間便成激流，洪水泛濫，堤防被毀。大肚溪、濁水溪、北港溪、曾文溪、鹽水溪、八

掌溪、急水溪等流域及嘉南大圳或堤防潰決，或護岸塌毀，或渠道冲壞，其中以大肚溪與濁水溪兩河流域之災情最重。

## (二) 地區分佈

此次降水，以全臺灣紀錄觀之，其經歷之時間，自6日開始至9日為止，共為期4天。以地區言，此次降水，大多在中央山脈西方之中南部地區。北部及東部地區降水甚少。6日之降水重心在南部高屏一帶，雨量在200公厘以上。7及8日之降水重心在中部彰化、斗六一帶，兩天雨量在1,000公厘以上。9日之降水重心又回至南部，降水在100公厘以上，如圖1、2及3所示。

總觀此次降水之特點如下：此次降水共連續4天

，最大降水在中部，開始與最後降水之重心均在南部高屏一帶。

## 四、地面及高空天氣圖情況略述

艾倫颱風5日在琉球轉向北移後，7日0000Z之中心位置在北緯31.5度，東經128.1度，約在韓國南方之海面上，最大風速每時80哩，暴風半徑150哩，向東北移行，每時10哩，其西南方之等壓線，形成一低壓槽，槽線通過臺灣北部。該日0000Z 500mb高空圖，艾倫颱風位於日本西南部，亦有一槽線自該颱風中心向西南伸張經過臺灣北部，如圖4及圖5所示。7日1200Z，該艾倫颱風已漸遠去，其原在臺灣北部之槽線已甚形衰弱，地面天氣圖中已不顯，惟在桃園之高空風紀

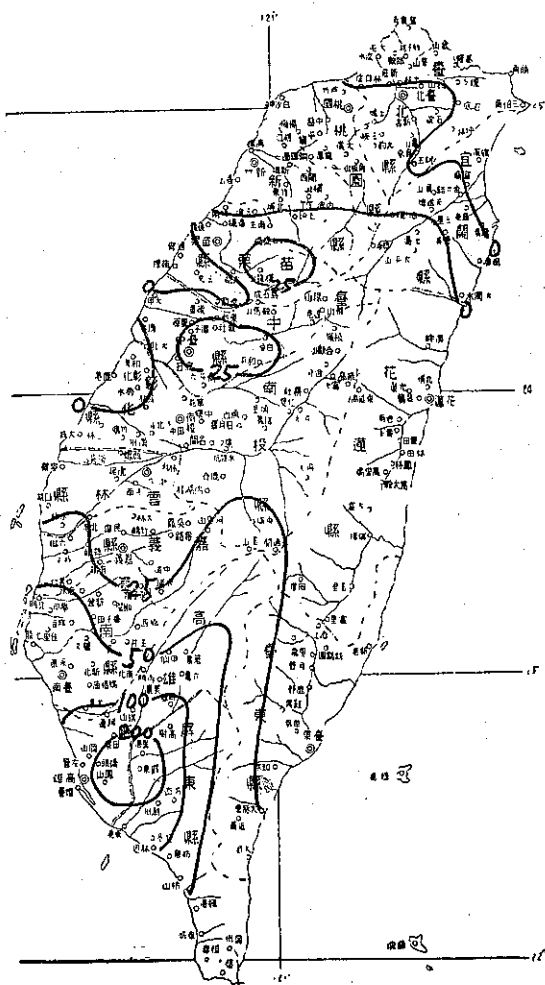


圖1：48年8月6日降水量

Fig.1: The distribution of rainfall  
Aug. 6th, 1959.

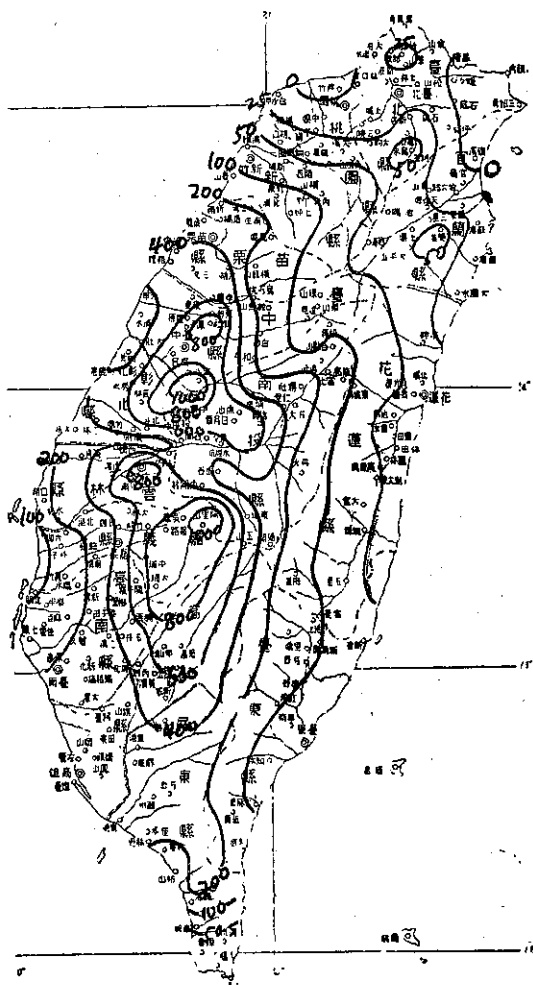


圖2：48年8月7,8兩日降水量

Fig.2: The distribution of rainfall  
Aug. 7-8th, 1959.

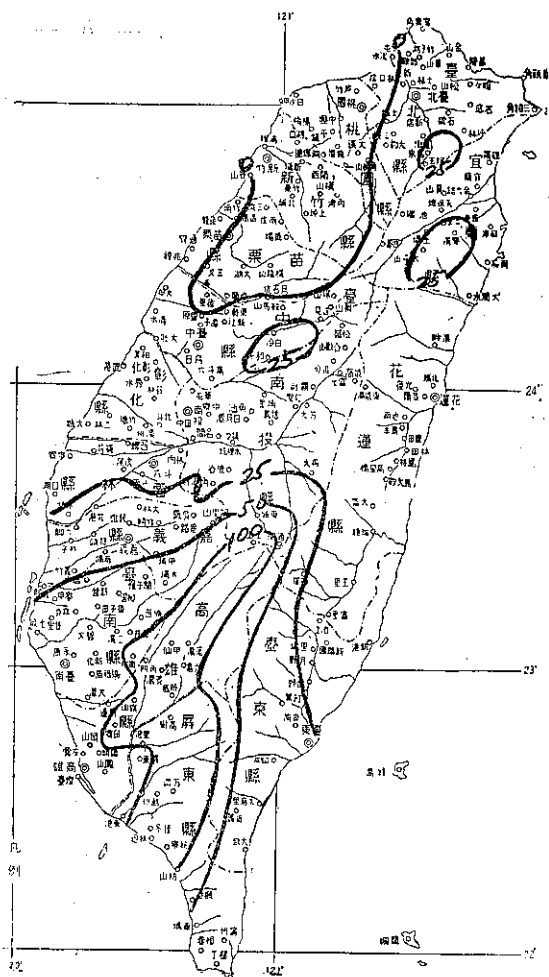


圖 3：48年8月9日降水量

Fig.3: The distribution of rainfall  
Aug. 9th, 1959.

錄中尚可識辨其存在之踪跡，圖10中7日 1200Z 風之垂直分佈，自地面至500mb均風向不定，風力微小，是表示該槽已離去桃園。

按7日1200Z 之天氣圖，如圖6所示，北方是艾倫颱風向東方離去，南方是原在菲律賓一帶之暖性高氣壓增強。由表一可知恒春、亞巴利 (Aparri) 及達旦架斯(Didiangas)等三處之海面氣壓，前者稍減少，後二者增加。又如表二所示，比較 6, 7 兩日各等壓面之高度變化，東港與克拉克等壓面均變高，惟前者增加較後者為少。按兩表之紀錄均表示菲律賓與臺灣間之各層氣壓梯度增加，此與東港高空風之增強相符。

8日及9日兩天臺灣均在以菲律賓為中心之高氣壓勢力控制之下，地面與空中均盛行西南風，如圖7及

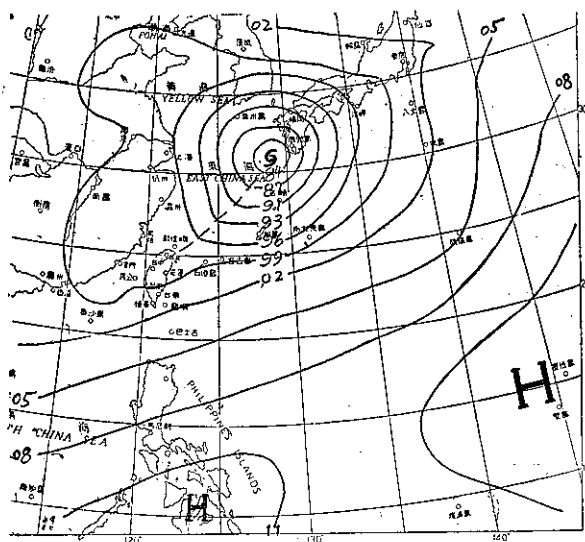


圖 4：48年8月7日0000Z地面圖

Fig.4: Surface chart Aug., 7th,  
1959. 0000Z

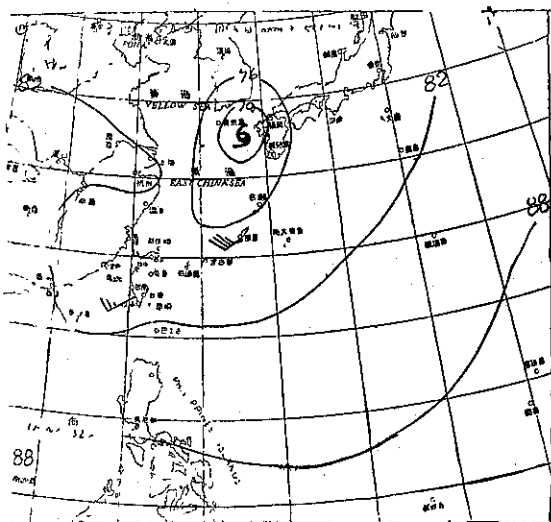


圖 5：48年8月7日0000Z 500mb圖

Fig.5: 500mb chart, Aug., 7th,  
1959. 0000Z

圖 8 所示。

## 五、探空資料分析

### (一) 高空風分析

圖 9 及圖10為東港及桃園兩地6日至9日之高空風時間剖面圖，由圖10可知桃園各高度自6日至9日大多吹西南風，惟有7日 1200Z一次紀錄自地面至 500mb 風向不定，風力甚少。與上節所述地面及高空天氣圖



表一：海面氣壓比較表 (1200Z)

Table 1: Sea level pressure comparison (1200Z)

| 日期 | 恒 春<br>mb | 亞 巴 利<br>Aparri (mb) | 達 旦 架 斯<br>Didianguas (mb) |
|----|-----------|----------------------|----------------------------|
| 六日 | 1030.3    | 1004.2               | 1011.5                     |
| 七日 | 999.9     | 1007.2               | 1012.0                     |

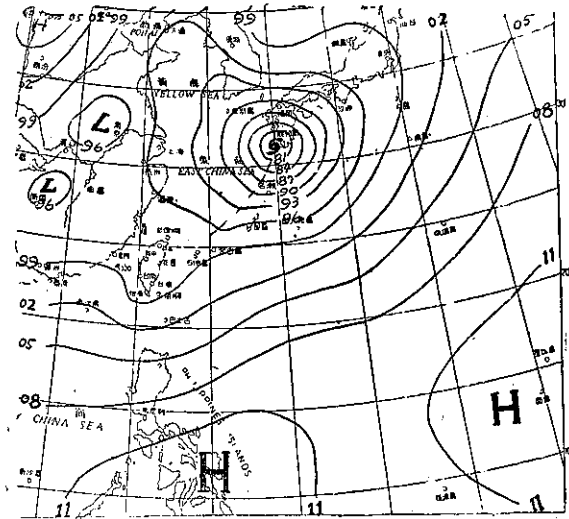


圖 6：48年8月7日0000Z地面圖

Fig.6: Surface chart Aug., 7th, 1959 0000Z.

表二：高空等壓面高度比較表

Table 2: The height comparison of various constant pressure levels

| 地名<br>日期<br>等壓面 | 東 港    Tung kang |         | 克 拉 克    Clark |         |
|-----------------|------------------|---------|----------------|---------|
|                 | 6日1800Z          | 7日1200Z | 6日0000Z        | 7日0000Z |
| 500mb           | 28090            | 28220   | 28720          | 28830   |
| 700mb           | 10690            | 10700   |                |         |

，7日0000Z以前之西南風當為槽線前方之風，7日1200Z之風，當為該微弱槽線經過之徵象，8日以後之風當為來自高壓之風。

由圖9可知東港此4日中自地面至500mb均盛行西南風，而於7日尤特別加強，風速自每時15哩增至每時40及50哩，8日及9日之風速仍在每時30哩以上，尤以700mb以上為顯著。由東港高空風之紀錄，可以推知臺灣之中南部於該4日中亦將吹西南風。以臺灣之中部言，至少7,8兩日在700mb高度附近應有強大之西南氣流。

如此次降水係因強大之西南氣流遇高地及山坡被抬上升而引起；即降水應自6日之南部開始，7,8,9等

3日向北延及中部各地區，此與前述此次水災降水之

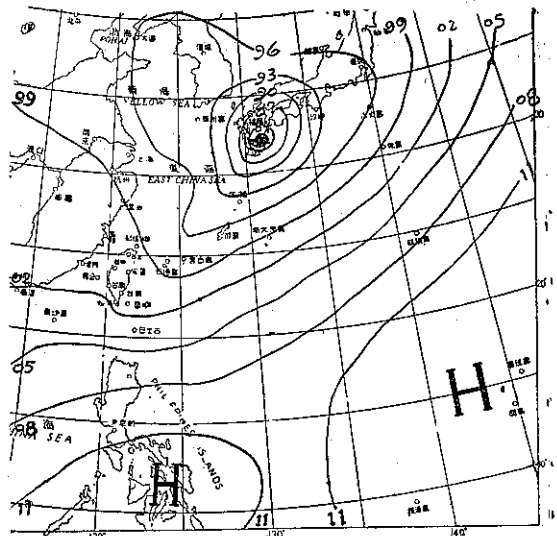


圖 7：48年8月8日0000Z地面圖

Fig.7: Surface chart Aug., 8th, 1959 0000Z.

分佈相符合。至7日午後中部之降水特別強大，當與該日西南氣流特別增強有密切關係。

#### (二) 氣團分析

氣團之秉性與一地之降水有密切關係，同一種氣壓型，因氣團不同，可有頗不相同之天氣。有關八七水災天氣之論著甚多，但絕少論及氣團與該次降水之重要關係。檢視東港48年8月5至7日之探空紀錄如表三至表五所示，發現5與6日間及6日與7日間之氣團秉

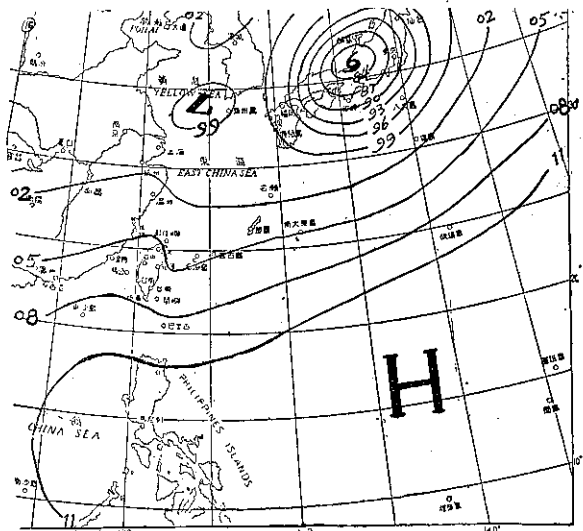


圖 8：48年8月9日0000Z地面圖

Fig.8: Surface chart, Aug. 9th, 1959 0000Z.

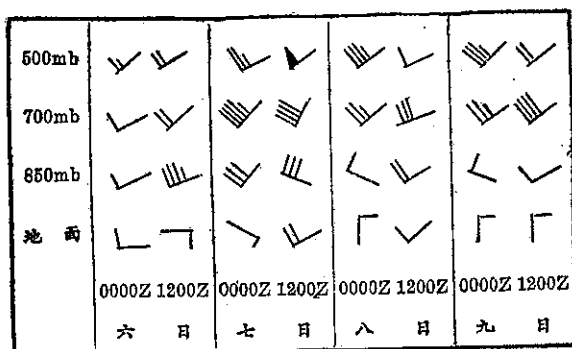


圖 9：東港6至9日高空風時間剖面圖

Fig. 9: The time cross-section of wind aloft. Tung-kang, Aug. 6-9th, 1959.

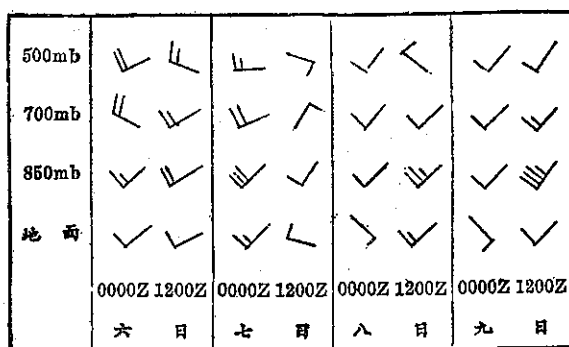


圖 10：桃園6日至9日高空風時間剖面圖

Fig. 10: The time cross-section of wind aloft Tao-yuan, Aug. 6-9th, 1959.

表三：東港48年8月5日1200Z 探空紀錄  
Table 3: Raob data of Tung-kang  
Aug. 5th, 1959, 1200Z.

| 氣壓<br>(mb) | 氣溫<br>(°C) | 相對濕度<br>(%) | 風向<br>(1-36) | 風速<br>(哩/時) | 混合比<br>克/千克 | 位溫<br>(°A) | 相當溫<br>(°A) |
|------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 999        | 29         | 82          | 27           | 10          | 24          | 302        | 366         |
| 900        | 22         | 90          | 26           | 11          | 16          | 304.2      | 348         |
| 850        | 19         | 90          | 28           | 10          | 15          | 306        | 347.5       |
| 800        | 17         | 91          | 27           | 07          | 14          | 309.5      | 348.0       |
| 743        | 12         | 84          | 27           | 08          | 10          | 310.5      | 339.0       |
| 711        | 13         | 43          | 27           | 08          | 6           | 315.5      | 333.0       |
| 700        | 12         | 45          | 27           | 08          | 5           | 316        | 331.0       |
| 654        | 10         | 49          | 27           | 11          | 6           | 320        | 338.0       |
| 562        | 02         | 61          | 26           | 12          | 5           | 324.5      | 340.0       |
| 500        | -3         | 48          | 27           | 11          | 3           | 330.0      | 340.0       |
| 465        | -6         | 40          | 26           | 08          | 2           | 333.0      | 340.0       |
| 400        | -13        | 29          | 24           | 10          | 1           | 339        |             |
| 370        | -17        | 48          | 26           | 19          | 0.8         | 339        |             |
| 336        | -21        | 31          | 26           | 19          | 0.6         | 345        |             |
| 300        | -28        |             | 25           | 21          | 0.5         | 346.5      |             |

表四：東港48年8月6日1200Z 探空紀錄  
Table 4: Raob of Tung-kang Aug.  
6th 1956 1200Z.

| 氣壓<br>(mb) | 氣溫<br>(°C) | 相對濕度<br>(%) | 風向<br>(1-36) | 風速<br>(哩/時) | 混合比<br>克/千克 | 位溫<br>(°A) | 相當溫<br>(°A) |
|------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 1000       | 25         | 97          | 09           | 06          | 19.4        | 298        | 350.0       |
| 950        | 24         | 100         | 23           | 17          | 20.1        | 301.8      | 356.0       |
| 850        | 17         | 100         | 24           | 33          | 15.0        | 304.0      | 345.0       |
| 764        | 14         | 99          | 24           | 31          | 13.5        | 310.5      | 348.5       |
| 700        | 10         | 100         | 23           | 17          | 11.0        | 313.5      | 345.0       |
| 600        | 04         | 100         | 26           | 17          | 8.5         | 321        | 346.5       |
| 500        | -3         | 100         | 25           | 17          | 6.0         | 330        | 349.0       |
| 400        | -12        | 93          | 24           | 17          | 3.5         | 340        | 352.0       |
| 300        | -27        | 76          | 24           | 21          | 1.0         | 346        | 350.0       |
| 242        | -38        | 74          | 27           | 05          |             |            |             |
| 200        | -50        | —           | 04           | 06          |             |            |             |
| 150        | -64        | —           | 07           | 18          |             |            |             |
| 100        | -76        | —           | 08           | 21          |             |            |             |
| 120        | -75        | —           | 07           | 41          |             |            |             |

表五：東港48年8月7日1200Z 探空紀錄  
Table 5: Raob data of Tung-kang  
Aug. 7th 1959, 1200Z.

| 氣壓<br>(mb) | 氣溫<br>(°C) | 相對濕度<br>(%) | 風向<br>(1-36) | 風速<br>(哩/時) | 混合比<br>克/千克 | 位溫<br>(°A) | 相當溫<br>(°A) |
|------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 998        | 27         | 94          | 25           | 21          | 21.6        | 300.0      | 358.0       |
| 920        | 24         | 94          | 27           | 38          | 19.7        | 304.3      | 358.0       |
| 850        | 20         | 98          | 29           | 28          | 17.1        | 307.0      | 354.5       |
| 750        | 14         | 100         | 23           | 50          | 13.5        | 312.0      | 350.0       |
| 700        | 11         | 100         | 23           | 37          | 11.8        | 315        | 349.0       |
| 600        | 05         | 96          | 26           | 33          | 9.0         | 322.5      | 350.0       |
| 550        | 01         | 94          | 26           | 37          | 7.1         | 325.5      | 348.0       |
| 500        | -1         | 78          | 26           | 49          | 6.0         | 332.5      | 352.0       |
| 400        | -11        | 53          | 14           | 16          | 2.1         | 341.5      | 349.0       |
| 300        | -25        | 44          | 25           | 17          | 0.7         | 351        | 354.0       |
| 227        | -39        | 37          | 33           | 17          |             |            |             |
| 200        | -47        |             | 35           | 25          |             |            |             |
| 150        | -63        |             | 36           | 39          |             |            |             |

性均有甚大之差別。自 6 日開始空氣層自地面至 500 mb 之混合比反常增大，至 500mb 高度尚在 5 克/千克以上。各層之相對濕度均在 90% 以上。各空氣層之不穩定均增加，此種情況當為颱風離去後，換以另一種空氣之結果。

自 7 日 1200Z 之紀錄觀之，地面至 500mb 之氣溫，混合比較 6 日者更形增加，空氣層之條件性與對流性不穩定亦更形惡化。表六係東港 5, 6, 7 三日之海面，700mb，500mb，及對流層頂特性之比較，表中除顯

示 5 日 1200Z 與 6 日 1200Z 間空氣層之顯著變化外，更顯示 7 日 0000Z 與 7 日 1200Z 間各空氣層溫度與濕度之甚大變化，尤可注意者，7 日 0000Z 東港對流層頂

之高度上升及溫度下降，是顯明表示南方空氣侵入。此南方空氣之侵入，當為前述東港各層之高空增強之西南風所撈來。

表六：東港 48 年 8 月 5—7 日各等壓面及對流層頂特性比較表

Table 6: The height comparison of various constant pressure levels and tropopause Tung-Kang Aug. 5-7th 1959

| 日      | 各層特性<br>期 | 地 面         |                 | 700mb       |                 | 500mb       |                 | 對 流 層 頂      |             |
|--------|-----------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
|        |           | 溫 度<br>(°C) | 混 合 比<br>(克/千克) | 溫 度<br>(°C) | 混 合 比<br>(克/千克) | 溫 度<br>(°C) | 混 合 比<br>(克/千克) | 高 度<br>(gpm) | 溫 度<br>(°C) |
| 五<br>日 | 0000Z     | 27          | 19.8            | 13          | 5.5             | -4          | 3.6             | 50574        | -75         |
|        | 1200Z     | 29          | 24              | 12          | 5.0             | -3          | 3.0             | 缺            |             |
| 六<br>日 | 0000Z     | 28          | 23              | 12          | 10.5            | -3          | 5.9             | 50618        | -75         |
|        | 1200Z     | 25          | 19.4            | 10          | 11.0            | -3          | 6.0             | 50562        | -75         |
| 七<br>日 | 0000Z     | 27          | 21.4            | 9           | 9.4             | -4          | 5.4             | 50662        | -77         |
|        | 1200Z     | 27          | 21.6            | 11          | 11.8            | 1           | 7.1             | 缺            |             |

東港 7 日 1200Z 之氣團，其溫濕之程度，比赤道氣團尤有過之。約相當於印度之季風氣團。表七為印度 Agra 夏季季風氣團之例。此種氣團自地面至 500 mb 之相對濕度均在 90% 以上，又因各空氣層大多為條件性不穩定及對流性不穩定，稍有擾動或其他原因使之上升，極易造成豪雨。世界有名之印度夏季西南季風，帶給印度各地夏季豐富之降水（季風所及之處）。此種季風，亦造成緬甸夏季世界著名之降水紀錄。

表七：印度 Agra 夏季季風氣團  
Table 7: Monsoon air mass Agra, India

| 氣 壓<br>(mb) | 氣 溫<br>(°C) | 相對濕度<br>(%) | 混合比<br>克/千克 | 位 溫<br>(°A) | 相當位溫<br>(°A) |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1000        |             |             |             |             |              |
| 900         | 28          | 73          | 19.0        | 311         | 376          |
| 800         | 21          | 79          | 15.0        | 314         | 366          |
| 700         | 15          | 78          | 12.0        | 320         | 360          |
| 600         | 6           | 74          | 7.5         | 324         | 351          |
| 500         | -1          | 77          | 5.0         | 332         | 351          |

## 六、大雨何以發生於 7 日之臺灣中部

所謂「八七水災」，是指猛烈之降水開始於 8 月 7 日之夜晚，水災現象亦開始於該日之夜晚，實則 8 日以後仍有洪水災害之存在。至何以中部降水最多，災情最重，乃由於以下 4 種原因，主要乃由於反常溫濕而極不穩定之空氣層，進入輻合作用特強之地區有以致之。

### (一) 山脈之抬升作用

彰化及臺中以北地區各有東西走向之山嶺，此等山嶺當可幫助對強大之西南氣流升上較高之高度。中央山脈之中部，其高度為其他各處之冠，又因 7 日午後之西南風最強，故以西南氣流被山脈抬升而降水言，應以 7 日午後之中部為最大。

### (二) 7 日特別強大之輻合氣流

江河中之流水，遇到兩岸突出之岩石，河壩或山嶺，常可在凸出部份之附近外緣造成渦旋，此種渦旋隨江河之流水向下游流去。空氣中情形，亦相類似，廣大深厚之西南氣流，遇到中南部中央山脈突出之山嶺，必可產生若干小型之渦旋氣流，此等渦旋氣流，雖生命短暫，其範圍狹小，但可幫助當地及其以後經過地區之降水，此等渦旋隨西南氣流沿中央山脈西緣北移，至彰化一帶因受彰化山嶺之阻擋，行動停滯，此種渦旋連續到達，彰化一帶，即濁水溪上游地區，將成為該項渦旋之集中地，多數渦旋集中，輻合增強，可造成較大渦旋或小低氣壓。實則，彰化及臺中以北之山嶺本身亦可使該地有渦旋氣流之發生。由於此種渦旋之發生與集中，當可造成該地區極大之輻合氣流與猛烈之降水。7 日西南氣流特別增強，其所造成之渦旋當必亦更強更大更多。此外氣流增強是速度之輻合，渦旋是方向輻合，故 7 日該地有特別強大輻合，據徐應璦先生之研究，自臺南西南方侵入之熱帶小型低氣壓，亦係於 7 日之夜晚時間抵達臺中一帶，故臺灣中部一帶自 7 日夜晚開始之豪雨，此等渦旋之集中，西南氣流之加強或輻合之增加，為主要原因之一。

按本局出版之八七水災研究報告曾指出……

由70個雨量站之每小時雨量資料，試繪其分佈圖而求得降雨細胞之移動，在豪雨期中計發生8個降雨細胞，其中6個發生於山地地區……此等降雨細胞形成後却下山，而在臺灣西部山麓地區合併發展為強烈降雨群而形成斗六及芬園一帶平地之猛烈豪雨。此種降雨細胞之存在與行動，與上述渦旋氣流之推論相符合，應為一物之兩面。

### (三) 高空槽及時到達

7日0000Z，原經過臺灣北部之低壓槽7日1200Z時，該槽之北段已隨颱風之離去而東移。該槽之南段因中央山脈之阻隔與北部者斷裂，惟仍按前行之方向稍南移。按圖10桃園高空風時間剖面，7日0000Z桃園風地面為西南向上順轉至500mb為西風，是該槽線已在桃園附近。7日1200Z桃園之風自地面至500mb均風力小風向不定，是表示該低壓槽已減弱，按連續性並已向南方移去。按臺中7日之地面風及氣壓紀錄，18時以前氣壓下降風向西南，自19時開始氣壓上升風向變為西北，為一槽線經過之徵象。如此一低壓槽及時到達臺中與嘉義之間必輻合增強，有助於該地區豪雨之生成。

### (四) 更溫濕與更不穩定之新氣團來臨

比較6日與7日之東港氣團見表四及表五東港之探空紀錄，可以看出東港之氣溫自地面至200mb各層均增加，混合比自地至500mb均增加。由相當位溫可知自地面至500mb均變為對流性不穩定，自500mb以下空氣層之相對濕度均在94%以上。自地面至500mb

之空氣層稍被抬高，全層空氣均將變為雲層，並將有猛烈之上升運動。換言之，並不須抬高若干，便可有20,000呎之全層空氣全部開始凝結而降水，7日強大之西南風，携同如此重濕而不穩定之空氣層，進入中部多山而輻合強之地區當必可造成豪雨。

## 七、結 論

48年「八七水災」之降水，前後共連續4日，其主要原因，乃由於強大之西南氣流帶來反常溫暖，重濕而不穩定之空氣，遇中南部中央山脈被迫抬升而發生。7日夜間開始之中部豪雨，乃因自7日夜間開始，自地面至500mb（尤其是高空），有特別強大之西南風，並帶來更溫濕及更不穩定之空氣有以致之。此外，彰化及臺中以北地區之山嶺之對增強西南風之抬升作用，增強西南風所造成之小渦旋及南海來之小低壓集中於該處；及高空槽之及時抵達等三因素，均可使中部之輻合氣流特別強大，故造成該地區之豪雨及70年來未有之水災。

## 參 考 文 獻

1. Petterssen (1956): Weather analysis and forecasting. First and Second Edition
2. 國際地球物理合作組織中國委員會(1959): 觀測報告 民國48年1月至12月
3. 臺灣省氣象局(1959): 八·七水災報告 48年6月
4. 空軍氣象聯隊(1959): 氣象預報與分析 48年10月
5. 空軍技術月刊(1959): 第38期 48年11月

# 臺北國際機場跑道風之研究<sup>1</sup>

周明德

## *Studies on the Runway Winds of Taipei International Airport*

Abstract

Min-Deh Chow

Under the influence of terrain, the prevailing winds on the runway of Taipei International Airport is almost confined to east or west. Taipei International Airport is sheltered by Central Mountain Range from the southerly wind. According to the statistics over recent five years (1959-1963), southerly wind never exceeds 32kts. The ideal direction of runway on Taipei International Airport is  $095^{\circ}$ - $275^{\circ}$ .

When typhoons or fronts pass through Taipei Area, the wind speed on the runway of Taipei International Airport may exceed eighth grade (Beaufort's scale) and thus threatens the security of aircrafts. Among these winds over eighth grade, with about 97.6% is due to typhoons.

Assuming the local pressure being same, the maximum gust of easterly wind is stronger than westerly wind. Its forecast formulas are as follows:

$$V = K(1025 - P) \dots \dots \dots (1)$$

$$V' = K' \sqrt{1010 - P} \dots \dots \dots (2)$$

Where  $V$  is the maximum easterly wind speed (knot),  $K$  is constant (1.8),  $V'$  is the maximum westerly wind speed (knot),  $K'$  is constant (1.8),  $P$  is the lowermost pressure (mb) in Taipei.

### 一、前言

臺北國際機場位於臺北盆地東北部(圖1)。北側為大屯火山群,高度約1000m。東側為中央山脈之北端,其高度約500m。南側都是二、三千公尺以上之高山,林口台地位於西側,平均高度240m。觀音山位於西北方,其高度612m。基隆河由東北東方流經機場的北邊,於士林附近會合淡水河的本流,然後向西北流出,經淡水注入臺灣海峽。

因受上述地形的影響,跑道都吹東或西風。有時亦吹南或北風,但機會不多。所以跑道為 $095^{\circ}$ - $275^{\circ}$ 方向,這是最適合飛機的起落。惟一年之中,有時跑道風速會超過35浬以上。甚至影響停在地面飛機的安全。有時跑道側風亦會超過23浬,影響噴射機起落之安全。

茲整理最近五年來的跑道風之統計資料,並加以分析,以供有關航空及氣象人員之參考。

### 二、跑道風速之變化狀態

(一) 跑道風速之日變化: 據1959~1963年五年之間之統計資料,跑道風速平均值為7.8浬。其日變化狀態如圖2。(時間全使用中原標準時間)。夜間平均風速為6浬左右。早晨風速最弱,尤其上午五時的時候,其平均值僅為5.2浬,為一日中最小的時期(A點)。八時以後,風速急劇加強。下午二時平均風速為11.6浬,為一日中最大的時期(B點)。最佳能見度也在此時刻(C點)。下午二時以後,風速逐漸減弱。

(二) 跑道風速之年變化: 跑道風速之年變化,可分為春、夏、秋、冬等四季。茲分別分析如後。

(1) 春季(3、4、5月): 在春季,雖然大陸性寒冷高氣壓逐漸減弱,但在此季節中,臺灣一帶仍吹東北季風。平均風速為7.7浬。

(2) 夏季(6、7、8月): 在夏季中,臺灣地區

1. 民國五十五(1966)年七月十五日在臺北國際機場民用航空局會議室,舉行第十五次軍民氣象聯合會報時所作專題報告。

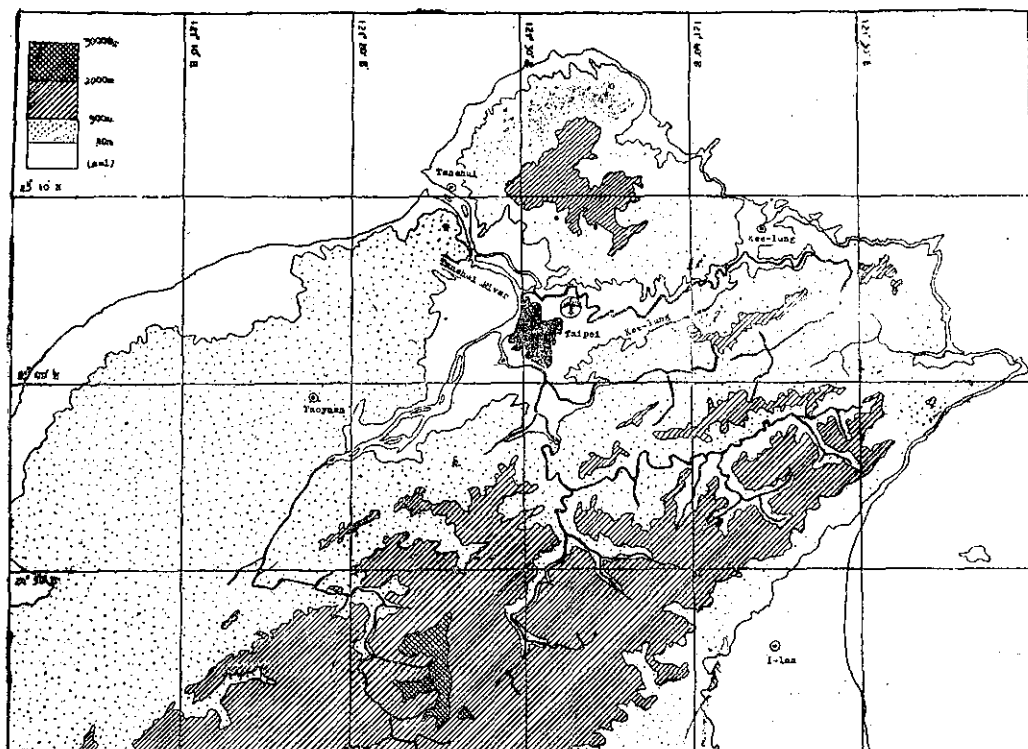


圖 1：臺北近郊地形圖

Fig. 1: Chart of vicinity of Taipei

受到海洋性氣團影響。除颱風侵襲或接近臺灣以外，在此季節中，各吹海陸風，其風速不大。雖然，在此季節中有時颱風侵襲本省，但平均風速僅為 6.0 哩。為一年中風速最小的季節。

(3)秋季 (9、10、11月)：9月以後，海洋性氣團很快地向南後退，而以移動性高氣壓 (大陸性氣團) 代替之，常使本島東北季風加強。又10月以後颱風

侵襲本省雖然很少，但却時常侵襲菲島或琉球海面後轉向日本方面移動，會加強本省的東北季風。因受此二因素的影響，故其平均風速為 8.9 哩，為一年中風速最大的季節。十一月份的平均風速，則高達 9.4 哩，也是為一年中風速最大的一月 (圖 3)

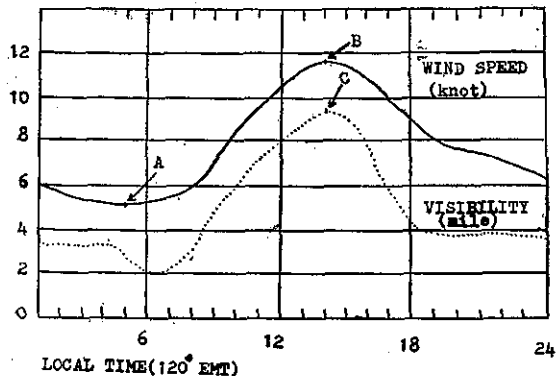


圖 2：風速與能見度之日變化

Fig. 2: Diurnal variation of wind speed and visibility

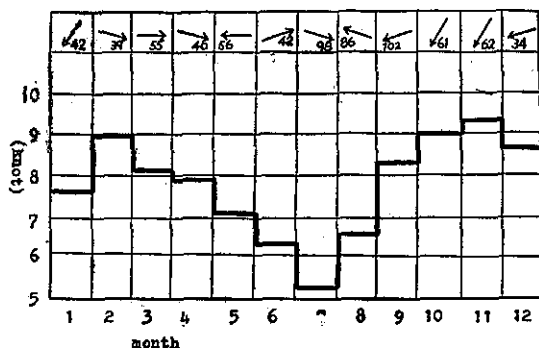


圖 3：平均風速及極端風之年變化

Fig. 3: Monthly average of wind speed and extreme wind (Top)

(4)冬季 (12、1、2月)：在冬季裡，大陸性寒冷高氣壓最為旺盛，時常寒潮暴發。為臺灣平均氣溫

最低的季節。故其東北季風相當強，平均風速為 8.4 哩。特別是二月份，其平均風速為 9.0 哩，僅小於 11 月份 0.4 哩而已。

極端風速在此五年中，以九月 102 哩 (1962)，八月 88 哩 (1959)，七月 98 哩 (1959) 等三個月為最大 (圖 3)。蓋颱風季節之故也。

### 三、風向與風速之關係

(一) 風向與極端風速之關係：臺北國際機場的跑道，因受地形影響，風向與風速有密切的關係。機場南方有雪山、大霸尖山、南湖大山等，皆高於海拔 3000m。故南南東、南、南南西等風向，其極端風速在此五年中 (1959~1963)，均不超過 32 哩 (圖 4)

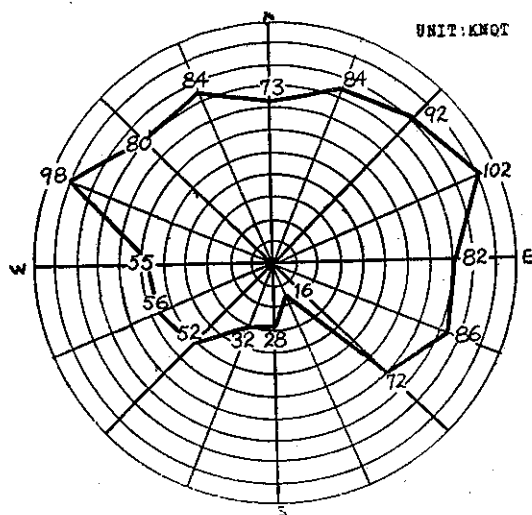


圖 4：各風向之極端風速

Fig. 4: Extreme wind speed of each direction

。而東北東、西北西兩風向，因無高山存在，時常出現最大風速。如 1962 年 9 月 5 日愛美 (Amy) 颱風通過本省花蓮、新竹時，本場的最大風速曾達東北東 102 哩。又如 1959 年 7 月 15 日畢利 (Billie) 颱風通過本省東北端時，本場的最大風速亦達西北西 98 哩。

(二) 風向與平均風速之關係：各風向與其平均風速的關係如圖 5。南南東、南、南南西、西南等四風向的平均風速最小，均不超過 5 哩。東、東北東、東北、北北東等四風向的平均風速最大，均超過 10 哩。

### 四、平均風向及平均合成風速之統計

(一) 平均風向：跑道風之平均風向如圖 6。全

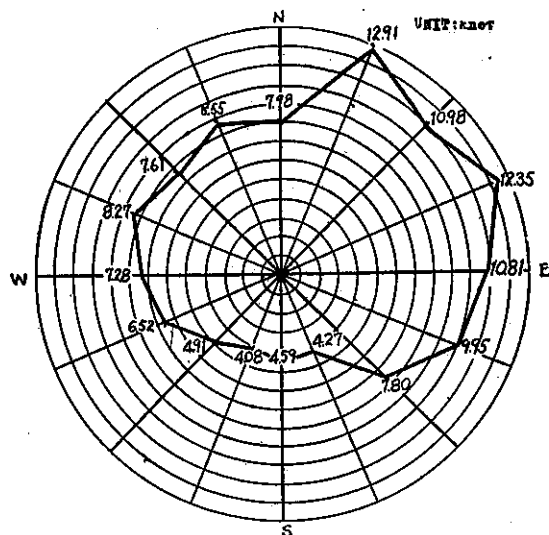


圖 5：各風向之平均風速

Fig. 5: Average wind speed of each direction

年的平均值為  $N76^{\circ}20'E$ ，靜風為 23.5%。九月至翌年五月的九個月中，因受大陸性高氣壓影響，其平均風向為 ENE 及 E。六月至八月的三個月中，因受海洋性高氣壓影響，其平均風向為 NE 及 NNE。在冬季裡，平均風向愈偏 E 時，平均風向百分率愈大，而靜風的百分率愈小。相反地，夏季裡，平均風向愈偏 NNE 時，平均風向百分率愈小，而靜風的百分率愈大。特別是七月份的靜風百分率為

表 1：平均合成風速及平均風速之年變化

Table 1: Resultant wind direction and mean velocity.

| 月    | 合成風向               | 平均風速        |
|------|--------------------|-------------|
| 1    | N $72^{\circ}40'E$ | 5.71 (knot) |
| 2    | N $81^{\circ}30'E$ | 6.91 "      |
| 3    | N $77^{\circ}10'E$ | 5.33 "      |
| 4    | N $76^{\circ}02'E$ | 4.94 "      |
| 5    | N $69^{\circ}50'E$ | 3.64 "      |
| 6    | N $55^{\circ}00'E$ | 0.96 "      |
| 7    | N $28^{\circ}50'E$ | 0.80 "      |
| 8    | N $64^{\circ}35'E$ | 2.73 "      |
| 9    | N $69^{\circ}00'E$ | 5.16 "      |
| 10   | N $76^{\circ}12'E$ | 7.55 "      |
| 11   | N $83^{\circ}05'E$ | 7.74 "      |
| 12   | N $79^{\circ}45'E$ | 7.26 "      |
| year | N $75^{\circ}20'E$ | 4.83 "      |

(1959-1963)

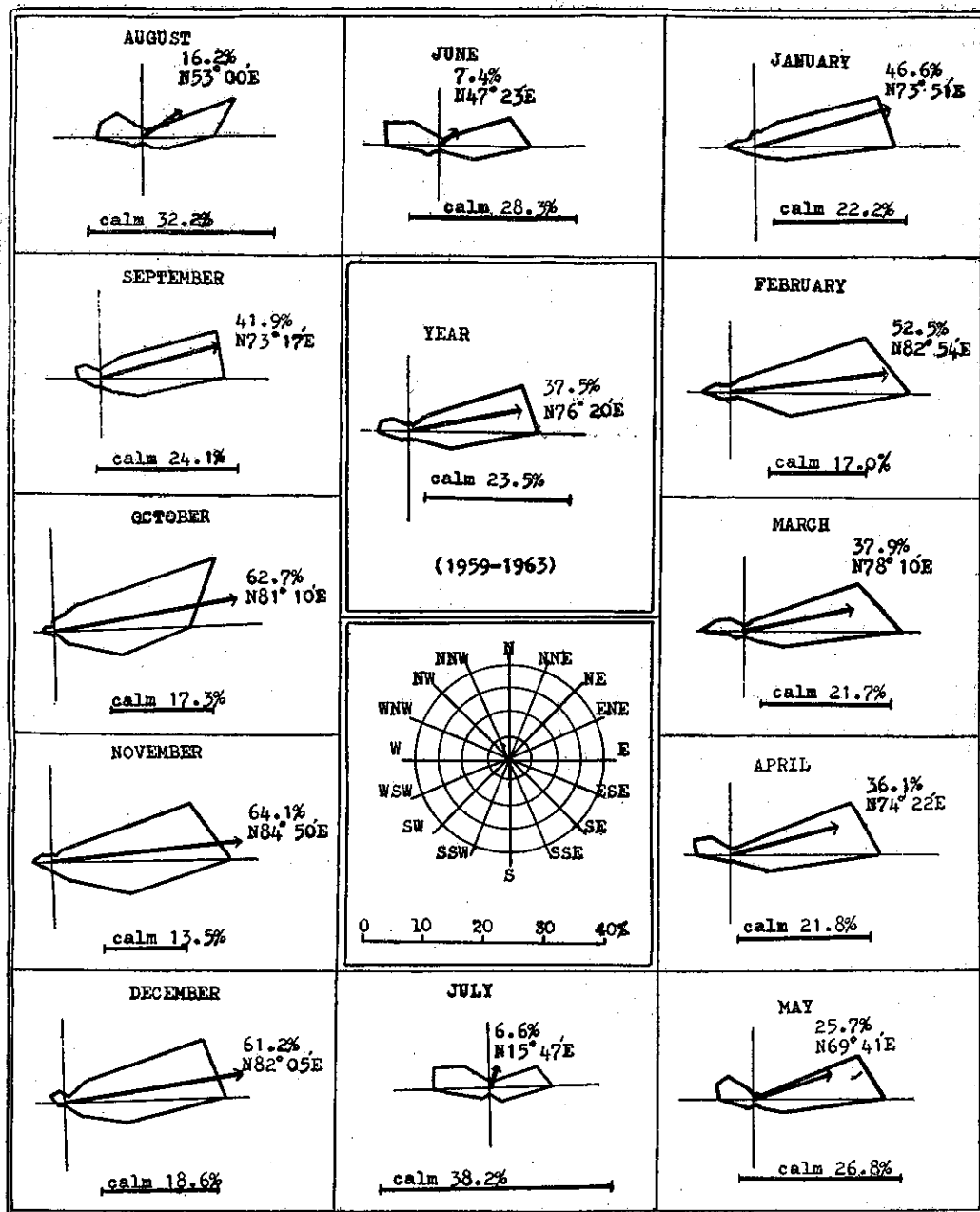


圖 6：平均風向之年變化

Fig. 6: Monthly wind rose and mean direction

88.2%，為一年中最大之一月。其理由是大陸性及海洋性兩氣團之氣壓梯度，各不相同之故。

(二) 平均合成風速：由平均合成風速計算出來的全年合成風向為 N75°20'E，其平均風速為 4.8 浬（如表一）。其全年合成風向（N75°20'E）與全年平均風向（N76°20'E）相較時，僅相差 1°而已。自表一的合成風向，與平均風速逐月變化情形，得知

在冬季裡由合成風速計算出來的風向愈偏 E 時，其平均風速愈大。相似地，在夏期裡，由合成風速計算出來的風向愈偏 NNE 時，其平均風速愈小。特別是七月份的平均風速為 0.8 浬，為一年中之最小之一月。

## 五、海 陸 風

臺北盆地，如果不吹主風（包括颱風、東北季風



、西南季風、鋒面風等)時,地面風的日變化非常明顯。即白天吹海風,夜裡吹陸風,日出及日落時候爲靜止狀態。海陸風以每年7月份最爲顯著。茲選1952至1961年,共10年間7月份的下午2時(0600Z)及上午2時(1800Z)之統計表,分別剖析海陸風如

後。

(一)海風:下午二時左右,臺北盆地因受日射影響,氣溫上昇,形成一低氣壓區。因此臺灣海峽的空氣沿淡水河吹入臺北盆地。海風的風向多爲西北風(表2)。在此十年中,西北風共61次(佔19.7%)

表2:海風之統計表(七月份 0600Z 1952-1961)  
Table 2: Statistical table of sea breeze (July 0600Z 1952-1961).

| 風 向<br>Wind direction | 風 速 (海 浬)<br>Wind speed in knots |     |     |      |       |       |       |       | Total |
|-----------------------|----------------------------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 0                                | 1-3 | 4-6 | 7-10 | 11-16 | 17-21 | 22-27 | 28-33 |       |
| Calm                  | 11                               |     |     |      |       |       |       |       | 11    |
| N                     |                                  | 1   |     | 2    |       |       |       |       | 3     |
| NNE                   |                                  |     | 2   | 4    | 1     |       |       |       | 7     |
| NE                    |                                  | 1   | 3   | 9    | 1     |       |       |       | 14    |
| ENE                   |                                  | 2   | 4   | 10   | 8     | 2     | 1     |       | 27    |
| E                     |                                  | 3   | 5   | 6    | 7     | 2     |       | 2     | 25    |
| ESE                   |                                  |     |     | 3    | 2     | 2     | 1     |       | 8     |
| SE                    |                                  | 1   |     |      | 2     | 1     |       |       | 4     |
| SSE                   |                                  | 1   | 1   | 1    |       |       |       |       | 3     |
| S                     |                                  |     | 2   | 1    |       |       |       |       | 3     |
| SSW                   |                                  |     |     |      |       | 1     |       |       | 1     |
| SW                    |                                  | 3   | 2   | 3    | 4     |       |       |       | 12    |
| WSW                   |                                  | 1   | 1   | 3    | 2     | 1     |       |       | 8     |
| W                     |                                  | 2   | 9   | 9    | 16    | 5     | 2     |       | 43    |
| WNW                   |                                  | 2   | 2   | 19   | 24    | 2     |       |       | 49    |
| NW                    |                                  | 1   | 3   | 27   | 27    | 3     |       |       | 61    |
| NNW                   |                                  | 4   | 6   | 13   | 8     |       |       |       | 31    |
| Total                 | 11                               | 22  | 40  | 110  | 102   | 19    | 4     | 2     | 310   |

。但是有時海風遇有西南季風時,則形成吹西北西風者共49次(佔15.8%),西風共43次(佔13.9%)。海風的風速以7~16浬最多,共212次(佔68.4%)。超過17浬以上的次數急激減少,共25次(僅佔8.1%而已)。由此可知,臺北機場的海風以16浬爲限度。

(二)陸風:夜裡臺北盆地形成一高氣壓區。因此在夜裡,空氣幾乎呈靜止狀態或吹不定風向的弱風(表3)。靜風共211次(68.1%)。1~6浬的風共68次(佔21.9%)。超過7浬的風速共31次,僅佔10.0%而已。

## 六、風速 $\geq 35$ 浬及側風 $\geq 23$ 浬之統計

風速超過蒲氏風級八級(Fresh-gale 35~41浬)時,停在地面上的飛機,有時會受嚴重的災害。跑道側風 $\geq 23$ 浬時,B-707、CV-880等噴射機,規定不能起落。否則會發生危險。茲統計1959~1963年共五年間之資料,將跑道風 $\geq 35$ 浬及跑道側風 $\geq 23$ 浬,分別剖析如後。

(一)跑道風 $\geq 35$ 浬:在此五年中跑道風 $\geq 35$ 浬共293次(表4)。佔全觀測次數(43,824次)的0.7%。七、八、九月係本島的颱風季節。因此 $\geq 35$ 浬的發

表 3：陸風之統計表（七月份 1800Z 1952-1961）

Table 3: Statistical table of land breeze (July 1800Z 1952-1961).

| 風 向<br>Wind direction | 風 速 (海 浬)<br>Wind speed in knots |     |     |      |       |       |       |       | Total |
|-----------------------|----------------------------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 0                                | 1-3 | 4-6 | 7-10 | 11-16 | 17-21 | 22-27 | 28-33 |       |
| Calm                  | 211                              |     |     |      |       |       |       |       | 211   |
| N                     |                                  |     |     | 1    |       |       |       |       | 1     |
| NNE                   |                                  |     |     |      |       |       |       |       | 0     |
| NE                    |                                  | 1   | 2   |      |       |       |       |       | 3     |
| ENE                   |                                  | 4   | 3   | 1    | 5     | 1     |       |       | 14    |
| E                     |                                  | 1   | 4   | 2    | 1     | 1     |       | 1     | 10    |
| ESE                   |                                  | 2   | 1   | 1    | 1     |       | 1     |       | 6     |
| SE                    |                                  | 1   |     | 1    |       |       |       |       | 2     |
| SSE                   |                                  | 1   | 1   |      |       |       |       |       | 2     |
| S                     |                                  | 1   | 1   |      |       |       |       |       | 2     |
| SSW                   |                                  | 2   | 2   |      |       |       |       |       | 4     |
| SW                    |                                  | 5   | 1   | 2    |       |       |       |       | 8     |
| WSW                   |                                  | 2   | 3   |      |       |       |       |       | 5     |
| W                     |                                  | 6   | 6   |      | 3     |       |       |       | 15    |
| WNW                   |                                  | 4   | 1   | 5    |       |       |       |       | 10    |
| NW                    |                                  | 3   | 6   | 4    |       |       |       |       | 13    |
| NNW                   |                                  | 3   | 1   |      |       |       |       |       | 4     |
| Total                 | 211                              | 36  | 32  | 17   | 10    | 2     | 1     | 1     | 310   |

表 4：最大風速 $\geq 35$ 浬及側風 $\geq 23$ 浬之統計表

Table 4: Monthly distribution of max. wind  $\geq 35$ kts and cross wind  $\geq 23$ kts in Taipei Airport

| 月                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | 7  | 8  | 9   | 10 | 11 | 12 | Total |
|--------------------------|---|---|---|---|----|---|----|----|-----|----|----|----|-------|
| $\geq 35$ kts            | 1 | 1 | 2 | 1 | 12 | 5 | 50 | 73 | 111 | 26 | 11 | 0  | 293   |
| Cross wind $\geq 23$ kts | 2 | 0 | 0 | 0 | 0  | 6 | 21 | 42 | 82  | 10 | 4  | 0  | 167   |

(1959-1963)

生次數，以該三個月為最多，共 234 次，佔全出現次數 (293 次) 的 79.9%。

$\geq 35$  浬共 293 次中，除 7 次特殊原因外，其他 286 次 (97.6%) 全受颱風的影響。

(二) 側風 $\geq 23$  浬：臺北國際機場之跑道為 095° ~ 275° 方向。因此跑道風 <sup>(1)</sup> NNE、NNW、SSW、

SSE 風 $\geq 25$  浬時，<sup>(2)</sup> NE、NW、SW、SE 風 $\geq 32.5$  浬時，<sup>(3)</sup> ENE、ESE、WSW、WNW 風 $\geq 60$  浬時，側風才超過 23 浬。1959~1963 年共五年中，側風 $\geq 23$  浬共 167 次 (表 4)，佔全觀測次數 (43,824 次) 的 0.4%。此 167 次中，颱風季節七、八、九 3 個月共 145 次，佔 86.8%。十二月至翌年五月，在此半年中

，只一月份發生兩次側風 $\geq 23$ 哩而已。

### 七、颱風最大風速之客觀預報方法

當颱風侵襲本省時，欲預測臺北國際機場的最大風速，除分析颱風中心的最低氣壓外，還須預測臺北的最低氣壓。茲舉兩例說明：其一為1965年6月18日“Dinah”颱風侵襲臺東地區時，臺東鎮發生空前的大風災。臺東測候所的達因風速表，最大風速記錄為50.2m/s(18日1434Z)。據1400Z的地面圖分析，颱風中心最低氣壓為972mb(圖7)。此時，臺北的氣壓為1002.7mb 跑道風為靜風。另一颱風“Harriet”在同年7月25日也侵襲臺東地區時，據2200Z的地面圖分析，颱風中心最低氣壓也與上述“Dinah”颱風相同(圖8)。此時臺北的氣壓為993.0mb，跑道風為東南東風18哩，陣風43哩。

本省因受地形影響，當颱風侵襲時，臺北機場吹東風比吹西風時風速還大。茲舉兩例比較說明：‘Gloria’颱風(Sept. 10-11. 1963)侵襲臺灣北部海面時，臺北機場的最大陣風為北北西風84哩(102042Z)。另一颱風“Harriet”(July 26. 1965)從臺灣東南部進入臺灣海峽時，臺北機場的最大陣風為東南東風82哩(260800Z)(圖9)。此兩颱風侵襲時，臺北最大風速略相同。但是此兩颱風的氣壓狀態迥不相同。當“Gloria”颱風最接近臺北時(110600Z)，離臺北僅40哩，颱風中心最低氣壓為945mb，臺北氣壓為971.0mb，跑道風為北北西風48哩，陣風72哩。但“Harriet”颱風在260800Z時，已越過本島東南部，侵入馬公西方海面，離臺北約160哩，颱風中心最低氣壓為978mb，臺北最低氣壓為990.5mb，跑道風為東南東風41哩，陣風82哩。如果不受地形

影響時，“Harriet”颱風，臺北機場的最大風不會與“Gloria”颱風相同。因前者比後者距離臺北遠達120哩，中心氣壓高出33mb，臺北氣壓也高出19.5mb。

茲統計1959~1963年共五年中，侵襲本省的23個颱風，來分析臺北機場最大風速的客觀預報表(圖10)。圖中橫軸是臺北最低氣壓，縱軸是臺北最大陣風。東風與西風，因其地理上條件不同，用(×)及(•)符號表示。經分別由迴歸方程式計算成二線。求出預測東風時，臺北最大陣風

$$V = K(1025 - P) \dots\dots\dots(1)$$

預測西風時，臺北最大陣風

$$V' = K' \sqrt{1010 - P} \dots\dots\dots(2)$$

式中V是臺北最大東風的陣風(Knot)，V'是最大西風的陣風，P是臺北最低氣壓(mb)，K是常數(1.8)，K'也是常數(13)。

### 八、結 論

1959~1963年五年中，臺北國際機場的最大風速 $\geq 85$ 哩者，共發生293次。除7次不受颱風影響外，其他286次(佔97.6%)全受颱風影響。上述7次中，有二次係因冷鋒通過而起，其最大風速為西風40哩(Apr. 2. 1962)。有二次係吹東北季風，其最大風速為42哩(Jan. 7. 1962)。其他三次則受低氣壓影響而吹西風，其最大風速為55哩(Mar. 24. 1961)。

由預測臺北國際機場的最大陣風之<sup>(1)</sup>式及<sup>(2)</sup>式，可知同一氣壓時，東風比西風大，且臺北氣壓愈低時，西風陣風愈比東風弱。預報人員須視實際其他情況(如高低氣壓的分佈狀態，或高空資料等)予以綜合判斷，將常數K及K'作適當之調整。(完)

圖7：颱風“Dinah” 侵襲臺東之地面天氣圖

Fig. 7; Surface chart of typhoon “Dinah” (June 181400Z 1965)

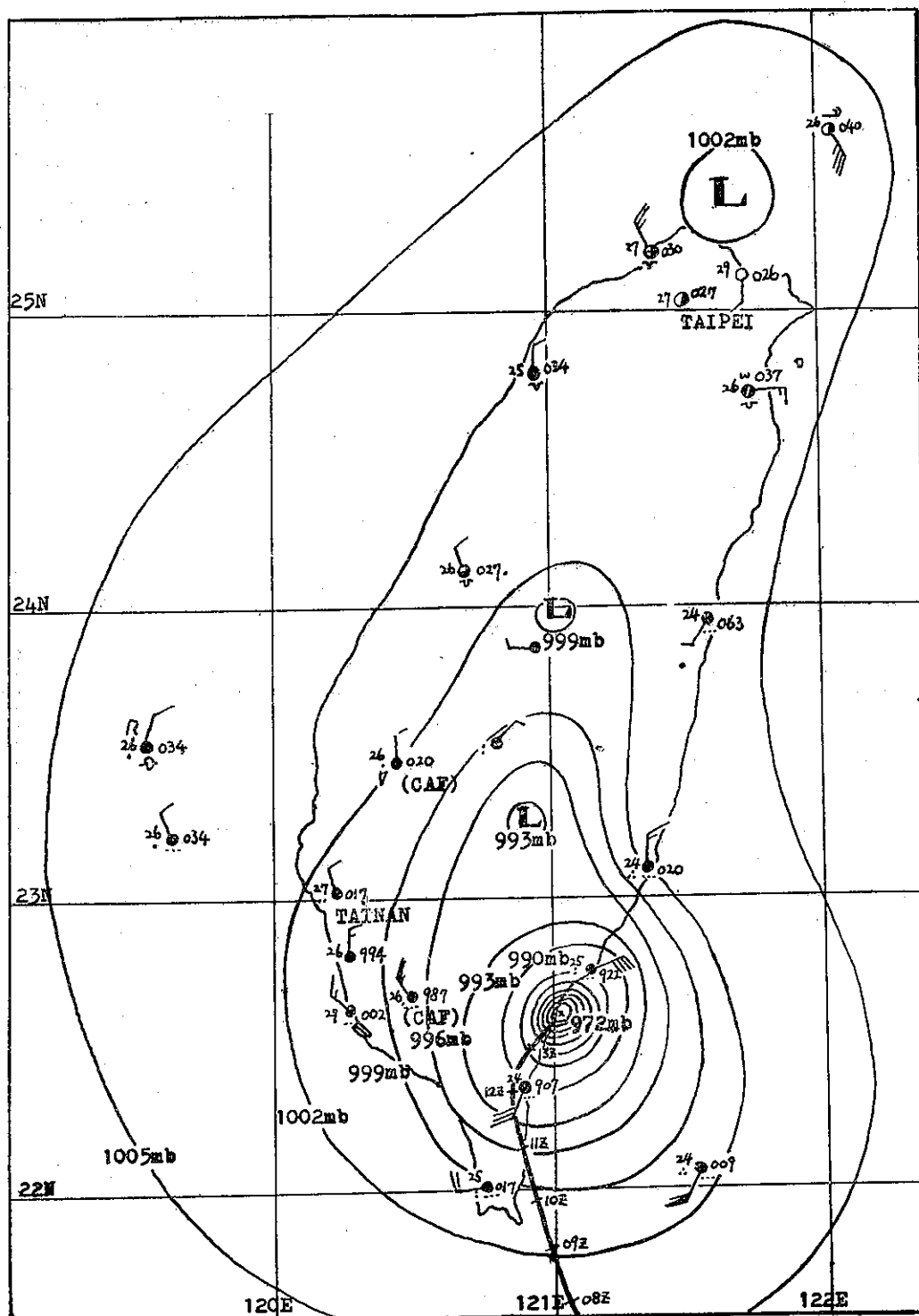


圖 8：颱風“Harriet”侵襲臺東之地面天氣圖

Fig. 8: Surface chart of typhoon "Harriet" (July 25200Z 1965)

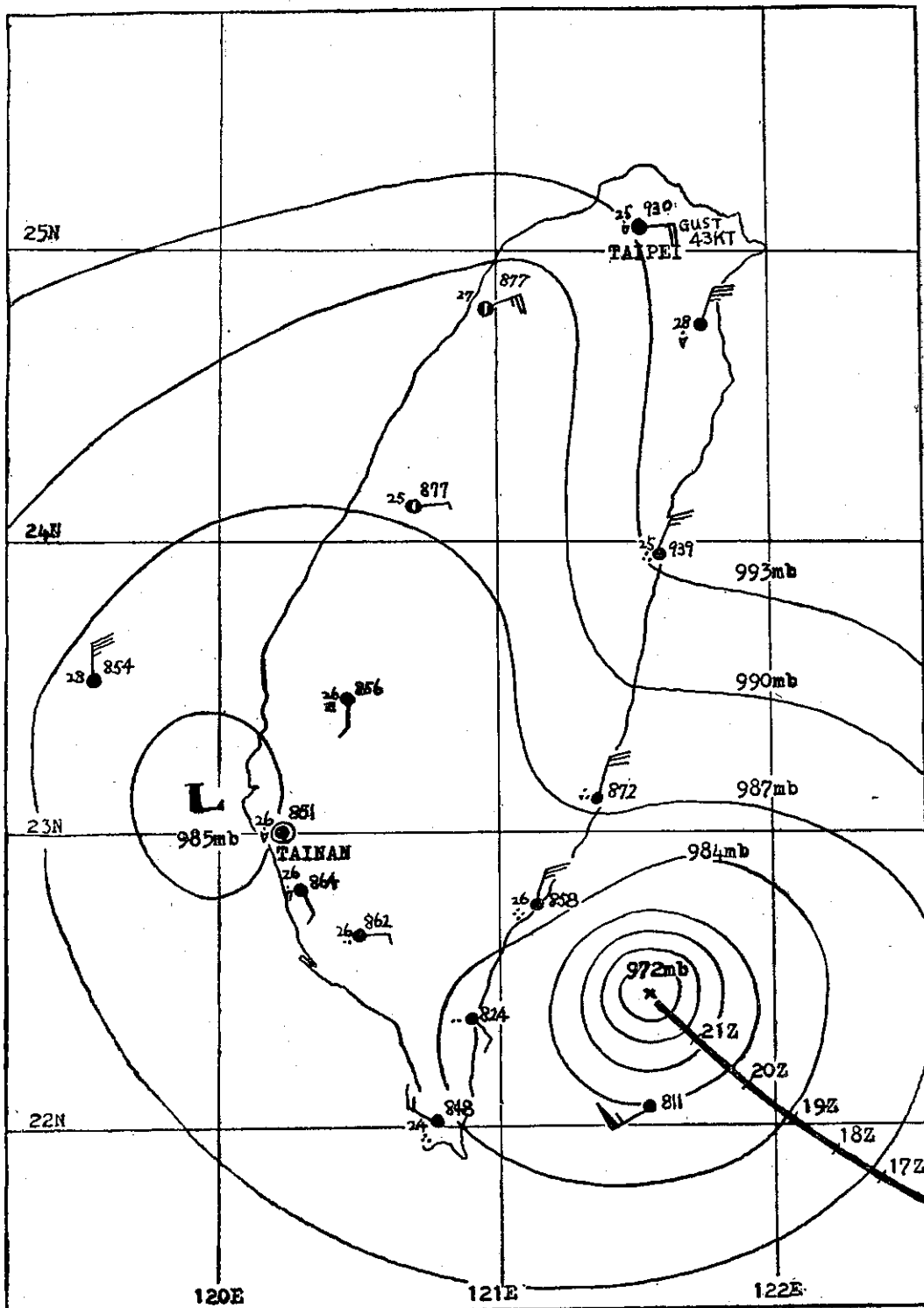


圖9：颱風“Harriet”侵襲馬公海面之天氣圖

Fig. 9 : Surface chart of typhoon "Harriet" (July 260800Z 1965)

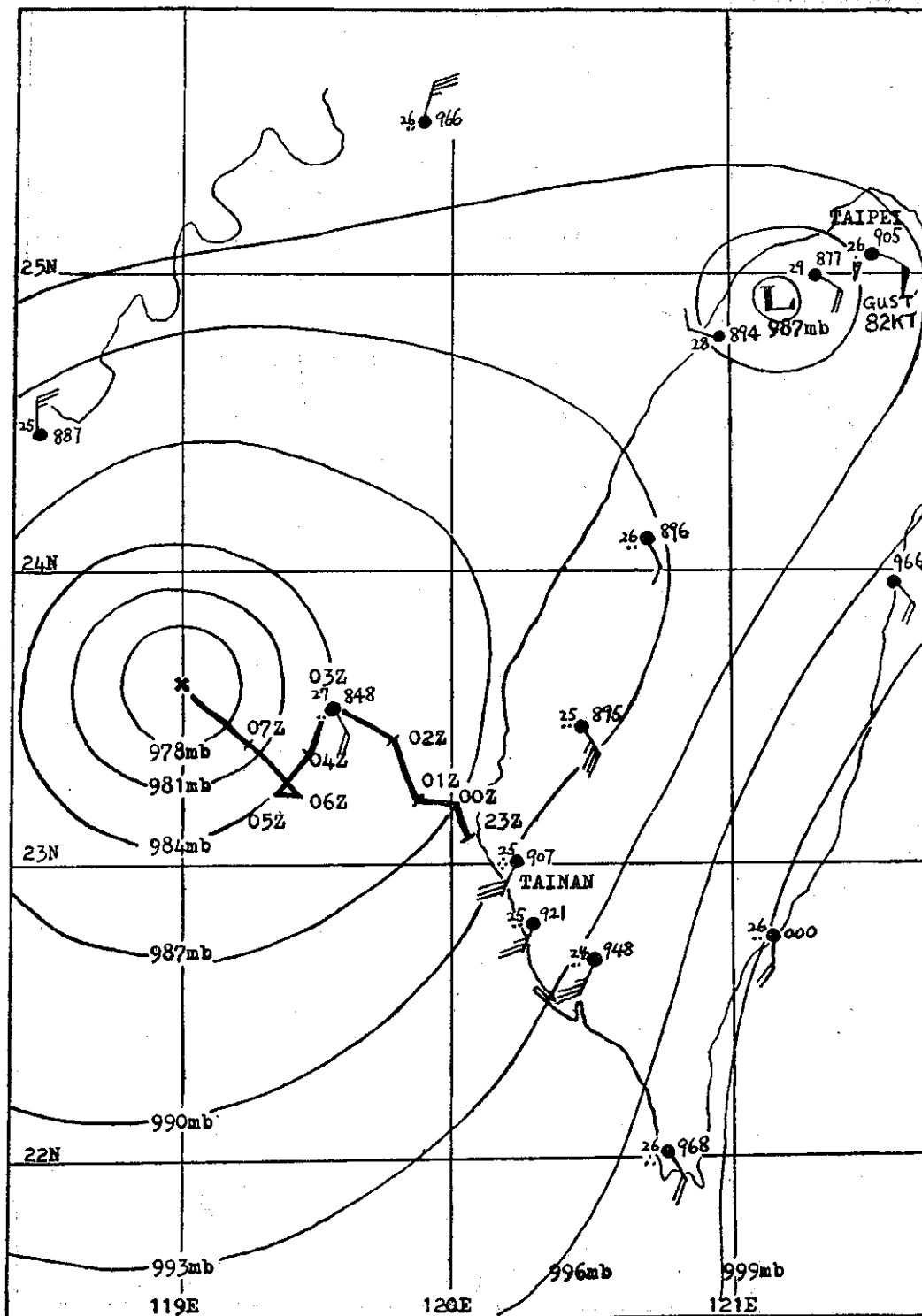
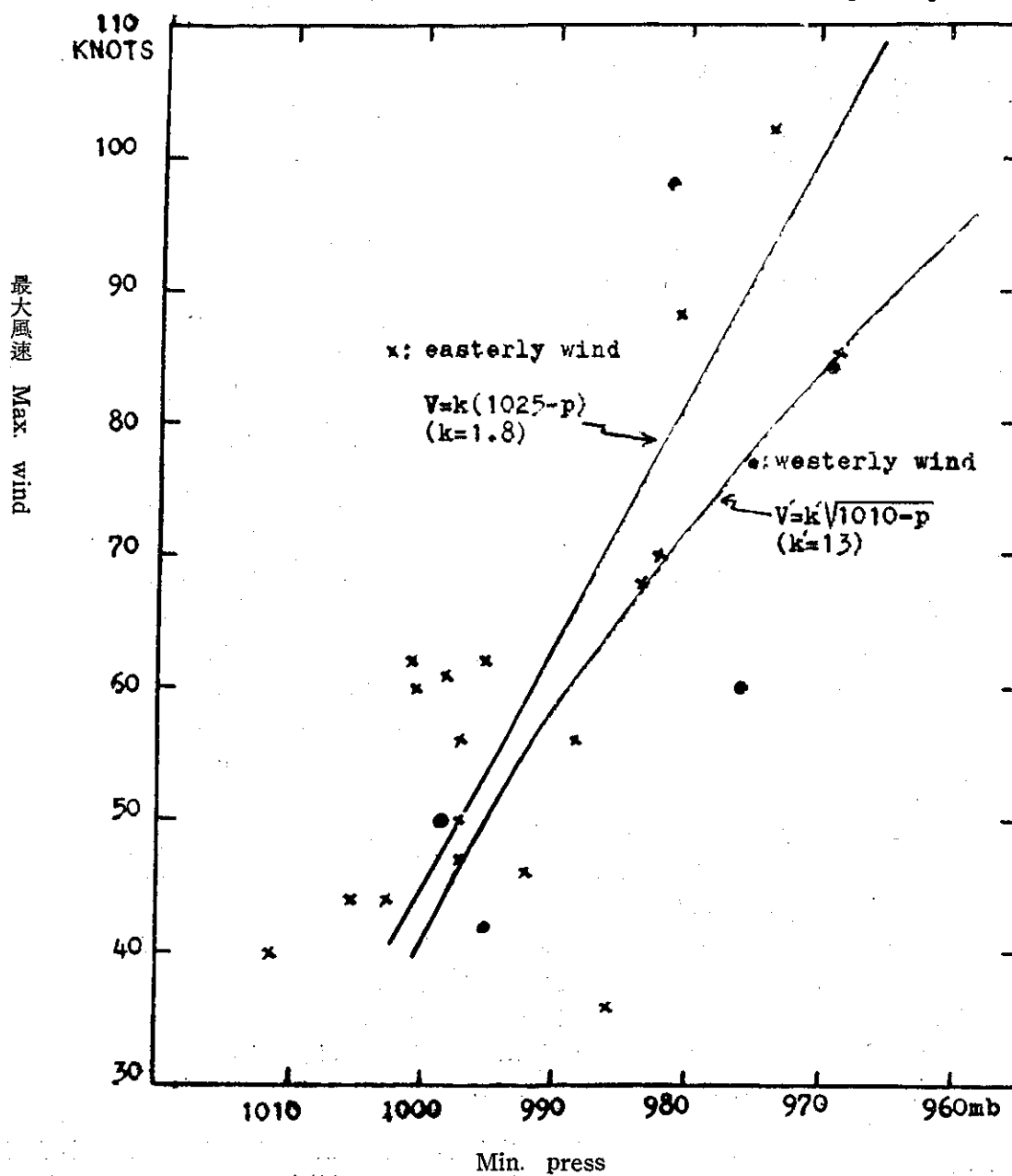


圖10：最大陣風之客觀預測

Fig. 10 : Relation between max. WIND and min. pressure in Taipei Airport.





# 民國五十五年颱風調查報告

## 第二號颱風蒂絲

### *Report on Typhoon "Tess"*

#### *Abstract*

A tropical storm was generated in the South China Sea, named Susan, on the synoptic chart of 0600 GCT, 13th Aug., 1966. Six hours later, another tropical storm, named Tess, appeared in the vicinity of Okinawa. Storm Susan stagnated for a period, then moved toward the northeast, while Tess gradually moved toward the west. They apparently were influenced by the Fujiwara effect. Susan moved with a speed of 11 knots and entered the Bashi Channel on 15th Aug. with a maximum wind velocity of 30 m/s near the center. When Susan reached the neighbourhood of Lanyu on the next day, her intensity suddenly decreased to the depression stage. Meantime, Tess was approaching the northeast, near the Sea of Taiwan and her intensity had increased to typhoon category. The maximum wind velocity near the center was 37m/s as reported by reconnaissance aircraft. It is interesting to point out here that the maximum wind velocity was 47.3m/s recorded at Lanyu which was much higher than the former value. It is quite clear that the high wind of Lanyu was a result of typhoon Tess, not Susan, and also was caused by a secondary low over its vicinity due to topographical effects.

No wind stronger than 13.3 m/s was observed over the land of Taiwan during the passage of Tess and Susan. Heavy rainfall was recorded over Alishan mountain during and after their passage, and caused flooding over Southern Central Taiwan. Light damage of highways and sugar fields was reported.

#### 一、前言

蒂絲 (Tess) 為本年內第二次侵襲臺灣之颱風。中心自西向東經過臺灣北方海面，暴風圈掠過臺灣之東北部，彭佳嶼之最大風速達每秒 28.3 公尺，但蘭嶼因受地形之影響最大風速竟達每秒 47.3 公尺。同一時期，另一輕度颱風蘇珊 (Susan) 則自南海穿過巴士海峽走向東北。本省東南方之外島亦略受影響，惟蘭嶼之最大風顯似受蒂絲之影響。蘇珊進抵蘭嶼東北

方之後，勢力迅速減弱為範圍極小之熱帶低壓。此兩颱風相距甚近，逆時鐘向旋轉，藤原效應頗為明顯。

形成蘇珊與蒂絲之最初熱帶性低壓，早在 8 月 10 日前即已醞釀。惟前者在 13 日 14 時之地面天氣圖上始增強為輕度颱風。未幾蒂絲亦發展為熱帶風暴，且曾一度到達颱風強度。蘇珊之中心在 15 日晚間越過恆春南方約 150 公里之海面；蒂絲中心則在翌日午後經過臺灣北方之領海。後者使中南部隨後發展為洪水泛濫，故列為第二號侵臺颱風。



茲將此兩颱風之發生及經過說明如下：

## 二、蒂絲及蘇珊颱風之發生與經過

八月向例為颱風最活躍之月份。月初，小型颱風費莉絲 (Phyllis) 自南海進入我國之西南部。關島以北則有莉泰 (Rita) 生成，直接走向北方，故對臺灣並無威脅。

10日前後，我國本部為若干熱帶低壓所盤據，低緯度海上則為零散之淺高壓區。11日起，西南太平洋上之熱帶性低壓漸有固定之位置。一在南海，一在菲律賓群島之東北方。前者先向西方推進，隨後則有繞道折向東北之趨勢。在12日20時之地面天氣圖上，此一熱帶低壓即增強為輕度颱風，但不久又回復至熱帶低壓。其時，琉球附近之低壓則顯見擴張，13日8時中心氣壓已降至996mb，最大風速為15m/s。6小時後，南海之旋渦正式成為輕度颱風，命名為蘇珊，中心位置在17.8°N，116.4°E，最大風速為20m/s，近似滯留不進。

14日2時，琉球附近之熱帶低壓亦增強為輕度颱風，取名「蒂絲」。中心位於27.3°N，127.0°E，最大風速經測得為17m/s，行動亦顯遲滯，但仍可見其有向西南西推進之趨勢。蘇珊則漸向東北移動。

15日8時，蘇珊已進入巴士海峽，中心在19.6°N，119.7°E，以每小時11浬之速度走向東北東，最大風速增加為25m/s。蒂絲之中心則在26.7°N，125.5°E，以每小時6浬之速度移向西方，最大風速經測得為30m/s。同日20時，蘇珊已過臺灣南方之海面，中心氣壓為988mb，最大風速亦增為30m/s。此時蒂絲之中心已到達26.6°N，124.5°E。最大風速及進行速度大致不變，但中心氣壓則降至975mb。

16日8時，蘇珊到達蘭嶼東北方之後，即迅速減弱為熱帶低壓，範圍同時縮小，已跡近消滅，而蒂絲則進至臺灣東北方海面時已增強為中度颱風，最大風速達37m/s，中心氣壓再降為972mb，中心在26.8°N，122.8°E。但維持不久又轉弱為輕度颱風，範圍亦減縮。17日8時在馬祖北方登陸。登陸後勢力益減，終

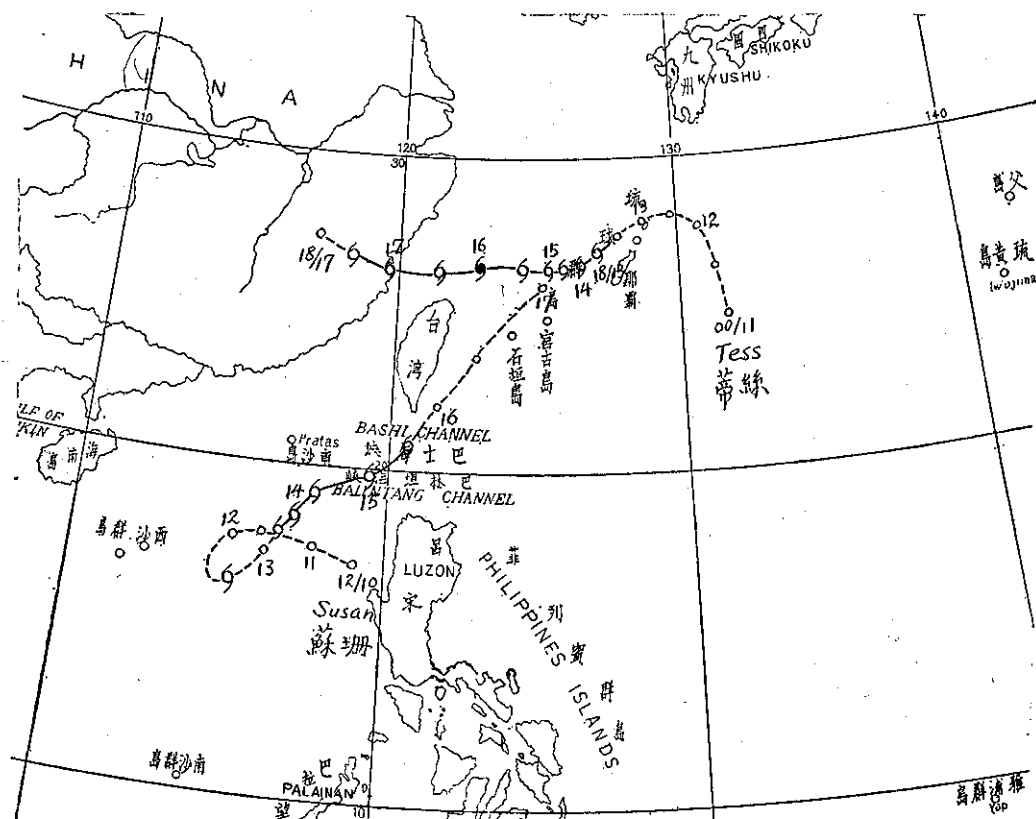


圖1：蘇珊及蒂絲颱風路徑圖

Fig. 1: The tracks of typhoon "Susan" and "Tess," Aug., 1966

於在18日2時抵達閩、浙、贛交界處轉變成熱帶低壓。  
• 蒂絲及蘇珊之路徑見圖1。

### 三、蒂絲與蘇珊颱風之路徑與天氣圖形勢

蘇珊颱風之路徑大致可劃分為兩個階段：

- (一) 自最初之熱帶低壓至12日20時前後增強為輕度颱風為止，行動近似滯留，其路徑略有走向西北西方之趨勢；
- (二) 12日20時起以迄於消滅，大致屬於東北之走向。其間14日20時至15日8時，即穿越巴士海峽之前雖曾一度轉為東北東，但因偏差不大且為時殊暫，故可合併討論。

蒂絲颱風之路徑則可劃分為三個階段：

1. 自初生低壓起至12日20時前後，向北推進至最高緯度。
2. 12日20時至14日8時，發展成輕度颱風，向西南西緩慢推進。
3. 14日8時起以迄於登陸後消滅，大致為向西推進。

茲將促成此兩颱風產生如此路徑之原因檢討如下：

在12日8時之地面天氣圖上，臺灣海峽一帶有一淺高壓，我國雲貴高原則有一低氣壓，再向西則為康藏高原之季風低壓。此等低壓與太平洋上之熱帶低壓串聯成赤道輻合帶。蘇珊前身之熱帶低壓顯然受阻於臺灣附近之淺高壓，無法北進，乃徘徊在ITC上，略有向西北西推動之趨勢。

蒂絲前身之低壓，中心位於東經130度之經度線上，因受北方低壓群之攝引，最初向北迅速推進，在500mb圖上可見槽線自俄屬海濱省向南伸至韓國西南端濟州島，蒂絲既位於其前方，自當有利於其向北移行。

13日20時之地面天氣圖形勢有一顯著之轉變，即蒂絲北方之低壓群大都消失，僅一新生低壓遠在日本海之東部，而中國大陸西南部則為一低壓區，故蒂絲直趨此一低壓，亦即移向西南西。此時，兩颱風已相當逼近，由於藤原效應之故，蘇珊乃走向東北。500mb圖上顯示蒂絲北方之槽線轉成東北至西南，似亦

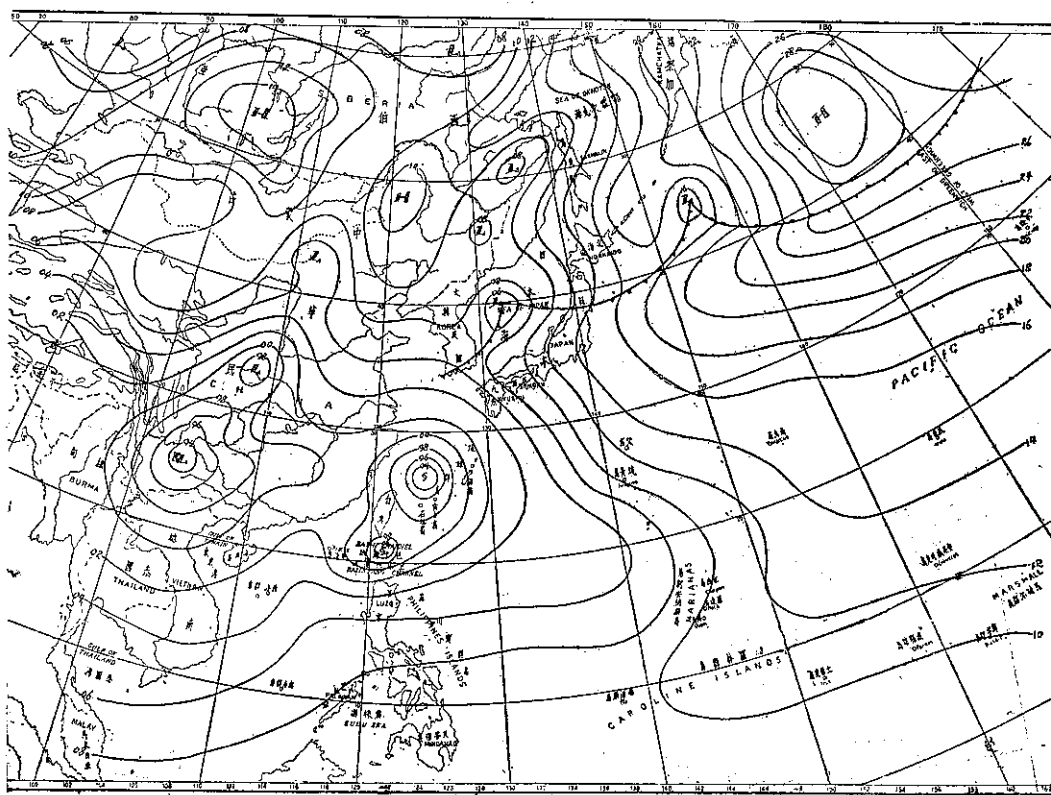


圖2：民國55年8月15日20時之地面天氣圖

Fig. 2 : Sea level chart, 1200 GCT, 15 Aug., 1966

有利於其向西南西推進。

14日8時，地面天氣圖上顯示大陸上氣壓梯度甚為貧弱，熱帶低壓遠在四川、青海一帶。在500mb圖上可見緯度30度為一高壓，韓國附近之槽線甚淺，不能貫穿此高壓帶，故北緯30度以南顯然為東風盛行，帶絲乃隨之走向西方。至於蘇珊之走向東北，仍為藤原效應之後果。

15日20時，地面天氣圖之形勢見圖2，500mb圖見圖3。地面圖上可見帶絲仍將受大陸上熱帶低壓之影響向西；蘇珊則步其後塵向北，以其環流體系漸受帶絲干擾，勢力必迅速衰減。500mb圖上，此兩颱風受阻於軸線約在北緯35度之高壓帶至為明顯。

#### 四、帶絲與蘇珊侵臺期間各地氣象情況

當帶絲及蘇珊逐漸逼近期間，臺灣東方海上之風速首告激增，15日午間蘭嶼吹堅勁之西南風，風速已達每秒24.8公尺，入夜略減。翌晨再增，午後達於最強，其時蘭嶼已位於蘇珊之後方，且已減弱為熱帶低壓，而帶絲則位於臺灣之東北方，因而毋寧謂受帶絲之影響。蘇珊之暴風圈實際上並未經過本省陸地。帶絲之暴風圈則在16日午後經本省之東北端。彭佳嶼之最大風速達每秒28.3公尺，但基隆僅每秒12公尺。雨量則集中在兩個中心，一為阿里山、玉山一帶，最多在八、九百公厘之間，第二中心在大屯山區，超過二

百公厘。茲將帶絲及蘇珊兩颱風侵臺期間之各種氣象要素演變情形分述於後：

##### (一) 氣 壓

當蘇珊颱風即將進入巴士海峽之際，蘭嶼之氣壓開始低降，時間在15日21時以後。惟同一時間，恒春氣壓之下降則極微，足證蘇珊颱風之範圍甚小。蘭嶼之最低氣壓為995.5mb，見於16日15時，隨後即迅速上升，翌晨8時以後即已升高至1000mb以上。此顯係由於蘇珊之經過，與其本身之填充兩種因素所合成。

恒春之最低氣壓在15日17時，高雄亦同，較蘭嶼提前將近一天，足證其為受該處因地形而產生副低壓之影響。臺東之最低氣壓992.7mb，在16日15時45分出現，略較蘭嶼為遲。大武之991.8mb，在同日16時35分出現；新港之992.6mb則在17時37分出現。按蘇珊颱風本身之生命史而言，12日以後迅速加深，14日午夜中心氣壓達於最低，15日以後即見激升。可見臺灣東南沿海及外島所見之最低氣壓，均在其迅速填充期間。見圖4。

帶絲颱風來自臺灣之東北方海上，故以彭佳嶼及東北部沿海各地受影響較為顯著，但西南沿岸15日下午所出現之最低氣壓似受帶絲之影響更甚於蘇珊，宜蘭及基隆自15日午後起，氣壓即開始低降，淡水則延至16日8時後始連續下降。宜蘭之最低氣壓為994.1

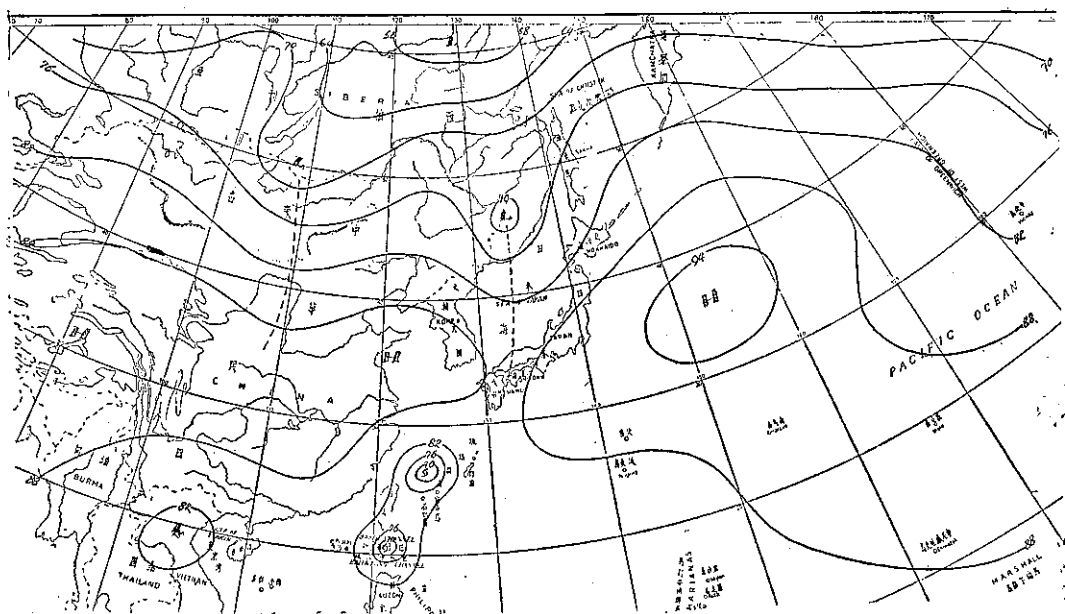


圖3：民國55年8月15日20時之500毫巴高空圖  
Fig. 3 : 500mb chart, 1200 GCT, 15 Aug., 1966

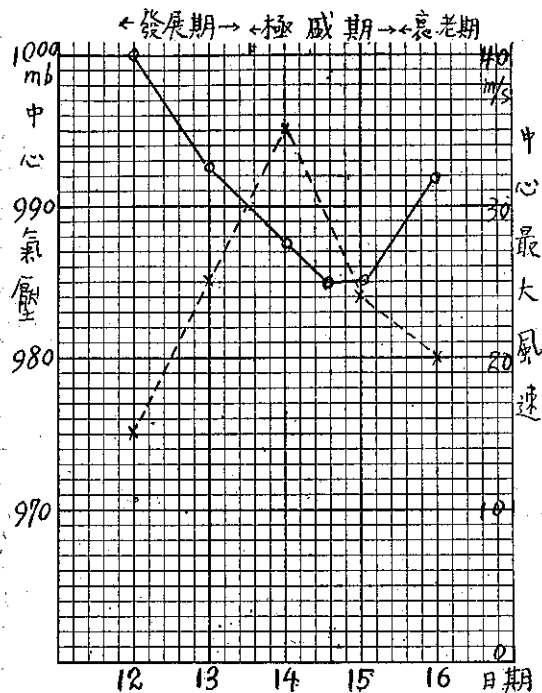


圖 4：蘇珊颱風中心氣壓及最大風速變化圖  
(實線示氣壓，虛線為風速)

Fig. 4: The variation of the lowest pressure and maximum wind velocity of typhoon Susan. (Solid line represent pressure, Broken line represent wind velocity).

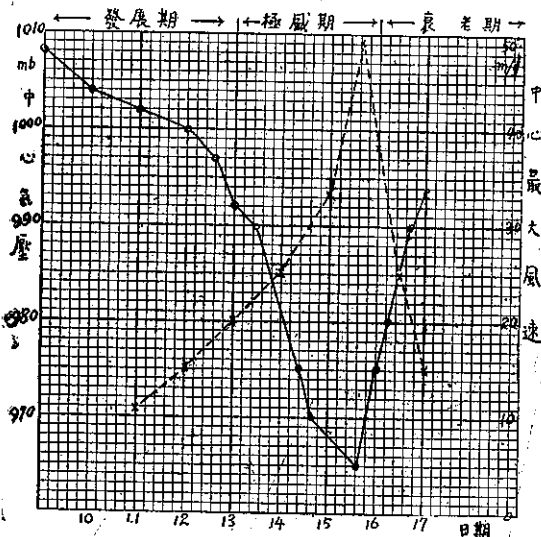


圖 5：蒂絲颱風中心氣壓及最大風速變化圖  
(實線為氣壓，虛線為風速)

Fig. 5: The variation of the lowest pressure and maximum wind velocity of typhoon Tess. (Solid line represent pressure, Broken line represent wind velocity.)

mb，見於16日15時，基隆為993.3mb，較前者遲20分鐘出現。此東北海岸出現最低氣壓之時間大致與西南海岸相當，足證二者同受蒂絲颱風之影響。

彭佳嶼距蒂絲之中心最近，最低氣壓為991.9mb，出現之時間為16日10時，較基隆、宜蘭等處提前5小時。由此可間接推知其進行速度至為緩慢。

根據蒂絲之中心氣壓演變變成之曲線如圖5所示。自此曲線可見9日以後，蒂絲之中心氣壓即逐漸下降，12日以後加速低降，13日至15日低降最急，兩天之內降低約24毫巴。大約在15日之午夜，中心降至最

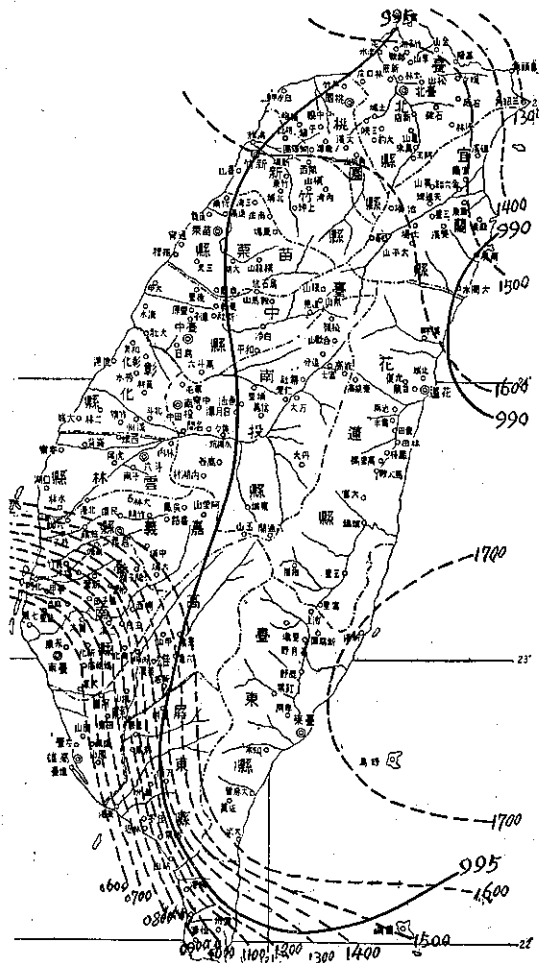


圖 6：蒂絲及蘇珊經過臺灣北方及南方海面時本局所屬各所測得之最低氣壓及其出現之同時線（氣壓之單位為毫巴，時間為東經120度標準時）

Fig. 6: The distribution of minimum pressure and its isotomic analysis in Taiwan during Tess and Susan's passage. (Pressure in mb, Time 120° EMT)

低。16日清晨起，中心氣壓急升，亦即迅速被填充，24小時內上升超過 25mb。由此可見帶絲經過臺灣北方海面時適在該颱風加速填充之際，故而威力銳減。北部最低氣壓出現則在帶絲颱風加深期間。但風力最強則在中心在北方經過相距最近之時機。故在時間上延緩約一天，此點至饒興趣。

圖 6 為帶絲及蘇珊兩颱風經過臺灣北方及南方海面時本局所屬各測候所記錄所得之最低氣壓及其同時線。圖中可見最低氣壓之數值相差甚少，臺灣陸上只能畫出 995mb 一條線。大致而論，東方之最低氣壓較西方為低，東北部之同時線顯示帶絲在東北方海面自東向西經過；蘇珊則自臺灣自西南方走向東南方，至於西南部同時線之密集顯非由蘇珊所導致。

## (二) 風

帶絲及蘇珊之經過臺灣近海，前者既遠較後者為強，如無地形之影響，則彭佳嶼之風速自應最強，其次為東北海岸，再次始為蘭嶼及臺灣南端各地。但據本局各屬所記載所得。蘭嶼之最大風速竟達每秒 47.3 公尺，風向為 WSW，出現之時間為 16 日 14 時 20 分。檢視地面天氣圖，當時蘇珊之中心早已經蘭嶼到達其東北方，且迅速衰退為熱帶性低壓，範圍極小，不可

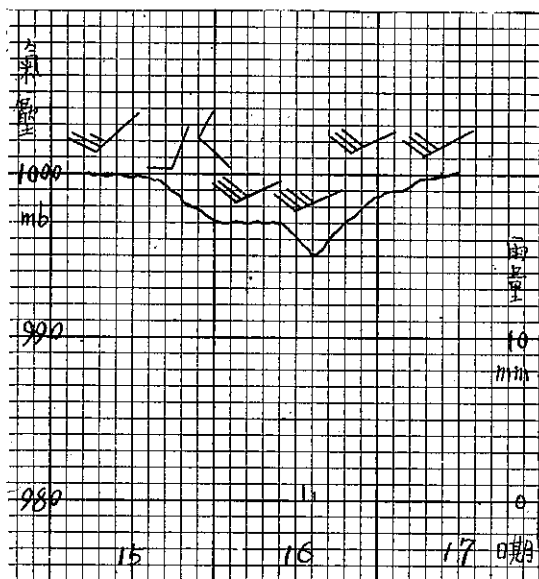


圖 7：帶絲及蘇珊颱風經過期間蘭嶼測得之氣壓、風及每時雨量圖（全翅 10m/s 半翅 5m/s）

Fig. 7 The sequence of pressure, wind and rainfall which observed at Lanyu during typhoon Tess and Susan's passage. (Whole barb represent 10 m/s, half barb represent 5m/s)

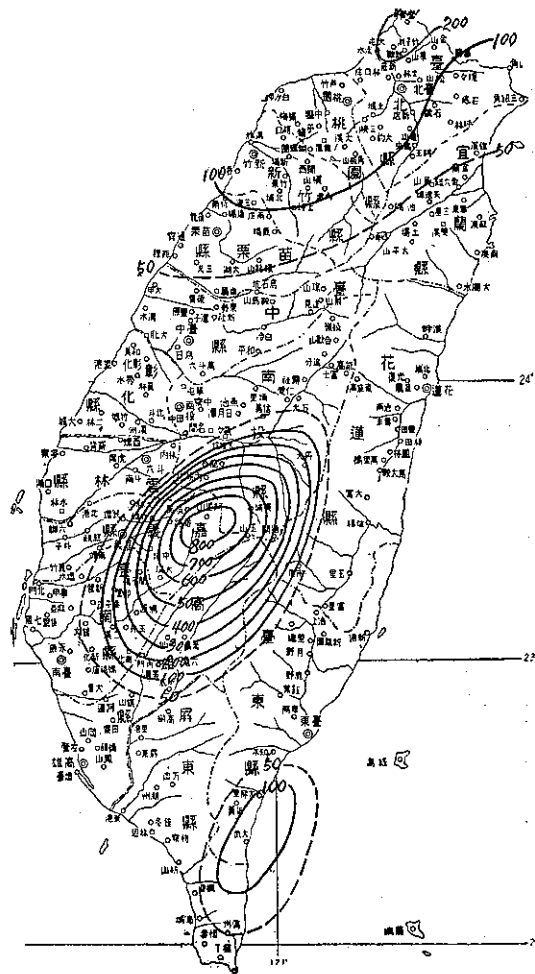


圖 8：帶絲及蘇珊颱風過境時臺灣各地之雨量（雨量之單位為公厘）

Fig. 8: The distribution of rainfall in Taiwan area during Tess and Susan's passage. (Rainfall in mm.)

能由此低壓所引起。考查其時帶絲之中心在彭佳嶼北方約 120 公里之海面上，周圍之環流受臺灣地形之影響，在蘭嶼附近勢必產生一副低壓。故蘭嶼出現之大風實為副低壓之後果，瞬間風速且達每秒 48.7 公尺，當時之氣壓為 997.1mb，亦可證實以上之研判。蓋蘇珊之中心最大風速，根據美軍之飛機偵察，最大不過每秒 37 公尺，見於 15 日 17 時 22 分（參閱圖 4）。

彭佳嶼因離帶絲之中心最近，最大風速為每秒 28.3 公尺，風向為西風，在 16 日 10 時出現，瞬間最大風速則達 33.8 公尺，表示颱風中心在其北方者至顯，按帶絲颱風之中心最大風速以 15 日午夜為最強，一度到達每秒 50 公尺，但隨後即銳減（參閱圖 5）。

表 1：帶絲颱風侵臺時本局所屬各測站紀錄綱要  
Table 1: The meteorological summaries of weather stations of TWB during typhoon Tess's passage 55年8月15~17日

| 地 點 | 最 低<br>氣 壓<br>(mb) | 起 時 |    |    | 最大風速<br>及 風 向<br>(m/s) | 出現時刻 |    |    | 瞬 間 最 大 風 速 |     |        |      |     | 雨 量<br>總 計  | 期 間   | 風力 6 級<br>以上時之<br>間 10m/s |                      |
|-----|--------------------|-----|----|----|------------------------|------|----|----|-------------|-----|--------|------|-----|-------------|-------|---------------------------|----------------------|
|     |                    | 日   | 時  | 分  |                        | 日    | 時  | 分  | 風 速         | 風 向 | 氣 壓    | 氣 溫  | 濕 度 |             |       |                           | 時 間                  |
| 彭佳嶼 | 991.9              | 16  | 10 | 00 | 28.3 W                 | 16   | 10 | 00 | 33.8        | W   | 993.0  | 26.3 | 97  | 16<br>12 25 | 239.5 | 15 21 00<br>16 24 00      |                      |
| 鞍 部 | 904.6              | 16  | 15 | 30 | 11.3 N                 | 15   | 08 | 20 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 233.4 | 15 00 10<br>17 12 50      | —                    |
| 竹子湖 | 995.3              | 16  | 15 | 18 | 5.7 NW                 | 16   | 18 | 50 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 187.6 | 15 00 24<br>16 24 00      | —                    |
| 淡 水 | 994.7              | 16  | 15 | 30 | 7.7 SW                 | 16   | 20 | 00 | 21.5        | SW  | 997.6  | 27.2 | 91  | 16<br>19 50 | 119.9 | 15 08 00<br>16 23 00      | —                    |
| 基 隆 | 993.6              | 16  | 15 | 20 | 12.0 WSW               | 16   | 05 | 40 | 22.0        | WSW | 995.3  | 29.3 | 75  | 16<br>11 47 | 69.5  | 15 03 30<br>17 09 16      | 16 05 30<br>16 11 50 |
| 臺 北 | 993.5              | 16  | 15 | 35 | 10.0 W                 | 16   | 10 | 20 | 17.6        | W   | 996.7  | 29.8 | 70  | 16<br>10 19 | 170.9 | 15 01 12<br>17 05 50      | —                    |
| 新 竹 | 995.3              | 16  | 15 | 47 | 8.7 SW                 | 16   | 21 | 00 | 13.2        | SW  | 998.7  | 26.1 | 94  | 16<br>21 08 | 134.9 | 15 12 10<br>17 08 15      | —                    |
| 宜 蘭 | 994.3              | 16  | 15 | 00 | 3.3 SSW                | 15   | 14 | 30 | 4.7         | SSW | 999.8  | 25.9 | 87  | 15<br>14 15 | 46.7  | 15 05 25<br>17 09 35      | —                    |
| 臺 中 | 997.7              | 15  | 17 | 00 | 5.7 S                  | 16   | 21 | 43 | 11.0        | S   | 1000.5 | 29.1 | 82  | 16<br>21 20 | 33.1  | 16 00 12<br>17 09 40      | —                    |
| 花 蓮 | 993.2              | 16  | 16 | 07 | 5.7 WSW                | 16   | 10 | 20 | 7.7         | WSW | 997.0  | 25.9 | 86  | 16<br>05 05 | T     | 16 06 30<br>16 06 40      | —                    |
| 日月潭 | 1411.8             | 15  | 05 | 00 | 8.3 SW                 | 16   | 24 | 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 39.3  | 16 03 10<br>16 23 00      | —                    |
| 澎 湖 | 997.9              | 17  | 03 | 30 | 8.5 W                  | 16   | 13 | 00 | 10.7        | WSW | 998.4  | 29.6 | 88  | 16<br>18 57 | 0.2   | 16 05 30<br>16 05 37      | —                    |
| 阿里山 | 3065.8             | 15  | 15 | 00 | 7.5 W                  | 16   | 17 | 00 | 11.0        | W   | 3080.6 | 14.7 | 100 | 17<br>00 57 | 869.3 | 16 03 40<br>17 17 00      | —                    |
| 玉 山 | 3062.2             | 16  | 01 | 00 | 7.3 W                  | 16   | 23 | 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 621.4 | 16 04 00<br>20 08 20      | —                    |
| 新 港 | 992.6              | 16  | 17 | 00 | 6.7 SSW                | 15   | 16 | 00 | 9.3         | SSW | 999.0  | 29.8 | 81  | 15<br>17 00 | 4.2   | 16 17 37<br>16 21 10      | —                    |
| 永 康 | 997.9              | 15  | 16 | 40 | 9.5 W                  | 16   | 13 | 10 | 16.9        | W   | 1000.4 | 29.9 | 85  | 16<br>13 11 | 0.5   | 16 07 54<br>16 09 25      | —                    |
| 臺 南 | 989.6              | 15  | 16 | 35 | 9.3 WSW                | 16   | 13 | 10 | 16.8        | SWW | 999.9  | 30.6 | 83  | 16<br>13 10 | 1.9   | 16 08 02<br>16 09 40      | —                    |
| 臺 東 | 992.8              | 16  | 15 | 45 | 7.5 SW                 | 16   | 14 | 50 | 16.5        | SW  | 995.4  | 31.0 | 67  | 16<br>12 55 | 1.8   | 16 13 38<br>16 18 07      | —                    |
| 高 雄 | 997.7              | 15  | 17 | 00 | 13.3 W                 | 16   | 12 | 00 | 24.0        | W   | 999.7  | 29.6 | 89  | 16<br>12 54 | 3.3   | 15 12 54<br>15 17 56      | 16 11 00<br>17 11 00 |
| 大 武 | 991.8              | 16  | 16 | 35 | 12.3 SSW               | 16   | 16 | 40 | 29.5        | SSW | 991.8  | 29.7 | 68  | 16<br>16 35 | 119.8 | 16 10 50<br>17 16 20      | 16 16 00<br>16 16 40 |
| 蘭 嶼 | 996.7              | 16  | 14 | 43 | 47.3 WSW               | 16   | 14 | 20 | 48.7        | WSW | 997.1  | 24.6 | 97  | 16<br>14 20 | 1.7   | 16 12 40<br>16 13 30      | 13 14 00<br>22 05 00 |
| 恒 春 | 997.9              | 15  | 17 | 00 | 11.0 W                 | 16   | 11 | 50 | 15.5        | W   | 999.5  | 28.8 | 86  | 16<br>15 57 | 32.9  | 14 22 54<br>16 15 00      | 16 11 50<br>16 12 00 |
| 鹿林山 | 596.8              | 15  | 17 | 00 | 5.3 NW                 | 16   | 13 | 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 127.6 | 16 04 12<br>16 21 00      | —                    |
| 東吉島 | 997.6              | 17  | 03 | 31 | 16.8 SW                | 16   | 23 | 00 | 19.3        | SW  | 999.4  | 28.6 | 93  | 16<br>22 50 | 1.0   | 16 07 40<br>16 07 52      | 15 24 00<br>18 11 30 |

\*\* 仍用測站氣壓 mb

\* 阿里山及玉山為 700mb 面高度重力公尺，日月潭為 850mb 面高度重力公尺

本省陸上其餘各地風速均不大，最大風速超過每秒10公尺者僅鞍部、基隆、高雄、大武、恒春等處。臺北適為每秒10公尺，東吉島則亦達每秒16.8公尺。風向則大都為西風及西南風。蒂絲及蘇珊兩颱風經過期間蘭嶼所測得氣壓、風向、風速及雨量如圖7。各地重要氣象見附表一。

### (三) 降 水

蒂絲及蘇珊經過臺灣近海期間，主要因為西南氣流被蒂絲攝引，在跨越中央山脈時被抬高，故阿里山、玉山一帶雨量最多，阿里山16、17兩日之降水總量達869.3公厘，玉山為621.4公厘，鹿林山即遠較前兩處為少，僅127.6公厘。以上僅計至17日為止，其後中南部繼續有豪雨，以致局部地區洪水成災。

直接受蒂絲影響之臺灣北部，大屯山區超過200公厘，北部地區則在100~200公厘之間。東南海岸大武附近超過100公厘，其餘大部地區均不足50公厘。此兩颱風侵襲期間之全省等雨量線見圖8。

## 五、災情統計

蒂絲及蘇珊之災情主要為阿里山一帶連日豪雨，使各河川之水位高漲，里港若干處堤防被沖毀，公路因坍方而有多處中斷，埔里及霧社之公路更柔腸寸斷，農田多處被淹沒。高屏地區亦因隨後之豪雨以致護岸崩潰，蕉園被洪水沖失，低窪地區多成澤國。

至於房屋及生命則未接獲有損害之報告。

(戚啓勳)

# 民國五十五年颱風調查報告

## 第三號颱風寇拉

### *Report on Typhoon "Cora"*

#### *Abstract*

Typhoon Cora was the third typhoon that invaded Taiwan in 1966. She first generated over the sea southwest of the Mariana Islands, located at  $13.3^{\circ}\text{N}$  and  $141.0^{\circ}\text{E}$  on the Synoptic Chart at 0000 GMT, 31 Aug. Her intensity increased rapidly to 40 m/s within 36 hours and reached the stage of a moderate typhoon, moving to the north-west. Twelve hours later, the maximum wind velocity in the vicinity of its center was reported to 50~60 m/s and she thus was classified a strong typhoon. The Taiwan Weather Bureau issued its first Typhoon Warning at 14:30 GMT, 3rd Sept. Cora changed her direction to west-north-west and began to slow down as she approached Miyako from the southwest. Later on typhoon Cora could be observed clearly on the radar scope is located in Hualien and was inaugurated this year, which indicated that her direction continued to the west-north-west with a speed of 10 kilometers per hour. Its maximum wind velocity increased to 65 m/s and center pressure dropped to 917mb.

On the morning of 5th Sept., both the synoptic analysis and the radar scope showed that Cora had gradually changed its course toward the north. This new track apparently was influenced by a weak trough to the north of the storm. This situation was quite similar to that of typhoon Gloria in 1963. A few hours later, strong typhoon Cora switched back to a westerly course and sideswiped northern Taiwan. Its center passed near Pengchiayu. The maximum wind velocity observed at that station was 62.7 m/s. The instantaneous wind velocity was estimated at about 75m/s. Fortunately, Cora was filling rapidly at that time and its intensity was strongly decreasing outward from its center. Hence, only little damage was reported on Taiwan. Rainfall was concentrated over a limited area near the Tatunshan mountain area, which reported about 400mm. Two houses in Taipei collapsed in floods. Several highways were flooded and traffic was disrupted. The three rivers flowing past Taipei were all swollen; the water level at two of them exceeding the warning mark.

#### 一、前 言

寇拉 (Cora) 爲本年內第三次侵襲臺灣之颱風。

此一颱風醞釀於馬利安納群島附近，8月31日之地面天氣圖上始見其發展爲颱風，隨即迅速增強。初向西北行進，及至9月3日以後轉爲西北西。當9月5日中心



到達宮古島附近時，再度折向西北，其時因北方有一淺槽，故而有偽裝轉向之姿態，幸過去有52年葛樂禮颱風之教訓，未為所惑。12小時後，果然折回西北西，其路徑與葛樂禮酷似。惟其範圍略小，故災情並不嚴重，真可謂有驚無險。但中心經過本省北方海面時。彭佳嶼記錄所得之最大風速達每秒62.7公尺，瞬間風速竟達每秒75公尺。突破該站歷年來之記錄。蘭嶼之風速亦達每秒43公尺。

此颱風於9月7日在溫州、馬祖間登陸，未幾即消滅。茲將寇拉颱風之發生與經過情形報告如下：

## 二、寇拉颱風之發生與經過

8月底，艾麗絲 (Alice) 颱風已向前推進至琉黃島附近。在其後方，氣壓梯度至為貧弱。29日之地面天氣圖上，馬利安納群島一帶產生一微弱之熱帶低壓，其時中心雖徘徊不定，但仍見其有向西之趨勢，31日8時之地面天氣圖上已見正式發展為輕度颱風，命名寇拉 (Cora)。中心位於  $13.3^{\circ}\text{N}$ ,  $141.0^{\circ}\text{E}$ ，飛機測得中心最大風速尚僅  $20\text{m/s}$ ，中心氣壓  $1000\text{mb}$ ，以時速9浬走向西北。

寇拉颱風誕生後，其發展至為迅速。1日20時已

增為颱風強度，中心最大風速為  $40\text{m/s}$ ,  $30\text{kts}$  暴風之半徑已擴張至 300 公里，中心氣壓降至  $950\text{mb}$ 。2日8時即已增為強烈颱風，飛機測得中心在  $20.6^{\circ}\text{N}$ ,  $134.3^{\circ}\text{E}$ ，以時速13浬續向西北，步艾麗絲之後塵，中心最大風速約  $50\sim 60\text{m/s}$ ，中心氣壓在  $925\sim 930\text{mb}$ 。當晚20時，中心已抵  $22.3^{\circ}\text{N}$ ,  $132.7^{\circ}\text{E}$ ，亦即那霸東南方大約700公里之海面上。

8日8時，寇拉離本省更為接近，且移動方向已自西北轉為西北西，移動之速度略減，估計每時約10浬。中心最大風速及氣壓保持不變。12小時後，中心到達那霸東南方約 300 公里之海面上， $34\text{kts}$  之暴風半徑測得為 200 公里。本局預測暴風圈將在24小時內到達臺灣近海，乃於3日22時30分發佈第1號海上警報，此為本年內發佈警報之第7次。其時，暴風圈距臺灣最近之海岸約 600 公里，中心則在宮古島西南西方約 500公里。

4日8時，寇拉進逼宮古島，以時速約 8 浬向西北西進行，中心最大風速仍為  $60\text{m/s}$ ，中心氣壓約  $920\text{mb}$ 。有直撲臺灣北部之形勢。本局估計暴風圈將在18小時內到達陸上，故在4日17時發出第一次海上及陸上颱風警報。

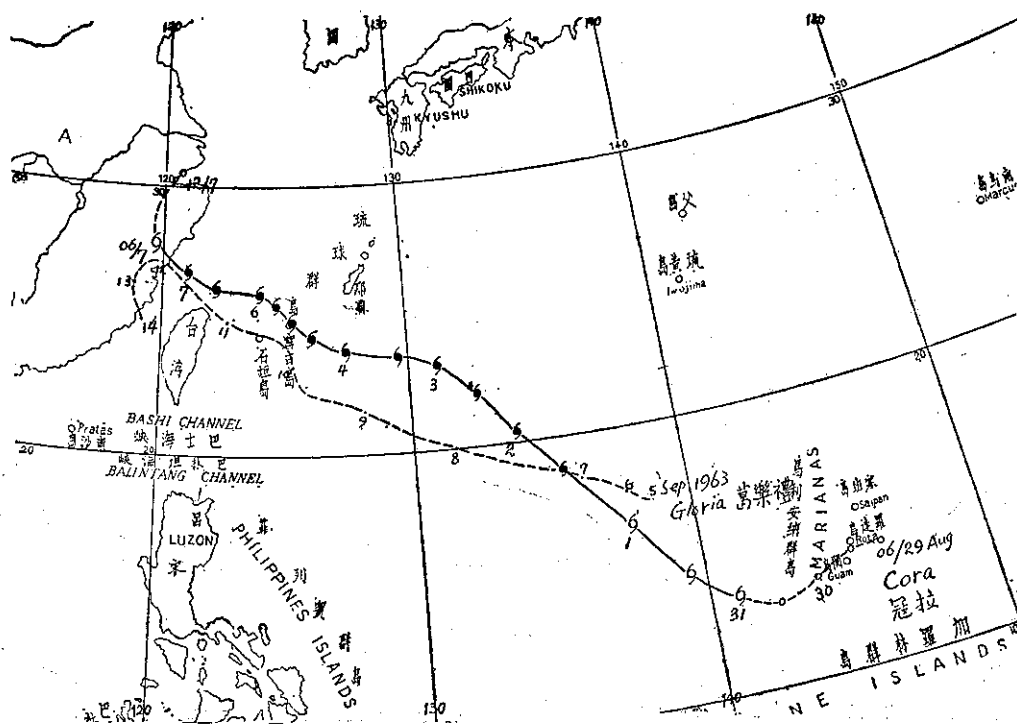


圖 1：寇拉颱風之路徑與52年葛樂禮颱風之比較

Fig. 1: The track of typhoon Cora and compared with typhoon Gloria in 1963.

翌(5)日清晨3時35分起，寇拉即在我花蓮雷達站控制範圍內，每小時均有傳真圖發來，中心之動向及速度瞭如指掌，最初方向仍為西北西，速度約為每小時10公里。

但在5日上午9時40分以後，無論根據地面天氣圖之分析，或雷達幕上中心移動之軌跡，均顯示寇拉已轉向西北，且有轉為北北西之趨勢，如此則威脅本省之情勢必將大為減輕。其時寇拉之姿勢正為鼎盛時代。中心最大風速已增為65m/s，最低氣壓僅917mb。此時34kts之暴風半徑擴展至300公里，幸50kts之半徑僅100公里。此為關鍵時機，轉向與否應作一抉擇。蓋渤海與黃海之間有一淺低壓。日本海及我國內蒙各有一弱高壓，中俄邊境之黑龍江區域另有一低壓。此種形勢，最足令人困擾。

5日14時，寇拉之進行更緩，轉北則更顯。惟本局研判結果，認為：寇拉之北方雖有一低槽，但以勢力甚淺，而中緯度之高壓帶在40°N附近有填塞之趨勢，酷似52年同一時期葛樂禮之形勢，亦即有折回西北西之可能。故在10時45分發佈第6號警報單中，仍籲請嚴重戒備，並預測當晚本省東北部將進入暴風圈

內。

隨後果在雷達幕上見寇拉折回西北西，乃益增信心，預測24小時後中心將在臺北之東北方大約260公里之海面上經過。

6日2時，臺灣沿海已進入暴風圈，雷達幕上顯示中心位於25.4°N，123.8°E，以時速7浬移向西北西。暴風半徑縮減為160公里。故本省倖免嚴重之災害，本島之風雨均較預期為小。8時左右，中心經過彭佳嶼之北方，隨即迅速減弱，7日2時及8時之地面天氣圖上，蘭嶼附近均出現副低壓，寇拉之中心已進抵馬祖之北北東方約100公里之海上，本局當於10時30分解除海上及陸上警報。此時寇拉之中心最大風速已減為40m/s，未幾即在馬祖、溫州間登陸，14時減為輕度颱風，隨即向北方轉變為範圍極小之熱帶低壓。寇拉之路徑見圖1。圖中虛線示民國52年9月初之葛樂禮颱風路徑。

### 三、寇拉颱風之路徑與天氣圖形勢

寇拉颱風自生成至消滅，歷時計10天，其路徑初向西南西，再向西北。隨後又折向西北西。臨近琉球

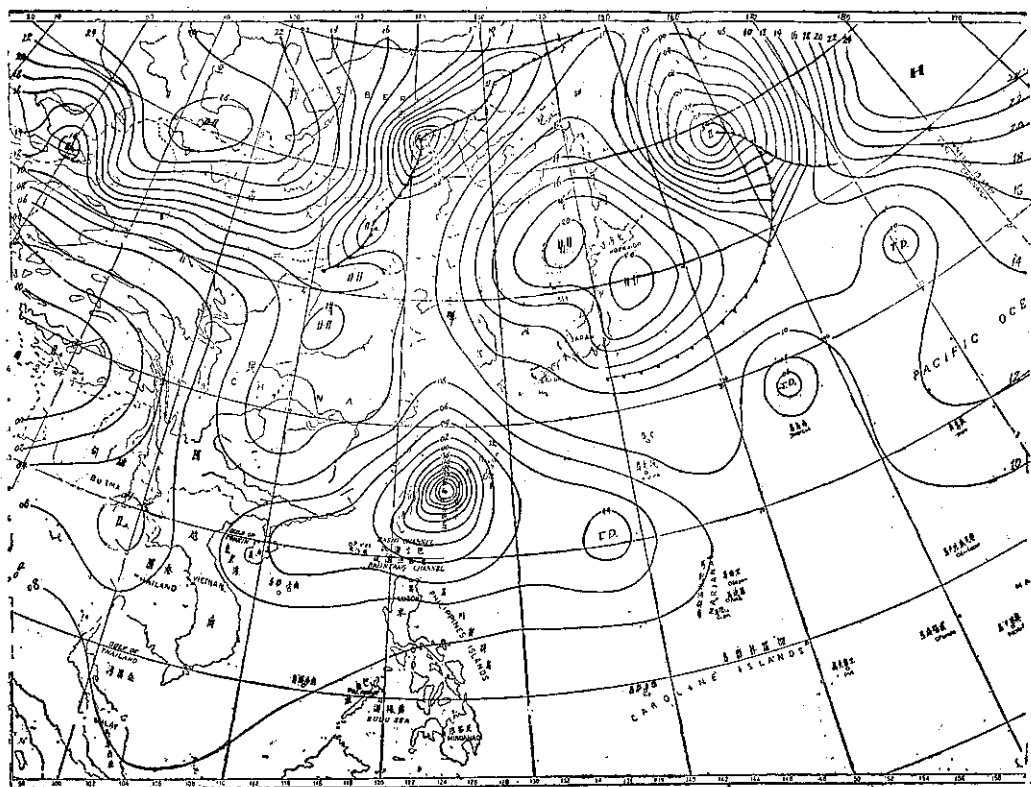


圖2：9月5日20時之地面天氣圖

Fig. 2: Sea level chart, 1200 GCT, 5th Sept. 1966.

群島時，一度轉為西北。約一天後又轉回西北西經臺灣北方海面，漸順轉登陸浙閩交界，趨於消滅，綜觀其徑路，可以劃分為以下五個階段：

(一)自8月29日14時起至31日8時發展為輕度颱風前，寇拉走向西南西；

(二)8月31日8時至9月3日8時，寇拉之勢力迅速增強為強烈颱風，加速向西北行進。

(三)9月3日至5日8時，寇拉之走向改為西北西。

(四)5日8時至6日2時，寇拉之速度轉緩，走向再轉為西北；

(五)6日2時至7日20時，寇拉之路徑折回西北西，移動速度再增加，並逐漸順轉以至於消滅。

茲分別檢討如下：

寇拉前身之熱帶低壓位於副熱帶南方之東風帶內，故有向西推進之趨勢。惟在其正西方，亦即呂宋島附近，當時有一淺高壓，故寇拉最初之旋渦走向西南西。隨後發展成輕度颱風之後，由於艾麗絲颱風在寇拉之西北方，故寇拉步隨其後，成為走向西北。另一方面，因副熱帶高壓之緯度甚高，向西南伸出之楔形部份在琉黃島附近，故而寇拉沿此高壓楔向西北推進。

9月3日8時之地面天氣圖上，艾麗絲已位於寇拉

之西北西方，故寇拉之走向亦改為西北西。此時中緯度均為極弱之高低壓，對寇拉之走向並不發生甚大之作用。鋒系自長江流域向東伸至日本，南北向氣流頗為貧弱。

4日以後，艾麗絲消失，寇拉不再受其牽制。5日8時，寇拉北方黃海、渤海之間有一小型低壓，黑龍江、河套處另有一低壓。其間日本海及內蒙則各有一高壓區，故寇拉之北方似有一弱槽存在，有利於其偏向北方行進。同一時間之500mb圖上，平津上空有一低壓正位於寇拉之北北西方，故寇拉之走向自西北西轉為西北，曾一度（極短時間）且轉為北北西。

但至5日20時，地面天氣圖上顯示寇拉北方之淺槽有封閉之趨勢，原在黃海之低壓已消失，見圖2。同一時刻之500mb圖雖仍見有槽線自遼東半島伸至長江下游。但在6日8時之500mb圖上此槽線已經消失，見圖3，故自6日2時起又折回西北西，雖然6日2時之地面天氣圖上，寇拉之正北方有一連串低壓，似有開一道路讓其北進。至20時之地面圖上，北緯40度附近之高壓帶顯然合併，阻其北上。

隨後則西伯利亞、外蒙間之高壓發展，寇拉被其前鋒所阻，漸趨順轉，終至消滅。

寇拉颱風之路徑如與民國52年9月在臺灣北部襲

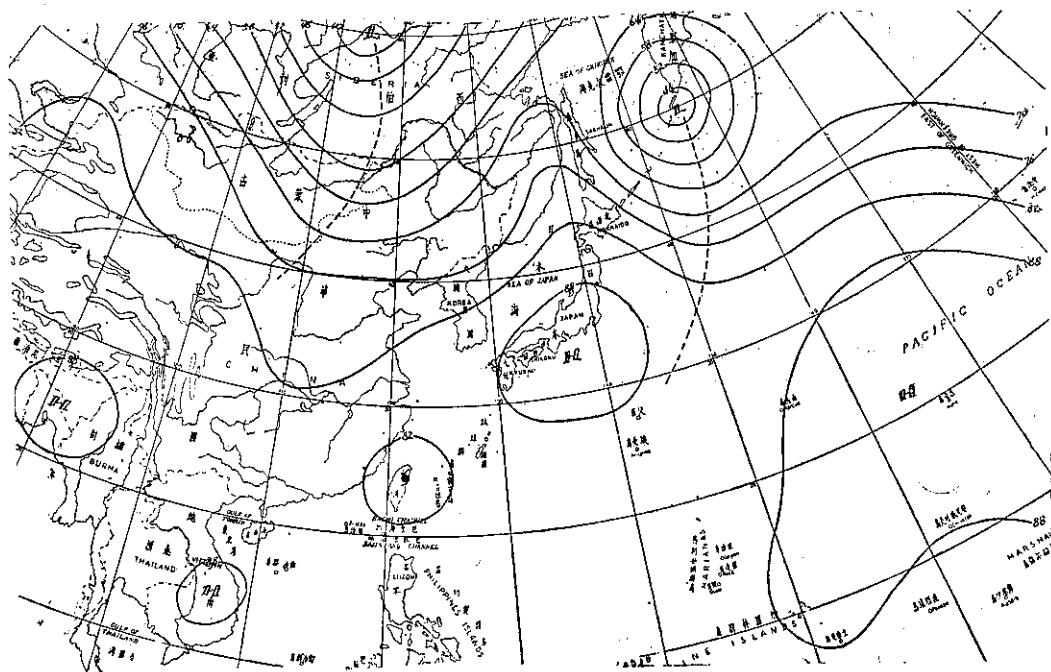


圖3：9月6日8時之500mb圖

Fig. 3: 500mb chart, 0000 GCT, 6th Sept. 1966.

成重大災害之葛樂禮比較，至饒興趣（參閱圖1）。最初葛樂禮之緯度較寇拉為高，隨後則均低於寇拉，亦即葛樂禮之路徑略偏南方。一度折向西北則均在宮古島附近。由於折回後之路徑，葛樂禮之中心緊靠臺灣北海岸，加以暴風半徑甚大與其本身之含濕豐沛，故而導致空前豪雨。寇拉則不僅路徑稍偏北，中心距臺灣較遠，且因範圍小，含濕不大，以致除大屯山區雨量稍多外，臺灣其他地區雨量極少。

#### 四、寇拉颱風侵臺期各地氣象變化

寇拉颱風之暴風圈大約在5日23時到達彭佳嶼，6日2時到達本島東北海岸。但彭佳嶼在5日8時以後即超過每秒10公尺之強風，22時以後超過每秒20公尺。風速最強則在6日17時，達每秒62.7公尺，但宜蘭僅每秒12.5公尺，基隆、淡水均不過每秒20公尺左右。足見寇拉颱風之勢力自中心向外銳減，僅鞍部之風較大，達每秒35.5公尺。雨量亦僅大屯山區超過400公厘，阿里山區不過50餘公厘。東北部一般僅一兩百公厘，其餘各地均極少，故未釀成災情。茲將寇拉颱風侵臺期間各種氣象要素之演變情形分述如下：

##### （一）氣 壓

當颱風寇拉逼近臺灣時，5日10時起，彭佳嶼及東北部各地氣壓陸續低降。彭佳嶼因中心在其附近經過，故低降最劇，至6日17時降至最低，讀數為954.3 mb，最大風速亦於此時出現。按美軍之飛機偵察，

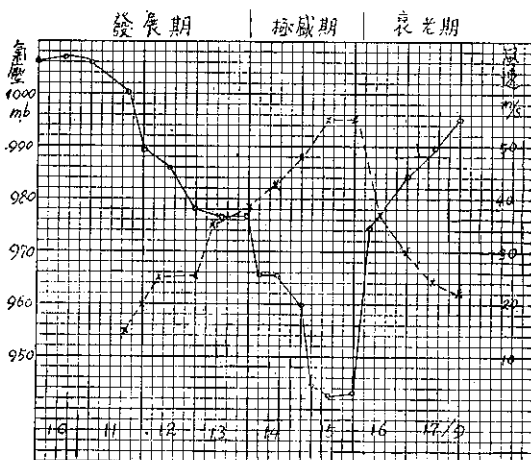


圖4：寇拉颱風中心氣壓及中心最大風速演變圖（實線氣壓，虛線風速）

Fig. 4: The variation of the lowest pressure and maximum wind velocity of typhoon Cora (Solid line-pressure, broken line wind velocity.)

寇拉本身之中心氣壓自8月31日起即逐漸低降，2日至3日曾一度保持穩定，但3日晚間至4日又降低，5日已上升，至6日中心氣壓大致為930mb。可見彭佳嶼風速雖強暴，但距中心仍有一段距離，由此亦可想見中心向外氣壓激增。寇拉颱風中心氣壓演變之曲線見圖4。彭佳嶼記錄得之氣壓曲線見圖5。圖中可見該島氣

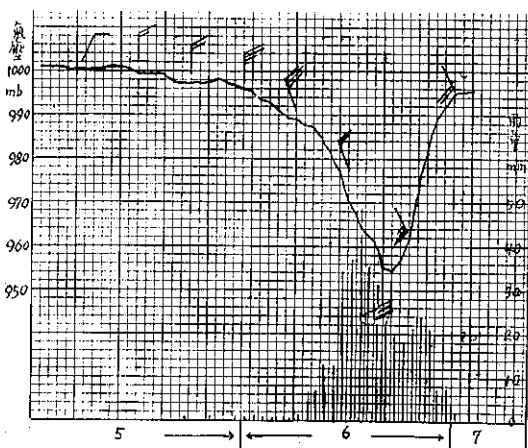


圖5：寇拉颱風中心經彭佳嶼時該站測得之氣壓、風向、風速及每小時雨量變化

Fig. 5: The sequence of pressure, wind direction and speed, hourly rainfall which was observed at Pengchiayu during typhoon Cora's passage.

壓之升降並不若想像之劇烈，由此推知寇拉僅在中心附近氣壓梯度甚大，稍遠即相當緩和，此亦為本島各地鮮有狂暴風速之原因。

在圖4中我人可見8月31日及9月1日寇拉之中心氣壓低降最亟，計兩天內降35mb之多，因而發展成強烈颱風，上升則以6日最顯著。一天內升高25mb，其時適為經過彭佳嶼附近，故臺灣能倖免於難，此中心最低氣壓之曲線，與中心附近最大風速之曲線配合至佳。

圖6為各地出現之最低氣壓及同時線。圖中可見彭佳嶼與基隆、宜蘭間之最低氣壓線密集，自淡水、臺北、花蓮至臺東一線，最低氣壓不過為990mb上下，臺灣西部則均在995mb以上。由此亦可證見前面推想之寇拉颱風僅中心附近梯度甚峻，稍遠即甚平坦。

最低氣壓出現之時間以花蓮及蘭嶼最早，分別為6日14時及18時，宜蘭、新港一線稍晚，約為15時。臺東、大武，以及西南沿海均為16時。彭佳嶼、臺北至阿里山一線又遲約一小時。至於臺灣西部及澎湖則最低氣壓均延至7日3~4時始出現。

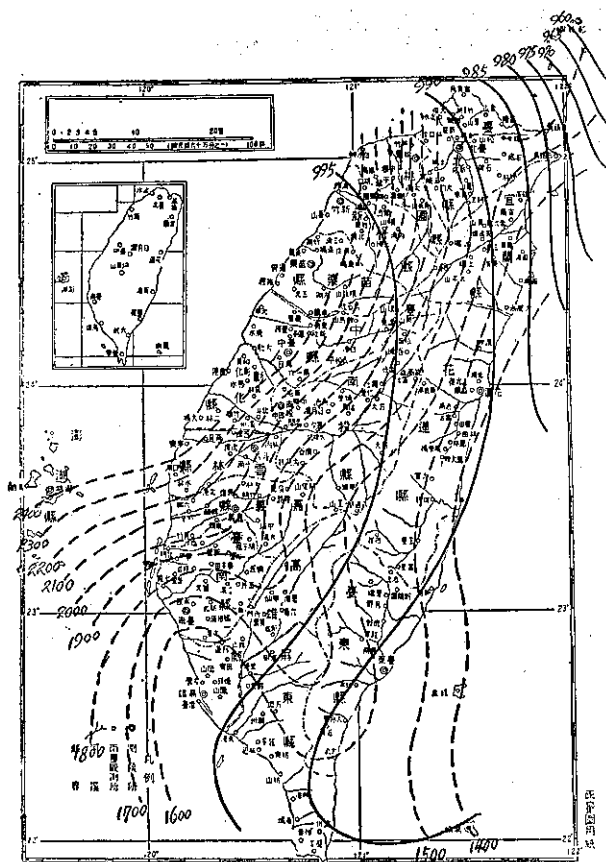


圖 6：寇拉颱風經過臺灣近海時所出現之最低氣壓及其同時分析

Fig. 6 : The distribution of minimum pressure and its isotimic analysis in Taiwan during Cora's passage.

## (二) 風

寇拉颱風之邊緣於 6 日下午至晚間經過臺灣，除彭佳嶼之風力異常猛烈之外，本島則僅較部風力達每秒 35.5 公尺，其餘最多不過每秒 20 公尺左右，即基隆、淡水一帶。

根據彭佳嶼之記錄，5 日 8 時以後，當地之北風即已超過每秒 10 公尺。當天 20 時以後增至每秒 20 公尺以上。翌日，風速廣續增強，6 時已達每秒 30 公尺，風向則自北轉為北北西。此後仍不斷增強，中午已超過每秒 50 公尺，風向轉為西北。15 時至 15 時 30 分之間風向自西北亟轉為南風。此後仍增強，至 17 時達於最大，每秒 62.7 公尺。此時亦為最低氣壓出現之時期。按諸颱風內之風系，15 時至 15 時 30 分之間，為寇拉中心經過彭佳嶼之時刻，故 17 時出現之最大風應在中心過後。據彭佳嶼中心經過時之風向及風力而論，中心應

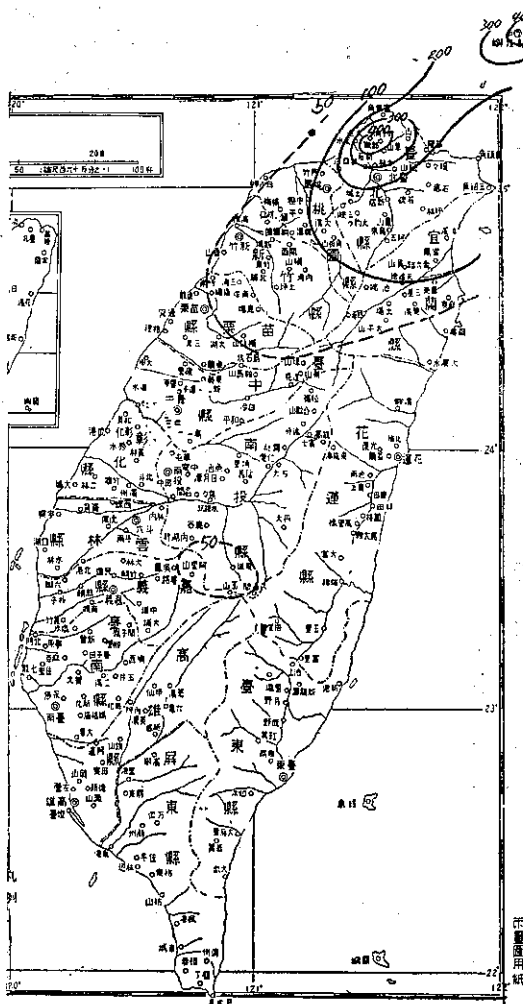


圖 7：寇拉颱風過境時臺灣各地之雨量

Fig. 7 : The distribution of rainfall in Taiwan area during Cora's passage.

即在該島附近，但該處測得之最低氣壓高出美軍測得寇拉當時中心最低氣壓約 10mb（見圖 4，注意日期為世界標準時，當時正寇拉本身中心氣壓激升之時），風速則高出美軍所測。惟當時寇拉之中心氣壓正激降，風速正激降之際，美軍所測在時間上自難配合。故我人深信寇拉中心距彭佳嶼極近，僅未出現颱風眼而已。

該測站裝設達因風速計之風力塔，後窗於 6 日 15 時被暴風吹毀，致被雨水淋濕自記紙，筆尖穿破，6 日 15 時至 23 時達因風速計之記錄中斷，瞬間最大風速以未中斷前之 15 時最大值而言為每秒 75 公尺，當時之十分鐘平均風速為每秒 56 公尺。但 17 時之 10 分鐘平均風速為每秒 62.7 公尺，故估計瞬間最大風速可能超過每

表一：寇拉颱風侵臺時本局所屬各測站紀錄綱要  
Table 1: The meteorological summaries of weather stations of TWB during typhoon Cora's passage

55年9月4-7日

| 地 點 | 最 低 氣 壓<br>(mb) | 起 時 |    |    | 最大風速<br>及風向 | 起 時      | 瞬 間 最 大 風 速 |     |        |      |     | 雨 量<br>總 計  | 期 間                           | 風力6級<br>以上之時間<br>10m/s |
|-----|-----------------|-----|----|----|-------------|----------|-------------|-----|--------|------|-----|-------------|-------------------------------|------------------------|
|     |                 | 日   | 時  | 分  |             |          | 風速          | 風向  | 氣壓     | 氣溫   | 濕度  | 時間          |                               |                        |
| 彭佳嶼 | 954.3<br>**     | 06  | 17 | 00 | 62.7 S      | 06 17 00 | 75.0        | NW  | 961.1  | 25.4 | 99  | 06<br>16 30 | 405.2<br>05 17 40<br>07 00 40 | 05 08 00<br>07 02 00   |
| 鞍 部 | 896.7           | 06  | 17 | 30 | 35.5 N      | 06 11 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 412.3<br>04 11 55<br>06 24 00 | 05 11 00<br>06 20 00   |
| 竹子湖 | 988.4           | 06  | 18 | 35 | 13.7 WNW    | 06 18 35 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 438.5<br>04 09 05<br>07 01 32 | 06 09 20<br>06 22 30   |
| 淡 水 | 990.1           | 06  | 18 | 35 | 18.7 WNW    | 06 14 10 | 23.7        | W   | 990.8  | 24.7 | 97  | 06<br>15 45 | 138.4<br>04 09 45<br>06 23 55 | 06 02 30<br>06 22 30   |
| 基 隆 | 986.3           | 06  | 17 | 37 | 20.0 SW     | 06 19 50 | 35.5        | SW  | 987.4  | 24.0 | 96  | 06<br>19 43 | 199.8<br>04 03 46<br>06 23 55 | 05 23 50<br>06 23 30   |
| 臺 北 | 990.4           | 06  | 17 | 15 | 15.7 W      | 06 17 50 | 26.0        | W   | 990.4  | 24.4 | 94  | 06<br>17 53 | 223.9<br>04 13 07<br>07 01 21 | 06 13 30<br>06 22 20   |
| 新 竹 | 995.1           | 07  | 03 | 00 | 7.0 NNW     | 06 09 50 | 9.5         | NNW | 999.9  | 26.1 | 88  | 06<br>09 45 | 57.6<br>05 01 35<br>06 23 15  | —<br>—                 |
| 宜 蘭 | 989.9           | 06  | 15 | 00 | 12.5 WNW    | 06 08 10 | 16.4        | WNW | 993.5  | 24.8 | 96  | 06<br>08 10 | 123.5<br>04 18 10<br>06 23 10 | 06 00 30<br>06 19 20   |
| 臺 中 | 996.3           | 07  | 14 | 50 | 7.5 N       | 05 14 50 | 10.7        | N   | 999.7  | 26.9 | 82  | 06<br>10 07 | 12.1<br>05 22 10<br>06 22 59  | —<br>—                 |
| 花 蓮 | 990.4           | 06  | 13 | 45 | 6.7 WSW     | 06 03 20 | 9.2         | ENE | 1001.9 | 30.4 | 77  | 04<br>14 40 | 0.9<br>05 20 06<br>06 23 02   | —<br>—                 |
| 日月潭 | 889.3<br>**     | 07  | 15 | 00 | 6.0 WNW     | 05 22 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 10.0<br>06 01 40<br>07 00 40  | —<br>—                 |
| 澎 湖 | 995.9           | 07  | 04 | 05 | 8.0 NNE     | 06 01 30 | 10.0        | NNE | 1001.0 | 30.6 | 73  | 05<br>14 50 | 0<br>—<br>—                   | —<br>—                 |
| 阿里山 | 3040.7<br>*     | 06  | 17 | 00 | 7.8 N       | 06 18 00 | 10.5        | N   | 3048.1 | 12.9 | 100 | 06<br>17 58 | 54.0<br>04 12 48<br>06 20 10  | —<br>—                 |
| 玉 山 | 3035.3<br>*     | 06  | 16 | 00 | 10.0 NW     | 05 23 00 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 57.7<br>04 13 32<br>06 22 40  | 05 23 00<br>05 23 00   |
| 新 港 | 989.7           | 06  | 15 | 30 | 6.0 SSW     | 05 01 15 | 9.1         | SSW | 999.3  | 27.3 | 77  | 05<br>01 40 | 0.0<br>—<br>—                 | —<br>—                 |
| 永 康 | 997.1           | 07  | 15 | 00 | 6.8 N       | 06 12 30 | 11.6        | N   | 999.1  | 28.7 | 78  | 06<br>12 22 | 0.1<br>06 15 08<br>06 15 12   | —<br>—                 |
| 臺 南 | 996.3           | 07  | 15 | 00 | 6.8 NW      | 05 13 20 | 12.7        | N   | 999.5  | 27.9 | 78  | 06<br>08 35 | 0.7<br>05 09 34<br>06 15 45   | —<br>—                 |
| 臺 東 | 989.5           | 06  | 16 | 15 | 4.3 ENE     | 06 18 00 | 7.3         | ENE | 990.8  | 29.8 | 80  | 06<br>17 45 | 0<br>—<br>—                   | —<br>—                 |
| 高 雄 | 995.7           | 06  | 16 | 00 | 7.3 NW      | 06 06 00 | 17.0        | NW  | 997.8  | 27.0 | 87  | 06<br>07 30 | 3.9<br>04 20 11<br>04 20 50   | —<br>—                 |
| 大 武 | 988.1           | 06  | 16 | 00 | 7.3 NE      | 05 11 40 | 17.0        | S   | 988.8  | 33.7 | 52  | 06<br>14 07 | 0.1<br>04 18 50<br>04 19 10   | —<br>—                 |
| 蘭 嶼 | 990.4           | 06  | 13 | 00 | 43.0 WSW    | 06 07 00 | 50.5        | WSW | 992.0  | 24.8 | 94  | 06<br>07 00 | 0<br>—<br>—                   | 04 23 00<br>07 11 00   |
| 恒 春 | 992.9           | 06  | 16 | 00 | 13.5 NW     | 06 15 10 | 18.0        | NW  | 993.0  | 28.6 | 83  | 06<br>15 22 | 0<br>—<br>—                   | 06 12 00<br>06 21 00   |
| 鹿林山 | 727.9<br>**     | 06  | 18 | 10 | 9.5 NW      | 06 17 20 | —           | —   | —      | —    | —   | —           | 38.9<br>04 13 48<br>06 23 30  | —<br>—                 |
| 東吉島 | 997.2           | 07  | 05 | 00 | 12.3 N      | 06 03 00 | 15.2        | N   | 1000.0 | 27.4 | 81  | 06<br>03 52 | T<br>06 05 32<br>06 05 34     | 05 17 10<br>06 13 21   |

\* 換算為 700mb 面之高度重力公尺數

\*\* 仍用測站氣壓 mb

秒80公尺。

蘭嶼之風向、風速變遷完全與彭佳嶼異趣。自4日中午開始，蘭嶼即吹西南西風，顯然直接受寇拉之影響，當天晚間22時以後即超過每秒10公尺，翌日10時以後增至每秒20公尺以上。5日18時，風速一度增強至每秒31.2公尺，隨後則逐漸減弱。此次最強因距寇拉中心最接近臺灣尚有一天，故而顯然為地形影響而產生副低壓所致。蓋5日18時，寇拉之中心位於宮古島之西北西方約90公里之位置。來自南海之西南氣流正如越過臺灣南端直趨寇拉之中心，因地形之影響在蘭嶼附近形成一股堅勁之風力。隨後中心再向西北，因受臺灣地形之屏障，風速反減弱。至6日3時以後由於寇拉漸近北海岸，颱風之氣流變成繞臺灣海峽再自巴士海峽折回，臺灣變成颱風漩渦中之一障礙，故而蘭嶼附近產生一副低氣壓，此為以往之慣例。在6日7時最大風速達每秒43公尺，瞬間最大風速為每秒50.5公尺，始終保持西南西風。但在時間上則較彭佳嶼之最大風速提前達10小時之多。

在本島，大屯山之鞍部因地勢較高，最大風速為北風每秒35.5公尺，較彭佳嶼遲半小時。原因自屬顯而易見。基隆為西南風每秒20公尺，淡水為每秒18.7公尺之西北西風，臺北為每秒15.7公尺之西風。各地最大風速及風向等要素見表一。最大風速之超過每秒10公尺者，除上述各地外，僅宜蘭、恒春、東吉島而已。由此可見寇拉之襲臺，結果有驚無險誠屬大幸。

### (三) 降 水

寇拉颱風侵臺期間臺灣地區之雨量分佈見圖7。

圖中可見雨量僅大屯山一小區，雨量超過400公厘，其餘東北部地區不過100餘公厘。近中心之彭佳嶼亦僅405公厘。往常颱風經過均有豪雨之阿里山，此兩日僅得雨量54公厘。其餘各地均無值得一提之雨量。因此僅局部地區在短暫期間有淹水之情形外，並無因洪水而釀成之災情。

### 五、災 情

寇拉颱風過境，臺灣北部地區受其邊緣掃過，略受影響，但並無重大災情發生，生命財產損失輕微。根據省警務處防颱中心調查（見9月8日臺灣新生報）各地災情如下：

(一)死亡：2人（新竹縣、陽明山各1人）。

(二)失蹤：1人（新竹縣）

(三)重傷：1人（基隆市）

(四)輕傷：6人（陽明山3人，基隆市3人）。

(五)房屋：全倒17間（臺北縣2間，臺北市6間，基隆市6間，基隆港2間，陽明山1間）。半倒42間（臺北縣7間，臺北市7間，基隆市25間，基隆港2間，新竹1間，宜蘭1間）。

(六)交通：除北部橫貫公路，麥克阿瑟公路，陽明山金山線，及陽明山竹子湖線因坍方交通受阻外，其餘鐵路、公路各線交通7日均已恢復正常。

(七)基隆港防波堤沖毀3處，共160公尺。

(八)據鐵路管理局發表之統計數字，寇拉颱風對鐵路之損毀估計值2,662,254元，其中以房屋佔主要部份。（戚啓勳）

# 民國五十五年颱風調查報告

## 第四號颱風艾爾西

### *Report on Typhoon "Elsie"*

#### *Abstract*

Typhoon Elsie first generated over the sea west of Luzon. Its center position was located at 17.6°N, 117.6°E on 1200Z, 12th September. The wind velocity near its center increased to 35m/s after twelve hours hence reached the stage of typhoon category, moving slowly to the north on the synoptic chart of 1200Z, 14th September. Typhoon Elsie showed a recurvature of its trajectory which turned to north-north-east and then to the northeast. It seemed obvious that this course would result in a direct hit along the southwest coast of Taiwan. Hence, the Taiwan Weather Bureau issued its first Land and Sea Typhoon Warning on 1300Z, 14th September.

Typhoon Elsie landed north of Hengchun, then traversed across the southern portion of this island. Fortunately, its intensity decreased rapidly when it approached the coast of Taiwan. The highest wind velocity recorded at Hengchun was only 25.8m/s, although the instantaneous wind velocity reached 37.1m/s at 0833Z 16th, September.

Some damage occurred with the passage of the storm. Sugar cane was seriously damaged, with loss estimated at more than TN\$ 20,000,000. Several highways were flooded and traffic was disrupted. The floods in the Yilan area were serious, due to continuously heavy rainfall a considerable time before the arrival of the storm itself.

#### 一、前言

艾爾西 (Elsie) 爲本年內第四次侵襲臺灣之颱風。此一颱風緊接第三次侵臺颱風寇拉 (Cora) 之後，初見於9月8日之地面天氣圖上，醞釀於南海之海南島東方。初生階段似向東南方移動，育成後初向西北，未幾轉北再轉東北，16日掠過臺灣南端，東北部導致豪雨，而南部之蕉園受損失甚重。

艾爾西經臺灣後繼續走向東北，沿琉球群島，至18日併入溫帶氣旋，此颱風經過期間，風速最大之蘭嶼亦不過每秒31.7公尺。但雨量則本月份一開始即

由於颱風接踵而過，臺灣東北部霪雨連綿，宜蘭一帶早已洪水泛濫。故艾爾西颱風之越過，益增其嚴重性。東北部延至約23日後始放晴。宜蘭區自9月2日至22日僅10、11兩日無雨，總雨量約計1300公厘。後期顯受艾爾西颱風之影響，茲將艾爾西颱風之發生與經過、路徑與天氣圖形勢，各地氣象及災情等分述如下：

#### 二、艾爾西颱風之發生與經過

本月上旬寇拉 (Cora) 颱風經過臺灣北部海面之



際，後方另有一熱帶低壓發展成颱風，是為都麗絲 (Doris)。赤道輻合帶 (ITC) 自此颱風向西南延伸，熱帶低壓又趨活躍。9月9日之地面天氣圖上，南海之熱帶低壓游移於海南島與巴林坦海峽之間。至11日，漸見穩定，中心在呂宋島之西北方。12日8時之地面天氣圖上已發展為輕度颱風，定名「艾爾西」(Elsie)，中心氣壓為990mb。

艾爾西育成後，中心走向西北。12小時後，中心約在 $17.6^{\circ}\text{N}$ ， $117.6^{\circ}\text{E}$ ，近似滯留，最大風速為25m/s。13日8時，中心氣壓降至980mb，暴風半徑擴展為200公里。當天20時，最大風速增至35m/s，故已正式成為颱風強度。移行仍緩，且轉為向北，中心已臨近東沙群島。14日15時50分，本局乃發出第一次海上颱風警報。

14日20時，艾爾西之中心位置經測得在 $20.8^{\circ}\text{N}$ ， $117.8^{\circ}\text{E}$ ，以時速5哩改向西北北東進行。最大風速增為40m/s。隨後移行速度增加，至21時本局乃發出陸上警報。

24小時後，亦即15日20時，艾爾西之中心已抵達 $21.8^{\circ}\text{N}$ ， $119.0^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓降至950mb，走向再改為東北東，並加速前進，臺灣南部顯將受其侵襲。

15日18時起，艾爾西在臺灣海峽內威力增強為強烈颱風，中心風速據美軍偵察機報告已達55m/s。16日2時，中心在恒春西方約130公里之海面上；6小時後，已逼近西南海岸，中心在恒春西北西方約40公里，上午9時30分登陸，威力迅減，成為中度颱風。

11時，艾爾西在大武附近出海，改向東北行進，速度略有增加。17日8時，中心到達宮古島附近，最大風速減至30m/s，已減弱為輕度颱風，中心氣壓升高至985mb。24小時以後，艾爾西衰退更速，範圍縮小，終為前方之小型低壓所吞沒。

艾爾西颱風自誕生至消滅之路徑見圖1所示。

### 三、艾爾西颱風之路徑與天氣圖形勢

艾爾西颱風最初醞釀於海南島東方而生成於呂宋島之西方，消滅於日本四國之南方，歷時約10日，途

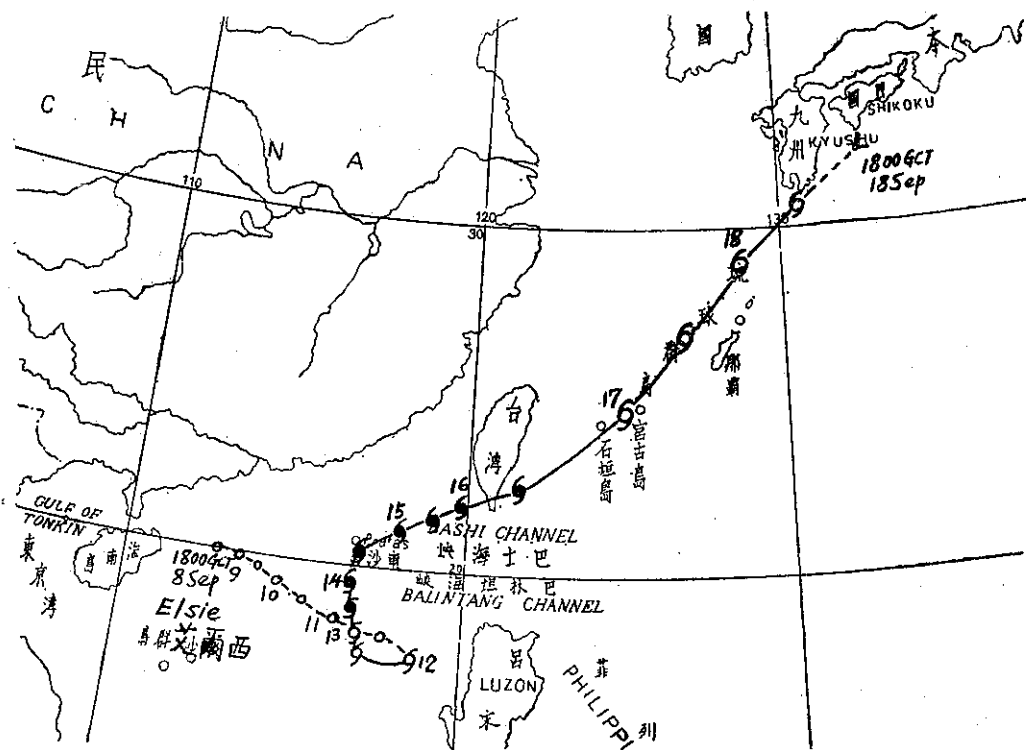


圖1：艾爾西颱風路徑圖（55年9月8日至18日）

Fig. 1: The track of typhoon "Elsie" 8~18 Sept., 1966

經東沙島、臺灣南端及琉球群島。其全程大致可分為四個階段：

- (一) 自 9 月 9 日 2 時起至 12 日 8 時止為第一階段，熱帶低壓初生後逐漸移向東南東方，至接近呂宋島發展為輕度颱風。
- (二) 自 9 月 12 日 8 時至當天 20 時，此一短暫期間似向西移。
- (三) 自 12 日 20 時至約 14 日 14 時，艾爾西向北行進，速度至緩。
- (四) 約自 14 日 14 時起直至消滅，其走向近似東北。

以上四個階段以走向東北之路徑最長，第二階段之向西最短，第三階段之向北最緩。茲將促成此種路徑演變之天氣圖形勢檢討如下：

9 日 8 時之地面天氣圖上，高氣壓自西伯利亞貝加爾湖一帶向南南東方伸展至華北及華中，楔形部份更向西南延伸，佔據我國之南部。赤道輻合帶在其外圍，即自緬甸穿越海南島之南方經南海及巴士海峽至日本。一連串熱帶低壓在此 ITC 上發展，向東移行，蓋其南方約在  $10^{\circ}\text{N}$  附近有一東西向伸展之狹長高壓顯示西南氣流相當旺盛。

艾爾西在 9 月 12 日生成後，由於其本身之旋渦已經發生作用，且因深度增加，乃受 ITC 上空盛行東風之影響而走向西方。

12 日 20 時之地面天氣圖上顯示大陸上之高壓已經後退。四川盆地出現一低氣壓，表示暖氣流已登陸北侵。故艾爾西亦改向隨之緩進。在 500mb 圖上見北方有槽線，故颱風趨向槽線。

14 日 14 時之地面天氣圖上，大陸高壓已增強，阻其繼續北進。庫頁島附近有一衰老低壓，高空槽線自此伸向西南，故艾爾西沿高壓之邊緣走向東北。

艾爾西登陸前，地面圖上高氣壓帶位於  $30\sim40^{\circ}\text{N}$  間。太平洋上同時有三個颱風。艾爾西之前方有一小型低壓為其前導。16 日 8 時之地面天氣圖如圖 2 所示，500mb 圖之形勢則見圖 3。低壓在北海道與堪察加半島之間，槽線向西南伸出，東海及琉球群島一帶西南風盛行，可見在此種形勢下艾爾西移向東北，其原因至為明顯。

#### 四、艾爾西侵臺期間各地氣象演變

艾爾西侵襲臺灣前，美軍偵察機雖測得中心附近之最大風速達每小時 110 哩，合  $55\text{m/s}$ 。但登陸地點恒春之最大風速不過  $25.3\text{m/s}$ ，瞬間最大風速亦僅  $37.1\text{m/s}$ ，高雄更小。即使考慮中心之距離亦無法解釋。故除非觀測上之誤差（自 15 日 16 時起至 16 日 8 時止連續報出九次均在  $100\sim110\text{kts}$  之最大風速）否則即表示登陸前威力大減，本省幸免於重大之災難。

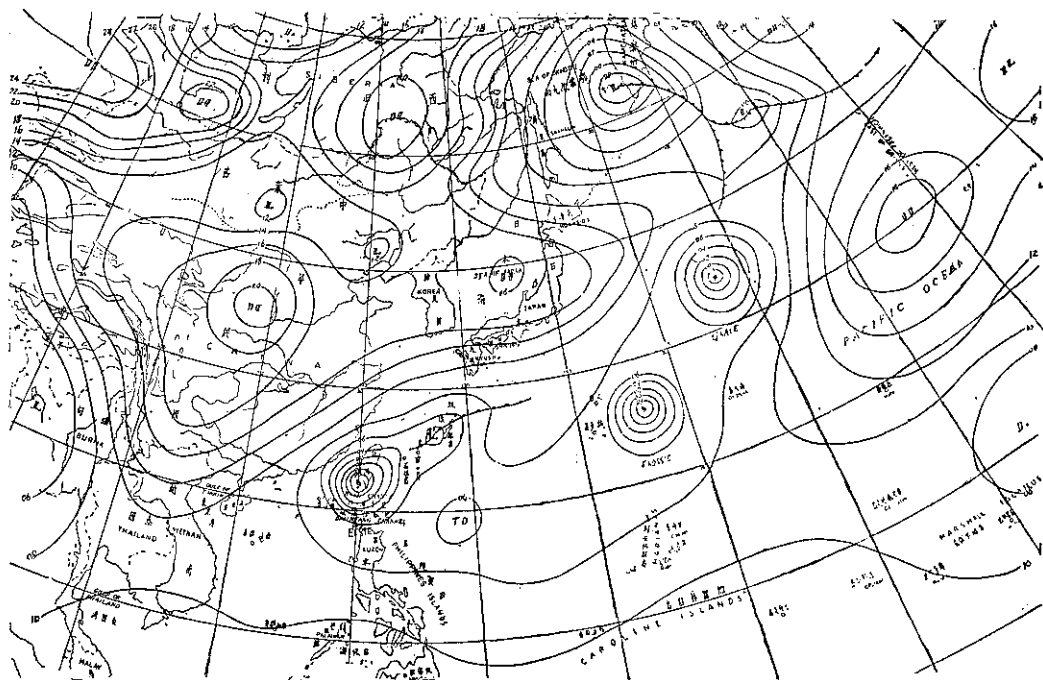


圖 2：民國 55 年 9 月 16 日 8 時之地面天氣圖  
Fig. 2: Sea level chart, 0000 GCT, 16th Sept., 1966

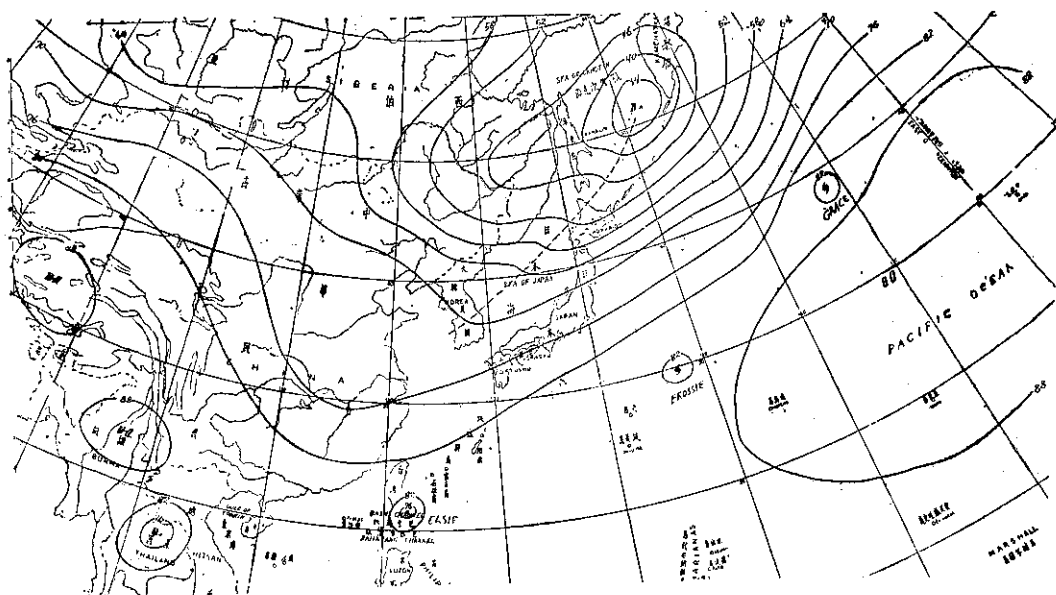


圖 3：民國55年9月16日8時之 500 毫巴圖  
Fig. 3: 500mb chart, 0000 GCT, 16th Sept., 1966

此臨近前威力衰減之主要原因即由於其範圍較小，以致環流被地形所破壞。此種例證在以往習見不鮮，為預報人員必須注意者。

此颱風穿越臺灣南端期間，形成臺灣東北端濕潤東北風之不斷被地形抬高，乃有連綿之豐沛降水。由此可見艾爾西直接造成之風災不若間接造成之水災重

要。茲將艾爾西颱風侵臺期間各種氣象要素之演變情形分述於後：

### (一) 氣 壓

艾爾西颱風之範圍殊小，故首當其衝之恒春直至

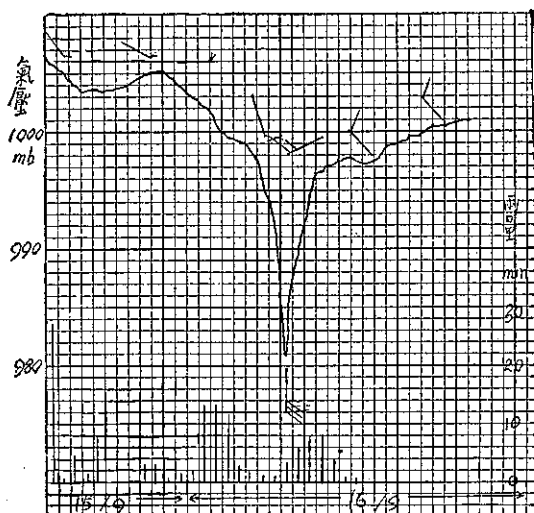


圖 4：艾爾西颱風過境時恒春測得之氣壓、風向、風速及每小時雨量變化圖

Fig. 4: The sequence of pressure, wind direction and velocity, and hourly rainfall which observed at Hengchun during typhoon Elsie's passage

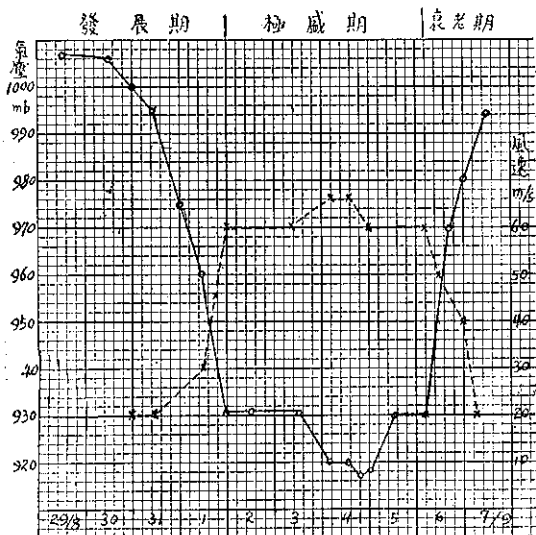


圖 5：艾爾西颱風中心氣壓及最大風速演變圖  
Fig. 5: The variation of the lowest pressure and maximum wind velocity of typhoon Elsie

實線示氣壓 Solid line—pressure  
虛線示風速 Broken line—wind velocity

15日10時以後氣壓始徐緩下降，當天18時後又稍見上升，22時始迅速低降。翌(16)日8時30分氣壓達於最低，記錄得981mb。讀者應注意：中心僅在其北方約85公里處經過。但美軍在其登陸前測得最低氣壓為943mb，相差竟達30多毫巴，似不能僅以離中心尚有一段距離作為解釋，可見艾爾西登陸前，中心氣壓必在迅速填充中。恒春之氣壓變遷曲線見圖4。

根據美軍飛機偵察報告所得歷次艾爾西颱風之中心氣壓及最大風速所繪成之曲線如圖5所示。實線為氣壓，虛線為最大風速。自此等曲線可見10日至13日為其發展時期，14、15兩日為其極盛期；16、17日為其衰老期，可見侵襲臺灣適在其衰老期之開始。

艾爾西之出海在大武附近。根據大武測候所之記錄，該處自15日9時起氣壓開始低降，18時後略見上升，20時後又低降，至翌日上午10時氣壓達於最低，此與恒春大致相似，僅最低氣壓出現時刻落後兩小時，故大武最低氣壓之出現時刻當為艾爾西之出海。大武之氣壓變遷曲線如圖6所示，大武之最低氣壓為982.4mb，略高於恒春，由於中心距大武較近，益足以證知登陸後在迅速填充中。另一方面，最低氣壓出現之上午10時

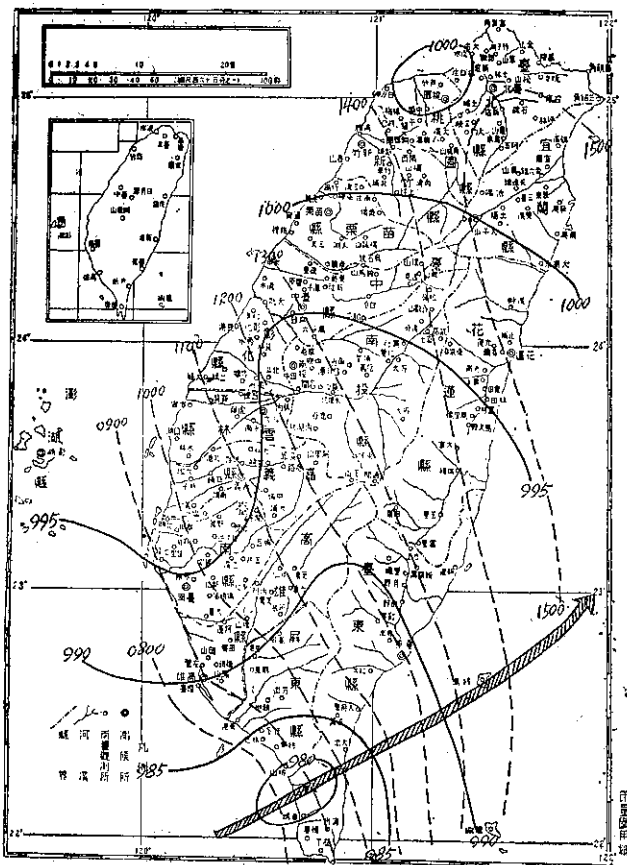


圖7：艾爾西颱風經過臺灣時各地出現之最低氣壓及其同時分析(實線最低氣壓，虛線當地時間)

Fig. 7: The distribution of lowest pressure and its isotimic analysis in Taiwan during typhoon Elsie's passage (Solid line-lowest pressure; Broken line-time 120° EMT).

適為平常最高氣壓出現之時刻，故出現最低氣壓較高，且變化因素當亦為原因之一。

艾爾西颱風經過臺灣期間，本局所屬各測站最低氣壓出現之數值與同時分析見圖7。圖中可見氣壓最低當在枋山與車城之間，即楓港附近，其數值大致略低於980mb，由於受地形之影響，最低氣壓值曲線在臺灣中部呈顯著之彎曲形態。最低氣壓出現之時間則自西南向東北順次延緩，與艾爾西之走向完全符合。圖中可以看出登陸大致在8時30分，出海約在10時。

## (二) 風

艾爾西颱風過境，本省各地所出現之風並不強。蘭嶼居其首位，亦不過每秒31.7公尺而已，風向為西南，瞬間最大風速為35m/s。以登陸時中心南方之恒

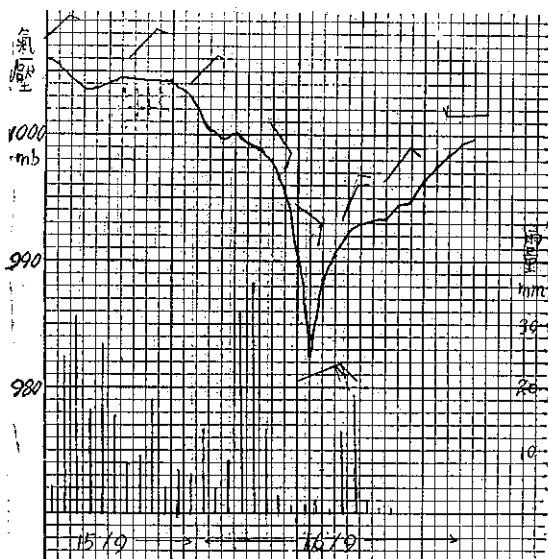


圖6：艾爾西颱風過境時大武測得之氣壓、風向、風速及每小時雨量變化圖

Fig. 6: The sequence of pressure, wind direction and speed, and hourly rainfall which observed at Tawu during typhoon Elsie's passage

表 1：艾爾西颱風侵臺時本局所屬各測站紀錄綱要  
Table 1: The meteorological summaries of weather stations of TWB  
during Elsie's passage 55年9月15~16日

| 地 點 | 最 低 氣 壓<br>(mb) | 起 時 |       | 最大風速<br>及 風 向 | 起 時 |       | 瞬 間  |     | 最 大    |      | 風 速 |             | 雨 量<br>總 計 | 期 間                  | 風力6級<br>以上之時間<br>10m/s |
|-----|-----------------|-----|-------|---------------|-----|-------|------|-----|--------|------|-----|-------------|------------|----------------------|------------------------|
|     |                 | 日   | 時 分   |               | 日   | 時 分   | 風 速  | 風 向 | 氣 壓    | 氣 溫  | 濕 度 | 時 間         |            |                      |                        |
| 彭佳嶼 | 1001.6          | 16  | 15 00 | 20.5 NE       | 16  | 22 20 | 28.0 | N   | 1004.9 | 20.6 | 96  | 16<br>22 20 | 61.6       | 15 08 45<br>17 06 40 | 13 08 00<br>18 08 00   |
| 鞍 部 | 908.4*          | 16  | 14 35 | 23.3 N        | 16  | 17 20 | —    | —   | —      | —    | —   | —           | 427.6      | 14 20 00<br>17 09 00 | 15 19 00<br>17 09 00   |
| 竹子湖 | 1000.8          | 16  | 15 00 | 6.3 NW        | 16  | 20 20 | —    | —   | —      | —    | —   | —           | 269.9      | 14 17 00<br>16 17 00 | —<br>—                 |
| 淡 水 | 1001.0          | 16  | 14 35 | 9.5 N         | 16  | 17 20 | 14.5 | N   | 1003.9 | 22.6 | 93  | 16<br>10 59 | 133.2      | 14 14 00<br>17 02 00 | 15 03 58<br>15 19 12   |
| 基 隆 | 1001.9          | 16  | 14 00 | 16.0 NNE      | 16  | 17 40 | 34.2 | NNE | 1002.1 | 23.0 | 93  | 16<br>17 14 | 175.5      | 14 18 10<br>17 11 30 | 15 09 50<br>17 01 20   |
| 臺 北 | 1001.3          | 16  | 14 20 | 6.3 E         | 15  | 11 30 | 13.1 | E   | 1010.4 | 23.8 | 93  | 15<br>11 20 | 79.0       | 14 17 20<br>17 01 44 | —<br>—                 |
| 新 竹 | 988.3           | 16  | 13 45 | 9.3 NE        | 16  | 03 30 | 13.4 | NE  | 1003.0 | 22.5 | 86  | 16<br>03 07 | 86.1       | 13 06 29<br>17 08 50 | —<br>—                 |
| 宜 蘭 | 1001.1          | 16  | 15 45 | 5.3 WNW       | 17  | 02 20 | 8.0  | W   | 1003.5 | 22.9 | 78  | 17<br>03 40 | 320.5      | 14 20 00<br>17 01 17 | —<br>—                 |
| 臺 中 | 994.7           | 16  | 13 00 | 10.1 N        | 16  | 12 50 | 18.6 | N   | 1003.3 | 21.2 | 87  | 16<br>22 11 | 7.9        | 14 18 12<br>16 20 00 | 16 12 00<br>16 13 00   |
| 花 蓮 | 996.6           | 16  | 15 45 | 12.8 NE       | 16  | 14 40 | 17.2 | NE  | 994.7  | 25.2 | 92  | 16<br>14 30 | 96.7       | 14 08 47<br>16 22 30 | 16 14 00<br>16 14 40   |
| 日月潭 | 885.3*          | 16  | 13 00 | 9.3 SW        | 15  | 13 40 | —    | —   | —      | —    | —   | —           | 21.8       | 14 20 10<br>17 08 00 | —<br>—                 |
| 澎 湖 | 999.3           | 16  | 04 00 | 18.5 NNE      | 16  | 04 00 | 23.4 | NNE | 999.1  | 23.9 | 87  | 16<br>03 50 | 107.2      | 14 07 28<br>16 19 20 | 14 11 33<br>17 04 00   |
| 阿里山 | 3027.6**        | 16  | 12 25 | 6.0 NE        | 16  | 11 00 | 8.0  | NE  | 3035.6 | 15.4 | 94  | 16<br>11 03 | 42.8       | 13 10 48<br>17 00 15 | —<br>—                 |
| 玉 山 | 3024.0**        | 15  | 03 20 | 20.8 E        | 15  | 03 30 | —    | —   | —      | —    | —   | —           | 90.8       | 15 10 00<br>17 05 00 | 15 13 00<br>16 09 00   |
| 新 港 | 992.9           | 16  | 13 40 | 14.0 NNE      | 16  | 06 20 | 19.3 | NNE | 993.7  | 23.2 | 95  | 16<br>06 15 | 150.5      | 14 19 40<br>17 02 45 | 14 19 50<br>16 14 50   |
| 永 康 | 995.3           | 16  | 10 00 | 9.7 N         | 16  | 19 40 | 17.3 | N   | 1002.4 | 22.0 | 93  | 16<br>19 43 | 34.5       | 15 06 29<br>16 19 50 | —<br>—                 |
| 臺 南 | 994.9           | 16  | 10 00 | 12.2 N        | 16  | 09 40 | 22.0 | N   | 995.0  | 22.6 | 91  | 16<br>09 45 | 46.6       | 14 13 24<br>17 23 40 | 16 08 40<br>16 10 48   |
| 臺 東 | 990.4           | 16  | 11 33 | 12.2 ENE      | 16  | 11 48 | 17.7 | ENE | 990.3  | 25.4 | 86  | 16<br>11 33 | 313.5      | 14 13 30<br>17 08 15 | 16 11 20<br>16 11 55   |
| 高 雄 | 990.2           | 16  | 09 00 | 19.5 ESE      | 16  | 03 30 | 33.6 | N   | 993.0  | 21.1 | 100 | 16<br>07 32 | 64.5       | 15 04 55<br>16 16 20 | 15 20 00<br>16 20 00   |
| 大 武 | 982.6           | 16  | 10 12 | 16.0 NE       | 16  | 10 10 | 29.9 | NE  | 982.4  | 25.8 | 83  | 16<br>10 12 | 359.3      | 14 23 30<br>16 14 50 | 16 08 00<br>16 10 20   |
| 蘭 嶼 | 989.4           | 16  | 12 15 | 31.7 SW       | 15  | 12 12 | 35.0 | SW  | 993.4  | 24.0 | 92  | 16<br>12 35 | 97.7       | 15 02 00<br>17 04 10 | 16 03 00<br>16 17 00   |
| 恒 春 | 981.0           | 16  | 08 30 | 25.3 S        | 16  | 08 30 | 37.1 | S   | 981.0  | 24.6 | 95  | 16<br>08 33 | 146.6      | 14 15 24<br>16 17 10 | 16 08 00<br>16 20 00   |
| 鹿林山 | 726.5*          | 16  | 12 00 | 6.3 NW        | 16  | 23 00 | —    | —   | —      | —    | —   | —           | 39.2       | 15 10 00<br>16 19 50 | —<br>—                 |
| 東吉島 | 995.7           | 16  | 03 43 | 25.3 N        | 16  | 08 00 | 32.2 | NNE | 997.1  | 24.0 | 90  | 16<br>03 12 | 75.2       | 14 15 29<br>16 19 00 | 14 05 55<br>17 06 00   |

\* 仍沿用測站氣壓 mb 數

\*\* 已換算為 700mb 面高度重力公尺數

\*\*\* 警報起迄均連續降水

春而論，14日吹穩定之東風，15日改吹東南及東南東風，風速均甚微弱，16日晨間吹南南東風，風速乃激增。7時尚僅8.7m/s，至8時突增至20.0m/s，隨後即改為南風。8時30分達於最強，記錄得最大風速25.3m/s，但瞬間最大風速於8時33分出現，竟達37.1m/s。

根據美軍飛機偵察所得之艾爾西中心最大風速演變（見圖5）14日起即超過40m/s，15日午後風力最強，估計達55m/s。16日子夜起，其中心最大風速頗見低減。艾爾西登陸臺灣既在16日8時30分前後，可見其威力已在銳減。

再據出海處大武測候所之記錄，證知其威力登陸後益見衰減，該處15日自西北西風轉變為穩定之東北風。至16日再自東北風轉東南風。16日10時前後達於最強，風向在ESE至ENE之間，最大風速不過14.3m/s，瞬間最大風速則達29.9m/s。由此可見，艾爾

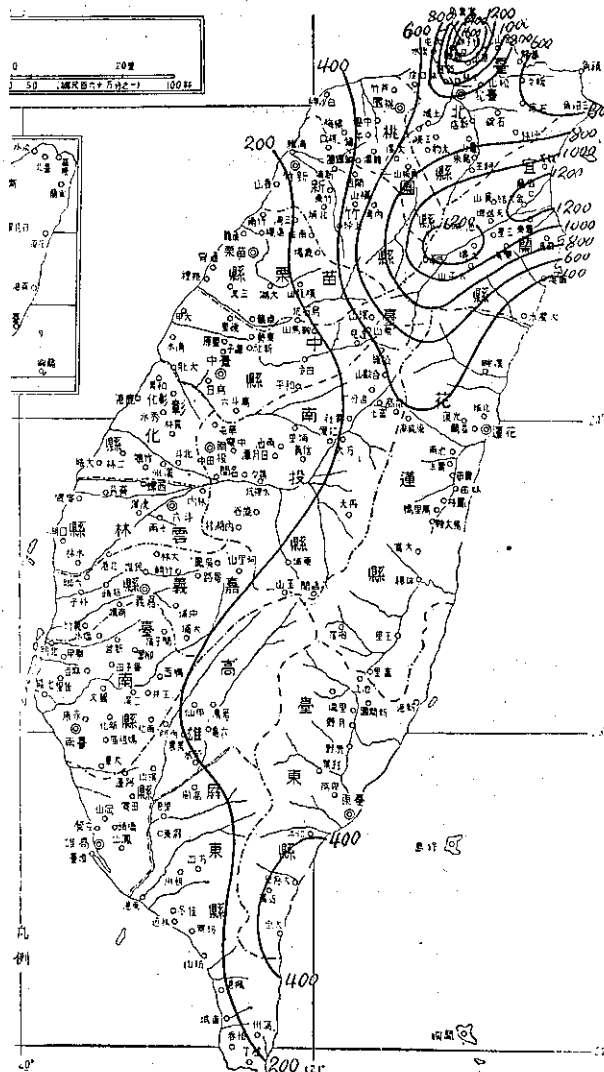


圖9：55年9月份臺灣各地總雨量分佈圖

Fig. 9: The total rainfall of Taiwan in Sept., 1966

西登陸後受地形之影響，風力銳減而颶性則特別顯著。

除此之外，臺灣北端各山地之風亦較強。例如鞍部之最大風速吹北風23.3m/s，彭佳嶼為東北風20.5m/s。艾爾西颶風經過期間各地重要氣象要素見附表一。

### (三) 降 水

艾爾西颶風經過臺灣期間各地總雨量繪成之等雨量線形態如圖8所示。圖中可見在艾爾西本身之路線上，臺東至大武間為一雨量較多區，中心既在大武附近出海，故中心北方為向岸風，按理雨量應較多，但

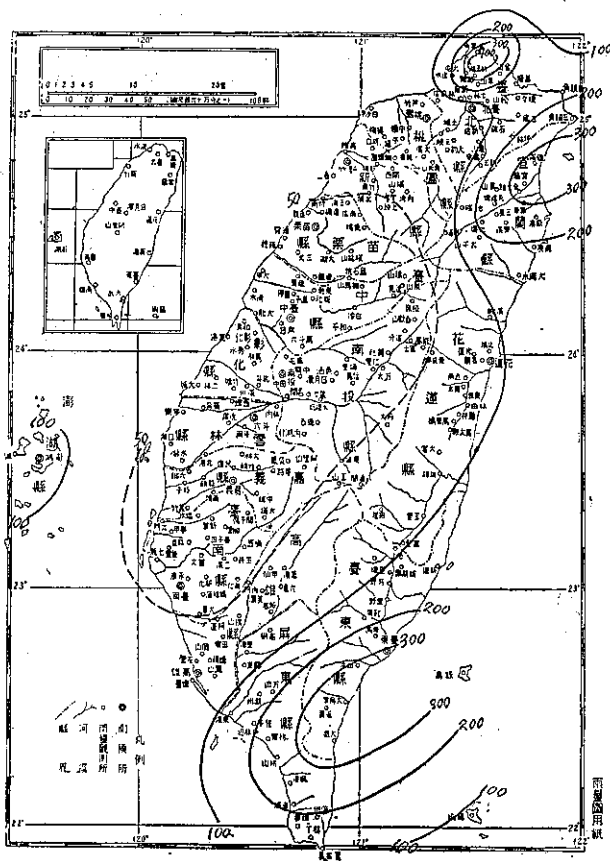


圖8：艾爾西颶風過境時臺灣各地之雨量（9月14至17日）

Fig. 8: The distribution of rainfall in Taiwan area during Elsie's passage 14-17 Sept., 1966

亦僅三百多公厘而已。大屯山及宜蘭則為兩誘導霪雨區。事實上，臺灣東北部九月份連綿下雨將近有20天，其間僅10日及11日曾一度轉霽，23日以後始全區放晴。茲將九月份各地雨期及總雨量列表二。據此總雨量繪成之等雨量線圖則如圖9所示。圖8圖9形態上殊為近似，惟大屯山區及宜蘭區之雨量極為可觀。鞍部總雨量為1621公厘，宜蘭為1292公厘，因而釀成嚴重之水災。

表二：九月霪雨各地雨期及總雨量

| 地 點 | 雨 期                                           | 總雨量    |
|-----|-----------------------------------------------|--------|
| 鞍 部 | 2/9-6/9 9/9-10/9 12/9-22/9                    | 1621.1 |
| 竹子湖 | 2/9-6/9 12/9-23/9                             | 1528.4 |
| 淡 水 | 2/9-9/9 12/9-22/9                             | 602.6  |
| 基 隆 | 2/9-6/9 8/9-10/9 12/9-23/9                    | 659.0  |
| 臺 北 | 2/9-7/9 9/9 12/9-23/9                         | 714.6  |
| 宜 蘭 | 2/9-9/9 12/9-22/9                             | 1292.0 |
| 金六結 | 2/9-7/9 9/9 12/9-22/9                         | 1255.6 |
| 新 竹 | 2/9-3/9 5/9-6/9 13/9-17/9 21/9-23/9           | 207.9  |
| 臺 中 | 3/9 5/9-6/9 8/9 12/9-16/9                     | 35.1   |
| 日月潭 | 3/9 6/9-9/9 12/9-16/9 23/9                    | 246.5  |
| 阿里山 | 4/9-10/9 12/9-17/9 22/9                       | 177.2  |
| 臺 南 | 6/9 8/9 10/9 13/9-16/9                        | 57.4   |
| 高 雄 | 4/9 10/9-11/9 13/9-16/9                       | 102.2  |
| 恒 春 | 2/9-4/9 10/9 12/9-17/9 20/9-23/9              | 170.8  |
| 花 蓮 | 5/9-6/9 8/9-10/9 12/9-17/9 23/9               | 266.9  |
| 新 港 | 8/9-10/9 12/9-19/9 21/9 23/9-24/9             | 216.6  |
| 臺 東 | 9/9 12/9-18/9 21/9-25/9                       | 342.7  |
| 大 武 | 8/9-10/9 12/9-18/9 21/9-26/9                  | 444.7  |
| 澎 湖 | 13/9-16/9 21/9                                | 109.5  |
| 林 口 | 2/9-9/9 12/9-20/9 22/9                        | 58.8   |
| 双 坑 | 2/9-7/9 9/9 12/9-22/9                         | 755.4  |
| 龜 山 | 2/9-9/9 12/9-22/9                             | 664.7  |
| 烏 來 | 1/9-9/9 12/9-22/9                             | 922.1  |
| 孝 義 | 2/9 4/9-9/9 12/9-22/9                         | 1157.5 |
| 天送埤 | 2/9 4/9-10/9 12/9-16/9 19/9-22/9              | 515.2  |
| 太平山 | 3/9 5/9-10/9 12/9-18/9 21/9-22/9              | 926.5  |
| 大元山 | 2/9-3/9 5/9-10/9 12/9-22/9                    | 1345.8 |
| 南 澳 | 2/9 4/9-6/9 9/9 12/9-16/9 18/9-19/9 21/9-22/9 | 340.8  |
| 平 鎮 | 3/9 5/9-9/9 13/9-17/9 19/9 21/9-23/9          | 429.2  |
| 關 西 | 2/9-7/9 9/9 12/9-22/9                         | 583.9  |
| 東 勢 | 2/9 6/9 8/9 13/9-16/9                         | 51.8   |
| 和 平 | 3/9 5/9-9/9 12/9-16/9                         | 91.0   |
| 溪 州 | 2/9 6/9 8/9 13/9-16/9                         | 16.9   |
| 南 投 | 5/9-6/9 8/9-9/9 13/9-16/9                     | 47.3   |

|     |                             |       |
|-----|-----------------------------|-------|
| 麥 寮 | 2/9 6/9 14/9-16/9           | 13.2  |
| 竹 崎 | 4/9-8/9 13/9-16/9           | 81.0  |
| 蒜 頭 | 2/9 14/9-16/9               | 18.2  |
| 布 袋 | 6/9 14/9-16/9               | 36.7  |
| 柳 營 | 4/9 6/9 14/9-16/9           | 35.6  |
| 麻 豆 | 14/9-16/9                   | 44.8  |
| 玉 井 | 5/9 8/9 10/9 13/9-16/9      | 65.3  |
| 六 龜 | 3/9-4/9 7/9-16/9 22/9-23/9  | 220.6 |
| 阿 蓮 | 9/9-10/9 14/9-16/9          | 63.1  |
| 屏 東 | 5/9-11/9 13/9-18/9          | 68.5  |
| 南 州 | 5/9 8/9-16/9                | 129.0 |
| 壽 豐 | 4/9 8/9-13/9 15/9-16/9 22/9 | 331.9 |

根據表二及圖9可見九月份之霪雨集中在臺灣之東北部，至少可劃分為兩個時期，一自2日起至6~7日止；另一期自12日起至22~23日止。此第二期在中南部又分為12日至16~17日一期，及20日至22~23日一期。

雨量最多有兩區：一為大屯山區，超過1600公厘；一為宜蘭與太平山間，約1400公厘。前者雨量雖多，但範圍較小，臺北、基隆、淡水均不過六七百公厘，東南部除大武超過400公厘外，其餘總量均不過200~300公厘，西部及西南部均不足100公厘。

宜蘭一帶以13、14日雨勢最猛，臺東大武則以15、16日為烈，臺北一帶以13~17日雨較大，其次為5、6兩日。由此可見9月份東北部及東部之霪雨實與艾爾西颱風之經過有密切之關聯。

## 五、災情統計

艾爾西颱風穿過本省南端，但對於南部之損害遠不及宜蘭地區因連續豪雨而產生之災情為重。根據新生報宜蘭16日專電：宜蘭區16日繼續豪雨已使災民人數不斷增加，災情因而擴大。據警方接獲各地報告：宜縣境內因連續豪雨不歇而告坍的民房共計36間，全倒23間，半倒13間，並有2人死亡，29人受輕重傷。受災民衆已超過一萬人。

艾爾西颱風之風雨對於臺灣省稻作之影響甚微，但公路則多處受損，交通因而中斷。據公路局稱（見17日新生報）：因塌方或積水而影響交通之路線有：(1)蘇花公路，蘇澳至南澳間；(2)中路橫貫公路；(3)北部橫貫公路；(4)中部橫貫公路宜蘭支線；(5)東部幹線，花蓮至臺東；(6)楓港、臺東線，金崙至大寮間；(7)蘇澳至礁溪；(8)臺北基隆間麥克阿瑟公路。

根據交通處9月19日所提出之9月13日豪雨及艾

爾西颱風交通部份損害情形報告：

(一) 港灣方面：

1. 高雄港：16日上午7~9時內港風力曾達8級，當時港內海輪33艘及大批漁船，除繫泊在浮筒上之海輪五艘一度斷纜或錨位移動外，未發生重大事故。
2. 基隆港：16日下午5時後，外港風力增強，在外港拋錨之國長輪及8號浮筒之通利輪，一度斷纜，未發生重大事故。

(二) 鐵路方面：

1. 縱貫線未受影響。
2. 花東線東里站，因積水一度停駛，旋即恢復通車。
3. 宜蘭支線，受豪雨影響，發生嚴重積水，蘇澳冬山間列車一度停駛，旋即恢復。宜蘭二結間路基流失200公尺，次日11時20分搶修通車。

(三) 公路方面：

1. 花東公路溪底便道淹水沖斷500公尺。
2. 臺東楓港公路，沿線坍方十餘處。
3. 蘇花公路13日豪雨坍方，16日再度大量坍方。
4. 宜梨公路13日豪雨坍方，16日再度大量坍方。

5. 北段橫貫公路，蘇樂大曼間坍方11處。

6. 橫貫公路東段大禹嶺附近16日坍方兩處，路基墩坎亦有損壞。

7. 麥克阿瑟公路16日晚坍方，17日中午搶修通車。

又據18日新生報載：高雄青果合作社今日下午接獲高屏地區香蕉有關艾爾西颱風災情報告稱。根據初步估計，損失約在臺幣2,000萬元以上，被風吹折之香蕉約有150萬株，損失最重者為佳冬，約佔9%。

至於艾爾西颱風經過期間本省死傷及房屋倒塌情形，省警務處防颱中心18日（見18日新生報）統計後發表如下：截至17日下午6時止，該處接獲颱風艾爾西之一般災情如下：

- (1) 死亡7人（宜蘭3人、臺北縣4人）；
- (2) 受傷30人（宜蘭28人、高雄市1人、臺北縣1人）。
- (3) 房屋倒塌：全倒120間（屏東76間、臺南4間、基隆6間、宜蘭34間）；半倒121間（屏東84間、臺東5間、宜蘭32間）
- (4) 宜蘭地區因受艾爾西颱風影響，雨量最大，低窪地區普遍淹水，被困災民五千餘人。經搶救後大部已脫險。（威啓勳）



# METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)

---

## CONTENTS

### Articles

- Strong South West Flow Advecting Moist and Unstable  
Air Caused the Flood in Central Taiwan Starting in  
the Evening of 7th August 1949  
..... HSU PAO-CHIN .....( 1 )
- Studies on the Runway Winds of Taipei International  
Airport..... MIN-DEH CHOW .....( 9 )

### Reports

- Report on Typhoon "Tess"  
..... TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU .....( 20 )
- Report on Typhoon "Cora"  
..... TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU .....( 28 )
- Report on Typhoon "Elsie"  
..... TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU .....( 36 )

TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei,

Taiwan, China.

內政部雜誌登記內版臺誌字第〇五五一號  
中華郵政臺字第一八九三號登記爲第一類新聞紙類

# 氣象學報

季刊

第十二卷 第四期

## 目次

### 論述

- 民國55年2月下旬遠東地區寒潮爆發之分析……………徐晉淮……( 1 )  
新竹氣候之研究(一)……………唐奇祥……( 11 )

### 報告

- 民國五十五年北太平洋西部颱風概述……………臺灣省氣象局……( 19 )  
臺灣地區地震活動研究報告……………徐明同……( 33 )

### 其他

- 氣象學報文獻索引(自第八卷一期至第十二卷四期)……………( 52 )

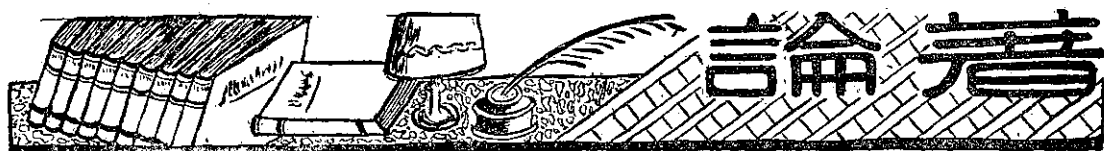
# 氣象學報

(季刊)

第十二卷 第四期

|     |             |
|-----|-------------|
| 主編者 | 臺灣省氣象局氣象學報社 |
| 地址  | 臺北市公園路六十四號  |
|     | 電話：二四一四一    |
| 發行人 | 劉大年         |
| 社長  | 劉大年         |
|     | 電話：二二八四〇    |
| 印刷者 | 文英印書公司      |
| 地址  | 臺北市三水街七號    |
|     | 電話：三四七二四    |

中華民國五十五年十二月出版



# 民國 55 年 2 月 下旬 遠 東 地 區

## 寒 潮 爆 發 之 分 析

徐 晉 淮

*Analysis on Cold Outbreak in the Far East*

*during 22—24 th February 1966* Chin-Huai Hsu

### *Abstract*

The present work is demonstrating the reason of the severe cold in the Far East during the period from 22nd to 24th February 1966 and the relation with the abnormal aspects of cold out-break.

The results of attacking of this Polar High in Taiwan was severe cold, and the diurnal temperature ranges on 22nd Feb. 1966 were merely 1°C in Tainan, 2°C in Ilan, Penghu and Kaoshiung; and 3°C in the other stations in Taiwan.

The writer analysed surface and 500mb Northern Semisphere Weather Charts, and found the source and life of Polar High, then we could forecast the variations of the weather condition easily.

The area of negative anomalies was in Siberia (showing at Fig. 2), to the north the Lake Baikal, with a deeper trough, extending toward SSW from Baikal lake to Tibet on the 500mb level. On the each sides of the negative anomalies appeared two clear ridges, one is from Black Sea and the other is from the Central Pacific Ocean, extending to the Polar High. This weather system formed as standard Omega type, which caused severe cold waves invading the Far East, then an outbreak of cold waves occurred in Taiwan during the 22nd to 24th Feb. 1966.

The Polar Jet Stream and Subtropical Jet Stream moved toward south, then the surface frontal-zones stayed at Bashi-Channel for three days from 22nd to 24th Feb. 1966. Because of this frontal-zones, we show the total precipitation of various places in Taiwan. More than 40mm. was over northern Taiwan, the max. 75mm. was in Alisan.

The abnormal weather in the Far East was generally associated with the variation of large-scale circulation and existence of the persistent anomalies in the certain regions, but not to any local weather conditions restrited to the Far East.

### 一、前 言

民國55年2月15日，源自北極海向南進，經北歐後向東南進經西伯利亞、蒙古及華北後向東進最後經東海北部及日本之極地高氣壓，其中心氣壓曾高達1055毫巴，于2月22日上午9時多，其鋒掠過本省

後，本省各地連日呈降雨而低溫之異常現象。22日最高與最低氣溫在24小時內之較差，在臺南僅有1°C，在宜蘭、澎湖及高雄僅2°C，本省其他各地較差僅有3°C乃至4°C，誠可以說那年冬季罕見之異常現象。茲就氣象局現有資料分析此極地高氣壓之發展經過如

後，俾供展期預報參考。

## 二、氣壓系統之移行

冬期之展期預報需要熟知每次侵襲高氣壓之發源地與其經過之地區及其發展情況，才可以獲得良好之展期預報。侵襲東亞地區高氣壓以其源地分類，大略可以分為三種，即極地高氣壓，北歐高氣壓及南歐高氣壓。我們過去未有廣泛北半球天氣圖，所處理之冬期高氣壓之發源地均簡稱西伯利亞地區，氣象局于兩年前正式開始繪每日地面及 700 毫巴北半球天氣圖以後，已知道高氣壓不一定限西伯利亞地區為發源地。尚包括發源于其他地區，經由西伯利亞時受廣大雪原之冷卻而發展的氣團，此次調查高氣壓移行情況，均應用北半球分析所得之結果，茲逐次詳述如下。

### (一)地面天氣圖極地高氣壓移行情況

在北半球地面天氣圖上（圖 1），于 15 日在北極海發現極地高氣壓，中心示度強度達 1035 毫巴。中心附近氣溫低至攝氏負 47 度。先向南進，經過伯紹拉河口時氣壓逐漸加強，達 1045 毫巴。氣溫因高氣壓中心南移，略有升高成為攝氏負 40 度左右，然後改向東南方向移動，于 19 日抵達西伯利亞西北部。因受寒冷西伯利亞廣大地區影響，中心氣壓于 18 日在西伯利亞北部時已加強達 1055 毫巴之高，中心附近氣溫仍保持攝氏負 45 度之低，于 20 日抵達中緯度之蒙古地區以後其移動減慢，但中心氣壓示度仍保持 1050 毫巴，氣溫因受中緯度地區之影響，開始升高至攝氏負 35 度左右。23 日中心抵達華北後氣壓激減為 1040 毫巴，24 日中心在東海時為 1030 毫巴，氣溫亦激昇，可見進入中緯度以後開始變性之結果極明顯。

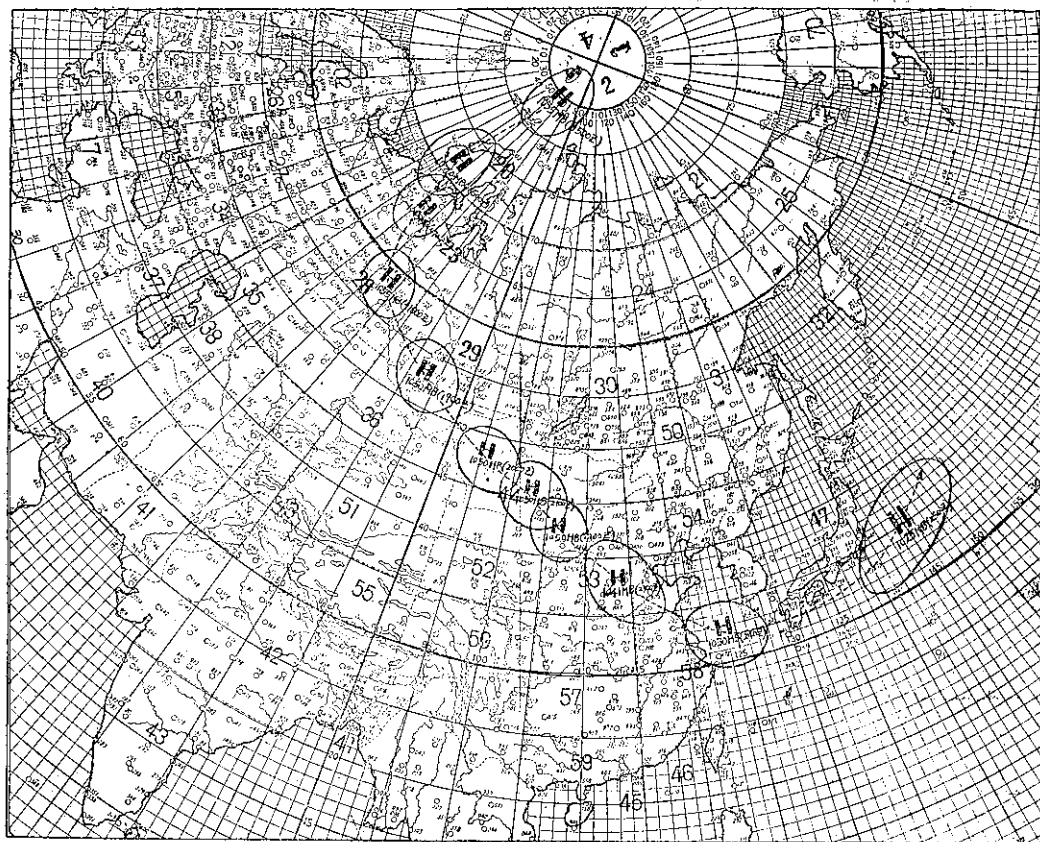


圖 1：極地高氣壓移行路經圖（民國 55 年 2 月 15～25 日）

Fig. 1: The track of Polar High (15~25 Feb. 1966)

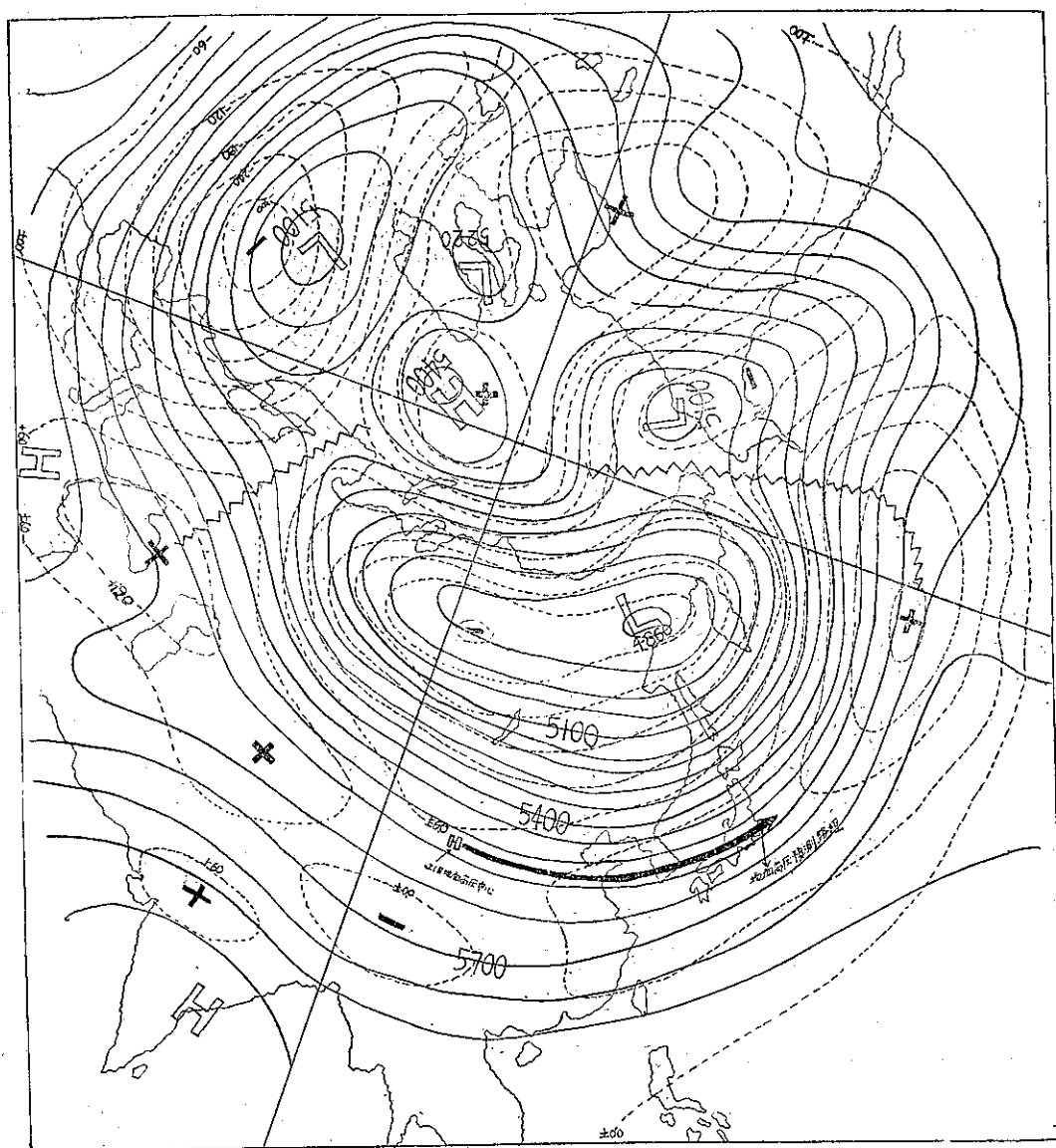


圖 2：5 日平均 500 毫巴高度面天氣圖與距平圖（民國 55 年 2 月 22~25 日）  
Fig. 2: 5-days mean 500mb upper air chart and anomalies chart  
(22~25 Feb. 1966)

再者從此極地高氣壓中心之移行與 500 毫巴面高度 5 日平均圖上，預測其動向即完全一致（圖 2）。而在伯紹拉河口至西伯利亞北部時即由南改向東南進，及由蒙古、華北及東海至日本時即由東南改東進時，其速度減慢一半以上。由極地移到高緯度及高緯度到中緯度時，因寒冷的高氣壓經地面不同性質而變性時，須要經一段時間，不能很快的變性。此點在速度預報上值得參考。

### 三、地面極鋒之移行

由圖 3 可悉此次極地高氣壓前鋒移動經過，知此次極鋒是最明顯的極地高氣壓與中緯度高氣壓之間呈現之不連續處，即由波數分析結果已證明以長波第 4、5 及 6 所形成之冷鋒向東進之顯明冷鋒。其位置略與緯度圈平行而向南移動，所以其移動速度慢，且在鋒之前後，天氣變化至為顯著。經過大陸時此高氣壓仍保持大陸性故極鋒仍作有規律之移動。但于 22 日極

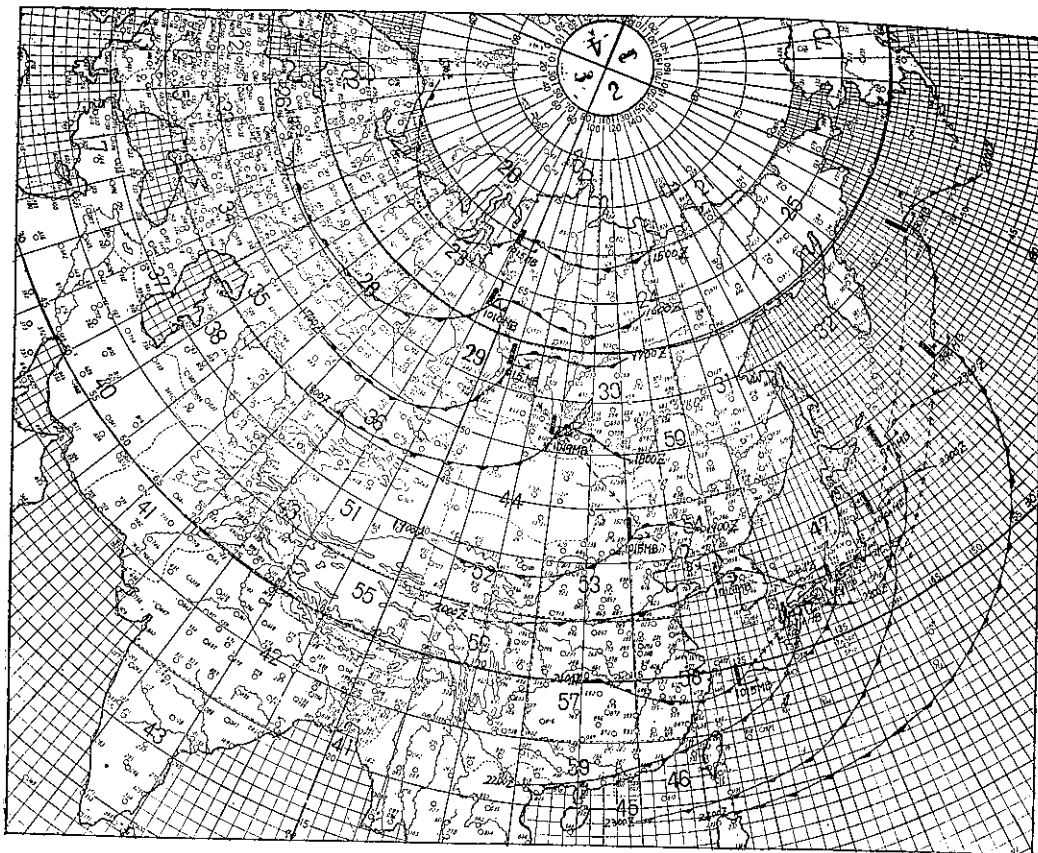


圖 3：極鋒移行路經圖（民國55年2月15日~25日）  
Fig. 3: The track of Polar front 15~25 Feb. 1966

鋒通過我國沿海地區以後與海洋性暖氣團遭遇，因而自22日至24日鋒之尾部即在巴士海峽停留不動，影響本省天氣使各地獲豐富降水量。所以極地高氣壓如南下抬起，海洋氣團即常可誘致大量之降雨，此亦可資預報參考。例如2月27日來自南歐地區之高氣壓（圖4）移動速度甚快，且鋒面迅速南移並無停滯現象，因而本省雨量極少。兩者情形懸殊，可資今後預報之參考。

#### 四、此次寒潮爆發時本省實際天氣變化

(一)臺北氣壓變化：由風向及氣溫變化判斷冷鋒通過本省之正確時刻為22日9時許，但氣壓因日變化應於8時前後達於最高，故冷鋒過境時未發現有明顯氣壓下降現象。由圖5可知，9時以後氣壓一直繼續升高至翌(23)日10時始停止，於14時按照日變化應降低，反而比9時氣壓為高。冷鋒過境時氣壓為1010.9毫巴(22日9時)與氣壓最高時(23日10時03分)1029.9毫巴，其差為19毫巴之大，為極少見現象。

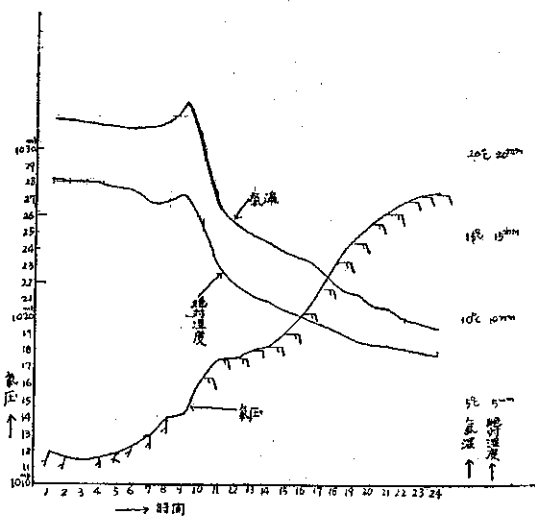


圖 5：臺北氣壓、風向、風速、氣溫、絕對濕度  
(民國55年2月22日)

Fig. 5: Pressure, wind direction, wind speed, temperature and absolute humidity in Taipei (22th Feb. 1966)

(二)臺北風向與風速變化

由表1可知至22日9時止，當地等於無風狀態，為南風或南南西風，但冷鋒過境以後風向變化極為明顯，且轉東風，風速亦突然加強，從無風狀態增為4級(7.0m/s)。至翌23日止瞬間最大風速為每秒15.2公

尺為7級風，為23日10時4分之觀測結果，此在冬季臺北亦屬少見之紀錄。

(三)臺北氣溫及濕度變化

由圖5可知22日9時前氣溫一直保持21°C至23°C左右，但由自記紙查明，其後一直下降，每日

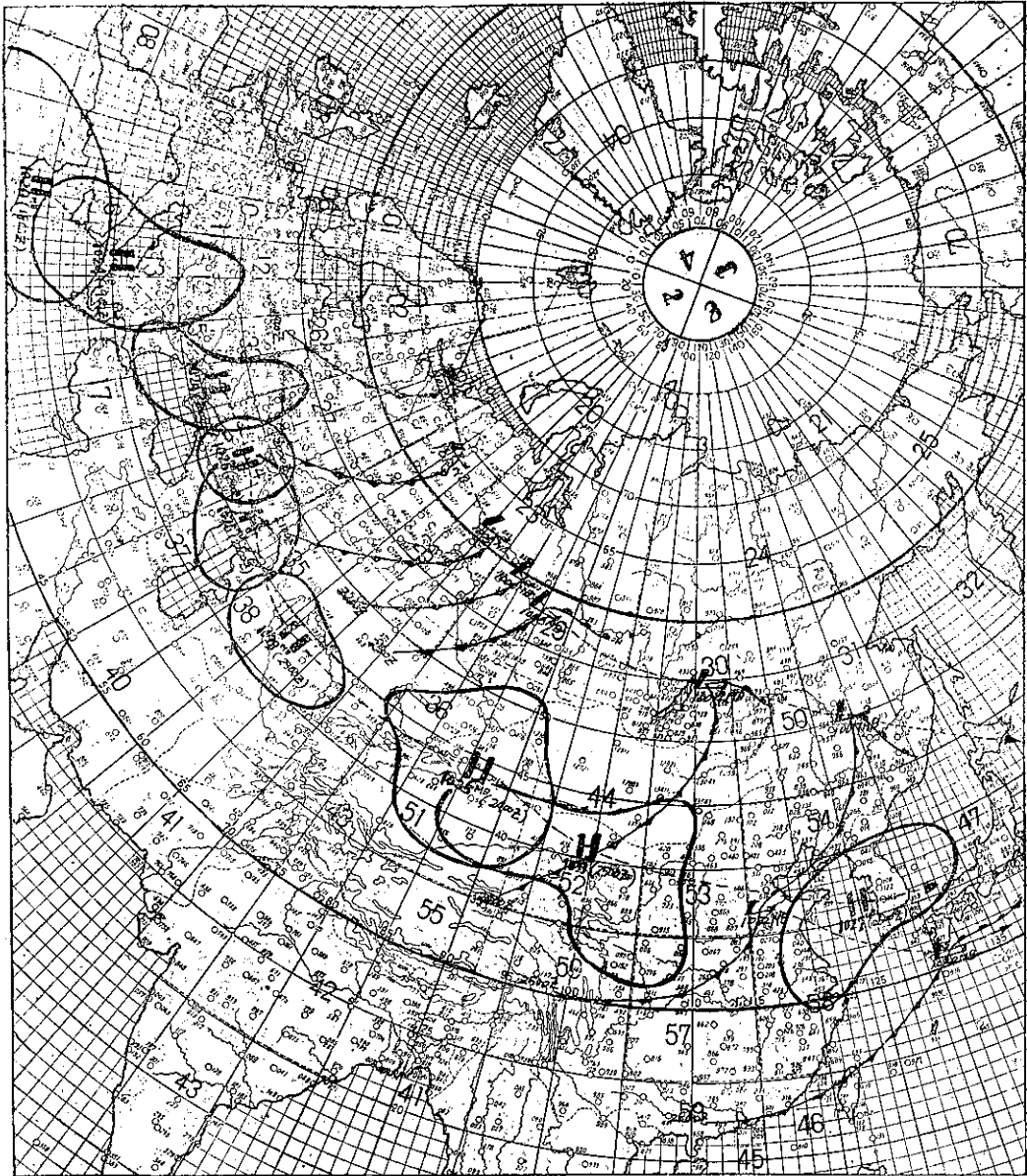


圖 4：南歐高氣壓之移動路經圖  
Fig. 4: The tracks of South Europe High.

于14時左右應出現之最高氣溫未發現，即仍繼續下降。於24時降低到 $9.4^{\circ}\text{C}$ 為當日最低氣溫。一日之氣溫較差為 $13.9^{\circ}\text{C}$ 之大，此次寒流過境時，於23日發現顯明異常氣溫變化，其最高氣溫為24時之 $11.3^{\circ}\text{C}$ ，最低氣溫為7時30分之 $8.7^{\circ}\text{C}$ ，一日中之氣溫較差只有 $2.6^{\circ}\text{C}$ 之微。由此可見極地高氣壓之寒冷程度。再

者由圖5可知絕對濕度之變化狀況，與氣溫變化時間並行變化，從22日9時為172公厘，以後急激一直下降，24時降低到7.8公厘，可知極地氣團之乾燥程度。圖6示23日與22日00Z之700毫巴北半球氣溫之變差圖，可見在日本海為中心之負區（每一條線為攝氏 $2.5^{\circ}\text{C}$ ）極顯著，該區降低 $18^{\circ}\text{C}$ ，如每日繪一次700

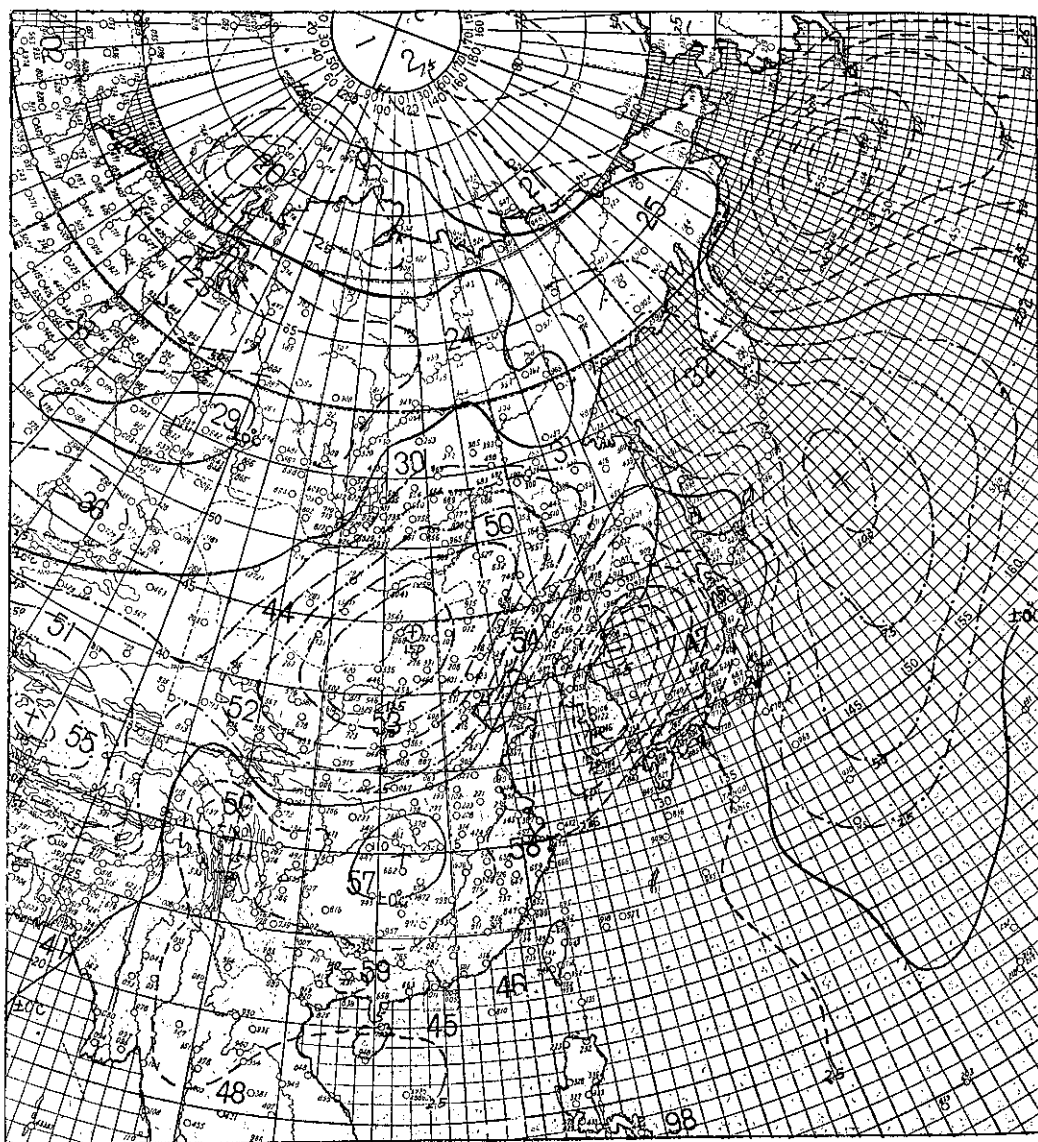


圖 6：700mb氣溫變差圖（民國55年2月22～25日8時）  
Fig. 6: Temperature tendency chart (2200Z~2300Z Feb. 1966)



毫巴北半球氣溫變化圖，可供展期預報應用，提早發見寒流之來襲，所謂追跡寒冷域之方法。

#### 四 臺北高空探測結果之分析

冷鋒未到前 1 小時仍受海洋氣團籠罩下，22 日 8 時於臺北探空所得之資料列如圖 7。實線為氣溫，虛線為露點溫度，風向變化為同時刻之桃園資料。地上

至高空 100 毫巴之風向均為西南至西風，無顯著變化，但冷鋒過境後，從 23 日 8 時桃園探測之資料可以看出 850 毫巴以下為東北風，明白顯示地面附近受極地氣團入侵。由 23 日 8 時臺北之氣溫與露點溫度之變化，更能顯示在 870 毫巴高度發現有逆溫層，其氣溫差達  $6^{\circ}\text{C}$  之大。顯著的表示 870 毫巴上下之氣團為性質

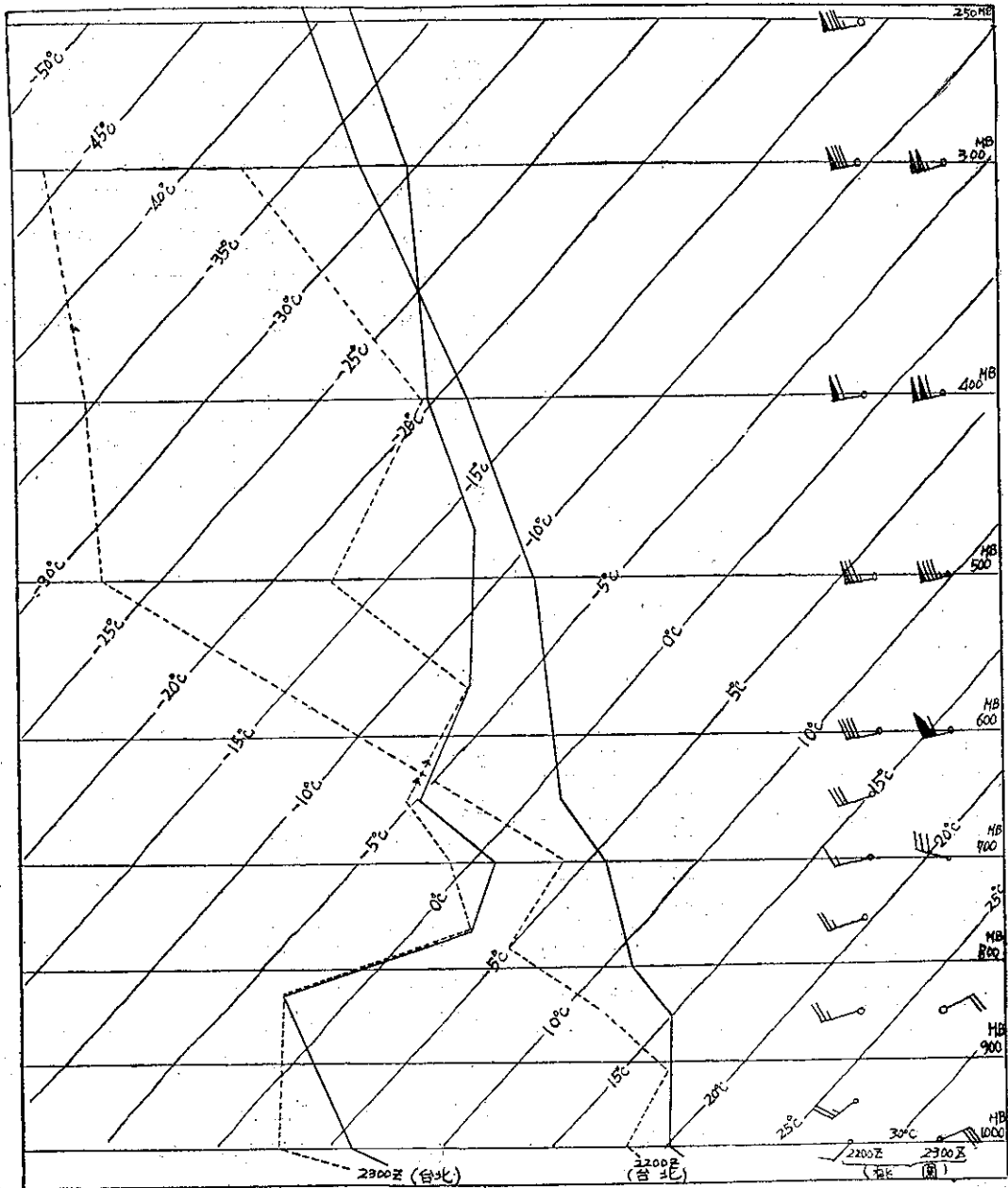


圖 7：臺北高空探測氣溫及露點溫度與桃園高空風變化圖  
Fig. 7: Temperature and dew point of upper air in Taipei and winds of upper air in Taoyuang.

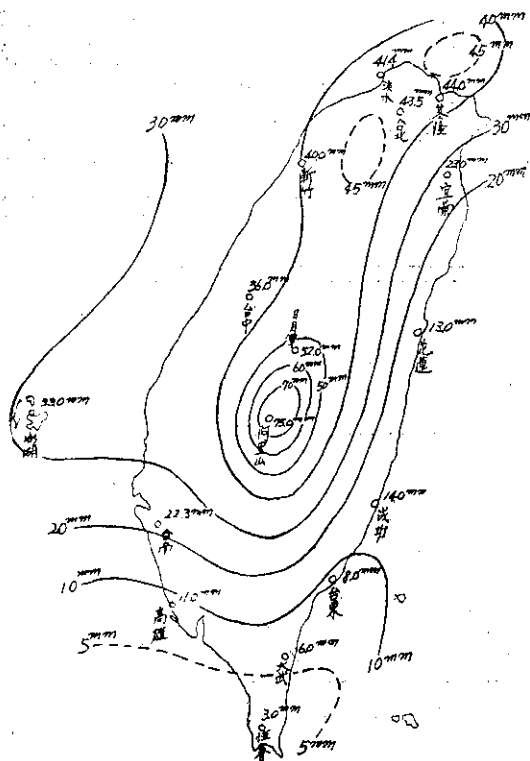


圖 8：民國55年2月22日至24日臺灣各地降雨量  
Fig. 8: The total precipitation in Taiwan 22~24 Feb. 1966

相差懸殊之兩氣團。而850毫巴處一日之氣溫變化最大達 $18^{\circ}\text{C}$ 之巨，為極少見之變化。

#### (五)臺北降雨情況。

臺北降雨開始時間為22日9時16分，即冷鋒過境後，即開始降雨。因寒流侵入本省後向東移動，其冷鋒一直停滯在巴士海峽。本省至24日止仍呈東北季風型天氣。降雨亦繼續至24日11時30分止，其總雨量臺北為43.5公厘，為今冬之最大雨量，甚者22日10時5分至11時5分之一小時最大量為21.3公厘之大雨。圖8為22日至24日之本省各地總降雨量圖，最大降雨為北部地區及中央山脈西部地區，對發電與農業極有益。

### 五、民國55年2月22日至25日之北半球環流特性

圖2為2月之月平均500毫巴北半球天氣圖與2月22日至25日之500毫巴五日平均北半球天氣圖距平

圖，由此可知22日至25日之北半球環流特性，在太平洋中部有顯著正距平並向北伸展而形成顯著波脊及在黑海東部之正距平並向北伸展亦形成一波脊，此波脊竟伸展達北歐而與北歐之正距平中心連絡。包圍在貝加爾湖之負距平中心，等高線明顯形成為 $\Omega$ ，在氣象學上等高線成為 $\Omega$ 型，係為低指標之一標準型<sup>(3)(4)</sup>而經向氣流極顯著而誘發寒潮爆發現象。再者由圖2可見北極低壓部位在西伯利亞東部，即北半球環流活動中心移到遠東地區，又由圖2可以看出噴射氣流，起自西伯利西北部向東南流動，經過蒙古後再向東南東流動，即有顯著偏南趨勢。其位置約在40度緯度圈，而在28度緯度圈附近另有副噴射氣流，此兩噴射氣流，在日本本州東部海面上合流。此兩噴射氣流于2月中通常各在50度及35度之緯度圈上，今次此噴射氣流異常南移，仍為寒潮爆發原因之一<sup>(6)</sup>，因而本省亦受寒潮之襲擊，發生今冬第一次顯著惡劣之天氣。附圖9示2月22日8時寒潮未侵入本省前之地面天氣圖，附圖10示同日14時寒潮過境後之地面天氣圖以資參考。

## 六、結 論

茲將本文分析之結果，綜述如下：

(1)遠東地區2月22日至25日之5日平均與2月份月平均圖比較，西伯利亞地區發現廣大負距平區域，而其負距平西北方同時有正距平生成西北風氣流<sup>(1)(2)</sup>，結果極地高氣壓南下<sup>(5)</sup>，發生遠東地區寒潮爆發。

(2)太平洋中部有顯著正距平並向北伸展而形成顯著波脊及在黑海東部之正距平並向北伸展亦形成一波脊，此波脊竟伸展達北歐而與北歐之正距平中心連絡。包圍在貝加爾湖之負距平中心。等高線明顯形成為 $\Omega$ 。因此西風指標減至最低數值，係為低指標，此種環流容易助長寒潮之南侵。

(3)因主副噴射氣流南下滯留，地面滯留鋒在巴士海峽停滯，致本省各地發生連日降雨為該冬最大的一次。

(4)高氣壓之發源地在極地，或在西歐地區者，其

氣團特性有顯著差異，所以此兩種氣團通過遠東時，其呈現之天氣情況亦為懸殊。總之小地區之氣候變化，不僅是該地區之局部的氣象變動而生成，是全球性環流演變所引起之現象，因而為展期預報之目的，應以大氣環流為其根本依據，認清各活動中心之特性，才可以做到優良之預報。

### 參考文獻

- (1) Namias, J. (1947): Extended forecast by mean circulation methods, U. S. Weather Bureau, Washington D. C., 89. p.
- (2) Namias, J. (1953): Thirty-day forecasting: a review of a ten-year experiment. Meteorological Monographs., Vol. 2, No. 6. 83 p.
- (3) Suda. K. (1959): A study on the dynamic

climatology of cold outbreaks in the Far East. The Geophysical Magazine, Vol. 29, No. 3, pp. 413-461.

- (4) 廖學鎰(1959): 民國48年冬季遠東氣候異常現象與北半球大氣環流特性之研究，氣象學報 Vol. 6, No. 3.
- (5) Palmén, E. (1949): The formation and structure of a large-scale disturbance in the westerlies, Journ. of Met., 6, pp. 227-242.
- (6) Alaka, M. A., C. L. Jordan and R. J. Renord, (1953): The jet stream. Edited by H. Riehl. Pub. by Bureau of Aeronautics, U. S. A. Prepared under a contract between Project "AROWA" of the Bureau of Aeronautics and University of Chicago.

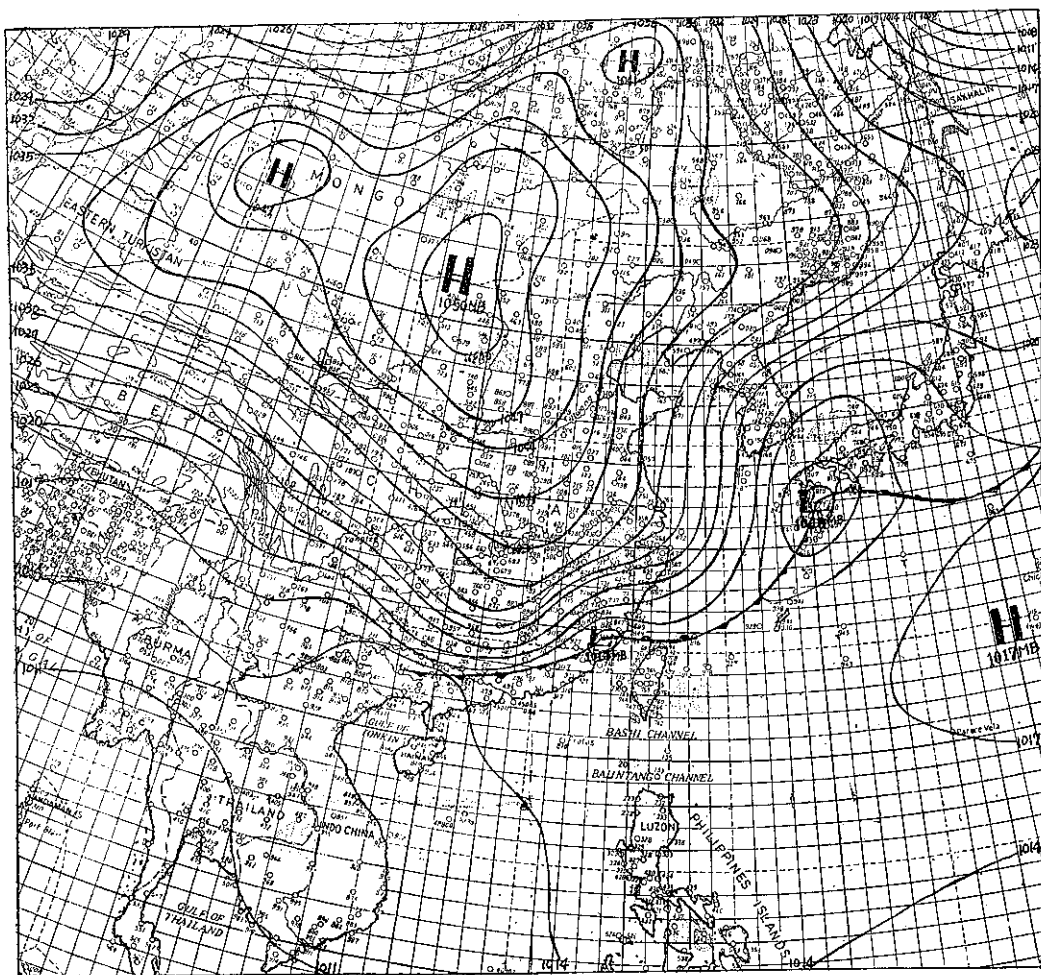


圖 9：地面天氣圖 (民國55年2月22日8時)

Fig. 9: Surface weather map (2200Z Feb. 1966)

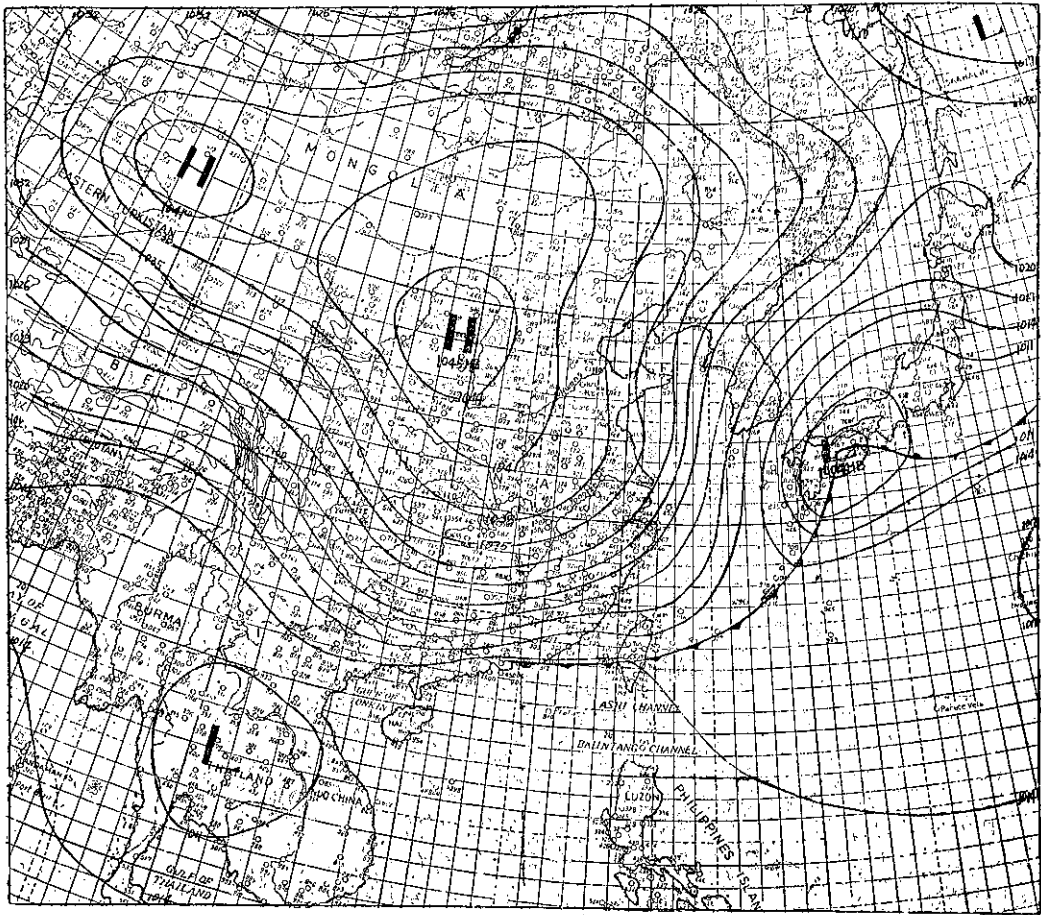


圖10：地面天氣圖（民國55年2月22日14時）  
Fig. 10: Surface weather map (2206Z Feb. 1966)

# 新竹氣候之研究

唐 奇 祥

*The Climate of Hsinchu**Tang Chyi-shyang*

## Abstract

In Taiwan, Hsinchu is usually called "windy city". This is not due to its mean wind velocity (2.9m/s) or its maximum wind velocity (42.7m/s), but rather to its relatively high number of days with strong wind. The average annual days of strong wind at Hsinchu number about 47, compared with 15 days in Taipei, 9 days in Tainan and 2 days in Taichung.

The annual mean temperature is 21.95°C, with the mean monthly temperature near 20°C from April to November. The hottest month is July (mean monthly temperature equals 28.3°C) while Hsinchu's absolute maximum temperature is 38.7°C which occurred in 1964, due to the influence of a FÖHN wind. The coldest month of the year is January with a mean temperature of 14.7°C and an absolute minimum of -0.1°C recorded in 1963. Thus it is seen that Hsinchu has a mild winter and a hot summer climate.

Rainfall is abundant, but somewhat less than other cities in Taiwan. Annual mean precipitation is about 1650 mm and mean annual variability of rain is about 21%. The average annual days of rain is about 138. Average number of cloudy days is 132, with the number of clear days only 41. The average annual number of hours with sunshine is 2038, which represents about 50% of the maximum possible number of hours of sunshine. Mean relative humidity is 82.5%.

In conclusion, it is noted that Hsinchu is in a climatic transition zone between Taipei and Taichung, as determined by its annual mean temperature, annual mean pressure, annual mean variability of rain, the number of rainy days, the intensity of rain, average cloud cover, evaporation, yearly total hours of sunshine, and the resulting percentage of maximum possible duration of sunshine.

## 一、緒 言

新竹居臺灣島西北部，介於臺北與臺中兩地之間，就本島而言，氣候上素以「竹風」著稱，且顯有上述兩地之過渡色彩，即與臺灣其他各地比較，其區域特性，亦歷歷可數。前清署印新竹之官員，若來自華北、華中者，於下馬就任之餘，每有描寫新竹氣候之「草經冬而不枯，花非春而亦放」「綠竹漪漪，草塘鴨暖」等詞句見於詩章或家書。筆者居新竹多年，於

本地氣候，感觸有時，爰就日常體驗觀察之所得，求證於前賢之鴻文大作，及氣象臺之觀測資料，撰寫本文。

新竹測候所位於北緯24度48分，東經120度58分，海拔32.8公尺。該所自民國27年起僅有每日三次觀測之全年平均氣象記錄，殆至39年以後，始有每小時一次之觀測記錄，故本文有關氣候日變化之分析採用民國39年迄53年之記錄，歷年變化或各月變化之分析，則採用民國27年至53年之記錄，遇需與臺灣其他各

地作比較時，多以臺灣氣象局出版之臺灣累年氣象報告為準，如引用先進之記錄統計，當另加附註。

## 二、控制新竹氣候之因素

(一)亞洲季風之消長——亞洲大陸為全球最大之陸塊，大陸邊緣所接觸之太平洋乃世界最廣大之海洋，由於海陸如此分佈之影響，北太平洋與亞洲大陸之氣壓局勢遂隨季節之更易亦有異，冬季高氣壓籠罩大陸，海洋氣壓較低，夏季大陸因加熱迅速而強烈，高氣壓消滅，代之以低氣壓，海洋則因吸熱較慢，氣壓較大陸為高，職是亞洲大陸沿海各地乃有規模盛大而風信隨季節不同之季風氣候，臺灣各地均屬此類氣候範圍，冬季流行東北季風，夏季則是西南季風當令，新竹自非例外。

(二)冷、熱氣團之盛衰——沈傳節先生於民國38年就民國31年與32年之臺北高空探測記錄，加以整理，發表「臺灣之氣團」一文，民國51年11月，劉衍淮先生又就民國46年7月至47年12月桃園之高空與低空觀測記錄研究發表「臺灣氣團之性質」一文，均認以臺灣北部冬季出現之氣團多為變性極地大陸氣團，間見熱帶海洋氣團，及赤道海洋氣團，夏季除高空偶見變性極地氣團外，全為熱帶海洋氣團及赤道海洋氣團，此數類氣團之出沒，又均視季風之風向而定，故冬季東北季風盛行時，常受原來既寒冷又乾燥之變性極地大陸氣團侵襲，此種氣團水汽含量雖少，但以溫度過低，相對濕度仍能維持80%上下，且跨海行向臺灣時，下部逐漸變暖並吸收水份，氣團更因地形而抬升，致有首當其衝之東北部陰雨連綿，新竹居背風面，獲得雨量雖較少，亦難得連日放晴；及臨夏季，暖濕之熱帶海洋氣團及赤道海洋氣團隨西南季風接踵而來，此時臺灣西南部為雨季，北部各地則因夏季氣壓梯度較小，西南季風之強度遠不及東北季風，故反多晴熱，新竹以居西南季風之迎風面，雨量則超過冬季甚多；至於春季之4月5月，秋季之8月9月，為季風更替時期，此時或見大陸性冷氣團之盛衰表現，或為海洋性熱氣團之襲進與縮退，是役也，陸海間氣壓梯度常易，風向不定，新竹天氣多變。

(三)地方性之對流作用——夏秋間，地面受強烈日射，氣溫增高，因產生旺盛之對流作用。此時空氣中多含水汽之地區，由於空氣受熱膨脹上升，其氣溫即隨高度而降低，使空氣質點凝聚而成積雲，繼發展又為積雨雲，因雲頂上層空氣較其鄰近區域中空氣之溫度顯然為低，乃形成地方性局部之周流，又其上部雲

層中常有冰雪與雨點雜陳，形成非常不穩定狀態，終於發生雷雨，雷雨為新竹夏季雨量來源之一，亦遍見於臺灣各地。

(四)熱帶氣旋之活動——西太平洋熱帶氣旋多產生於馬紹爾羣島與加羅林羣島附近，亦見發生於中國南海之中部與北部，大抵在北緯5度與15度之間。熱帶氣旋產生後隨大氣環流動力之推移，自東而西，行徑殊欠規則，大抵以拋物線為準則而進行，因其產生地區之不同，其名稱亦互異，在西北太平洋東南亞區稱之為颱風。颱風來臨時，氣壓驟降，通過後，氣壓急升，在氣壓波動記錄圖上形成楔狀曲線；又熱帶氣旋既來自高溫重濕之熱帶海洋，再因氣壓梯度至大，故颱風經過時每挾狂風豪雨俱來，若非事前防備周至，甚易造成嚴重災害，臺灣夏秋間颱風頻起，全省均受其直接之侵襲或間接之影響，以是颱風可於新竹造成災害，颱風雨亦為新竹雨量之主要來源。

(五)地理位置之影響：

1.緯度位置——新竹市位於北緯24度45分15秒及北緯24度51分20秒之間，依天文氣候之觀點言之，應屬溫帶範圍，但因距太陽輪流直射之區域甚近，故日射仍然強烈，全年高溫時期綿長，若以實際年均溫20度為熱帶與溫帶之區分界限，則新竹可劃歸熱帶，然冬季離太陽直射點畢竟較遠，氣溫降低，究非熱帶終年高溫之可比，以是有副熱帶氣候之名焉稱矣。

2.相關位置——如圖一所示，新竹西臨臺灣海峽，市區距海僅5公里，北越頭前溪與鳳山溪之扇狀沖積平原而接桃園丘陵，東面以丘陵地緊偎阿里山山脈及玉山山脈，玉山山脈之碧山(3,931公尺)，大霸尖山(3,573公尺)，桃山(3,890公尺)，大雪山(3,600公尺)諸高峰均羅列其間，此項倚山面海位置，於颱風威力之減殺，焚風及海、陸輕風之產生，以至年雨量之較少等等，均具影響作用而致呈新竹氣候上之地方性特點。

(六)谷口地形之管束——新竹居新竹平原之西南端，新竹平原係頭前溪、鳳山溪與客雅溪聯合沖積而成，平原呈西北、東南向(見圖一)，且頭前溪下游谷口亦由東南向西北作雙管喇叭狀之開敞，而新竹市又恰居此喇叭狀之谷口地帶，故東北季風盛吹時，氣流擁入河谷，受兩岸谷壁之約束，風力勢必加強；西南季風吹來時，此谷口地形，亦可發生同樣作用，由於谷口附近季風較強，尤以東北季風為甚，新竹暴風日數特多，新竹市乃有「風城」之雅號。

### 三、氣 溫

(一)均溫——根據新竹測候所民國27年至53年之記錄，統計各月平均氣溫列為表一，並製成圖2，從以察知。

表 1：新竹之平均氣溫 (°C) (民27年至53年)

| 現<br>象<br>月<br>份 | 累<br>年<br>平<br>均<br>氣<br>溫<br>(°C) | 平<br>均<br>最<br>高<br>氣<br>溫<br>(°C) | 發<br>生<br>年<br>份 | 平<br>均<br>最<br>低<br>氣<br>溫<br>(°C) | 發<br>生<br>年<br>份 |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| 1 月              | 14.7                               | 16.7                               | 33               | 11.1                               | 52               |
| 2 月              | 14.9                               | 16.9                               | 48               | 12.4                               | 34               |
| 3 月              | 17.2                               | 20.2                               | 49               | 14.9                               | 40               |
| 4 月              | 21.0                               | 23.5                               | 53               | 18.4                               | 42               |
| 5 月              | 24.6                               | 26.9                               | 52               | 22.7                               | 34               |
| 6 月              | 26.9                               | 28.5                               | 27               | 25.2                               | 39               |
| 7 月              | 28.2                               | 29.3                               | 53               | 26.8                               | 28               |
| 8 月              | 28.1                               | 29.1                               | 42               | 27.0                               | 32               |
| 9 月              | 26.9                               | 28.1                               | 52               | 25.5                               | 46               |
| 10 月             | 23.5                               | 25.2                               | 53               | 21.9                               | 34               |
| 11 月             | 20.5                               | 21.9                               | 33               | 18.8                               | 44               |
| 12 月             | 17.0                               | 19.1                               | 37               | 14.5                               | 33               |
| 年 平 均            | 21.95                              | 22.6                               | 35               | 20.9                               | 45               |

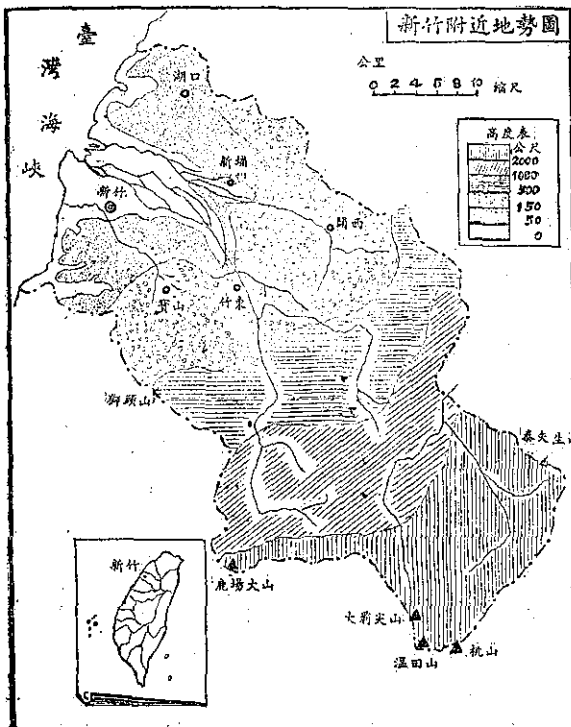


圖 1：新竹附近地勢圖

1. 新竹累年平均氣溫為攝氏21.95度；年平均最高氣溫為22.6度，發生於民國35年；年平均最低氣溫為20.9度，發生於民國45年，各年均溫都在20度以上，若依蘇本氏 (Supan) 以年均溫20度為區分熱帶與溫帶之標準而言，則新竹當列為熱帶地區。

2. 各月中平均氣溫最高者為7月，達28.3度，但與次高之8月僅差0.1度，且於27年紀錄中曾有11個年份低於8月，可知新竹最熱之月份為7月或8月。又民國53年發生7月平均最高溫之29.3度及民國42年8月之29.1度固非其他各月所能及，即28年所發生7月平均最低溫之26.8度及32年8月之27度，亦超過同年其他各月之平均氣溫，是為新竹最熱月為7月或8月之另一例證。

3. 各月中平均氣溫最低者為1月之14.7度，與次低之2月亦僅差0.2度，且於27年之記錄中亦曾有11個年份低於2月，但歷年中最低月均溫却曾發生於12月 (民33年及35年) 及3月 (民40年及43年) 者各兩次，故知新竹最冷之月份為1月或2月，亦可能發生於3月或12月。

4. 月均溫超過20度者，為4月至11月，歷8個月，其餘4個月均介於14度至18度之間，若依10度以下為冬季之論，則新竹祇見春秋及夏季，並無真正之冬季；又若依20度或22度為夏季之論，則新竹之夏季均長達半年以上。

5. 新竹氣溫之年較差為13.5度，各年平均氣溫相差不大，又月平均氣溫中，最高者從未超越30度，最低亦從未低於10度，且於天文季節中，秋季之氣溫高於春季 (10月平均氣溫為23.5度，4月為21度，相差2.3度)，其氣溫之年變化受海洋之影響甚顯，但1月與7月氣溫之相差幾達一倍，亦知其氣溫受冬季來自高緯冷氣團影響之不淺。

(二)絕對氣溫——新竹絕對氣溫之各月分佈如表二所示，其極端高溫發生於民國53年8月7日，為38.7度，當日有焚風現象。極端低溫發生於民國52年1月27日，記錄為零下0.1度。

各月絕對高溫，除2月份外，均有超過30度之記錄，2月雖未達30度，亦曾升至29.3度，可知新竹之全年各月中，均有出現「艷陽天」之可能，冬季於街道巷口常有着汗衫短袴者呼哨而過，見者不以為怪。至於各月之絕對低溫，27年之記錄中，僅有一次 (1月份) 降至零下，亦即新竹極端低溫之零下0.1度，其餘各月，除2月份為3.5度及4月份曾見4.9度外，均在5度以上，且5月至10月之半年間，從未發見低於

13度之記錄，可知新竹匪特難見飛雪，即薄霜之降臨，亦屬偶有現象，再觀低溫記錄，發見4月5月兩月及10月與11月兩月之絕對低溫相差均達一倍有奇，是為新竹冬季氣溫受大陸冷氣團影響不淺之另一例證。

表 2：新竹之絕對氣溫（°C）（民27年至53年）

| 現<br>象<br>月<br>份 | 絕對<br>最高<br>氣溫 | 發 生<br>年 日     | 絕對<br>最低<br>氣溫 | 發 生<br>年 日 | 氣溫<br>最大<br>較差 | 發 生<br>年 日 |
|------------------|----------------|----------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 1 月              | 30.3           | 17 39          | -0.1           | 27 52      | 20.3           | 29 52      |
| 2 月              | 29.3           | 22 35<br>14 48 | 3.5            | 22 44      | 16.2           | 27 32      |
| 3 月              | 31.1           | 22 32          | 5.9            | 16 34      | 17.0           | 28 43      |
| 4 月              | 33.7           | 19 45          | 4.9            | 9 32       | 16.6           | 9 32       |
| 5 月              | 34.1           | 31 52          | 13.0           | 2 34       | 16.6           | 1 48       |
| 6 月              | 35.4           | 21 35          | 14.7           | 6 53       | 16.7           | 6 53       |
| 7 月              | 37.5           | 31 40          | 21.2           | 18 34      | 13.6           | 18 34      |
| 8 月              | 38.7           | 7 53           | 18.9           | 31 31      | 14.1           | 7 53       |
| 9 月              | 38.2           | 5 52           | 14.7           | 24 31      | 15.5           | 22 43      |
| 10 月             | 34.8           | 5 43           | 13.8           | 24 31      | 14.7           | 15 32      |
| 11 月             | 32.1           | 6 41           | 6.6            | 28 28      | 16.7           | 21 37      |
| 12 月             | 30.5           | 24 40          | 5.5            | 29 52      | 19.6           | 2 29       |

歷年氣溫最大較差為民國52年1月份之20.3度，7月最大較差為13.6度，居各月最大較差之末位；亦即年均溫最低之1月為歷年氣溫最大較差出現之月份，年均溫最高之7月則居各月最大較差記錄中之末位。

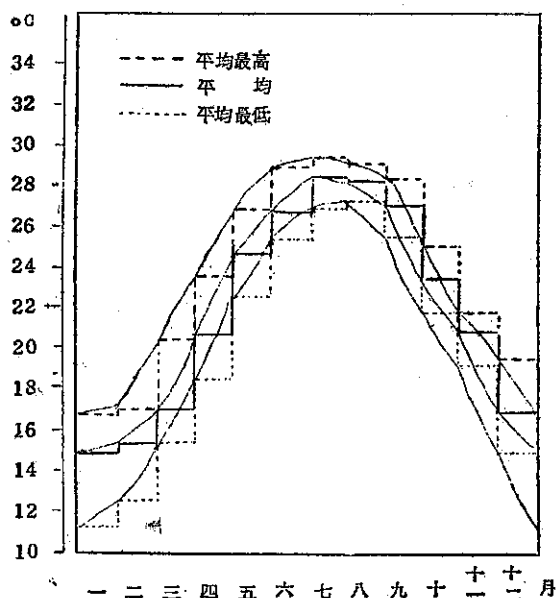


圖 2：新竹平均氣溫與其極端值  
（民國29年至53年）

(三)氣溫日變化——茲以民國39年至53年（1918—1964）新竹測候所實測記錄之逐時平均氣溫與日平均氣溫之較差列出如表三並繪製圖3：

觀表三及圖3，得知新竹氣溫日變化之特徵如下：

1. 氣溫之日變化頗有規則，此與新竹所處之緯度關係甚大，蓋新竹接近低緯，終年晝夜之長短，變化有限，以是日出時間之先後亦相去不遠，其最低氣溫發生時間之變動自亦較小也。

2. 1月份之逐時最低氣溫發生於清晨5時至7時，7月份發生於4時至6時，較1月份提早1小時，是為7月日出較早而最低氣溫提前發生之例證，至於逐時最高氣溫，則均發生於13時。

表三：新竹冬夏氣溫逐時平均與每日平均較差（°C）  
（民39年至53年）

| 時   | 1 月  | 較 差  | 7 月  | 較 差  | 附 記                                                                       |
|-----|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 13.1 | -1.4 | 26.0 | -2.3 | 2月平均較差為4.1，3月為4.3，4月為4.9，5月月均溫為5.1，8月為7.7，9月為7.1，10月為5.9，11月為6.0，12月為5.1。 |
| 2   | 13.0 | -1.5 | 25.9 | -2.4 |                                                                           |
| 3   | 12.8 | -1.7 | 25.7 | -2.6 |                                                                           |
| 4   | 12.7 | -1.8 | 25.5 | -2.8 |                                                                           |
| 5   | 12.6 | -1.9 | 25.4 | -2.9 |                                                                           |
| 6   | 12.6 | -1.9 | 25.5 | -2.8 |                                                                           |
| 7   | 12.6 | -1.9 | 27.2 | -1.1 |                                                                           |
| 8   | 13.0 | -1.5 | 29.0 | +0.7 |                                                                           |
| 9   | 14.7 | +0.2 | 30.4 | +2.1 |                                                                           |
| 10  | 16.1 | +1.6 | 31.2 | +2.9 |                                                                           |
| 11  | 16.9 | +2.4 | 31.7 | +3.4 |                                                                           |
| 12  | 17.2 | +2.7 | 31.9 | +3.6 |                                                                           |
| 13  | 17.3 | +2.8 | 31.9 | +3.6 |                                                                           |
| 14  | 17.2 | +2.7 | 31.8 | +3.5 |                                                                           |
| 15  | 16.9 | +2.4 | 31.4 | +3.1 |                                                                           |
| 16  | 16.4 | +1.9 | 30.8 | +2.5 |                                                                           |
| 17  | 15.7 | +1.2 | 30.0 | +1.7 |                                                                           |
| 18  | 14.9 | +0.4 | 29.1 | +0.8 |                                                                           |
| 19  | 14.4 | -0.1 | 28.3 | 0    |                                                                           |
| 20  | 14.1 | -0.4 | 27.8 | -0.5 |                                                                           |
| 21  | 13.8 | -0.7 | 27.3 | -1.0 |                                                                           |
| 22  | 13.5 | -1.0 | 26.9 | -1.4 |                                                                           |
| 23  | 13.3 | -1.2 | 26.6 | -1.7 |                                                                           |
| 24  | 13.1 | -1.4 | 26.3 | -2.0 |                                                                           |
| 日平均 | 14.5 |      | 28.3 |      |                                                                           |
| 日較差 | 4.7  |      | 8.1  |      |                                                                           |

3. 1月份曲線切於零線上為稍前於上午9時及下午19時，即該時間之氣溫與日均溫相等，7月份切於零



線時間爲上午8時30分及下午19時，與1月份略同。

4. 平均日較差，1月爲4.7度，7月爲8.1度，是因夏季晝間日射豐富，夜間發散亦多，故日差大，冬季晝間所獲日射較少，夜間發散亦有限，故日差小。

(四) 高、低溫日數——統計平均新竹曾發現氣溫高於30度及低於10度之日數如附表四所示。

表四：新竹與臺北高低温日數之比較

| 類別  | 最高氣溫超過30°C之日數 | 最低氣溫低於10°C之日數 |
|-----|---------------|---------------|
| 地點  | 新竹            | 臺北            |
| 1月  | 0.1           | 7.0           |
| 2月  |               | 5.5           |
| 3月  | 0.1           | 1.9           |
| 4月  | 1.5           | 0.5           |
| 5月  | 11.7          |               |
| 6月  | 20.7          |               |
| 7月  | 26.4          |               |
| 8月  | 28.5          |               |
| 9月  | 22.2          |               |
| 10月 | 8.4           |               |
| 11月 | 1.9           | 0.1           |
| 12月 | 0.1           | 2.9           |
| 合計  | 121.6         | 17.9          |

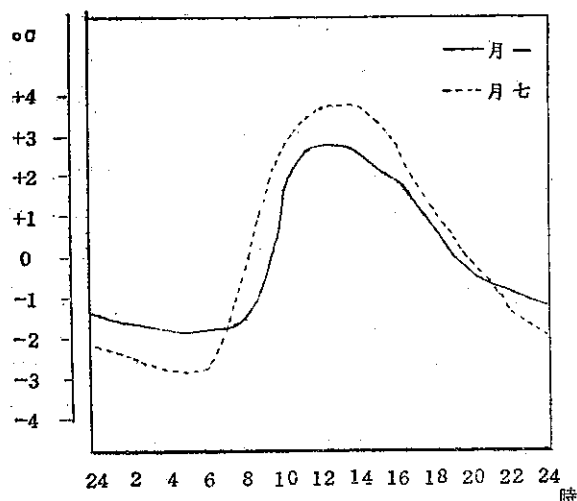


圖 3：新竹氣溫之日變化  
(民國39年至58年)

歷年超過30度者合計平均爲121.6日，略少於臺北之129.9日，低於10度以下者年平均僅17.9日，與臺北

之17.7日相若。除2月份外，各月均有超出30度之記錄，已如上述，其中之6月至9月每月均有20日發現氣溫超過30度之記錄，7、8兩月中，幾每日均可發現超於30度之氣溫記錄，而發現低於10度之月份祇在11月至4月，5月至10月則迄未發現，且低於10度日數最多之1、2兩月，其平均日數亦不及6日。

綜上所述，可知新竹出現高溫之日數甚多，約佔全年總日數三分之一，低溫之日數至少，僅有百分之四，是以重裘皮貨，於此無用武之地，絲葛薄布之裝束，幾終年可見，其有凍瘡之習慣患者，居此可保無虞，易於感熱中暑者，則千祈小心爲是。

(五) 降霜日數——查民國27年至58年之實測記錄，27年中僅7個年次發見降霜，合計爲22次，其分配如下：民國31年1月1次，36年9月4次、10月6次，38年1月1次，41年1月2次，42年1月1次，51年1月2次，52年1月7次，2月1次。以月份而論，除36年外，均發生於平均氣溫及絕對氣溫最低之1、2兩月內，且降霜之機遇在1月份僅有0.5日，即平均每兩年之1月份中，僅有一次可見降霜，2月份則於27年中僅見降霜一次，是知降霜之於新竹，乃爲偶有現象。至於民國36年9月、10月總共10次之降霜記錄，頗令人疑惑，蓋歷年絕對低溫記錄在9月份爲14.7度，10月爲13.8度，揆諸氣溫降至攝氏5度或6度爲可能降霜之論說，則9、10兩月絕對氣溫與此相差甚大，甚少有降霜之可能，是否有特殊之原因，尙容考究。

新竹之降霜日數既少，所降之霜亦薄，故全年均爲生長季，是以華中、華北及東北等省人士曾署官或遊歷此間者，每有「綠竹瀟瀟，草塘鴨暖」或「草經冬而不枯，花非春而亦放」之詞句見諸詩章與家書也。

(六) 新竹氣溫現象與臺灣其他各地之比較——由表五比較數字觀察，發見新竹氣溫具有下列特徵：

1. 年均溫與臺北、基隆及宜蘭相若而略微超出，與中、南部相比，則依次低於臺中、花蓮、臺南、臺東及高雄、恒春，其受緯度之影響至爲顯明。

2. 1月均溫爲表列各地最低之處，可知新竹之冬季實較臺北、基隆爲冷，其原因乃爲新竹背負高山面臨臺灣海峽而受其影響較西岸有山嶺圍繞之基隆、臺北爲深之故，蓋我國冬季之海洋多較內陸爲暖，然在臺灣海峽，則有一反常現象，即其溫線南突如舌，海峽溫度視兩岸陸地爲低(如北緯24度附近，臺中爲15.7度，廈門爲13.9度，東碇島則僅有12.1度)，其主因爲海峽冬季季風較強，不特影響海面蒸發迅速，氣溫低

下，且使表流趨急，海底冷水翻騰，促致低層氣溫低降。新竹既受海峽影響較深，冬季季風又較強，宜于冬溫較臺北、基隆兩地為低也。

表五：臺灣各地氣溫現象比較表 (°C)

| 地名   | 新竹                                     | 臺北   | 基隆   | 臺中   | 臺南   | 高雄   | 恒春   | 宜蘭   | 花蓮   | 臺東   |
|------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1月均溫 | 14.7                                   | 15.2 | 15.5 | 15.8 | 17.1 | 18.8 | 20.5 | 15.9 | 17.4 | 19.0 |
| 7月均溫 | 28.3                                   | 28.2 | 28.3 | 27.8 | 28.0 | 28.1 | 27.7 | 27.9 | 27.4 | 27.7 |
| 年均溫  | 22.0                                   | 21.9 | 21.9 | 22.4 | 23.4 | 24.3 | 24.6 | 21.9 | 22.6 | 23.6 |
| 年較差  | 13.5                                   | 13.0 | 12.8 | 12.0 | 10.9 | 9.3  | 7.7  | 12.0 | 10.0 | 8.7  |
| 絕對高溫 | 38.7                                   | 38.6 | 37.9 | 39.3 | 37.8 | 36.7 | 35.2 | 37.9 | 36.0 | 39.5 |
| 絕對低溫 | 0.1                                    | 0.2  | 5.0  | 1.0  | 2.4  | 7.3  | 9.5  | 4.2  | 4.4  | 7.2  |
| 日較差  | 1月                                     | 4.7  | 5.2  | 5.1  | 10.3 | 2.2  | 6.5  | 6.2  | 6.8  | 7.8  |
|      | 7月                                     | 8.1  | 8.2  | 7.6  | 8.5  | 7.9  | 6.3  | 7.3  | 7.9  | 7.7  |
| 附記   | 本表資料除新竹者外，各地記錄來自鄭子政著「氣象與交通」書中之臺灣氣候概述篇。 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

3. 7月均溫與臺北、基隆相若，略高於臺南、高雄以及表列其他各地，觀此實際記錄數字之說明，一般「夏季南部較北部熱甚」之觀念應有所糾轉。

4. 新竹氣溫年較差居表列臺灣各地之最高位，但與次高位之臺北相去不遠，與同緯度之宜蘭相比，已超過 1.5 度，較之恒春，則高出幾達一倍。

5. 絕對高溫與臺中、臺東列為前三位，是因臺中、臺東兩地均有焚風現象，又若以絕對高溫未超 40 度之記錄，用與大陸各地之絕對高溫比擬（重慶 44 度、西安 45.2 度、懷寧 47.7 度、安陽 47 度），則可概見新竹及臺灣各地受海風及海流之影響，頗為顯著。

6. 觀絕對低溫及一月均溫之記錄，再參看降霜日數，則知新竹及臺灣各地（高山在外），全年皆為生長季。

7. 臺灣西部平原中，新竹及臺北、基隆冬季氣溫之日較差較小而夏季日較差較大，臺中、臺南恰與相反，又新竹與臺中、臺南日較差夏季相差不大，冬季却相去懸殊，其主要因素乃新竹冬季多陰雨，雲量較多，晝間地面吸收太陽輻射量少，氣溫不高，夜裏因空中常有雲層，地面輻射熱量多為雲量中水氣所吸收或反射，熱量損失較少，氣溫較高，故日較差亦因之較少，而臺中、臺南冬季天氣晴朗，雲量較少，晝間地面吸收太陽輻射量多，氣溫因而增高，夜間地面輻射

熱因天空缺乏雲層阻截，故氣溫降低較速，因之日較差大。

#### 四、氣 壓

氣壓之變化，吾人固無所覺，於日常生活，亦鮮有影響，惟在航空方面，則頗有關係，蓋氣壓高，空氣密度大，飛機飛行，阻力與浮力俱見增加也，新竹有規模不小之飛行基地，為有敘述氣壓變化的理由之一；再者，新竹海埔地為市轄區域，其開發地區為原海岸高潮線與低潮線間之海灘地，換言之，退潮時該地區全域畢露，漲潮時則漸為海水所掩，欲開發此等地區，須與海爭地，故修築防潮堤為開發歷程中之首要工事，現北區 225 公頃及實驗區 88 公頃之堤防均已築就，中區 310 公頃及中南區 142 公頃亦將繼續規劃動工，其防潮度高度之抉擇，純視海面水位而定，而海面水位之漲落，則需兼顧多種因素，氣壓之高低，為其主因之一，以氣壓高海面低，氣壓低海面高故也。由知氣壓之變化，於新竹實有直接之影響，爰將新竹氣壓之各種現象，分述如下：

(一) 氣壓之年變化——自民國 27 年至 53 年 (1938—1964) 實測新竹各月平均氣壓及最高氣壓與最低氣壓記錄列為表六，另以各月平均氣壓繪成圖 4，從以發現其特徵如下：

1. 1 月最高、8 月最低，與東亞各地氣壓受夏高冬低之氣溫變化影響者相同。但新竹各月平均氣溫最高者為 7 月之 28.2 度，8 月之 28.1 度次之，按常理平均氣壓之最低月應在 7 月，其平均氣壓最低月出現於 8 月之原因有二：(1) 7 月此間為北太平洋高氣壓楔所掩，至 8 月該「楔」則已退出。(2) 8 月颱風頻數較多，其低氣壓對平均氣壓頗有影響。

2. 11 月至 3 月之平均氣壓均在 760 公厘以上，可稱為氣壓較高之時期，4 月至 10 月在 760 公厘以下，可稱為氣壓較低之時期。

3. 氣壓之年較差為 10.67 公厘，除 7、8 兩月外，其周年變象適與氣溫相反。

4. 極端最高氣壓為 772.9 公厘，發生於民國 31 年 2 月 1 日，極端最低氣壓為 715.6 公厘，發生民國 51 年歐珀 (Opal) 颱風過境之 8 月 6 日。

5. 年平均氣壓為 757.25 公厘，若與高雄市之 756.5 公厘 (1932 至 1960 年之累年平均値) 及臺北市之 759.6 公厘 (1897 至 1952 年之累年平均値) 比較，則發現新竹距臺北較近而差異較大，距高雄遠而差異較小，是新竹與高雄兩氣象臺均較接近海洋之故也。

表六：新竹各月平均氣壓與其極端值  
(民國29年至53年)

| 現象<br>月別 | 平均<br>氣壓 | 最高氣壓   |                  | 最低氣壓   |                  |
|----------|----------|--------|------------------|--------|------------------|
|          |          | 記<br>錄 | 發<br>生<br>年<br>日 | 記<br>錄 | 發<br>生<br>年<br>日 |
| 1 月      | 62.89    | 71.84  | 44 15            | 50.90  | 39 2             |
| 2 月      | 61.70    | 72.90  | 30 1             | 50.90  | 27 16            |
| 3 月      | 60.20    | 69.30  | 39 3             | 50.97  | 51 20            |
| 4 月      | 57.68    | 66.80  | 46 3             | 47.90  | 48 26            |
| 5 月      | 54.89    | 61.60  | 38 2             | 41.86  | 50 27            |
| 6 月      | 52.35    | 59.76  | 42 14            | 29.14  | 35 23            |
| 7 月      | 52.12    | 58.35  | 53 3             | 26.19  | 42 4             |
| 8 月      | 51.56    | 59.20  | 36 8             | 15.60  | 51 6             |
| 9 月      | 53.63    | 60.50  | 45 9             | 19.91  | 51 5             |
| 10 月     | 57.87    | 65.21  | 52 20            | 38.30  | 34 1             |
| 11 月     | 60.15    | 68.90  | 37 29            | 44.90  | 41 14            |
| 12 月     | 61.92    | 71.70  | 36 19            | 52.10  | 36 27            |
| 平均       | 57.25    |        |                  |        |                  |

(700×mm)

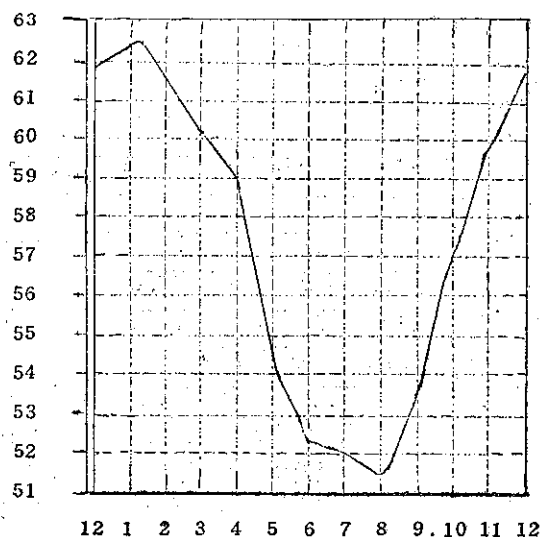


圖 4：新竹氣壓之年變化  
(民國29年至53年)

(二)氣壓之日變化——根據民國39年至53年之每小時記錄，計算冬、夏逐時氣壓平均與日平均之較差如表七，並繪成圖5，從以察知下列特徵：

1. 不論冬夏，每日均有兩次最高與兩次最低之波動，甚有規則。

2. 1月份之日變化大於7月份，亦即冬季之振幅較大，在3公厘之內，夏季較小，在2公厘以內。

3. 冬季日間氣壓最高與最低之差，大於夜間氣壓最高與最低之差。此種情形，由冬至夏，有逐漸消除趨勢，足證冬季氣壓日變化屬溫帶型，夏季則屬熱帶型。

表七：新竹冬夏氣壓逐時平均與日平均較差

| 時  | 1 月<br>日平均<br>(62.79) | 較 差   | 7 月<br>日平均<br>(52.12) | 較 差   |
|----|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| 1  | 62.87                 | +0.03 | 52.54                 | +0.43 |
| 2  | 62.79                 | 0.00  | 52.05                 | -0.07 |
| 3  | 62.71                 | -0.08 | 51.97                 | -0.15 |
| 4  | 62.68                 | -0.11 | 51.97                 | -0.15 |
| 5  | 62.75                 | -0.04 | 52.07                 | -0.05 |
| 6  | 63.00                 | +0.21 | 52.27                 | +0.15 |
| 7  | 63.28                 | +0.49 | 52.51                 | +0.39 |
| 8  | 63.62                 | +0.83 | 52.65                 | +0.53 |
| 9  | 63.93                 | +1.14 | 52.71                 | +0.59 |
| 10 | 63.87                 | +1.08 | 52.67                 | +0.55 |
| 11 | 63.44                 | +0.65 | 52.54                 | +0.42 |
| 12 | 62.79                 | 0.00  | 52.28                 | +0.16 |
| 13 | 62.16                 | -0.63 | 51.97                 | -0.15 |
| 14 | 61.80                 | -0.99 | 51.71                 | -0.41 |
| 15 | 61.69                 | -1.10 | 51.50                 | -0.62 |
| 16 | 61.88                 | -0.91 | 51.33                 | -0.79 |
| 17 | 62.08                 | -0.71 | 51.33                 | -0.79 |
| 18 | 62.43                 | -0.36 | 51.77                 | -0.74 |
| 19 | 62.70                 | -0.09 | 52.05                 | -0.35 |
| 20 | 62.94                 | +0.15 | 52.37                 | +0.07 |
| 21 | 63.06                 | +0.27 | 52.54                 | +0.25 |
| 22 | 63.06                 | +0.27 | 52.52                 | +0.42 |
| 23 | 63.01                 | +0.21 | 52.38                 | +0.40 |
| 24 | 62.96                 | +0.17 |                       | +0.26 |

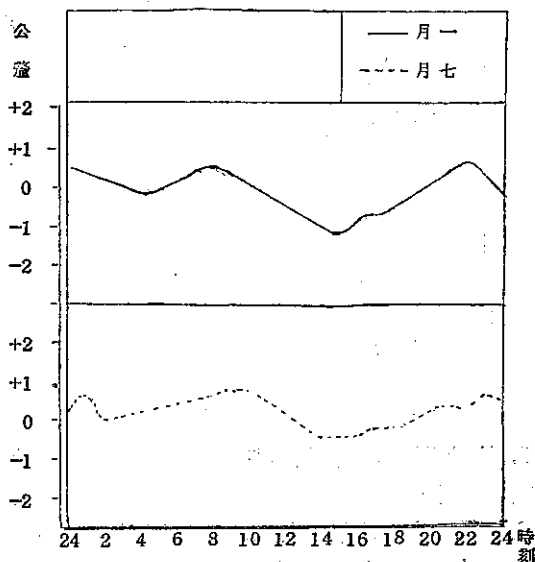


圖 5：新竹氣壓之日變化  
(民國39年至53年)

4. 每日最高氣壓發生時間，均為上午9時，每日最低氣壓，1月為15時，7月為16時及17時。

海埔地每日實測之記錄，統計列為表八，並製成圖6，初步發現新竹之氣壓與潮位之關係如下：

(三)氣壓與潮位——根據陰曆民國48年至50年新竹

表八：新竹海埔地月平均氣壓與潮位之比較

| 月份<br>(陰曆) | 48年                                                                                                                |              | 49年         |              | 50年         |              | 3年平均        |              |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|            | 平均海面<br>(m)                                                                                                        | 平均氣壓<br>(mm) | 平均海面<br>(m) | 平均氣壓<br>(mm) | 平均海面<br>(m) | 平均氣壓<br>(mm) | 平均海面<br>(m) | 平均氣壓<br>(mm) |
| 1          | -0.037                                                                                                             | 766.8        | +0.027      | 768.3        | -0.03       | 766.1        | 767.1       | -0.013       |
| 2          | -0.0419                                                                                                            | 765.9        | -0.059      | 767.6        | -0.03       | 759.9        | 764.5       | -0.043       |
| 3          | +0.038                                                                                                             | 760.8        | -0.038      | 763.1        | -0.01       | 756.1        | 760.0       | -0.003       |
| 4          | +0.045                                                                                                             | 759.1        | +0.078      | 762.8        | +0.06       | 753.3        | 758.4       | +0.061       |
| 5          | +0.157                                                                                                             | 756.1        | +0.067      | 760.2        | +0.11       | 753.1        | 755.5       | +0.117       |
| 6          | +0.144                                                                                                             | 不詳           | +0.145      | 756.5        | +0.18       | 755.2        | 755.9       | +0.156       |
| 7          | +0.157                                                                                                             | 757.0        | +0.010      | 756.4        | +0.21       | 756.1        | 756.5       | +0.127       |
| 8          | +0.258                                                                                                             | 754.4        | +0.241      | 753.1        | +0.17       | 758.5        | 755.3       | +0.223       |
| 9          | +0.194                                                                                                             | 757.9        | +0.136      | 758.8        | +0.09       | 765.8        | 760.8       | +0.14        |
| 10         | +0.131                                                                                                             | 763.0        | -0.04       | 767.9        | -0.01       | 767.9        | 766.3       | +0.027       |
| 11         | +0.095                                                                                                             | 764.7        | -0.07       | 768.2        | -0.01       | 768.4        | 767.1       | -0.058       |
| 12         | +0.073                                                                                                             | 766.5        | -0.07       | 768.8        | -0.06       | 766.8        | 767.4       | -0.019       |
| 年平均        | +0.101                                                                                                             | 760.7        | +0.036      | 762.6        | +0.056      | 760.6        | 761.3       | +0.064       |
| 附記         | 一、本表氣壓數值係以空盒氣壓計測定。<br>二、50年9、10、11月低潮水尺流失記錄殘缺，該各月低潮水面高度係依以往記錄之比率計算。<br>三、本表記錄資料來自新竹海埔地開發小組。<br>四、本表海面觀測值以基隆中等潮位為零。 |              |             |              |             |              |             |              |

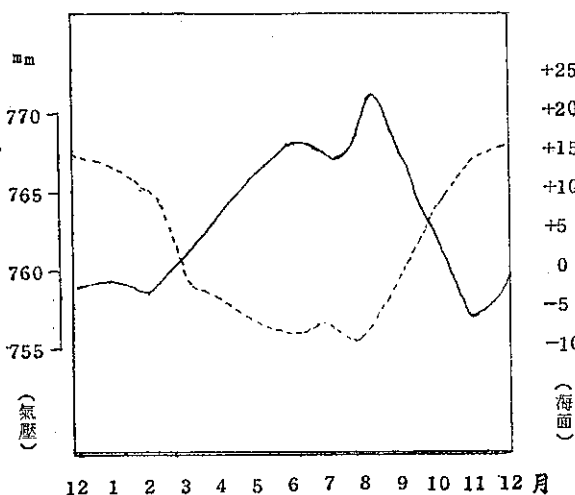


圖 6：新竹海埔地月平均氣壓與潮位變化比較圖  
(民國48年至50年)

1. 就圖6所示，可知氣壓與海面升降成反比之現象，至為明顯。

2. 累年各月平均氣壓在760公厘以上時，除9、10兩月外（9、10兩月水溫尚高），平均海面均降至中等潮位以下，氣壓在760公厘以下時，平均海面則均

在中等潮位之上。

3. 計算累年各月平均氣壓及平均海面之差值，得知平均氣壓上升1公厘時，平均海面約下降27.8公厘，若平均氣壓下降1公厘時，其平均海面約可升高21.18公厘，若依劉鴻喜先生原則性計算「當颱風期間……氣壓表上水銀柱下降1公厘時，海面可以升高13.33公厘」之數值，則新竹海面之平均升高率較之高出竟達67%，可見其有區域特性存焉。

4. 平均氣壓最低及平均海面最高之月份均在8月，是因8月份氣溫及水溫均高且熱帶氣旋頻臨之故，平均氣壓最高之月份發現於12月，而平均海面最低之月份在1月，則是1月平均氣壓雖略低於12月，12月之水溫却較高也。

5. 最高海面曾達中等潮位以上3.12公尺，發生於49年8月8日（陰曆6月16日）13時，恰值崔絲颱風過境最低氣壓734公厘發生之時，加以是日正在大潮期，13時亦為高潮時刻，此時風向又是西風，風速也最大（達17.5秒公尺），致成空前暴潮，超過設計時所取之最高暴潮位達0.32公尺，當時巨浪越新竹海埔地防潮堤進入堤內，危險之至，幸堤基斷面寬闊，未釀大害，但可知氣壓及諸般氣候資料於工程設計之重要性矣。

（未完下期續）



# 民國五十五年北太平洋西部颱風概述

## *A Brief Report on Typhoons in North-Western Pacific during the Year 1966*

### *Abstract*

During the year 1966, there were 30 tropical storms, in the North-Western Pacific. Among them, 20 reached the category of typhoon intensity, and four typhoons invaded the area of Taiwan. These figures are a little higher than normal. Typhoon activity was especially vigorous in the months of August and September.

Typhoon Hester started the season this year on 5th April. Judy was the third tropical storm revolving in the North-Western Pacific, but was the first one which hit Taiwan. She landed North of Kaohsiung on the 30th of May and traversed the Southern portion of Taiwan. Although Judy had weakened before she hit Taiwan, the banana fields near its path were seriously damaged. Three months later, typhoon Elsie almost took the same track across the island. Fortunately, its intensity also decreased rapidly while approaching the coast of Taiwan. Little damage was reported, but excessive rainfall was recorded in the Yilan area during her passage.

Cora was the third typhoon that affected Taiwan in 1966. Her path was quite similar to that of typhoon Gloria in 1963. Her direction had changed toward the north from the west-north-west on the morning of the 5th Sept. A few hours later, she switched back to a westerly course and sideswiped northern Taiwan.

Storms Tess and Susan passed the near sea of this island on 15-16th Aug., only light damage to highways and sugar fields were reported.

The total loss of lives and property due to the ravages of typhoons in 1966 was relatively light. About 26 lives were lost and 1285 houses were demolished. The damage to banana fields was estimated at about TN\$ 640,000,000.

### 一、總 論

#### (一) 本年內颱風發生之次數與侵襲之次數

民國五十五年(1966)(以下簡稱本年)在北太平洋西部發生之颱風共有30次。內中屬於熱帶風暴(即輕度颱風)(中心附近最大風速在每秒17至31.5公尺或每時34至63哩)者計11次,佔總數之36.7%。另有5次熱帶風暴因美軍未予命名,故未列入統計,以免混淆。此30次颱風中,由於逼近臺灣,預期有侵襲

可能而由本局發佈警報者計有9次,內中有1次其實包含兩個颱風,即蘇珊(Susan)與蒂絲(Tess)。實際侵襲臺灣者,則有:裘迪(Judy)、蒂絲及蘇珊、寇拉(Cora)及艾爾西(Elsie)四次。

第一次侵臺颱風裘迪之中心係在5月30日17時在高雄附近登陸,21時在臺東附近出海。使南部蕉農受重大損害。第二次侵臺颱風則為蘇珊與蒂絲聯袂前來,蘇珊於8月15日穿越巴士海峽向東北進行,僅恆春

附近稍受影響。其時蒂絲已在臺灣東北方海面，24小時後經過臺灣北方海面，向西至馬祖以北登陸。故蒂絲之影響較著，但亦不嚴重。第三次寇拉則對本省北部之威脅最大，以其路徑與五十二年之葛樂禮酷似，亦曾一度轉向，旋又折回。9月6日夜間，中心掠過彭佳嶼附近，北部地區略受災害。第四次侵臺颱風為

艾爾西。該次與裘迪頗為近似，亦為自西向東穿過臺灣南端，蕉園亦受嚴重損害。又裘迪颱風過後，臺灣全省淫雨連綿，艾爾西颱風過境，本省東北部導致水災，均為間接後果。此四次侵臺颱風之綱要如表一所示。

表一：民國五十五年侵臺颱風綱要表

Table 1: The summary of typhoons which invaded Taiwan in 1966.

| 颱風名稱               | 裘迪 Judy               | 蒂絲 Tess                | 寇拉 Cora              | 艾爾西 Elsie             |
|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| 侵臺日期               | 5月30日                 | 8月16日                  | 9月6日                 | 9月16日                 |
| 本省測得之最低氣壓(mb)      | 932.7<br>(高雄)         | 991.8<br>(大武)          | 954.3<br>(彭佳嶼)       | 981.0<br>(恒春)         |
| 本省測得之10分鐘最大風速(m/s) | 32.0 WSW<br>(蘭嶼)      | 47.3 WSW<br>(蘭嶼)       | 62.7 S<br>(彭佳嶼)      | 31.7 SW<br>(蘭嶼)       |
| 本省測得最大總雨量(mm)      | 291.2<br>(大武5月28-30日) | 869.3<br>(阿里山8月16-17日) | 405.0<br>(彭佳嶼9月5-7日) | 427.6<br>(鞍部9月14-17日) |
| 進行方向               | NE                    | W                      | WNW                  | ENE                   |
| 進行速度(km/hr)        | 20                    | 10                     | 10                   | 12                    |
| 通過地區               | 臺灣南部                  | 北部海面                   | 北部海面                 | 臺灣南部                  |
| 登陸地點               | 30日17時在臺南南方登陸         | —                      | —                    | 16日8時在恒春西北方登陸         |

## (二) 本年內颱風之月份分配

本年內，1, 2, 3月份均無颱風出現，4月份有一次，5月有兩次，均達於颱風強度，5月份且有一次屬侵臺颱風，因此均超過正常之活躍程度。6月份僅出現颱風一次，略低於平均數。7至9月，北太平洋西部出現之颱風遠較往年為活躍。7月份有5次，到達颱風強度者佔3次；8月份計8次，到達颱風強度者有7次之多，9月份計7次，達於颱風強度者4次。按諸以往19年來之平均數值。7月內平均為3.9次，及於颱風強度者2.4次；8月份平均為5.9次，及於颱風強度者3.4次；9月份平均為4.7次，及於颱風強度者3.3次。10月以後則略遜於平均之活躍程度。全年颱風延至4月初因出現海斯特(Hester)而告開始，最後以12月底之波密拉(Pamela)告終。

全年總計為30次，略超過1947年以來之準平均27.7次，正式達於颱風強度者有20次，亦稍超過準平均，侵臺颱風全年有4次，大致與準平均數相當。5月8月各一次，9月則出現兩次。茲將本年內各月

西太平洋上出現之颱風與過去19年來之情況作一比較，如表二所示。

注意：去(1965)年原列12月無颱風應更正為1次(且達颱風強度)；總數更正為34次，及於颱風強度為19次。

## (三) 本年內颱風發生之地區及強度

本年內輕度颱風初生地地點以馬利安納群島以北，琉黃島與南鳥島間最多，計有8次。加羅林群島西北方，菲律賓群島東方，及南海地區各有6次，誕生於琉球群島附近者3次，另一次則遠在威克島附近。其中7月中旬之瑪美(Mamie)颱風發生地點距臺灣最近。

倘以發生之範圍而言，東西向約自東經109度至167度，佔58度，較去年之範圍略小；南北向約自北緯9度至33度，佔24度，較去年增加2度。初生地最靠東方者為10月份之梅瑞(Marie)，最西者為7月下旬出現在海南島附近之費莉絲(Phylis)。最北者為8月終出現在那霸東方之貝蒂(Betty)颱風；

表二：1947年來北太平洋西部各月颱風次數統計表

Table 2. Summary of typhoon occurrence in North Western Pacific since 1947

| 年 份  | 一 月 |     |     | 二 月 |     |     | 三 月 |     |     | 四 月 |     |     | 五 月 |     |     | 六 月 |     |     | 七 月 |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 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   |
| 1948 | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   | 3   | 1   | 0   | 4   | 1   | 1   |
| 1949 | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 6   | 2   | 1   |
| 1450 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 2   | 1   | 1   | 5   | 1   | 0   |
| 1951 | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 3   | 1   | 0   |
| 1952 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 3   | 1   | 3   | 1   | 1   |
| 1953 | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 1954 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   |
| 1955 | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 1   | 0   | 7   | 5   | 0   |
| 1956 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 2   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   |
| 1957 | 2   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| 1958 | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 1   | 0   | 3   | 2   | 0   | 7   | 6   | 1   |
| 1959 | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 1   | 1   |
| 1960 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 1   |
| 1961 | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 2   | 1   | 3   | 1   | 0   | 5   | 3   | 1   |
| 1962 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 5   | 4   | 1   |
| 1963 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 4   | 3   | 0   | 4   | 3   | 1   |
| 1964 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   | 2   | 2   | 0   | 7   | 6   | 0   |
| 1965 | 2   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 2   | 2   | 0   | 3   | 2   | 1   | 5   | 4   | 1   |
| 總數   | 9   | 3   | 0   | 6   | 1   | 0   | 7   | 3   | 0   | 14  | 8   | 2   | 21  | 17  | 2   | 35  | 24  | 7   | 74  | 45  | 11  |
| 平均   | 0.5 | 0.2 | 0   | 0.3 | 0.1 | 0   | 0.4 | 0.2 | 0   | 0.7 | 0.4 | 0.1 | 1.1 | 0.9 | 0.1 | 1.8 | 1.3 | 0.4 | 3.9 | 2.4 | 0.6 |
| 1966 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 0   | 5   | 3   | 0   |

| 年 份  | 八 月 |     |     | 九 月 |     |     | 十 月 |     |     | 十 一 月 |     |     | 十 二 月 |     |     | 全 年  |      |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|------|------|-----|
|      | I   | II  | III | I   | II  | III | I   | II  | III | I     | II  | III | I     | II  | III | I    | II   | III |
| 1947 | 2   | 2   | 1   | 4   | 2   | 0   | 6   | 4   | 1   | 3     | 3   | 0   | 1     | 1   | 0   | 22   | 14   | 4   |
| 1948 | 8   | 2   | 0   | 6   | 4   | 2   | 6   | 1   | 0   | 4     | 2   | 0   | 2     | 1   | 0   | 36   | 14   | 3   |
| 1949 | 3   | 2   | 0   | 5   | 3   | 2   | 3   | 1   | 1   | 3     | 1   | 0   | 2     | 1   | 0   | 24   | 11   | 4   |
| 1950 | 18* | 2   | 0   | 6   | 4   | 0   | 3   | 2   | 1   | 3     | 1   | 1   | 4     | 1   | 0   | 44   | 13   | 3   |
| 1951 | 3   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 4   | 3   | 1   | 1     | 1   | 0   | 2     | 2   | 0   | 21   | 13   | 3   |
| 1952 | 5   | 2   | 0   | 3   | 3   | 1   | 6   | 5   | 0   | 3     | 3   | 2   | 4     | 3   | 0   | 27   | 20   | 5   |
| 1953 | 6   | 5   | 2   | 4   | 1   | 1   | 4   | 4   | 0   | 3     | 1   | 0   | 1     | 1   | 0   | 23   | 16   | 5   |
| 1954 | 5   | 3   | 1   | 5   | 5   | 1   | 4   | 3   | 0   | 3     | 3   | 2   | 1     | 0   | 0   | 21   | 16   | 4   |
| 1955 | 7   | 3   | 1   | 3   | 3   | 0   | 3   | 2   | 0   | 1     | 1   | 0   | 1     | 1   | 0   | 28   | 19   | 1   |
| 1956 | 5   | 4   | 1   | 6   | 5   | 3   | 1   | 1   | 0   | 5**   | 5   | 0   | 1     | 1   | 0   | 24   | 20   | 5   |
| 1957 | 4   | 2   | 0   | 5   | 5   | 1   | 4   | 3   | 0   | 3     | 3   | 0   | 0     | 0   | 0   | 22   | 18   | 2   |
| 1958 | 5   | 3   | 1   | 5   | 3   | 1   | 3   | 3   | 0   | 2     | 2   | 0   | 2     | 0   | 0   | 31   | 21   | 3   |
| 1959 | 6   | 4   | 3   | 4   | 3   | 1   | 4   | 3   | 1   | 2     | 2   | 1   | 2     | 2   | 0   | 23   | 16   | 7   |
| 1960 | 9   | 8   | 3   | 4   | 0   | 0   | 4   | 4   | 0   | 1     | 1   | 0   | 1     | 1   | 0   | 27   | 21   | 6   |
| 1961 | 3   | 3   | 2   | 7   | 5   | 2   | 4   | 3   | 0   | 1     | 1   | 0   | 1     | 1   | 0   | 29   | 20   | 6   |
| 1962 | 8   | 8   | 2   | 3   | 2   | 1   | 5   | 4   | 1   | 3     | 3   | 0   | 2     | 0   | 0   | 29   | 24   | 5   |
| 1963 | 3   | 3   | 0   | 5   | 4   | 1   | 4   | 4   | 0   | 0     | 0   | 0   | 3     | 1   | 0   | 24   | 19   | 2   |
| 1964 | 6   | 3   | 0   | 7   | 5   | 0   | 6   | 3   | 0   | 6     | 3   | 0   | 1     | 1   | 0   | 37   | 25   | 0   |
| 1965 | 7   | 4   | 1   | 6   | 3   | 0   | 2   | 2   | 0   | 2     | 1   | 0   | 1     | 0   | 0   | 34   | 18   | 3   |
| 總數   | 113 | 65  | 19  | 90  | 62  | 18  | 76  | 55  | 6   | 49    | 37  | 6   | 32    | 18  | 0   | 526  | 338  | 71  |
| 平均   | 5.9 | 3.4 | 1.0 | 4.7 | 3.3 | 1.0 | 4.0 | 2.9 | 0.3 | 2.6   | 1.9 | 0.3 | 1.7   | 1.0 | 0   | 27.7 | 17.8 | 3.7 |
| 1966 | 8   | 6   | 1   | 7   | 4   | 2   | 3   | 2   | 0   | 2     | 0   | 0   | 1     | 1   | 0   | 30   | 20   | 4   |

註：I 為輕度及以上之颱風次數（亦即包含「熱帶風暴」在內，中心最大風速在每秒17公尺及以上者）

II 為中度及以上之颱風次數（亦即正式達於颱風強度，中心最大風速在每秒32公尺及以上者）

III 為颱風（包括輕度）侵台之次數（中心登陸或暴風侵襲臺灣而有災情者）

\* 此18次均為小型之輕度颱風，為時短暫。其中有名稱者僅4次，此4次可能到達颱風強度。惟根據美軍之統計資料（參閱 U. S.-Asian Military Weather Symposium, 1960）該月正式達颱風強度者為2次，故以此為據。詳細情形可參閱本局專題研究報告第85號。

\*\* 過去本局列為4次，今考據美軍資料（同上）及颱風名稱英文字母次序更正為5次。

緯度最低則為5月中旬誕生加羅林群島附近之伊瑪 (Irma) 颱風。本年內所有輕度颱風最初出現之地點如圖1所示。

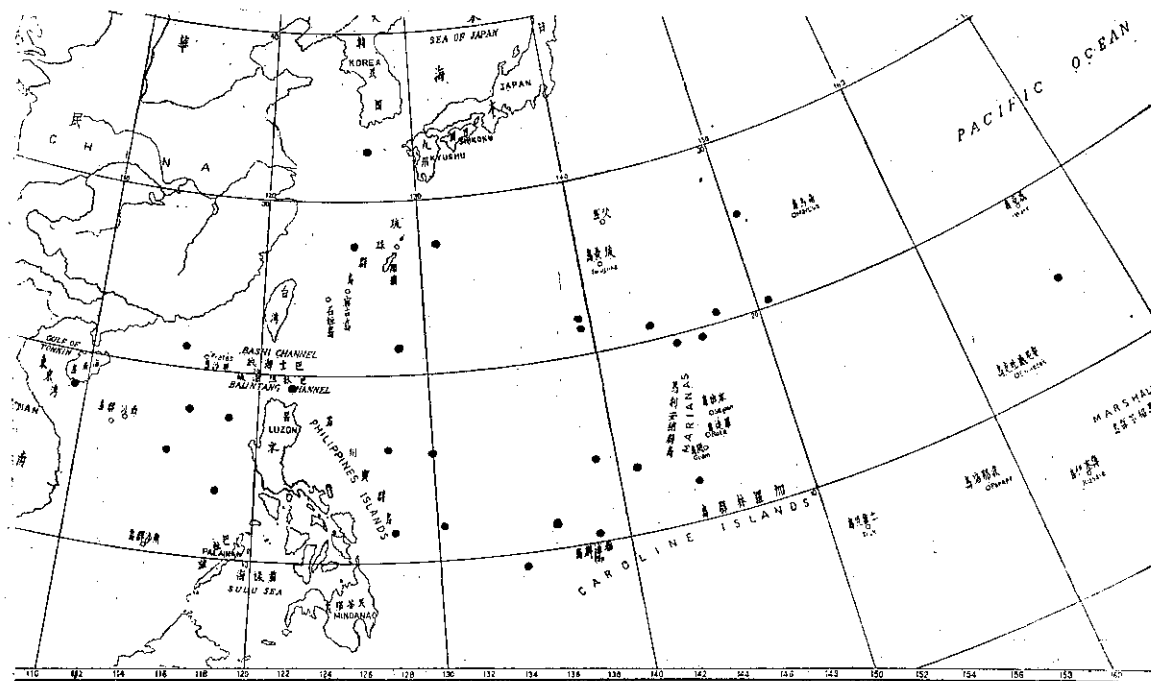


圖 1：1966年輕度颱風初生地點之分佈

Fig. 1: The positions of tropical storm first appeared on synoptic chart in 1966.

本年內出現之颱風，以6月內之克蒂 (Kit) 颱風最為猛烈，曾測得中心附近最大風速達每秒85公尺，其餘之颱風均不強。侵襲臺灣近海之寇拉颱風，中心附近最大風速亦僅到達每秒65公尺。前者誕生於雅浦島西北，後者生成於馬利安納群島東方，均經歷較遠之里程，其餘僅有5次到達每秒50公尺之風速。一般而論，本年內各次颱風之強度較為均勻，只有一次7月之費莉絲 (Phylis) 中心風速僅每秒20公尺。另有5次熱帶風暴美軍未予命名，計8月及9月上旬各一次，9月上旬10月上旬及10月底各1次，中心最大風速均在每秒17-20公尺之間，中心氣壓在1000毫巴左右。

以生命史之久暫而言，維持熱帶風暴以上階段最久者為5月份之伊瑪，但亦不過維持11天而已，綜觀本年內發展之歷次颱風，大都為時短暫，僅維持一兩天者計有7月之羅拉 (Lola)、瑪美 (Mamie)、妮娜 (Nina)、費莉絲 (Phylis)，8月之貝蒂 (Betty)，10月之凱西 (Kathy)，11月之歐加 (Olga)。

(四) 本年內颱風路徑之型式與轉向點

本年內各次颱風之路徑型式以拋物線路徑者較多，計有8次；自東向西或自東南東至西北西者居其次，計有7次；近似自南向北者有3次；近似自西南向東北者有5次。其餘多轉向兩次成S形之路徑。自各月颱風路徑圖中可以看出；4, 5, 6月份之颱風大都在臺灣附近轉向東北，7月份多直趨西北西；8月份之路徑最亂，有直趨西方亦有近似南北向者；9月份則多在臺灣以東轉向東北。10至12月均近似自東向西，轉向之颱風中，15-20°N 及 20-25°N 間轉向者各佔3次，餘2次在 25-30°N 轉向。轉向緯度最高者為9月之艾達，最低為6月之克蒂。

## 二、各月颱風概述

本年內颱風之開始產生遠較往年為遲，1, 2, 3月內均無颱風。但終止則亦極遲，一直延展至12月底。茲將各月颱風之活動情形分述如下：

(一) 四 月 月初，南海地區首見有熱帶低壓出現，其時，中南半島為低壓區，極鋒自此延伸至阿留申群島，大陸有反氣旋出海，在5日20時之地面天氣圖上，馬紹爾群島與加羅林群島之間有一熱帶低壓正在



發展，且向西移動頗速，中心氣壓保持在 1000mb 上下。直至 8 日 20 時始發展為熱帶風暴，中心氣壓測得為 998mb，以每時 14 哩之速度走向西方，此風暴命名為海斯特 (Hester)，中心位於  $11.2^{\circ}\text{N}$ ， $137.3^{\circ}\text{E}$ 。

翌日 8 時，中心最大風速測得僅每秒 10 公尺。但 12 小時後即增為每秒 22 公尺，中心在  $12.8^{\circ}\text{N}$ ， $132^{\circ}\text{E}$ 。10 日 8 時，海斯特之範圍更見擴展，速度減緩，中心氣壓降至 986mb，最大風速增為 25m/s。12 小時後，此熱帶風暴已逼近菲律賓群島，中心氣壓降為 990mb，此後仍繼續低降。11 日 14 時，已發展成颱風強度，中心最大風速經測得為 48m/s，移行方向已轉為北北西。

13 日 8 時，海斯特趨於穩定狀態，中心氣壓仍保持在 980mb，移動方向則漸自向北轉為北北東，移行至緩，最大風速已顯見減弱，經測得僅達 20m/s。15 日 8 時，中心抵達  $23^{\circ}\text{N}$ ， $128.5^{\circ}\text{E}$ ，已形成熱帶低壓，未幾即消滅。

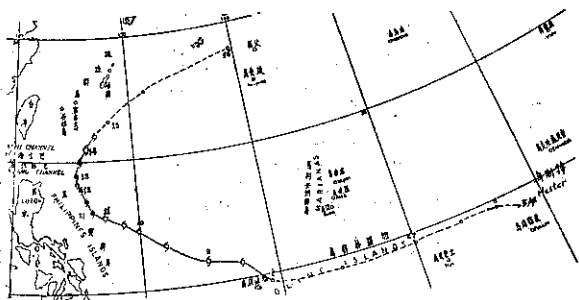


圖 2：55 年 4 月份颱風路徑圖  
Fig. 2: Typhoon tracks in April, 1966.

(二) 五月 海斯特於 4 月中旬消失後，相隔約有一個月並未出現颱風。至 5 月中旬開始時，加羅林群島又見有熱帶低壓。12 日 8 時，此低壓發展成熱帶風暴，命名為伊瑪 (Irma)，中心氣壓 1000mb，位於  $9.1^{\circ}\text{N}$ ， $134.3^{\circ}\text{E}$ ，以時速 10 哩走向西北西，中心最大風速經測得為 25m/s。13 日 8 時之地面圖上，伊瑪已正式達於颱風強度，惟移行之速度減緩，範圍亦未擴張。中心氣壓降至 990mb。至 14 日，勢力稍減，僅及熱帶風暴強度以時速 6 哩移向西方。15 日，已逼近民大諾島之北端，中心氣壓為 975mb，中心位於  $10.3^{\circ}\text{N}$ ， $127.4^{\circ}\text{E}$ 。12 小時以後，伊瑪之中心最大風速突又增至 40m/s，暴風圈緊縮。其時，顯已受島嶼地形之影響，勢力迅速衰退。

17 日 20 時，伊瑪越過菲律賓群島，勢力再度增

強，中心最大風速經測得達 50m/s，以時速 7 哩走向西北，但未幾即轉向，先轉北，再轉北北東，繞呂宋島之西方海面北進。20 日 8 時，北方且生一副低壓，主中心之氣壓則已升高至 985mb。12 小時後，伊瑪進入巴林坦海峽，勢力已減至熱帶風暴，隨後再轉向東北，速度增加為 19 哩 / 時。此後進入一新生低壓之南方，威力更見減退。22 日 14 時後始全部消失。

適在伊瑪消失之際，南海內出現另一熱帶低壓，連續數日，游移不定。25 日之地面圖上，菲島東方海上雷陣雨殊為活躍。翌日 2 時，已正式發展為熱帶風暴，命名為裘迪 (Judy)，中心氣壓 995mb，中心位於  $13.6^{\circ}\text{N}$ ， $117.8^{\circ}\text{E}$ 。最大風速為 17m/s，行動已顯示向北推進。

27 日 8 時，裘迪之中心在  $16.5^{\circ}\text{N}$ ， $118.0^{\circ}\text{E}$ ，最低氣壓 975mb，最大風速增至 35m/s，故已到達颱風強度。24 小時後，顯示其走向已偏北北西。29 日 8 時，中心經過東沙島附近，改以每時 5 哩之速度再轉為向北，對臺灣之威脅已屬顯而易見。幸範圍及深度近似不變。此時速度轉緩，顯示將再度折向為東北，中心氣壓升高至 990mb，最大風速仍為 35m/s。30 日 17 時，裘迪之中心在臺南之南方約 30 公里之海面上，向東北東進行，未幾即登陸。此時強度銳減，已成為熱帶風暴，大約在 4 小時後，中心再在臺東附近出海。此為本年內第一次侵臺颱風。中心至石垣島附近後，勢力迅速衰退，31 日 14 時即趨消滅。

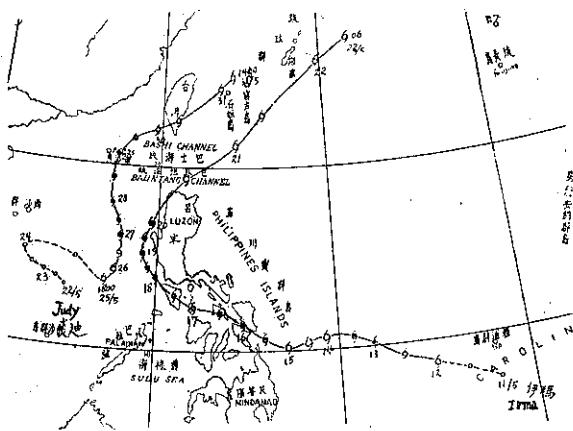


圖 3：55 年 5 月份颱風路徑圖  
Fig. 3: Typhoon tracks in May, 1966

(三) 六月 本月內，熱帶風暴殊不活躍，太平洋上高氣壓相當旺盛，直至20日2時之地面天氣圖上，加羅林群島之東方海上始見有熱帶低壓出現。21日8時，此低壓漸見發展，且向西移行。22日20時，中心已抵雅浦島附近。中心氣壓為1002mb，最大風速約15m/s。23日8時，正式發展成熱帶風暴，命名為克蒂 (Kit)。當天20時，中心在 $11.0^{\circ}\text{N}$ ， $135.4^{\circ}\text{E}$ ，最大風速20m/s，以每時8浬之速度走向西北西。

24日8時之地面圖上，顯示克蒂之勢力大為擴展，最大風速已增至33m/s，故已到達颱風強度，中心氣壓降至996mb。24小時後，更降為985mb，最大風速增為40m/s。走向已改為向北。其時中心氣壓已降為970mb。

26日8時，克蒂之中心氣壓降為920mb，中心位於 $18.8^{\circ}\text{N}$ ， $130.7^{\circ}\text{E}$ ，最大風速增至60m/s，暴風半徑擴至150哩，此時速10浬向北移行。隨後再轉為北北東，進行之速度大增，直向日本進逼。28日8時，中心在 $31.9^{\circ}\text{N}$ ， $136.8^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓經測得為965mb，最大風速則已減為40m/s。12小時後，進入鋒系內，勢力減弱。29日20時正式成為溫帶氣旋。

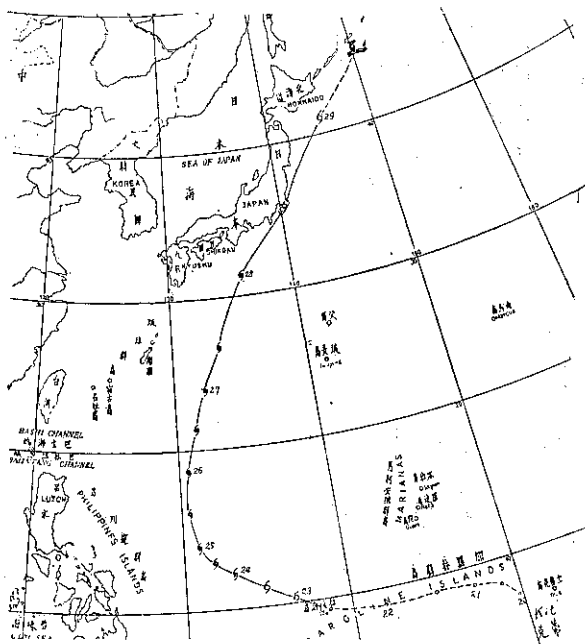


圖 4：55年6月份颱風路徑圖  
Fig. 4: Typhoon track in June, 1966.

(四) 七月 自本月中旬起，西太平洋上之熱帶氣旋

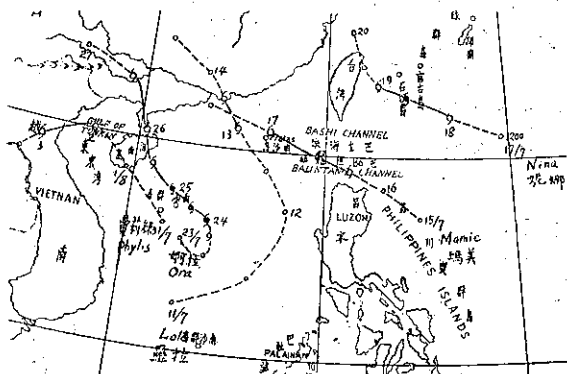


圖 5：55年7月份颱風路徑圖  
Fig. 5: Typhoon tracks in July, 1966.

頓趨活躍。11日之地面圖上顯示菲律賓至南海間之赤道輻合帶上熱帶低壓將發展，位於南海之低壓最初在南沙群島之西北方。至12日，呂宋島之西北方出現另一中心。13日8時，正式發展成熱帶風暴，命名為羅拉 (Lola)。中心在 $21.1^{\circ}\text{N}$ ， $115.2^{\circ}\text{E}$ ，以時速10浬走向北北西，中心最大風速為17m/s。12小時後已逼近廣東沿海，未幾即登陸，14日8時天氣圖上已轉變為極小之熱帶低壓。

羅拉消失後不久，西太平洋上之熱帶低壓再趨活動。呂宋島東北之低壓首見加深。16日14時，成為熱帶風暴，即稱瑪美 (Mamie)。走向西北西方，中心氣壓保持在1000mb上下，範圍亦未擴展。17日8時，中心在 $21.0^{\circ}\text{N}$ ， $116.7^{\circ}\text{E}$ ，亦即東沙島附近。隨後直趨廣東海岸，頓告消滅。

其時，另一熱帶低壓位於菲律賓之東北方亦見擴展。18日8時正式成為熱帶風暴，命名為妮娜 (Nina)，至14時中心位於 $22.4^{\circ}\text{N}$ ， $125.9^{\circ}\text{E}$ 。以時速18浬移向西北西，最大風速經測得為35m/s，顯示其迅速發展成颱風強度。以其直趨臺灣，且相距殊近，故而發佈海上及陸上警報，但至19日8時，當逼近花蓮時，勢力頓減，在雷達幕上顯示雲帶逐漸消散。當天14時，終成針尖小低壓。正式消滅則在20日2時。

自此之後，雖熱帶低壓不斷發生，但未見發展，直至22日以後，南海地區赤道氣流異常活躍。24日8時，南海之熱帶低壓勢力擴張，雷陣雨持續不斷。12小時後即發展成颱風強度，命名為卿拉 (Ora)，中心氣壓986mb，中心位於 $16.6^{\circ}\text{N}$ ， $113.9^{\circ}\text{E}$ ，以時速7浬向西北。但在25日20時到達海

南島時，勢力迅速衰退，且速度轉緩，方向改爲向北北西，隨後溯粵江上游。27日8時轉變爲熱帶低壓。

阿拉登陸消滅後，本月終南海另一熱帶低壓有加強之跡象。此低壓自西沙群島附近走向西北，入東京灣，8月2日14時之地面圖上始形成熱帶風暴，稱爲費莉絲(Phylis)，旋即轉向入越南，3日後消失。

(五)八月 本月循例爲颱風最活躍之月份，本年亦不例外。月初，赤道輻合帶上熱帶低壓不斷發生，臺灣及菲律賓一帶則出現一高壓區。自費莉絲在中越邊境消滅後，馬利安納群島附近之熱帶低壓漸見擴張。4日8時正式發展成爲熱帶風暴，取名莉泰(Rita)。翌日14時，再增強爲颱風強度，中心在 $25.2^{\circ}\text{N}$ ， $143.7^{\circ}\text{E}$ ，最大風速爲 $80\text{m/s}$ ，中心氣壓 $988\text{mb}$ ，向北緩慢行進。但未幾即加速走向北北東方，至7日8時，勢力即見減弱，隨後再轉爲近似向北，速度再減緩，不久又轉爲向東北。10日20時，走入鋒帶內，11日8時，正式轉爲溫帶氣旋。

其時，又一熱帶低壓早在南海生成，13日20時，始見增強爲熱帶風暴，命名蘇珊(Susan)，中心在 $17.8^{\circ}\text{N}$ ， $116.8^{\circ}\text{E}$ ，最大風速爲 $25\text{m/s}$ ，行踪滯留。此時另一熱帶低壓中心在那霸附近，勢力已大爲擴張。14日2時亦發展成熱帶風暴，此即蒂絲(Tess)，中心在 $27.3^{\circ}\text{N}$   $127.0^{\circ}\text{E}$ ，向西北西緩進，最大風速 $17\text{m/s}$ 。由於彼此相距殊近，顯將產生藤原效應。

蘇珊生成後保持向東北進行，15日8時，中心到達 $19.6^{\circ}\text{N}$ ， $119.7^{\circ}\text{E}$ ，亦即在恒春南方約280公里之海面上，改以東北東方向進行，時速20公里，中心最大風速 $25\text{m/s}$ ，仍屬輕度颱風。其時，蒂絲亦保持熱帶風暴之強度，在琉球海面向西緩進，漸近臺灣之東北部海面。此時藤原效應已甚顯著。彼此作逆時鐘向旋轉。

當天20時，蘇珊已穿越巴士海峽，繼續向東北東進行，臺灣南部受蘇珊之影響殊爲輕微。此時蒂絲之中心已抵 $26.6^{\circ}\text{N}$ ， $124.5^{\circ}\text{E}$ ，仍向西行。16日8時，增強成颱風強度，中心在臺北東北方約230公里之海面上。蘇珊則減弱爲熱帶低壓。當天20時，蒂絲之中心經臺灣北方海面，北部略有損害，此爲本年內第二次侵臺颱風。17日清晨登陸馬祖北方海岸，旋即消滅。

正當蒂絲登陸消失之際，威克島西北方有一熱帶低壓漸趨發展，且一直西進。在19日14時之地面天氣圖上，此低壓正式成爲熱帶風暴，命名爲衛歐拉

(Viola)，中心在 $20.2^{\circ}\text{N}$ ， $147.3^{\circ}\text{E}$ ，最大風速 $25\text{m/s}$ ，中心氣壓 $990\text{mb}$ 。此風暴生成後，最初走向西北西，後轉北北西。21日，衛歐拉增爲颱風強度。20時之天氣圖上，由於西南西方另有一巨大之溫妮(Winnie)颱風，勢力微減，且亦產生藤原效應，作逆時鐘向旋轉。22日8時，近日本東南海面時已呈強弩之末，未幾即轉爲針尖熱低壓。

溫妮颱風最初之醞釀在那霸附近，至21日8時乃擴展成熱帶風暴，中心位於 $27.6^{\circ}\text{N}$ ， $130.6^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓 $989\text{mb}$ ，最大風速 $25\text{m/s}$ ，生成後，行踪阻滯，直至22日20時，始見其走向北方再轉北北西。此風暴由於發生之緯度甚高，23日20時因走入鋒系內，隨即轉變爲熱帶低壓，繼續向西北，26日入渤海，登陸遼東半島始消滅。

艾麗絲(Alice)颱風醞釀於馬利安納群島附近之洋面上。25日14時正式成爲熱帶風暴，中心氣壓 $992\text{mb}$ ，以時速12哩走向北方。翌日，艾麗絲已增至颱風強度，範圍未擴張，速度加快，但27日後忽顯滯留，甚至有後退跡象。29日，中心在琉璣島附近，證知其改向西南西進行。30日20時，中心位於 $25.4^{\circ}\text{N}$ ， $138.0^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓 $966\text{mb}$ ，以時速10哩西進，最大風速 $35\text{m/s}$ 。以後，艾麗絲一直西進，9月2日8時，中心到達那霸附近。翌日8時，中心經過臺灣北方海上，馬祖頗受影響。其時艾麗絲之中心氣壓 $960\text{mb}$ ，最大風速增爲 $40\text{m/s}$ ，暴風半徑約150公里，以時速11哩向西。20時，入福建內陸，即趨消滅。

當艾麗絲位於琉璣島期間，日本九州南方有一極小之熱帶低壓，漸向西北西行進，緯度如此之高，在30日2時竟能發展成熱帶風暴殊爲少見，此即貝蒂(Betty)。中心已在濟州島附近，生成後向北移行。30日20時登陸韓國西南部。31日8時，即在東海岸轉變爲熱帶低壓。

本年第三次侵臺颱風寇拉(Cora)雖誕生於本月份，但侵臺則在9月。此颱風之初生低壓早在29日即醞釀於馬利安納群島。31日8時之地面天氣圖上正式成爲熱帶風暴，中心氣壓 $1000\text{mb}$ ，中心在 $13.3^{\circ}\text{N}$ ， $141.0^{\circ}\text{E}$ ，最大風速爲 $20\text{m/s}$ 。初向西北，9月1日即已到達颱風強度，中心最大風速 $45\text{m/s}$ ，翌日加深爲 $950\text{mb}$ ，3日降至 $930\text{mb}$ ，最大風速增至 $60\text{m/s}$ 。艾麗絲爲其前導，相距甚近，形勢顯示將直撲臺灣，一時殊爲驚恐。4日8時，中心到達 $23.9^{\circ}\text{N}$ ， $127.6^{\circ}\text{E}$ ，以時速8哩向西北西。

5日8時，寇拉之中心已到達宮古島之北方，此時顯示其路徑漸向北偏。24小時後又折回向西，與52年之葛樂禮頗為相似。中心在6日20時前後經彭佳嶼

，其時幸為寇拉勢力正減退中，故臺灣未受重大災害。  
○ 7日8時登陸馬祖附近，旋即消滅。

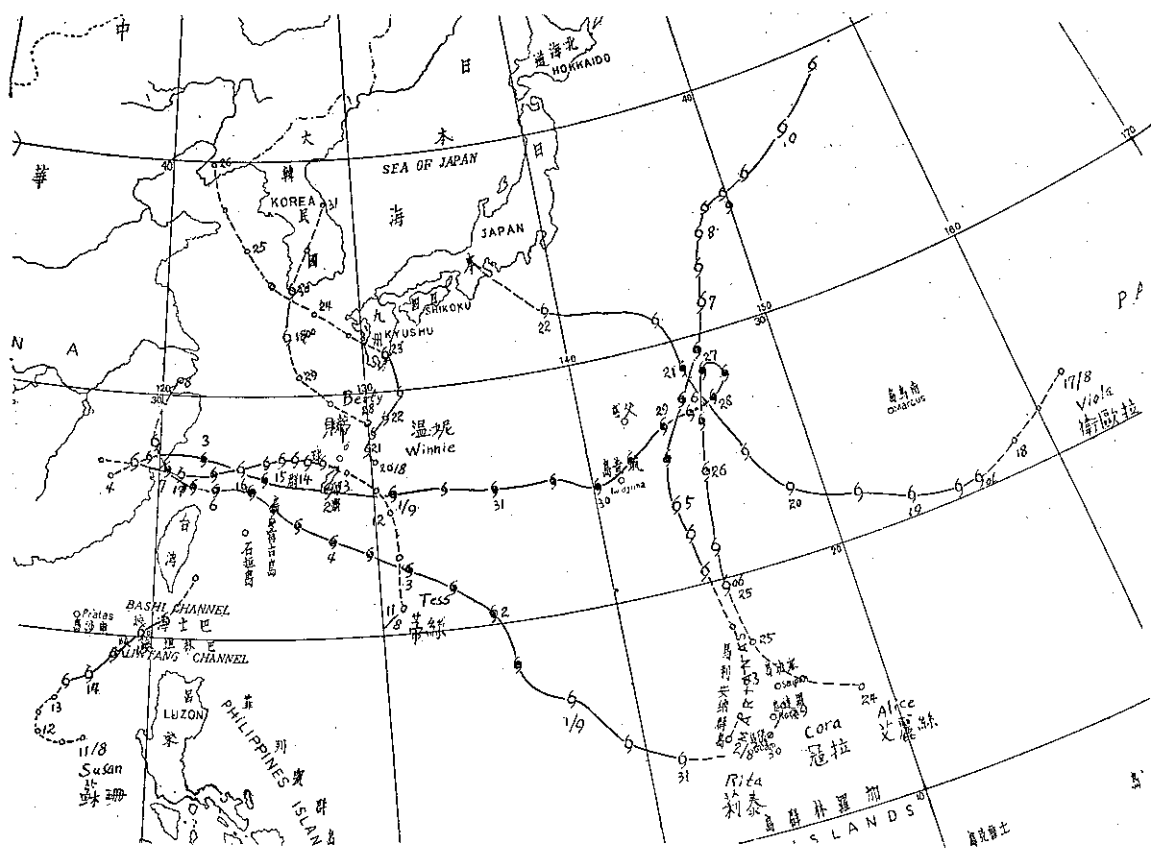


圖 6：55年8月份颱風路徑圖  
Fig. 6: Typhoon tracks in August, 1966.

(六) 九月 本月初，艾麗絲及寇拉兩颱風活動於西太平洋上，至6日，寇拉後方之熱帶低壓漸見發展。翌日8時，中心氣壓已降至990mb，6小時後即正式成為熱帶風暴，命名為都麗絲 (Doris)，中心位於 $22.5^{\circ}\text{N}$ ， $138.5^{\circ}\text{E}$ ，以時速8浬走向西北，最大風速尚僅20m/s。8日8時，都麗絲到達 $25.8^{\circ}\text{N}$ ， $134.4^{\circ}\text{E}$ ，最大風速仍僅27m/s。24小時後，中心已抵日本九州，隨後轉向東北，穿越本州，勢力減縮，10日入日本海，再穿過北海道，終於11日正式變為溫帶氣旋。

當都麗絲消滅之際， $15^{\circ}\text{N}$ 附近之ITC上，熱帶低壓異常活躍。11日8時，中心氣壓降為990mb，乃成熱帶風暴，此為第四次侵臺颱風艾爾西 (Elsie)，中心在 $17.5^{\circ}\text{N}$ ， $117.8^{\circ}\text{E}$ ，近似滯留。13日20時，最大風速增為35m/s，已正式達於颱風強度，開

始見其向北移行。15日2時，中心已至巴士海峽之西方，中心氣壓降至970mb，暴風半徑約200公里。隨後即轉向北北東，再東北，直趨本省南部。

16日8時，艾爾西之中心已在恆春西北西方約40公里之海面上，未幾即登陸。大約在11時即移出大武附近，入於太平洋。由於登陸前勢力銳減；尚未引成嚴重災害，但在東北部導致豐沛降水，故宜蘭地區泛濫成災。17日8時，中心已達 $24.8^{\circ}\text{N}$ ， $124.7^{\circ}\text{E}$ ，仍向西北進行，12小時後，中心已在那霸西北方，終於18日20時後趨於消滅。

即在艾爾西颱風生成後不久，琉璜島南方之熱帶低壓頓趨活動。13日20時，擴展成熱帶風暴，命名芙勞西 (Flossie)，向東緩進。此時另一颱風在其東方生成，即為葛瑞絲 (Grace)。此兩颱風相距甚近

，但竟不產生藤原效應，一前一後，向東北進行，中心氣壓均為 975mb，但芙勞西則一度到達颱風強度。葛瑞絲隨後速度激增，至18日2時成為溫帶氣旋。24小時後，芙勞西亦告消失。

艾爾西穿越臺灣之際，加羅林群島西北方產生一熱帶低壓，向西北移行，至19日，發展成熱帶風暴，即稱海倫 (Helen)。20日後轉為向西。21日8時，中心測得在  $19.8^{\circ}\text{N}$ ,  $126.9^{\circ}\text{E}$ 。隨後再轉為向北，而後北北東，直趨九州四國間，25日14時後消失。

繼海倫之後，艾達 (Ida) 及裘恩 (Jone) 兩颱

風先後生成，二者均於22日醞釀於馬利安納群島之東方，相距甚近。23日2時，同時發展成輕度颱風。北方者稱為艾達，中心氣壓985mb；位於南方者稱為裘恩，中心氣壓 997mb，與西北方之海倫相距亦不遠，彼此相互影響，艾達向西北行進甚速，走入海倫之後方。裘恩則徐徐北進。25日8時，裘恩之中心已至  $19.8^{\circ}\text{N}$ ,  $137.2^{\circ}\text{E}$ ，最大風速為 25m/s；海倫則已到達九州四國間，併入溫帶氣旋系，勢力衰退。裘恩則仍保持其強度，但轉向東北。27日8時，中心到達  $23.2^{\circ}\text{N}$ ,  $141.1^{\circ}\text{E}$ ，以時速12浬向北北東，最大風

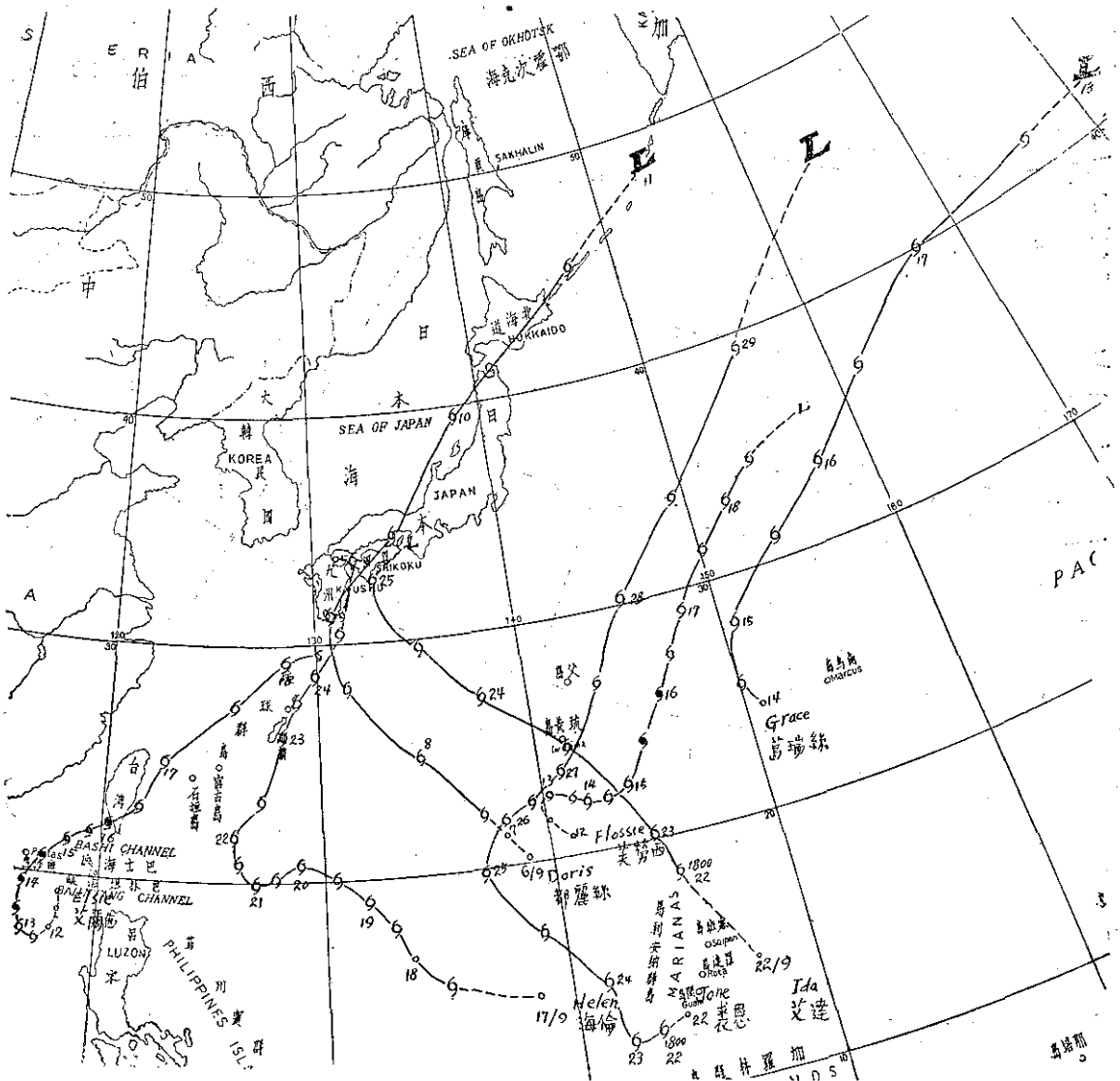


圖 7：55年9月份颱風路徑圖

Fig. 7: Typhoon tracks in September, 1966.

速仍僅  $30\text{m/s}$ 。29日8時，已在日本東方緯度40度處。此時，勢力反而增強，最大風速增至  $45\text{m/s}$ ，已成中度颱風，但因此時已進入鋒系內，故在29日20時即轉變為溫帶氣旋。

(七) 十 月 本月份，颱風聲勢大減，南海及加羅林群島附近之熱帶低壓多日未見發展，直至8日前後，馬利安納群島附近之熱帶低壓有加深跡象。9日14時，正式發展成輕度颱風，命名為凱西 (Kathy)，中心在  $20.2^{\circ}\text{N}$ ,  $150.6^{\circ}\text{E}$ ，近似滯留。11日8時，中心氣壓降至  $965\text{mb}$ ，中心最大風速增加至  $35\text{m/s}$ ，顯示已達颱風強度，仍徘徊不進。直至13日以後，始見其走向東北。14日，中心抵南鳥島，隨後，路徑逐漸順轉為東北東。18日以後再轉北北東，至21日始轉

變為溫帶氣旋。

凱西消滅後，大約在28日，南海地區及加羅林北方熱帶低壓轉趨活躍。加羅林群島北方之低壓漸向菲律賓移行，至30日8時正式成為熱帶風暴，此即勞娜 (Lorna)。中心在  $15.6^{\circ}\text{N}$ ,  $127.5^{\circ}\text{E}$ ，以時速25哩走向西方，中心最大風速為  $30\text{m/s}$ 。24小時後，中心已逼近呂宋島。1日8時已穿越呂宋島，入巴林坦海峽，勢力大減。以後滯留不進，略示折向東方，2日20時即趨消失。

10月底，另有一颱風名梅瑞 (Marie)，誕生於馬紹爾群島之北方，30日14時發展成輕度颱風。31日8時，中心在  $15.8^{\circ}\text{N}$ ,  $162.0^{\circ}\text{E}$ ，中心氣壓  $982\text{mb}$ 。走向西北西方。次日勢力達颱風強度。2日8時，經

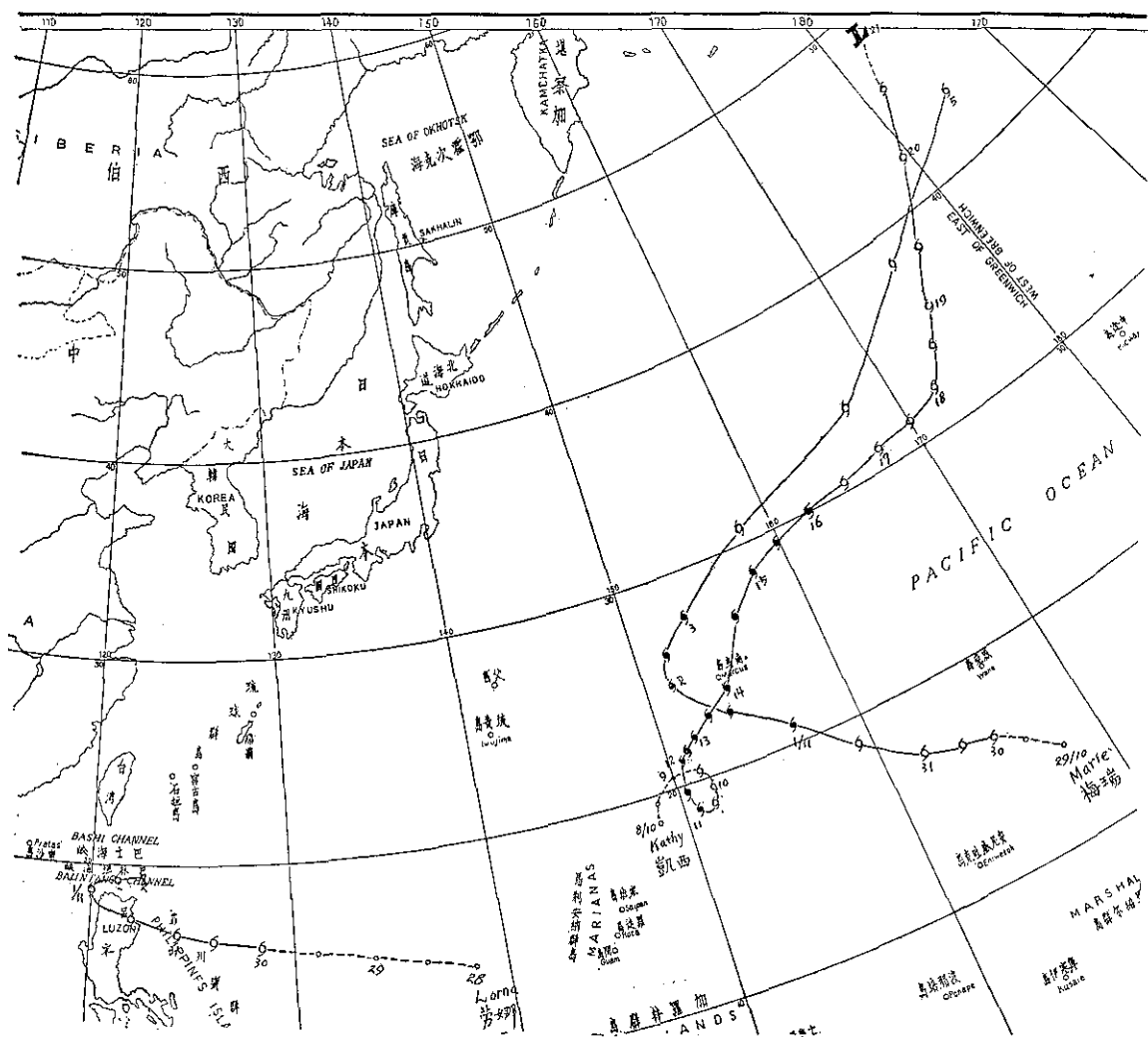


圖 8 : 55年10月份颱風路徑圖

Fig. 8 : Typhoon tracks in October, 1966.

測得中心在  $22.6^{\circ}\text{N}$ ,  $150.7^{\circ}\text{E}$ , 最大風速  $37\text{m/s}$ , 中心氣壓  $958\text{mb}$ 。在其西南方有一副低壓。一度曾達熱帶風暴之強度, 但不久即消失。梅瑞本身則在 8 日後轉向東北, 移行甚速, 勢力則迅趨衰退。5 日後終告消滅。

(八) 十一月 誕生在本月內者有兩個颱風, 南施颱風最初之旋渦見於 18 日前後, 位於加羅林群島之西方, 向西迅速推進。20 日, 抵呂宋島之東南方乃發展成熟

帶風暴, 中心在  $14.0^{\circ}\text{N}$ ,  $130^{\circ}\text{E}$ 。24 小時後, 穿越呂宋島入南海, 中心氣壓  $998\text{mb}$ , 最大風速仍僅  $25\text{m/s}$ 。25 日, 此輕度颱風即轉為低壓。

另一輕度颱風歐加 (Olga), 在南施之後方生成, 壽命更短。28 日 14 時正式生成, 中心在  $15.4^{\circ}\text{N}$ ,  $127.5^{\circ}\text{E}$ , 以時速 7 哩向西, 最大風速  $20\text{m/s}$ 。次日逼近呂宋島, 25 日穿過該島, 入巴林坦海峽而趨消失。

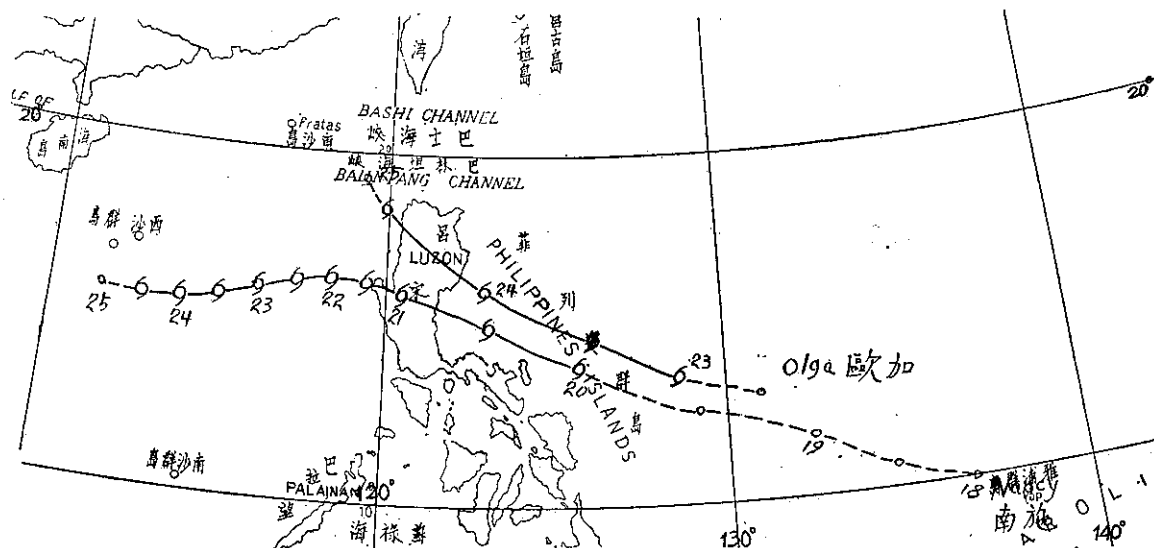


圖 9: 55年11月份颱風路徑圖

Fig. 9: Typhoon tracks in November, 1966.

(九) 十二月 本月終, 約在 24 日前後, 加羅林群島附近突現一熱帶低壓。向西北西進行, 26 日 8 時逼近菲

律賓東方海面時即發展成熱帶風暴, 命名為波密拉 (Pamela), 中心氣壓  $994\text{mb}$ , 中心在  $11.4^{\circ}\text{N}$ ,

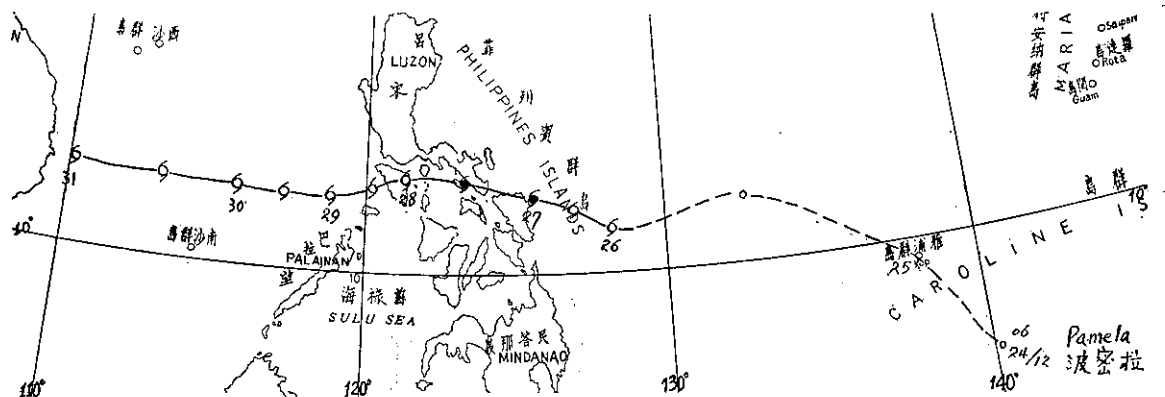


圖 10: 55年12月份颱風路徑圖

Fig. 10: Typhoon track in December, 1966.

127.5°E，最大風速 20m/s。此後，速度減緩而勢力加強。27日 8 時，中心氣壓 970mb，最大風速增為 35m/s，已正式達於颱風強度。但在穿過菲律賓群島後即減為輕度颱風，29日，最大風速已減為 23m/s，仍向西進，31日至西貢附近乃趨消滅。

### 三、本年內發佈颱風警報情況

本年內臺灣發佈颱風警報 8 次，較去年少 3 次，其中僅發佈海上颱風警報者 3 次，另 5 次同時發佈海上及陸上警報。此 5 次中實際侵臺者即有 4 次，可見本年內氣象局發佈颱風警報非常成功。警報持續之時間最久者為 9 月間之寇拉 (Cora)，其次為裘迪 (Judy) 及艾爾西 (Elsie)。以月份之分配而言，5 月份發海上 1 次，海上及陸上者 1 次，7 月份同，8 月份發佈海上及陸上警報 3 次，9 月份發佈海上 1 次，海上及陸上警報 1 次。全部颱風之綱要見表三。

### 四、本年內颱風災情概述

本年內侵襲臺灣之 4 次颱風，以其損害之程度而論，當以裘迪颱風之災害較重，時當香蕉待收其間，故蕉園之損失特重，據估計合新臺幣約 620,000,000 元。受災區主要在高雄、屏東一帶。其次則為艾爾西颱風。此一颱風雖穿越本省南端，惟南部地區之損失除

蕉園而外，遠不及宜蘭地區因豪雨而釀成之災情為重，損害最輕微者為蒂絲颱風，僅阿里山地區因豪雨而使各河川水位高漲，若干堤防被沖毀，公路亦有部份坍方而已。

裘迪颱風於 5 月 30 日穿過臺灣南端，高屏地區遭受相當慘重之損失。據警務處 6 月 1 日之統計香蕉園平均受災達 86%，死亡 6 人，失蹤 10 人，傷 14 人，房屋全倒 296 間，半倒 689 間。交通方面以鐵路損失較重，高雄港有巴拿巴輪一艘因而擱淺，漁船 3 艘沉沒，5 艘受損。

艾爾西颱風 9 月 16 日穿越本省南部，路徑較裘迪略偏南，方向則相似。此一颱風再度予南部蕉園以重創，損失估計值二千萬元新臺幣，據省警務處防颱中心 18 日之統計，該颱風之災情如下：死亡 7 人，受傷 30 人，房屋全倒 120 間，半倒 121 間。宜蘭地區受其影響雨量最大，低窪地區普遍淹水。交通方面東部及東北部均有損毀。

寇拉颱風之路徑雖近似民國 52 年之葛樂禮，但結果有驚無險，損失輕微，可謂大幸。據省警務處防颱中心調查，該次颱風過境，僅死 2 人，失蹤 1 人，傷 7 人，房屋全倒 17 間，半倒 42 間，交通方面僅一部份坍方。至於蒂絲及蘇珊聯袂過境，損失輕微。僅交通方面略受損害而已！

茲將本年內 4 次侵臺颱風之災情列如表四

| 項目<br>損失情況<br>颱風名稱 | 人口(人)          |    | 房屋(間) |     | 漁 船 |    | 公路  | 鐵 路       | 其 他                                            |
|--------------------|----------------|----|-------|-----|-----|----|-----|-----------|------------------------------------------------|
|                    | 死<br>(含失<br>踪) | 傷  | 全倒    | 半倒  | 沉沒  | 損壞 | (元) | (元)       |                                                |
| 裘 迪                | 16             | 14 | 296   | 689 | 3   | 5  | 不詳  | 4,949,502 | 香蕉園損失估計 620,000,000 元                          |
| 蒂 絲                | —              | —  | —     | —   | —   | —  | 不詳  | 不 詳       | 阿里山區豪雨引起各河川水位高漲，若干堤防沖毀公路坍方                     |
| 寇 拉                | 3              | 7  | 17    | 42  | 不詳  | 不詳 | 不詳  | 2,662,254 | 基隆港堤防沖毀三處                                      |
| 艾 爾 西              | 7              | 30 | 120   | 121 | 不詳  | 不詳 | 不詳  | 不 詳       | 宜蘭線鐵路路基流失及積水，北部及東部公路多處坍方，香蕉園損失估計達 20,000,000 元 |
| 合 計                | 26             | 51 | 433   | 852 |     |    |     |           |                                                |

### 五、本年內颱風之特點

綜上所述，本年內 颱風之 特色可 概括為 下列各點：

(一)全年總次數為 30 次，按過去 19 年來之平均而論，略超過平均。達於颱風強度有 19 次，亦稍較正常為

活躍。

(二)全年颱風自 4 月起至 12 月底始告終，足見開始較往年為遲，而終止亦最晚。4 月至 9 月較往常為活動，冬半年則較沉寂。

(三)本年內有 4 次侵臺颱風，與 19 年來之平均數大



表三：民國五十五年北太平洋西部地區颱風網要表

Table 3.: Summary of Typhoon data within the area of North-Western Pacific in 1966

| 月 份 | 序次 | 颱風名稱         | 起 迄 時 間     |             |             | 誕 生 地 區 | 輕度颱風<br>初生地點<br>(經緯度) | 最大<br>風速<br>(m/s) | 暴風<br>半徑<br>(哩) | 中心最<br>低氣壓<br>(mb) | 最大移<br>動度<br>(無時哩) | 颱風<br>分類 | 臺灣發<br>佈階段 | 附 註       |
|-----|----|--------------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|------------|-----------|
|     |    |              | 全部起迄        | 輕度及以上       | 中度及以上       |         |                       |                   |                 |                    |                    |          |            |           |
| 四 月 | 1  | 海斯特(Hester)  | 5/4—15/4    | 8/4—14/4    | 10/4—13/4   | 馬紹爾群島   | 10.3, 138.4           | 43                | 150/34          | 980                | 15                 | 中度       |            |           |
| 五 月 | 1  | 伊瑪(Irma)     | 11/5—22/5   | 12/5—22/5   | 13/5—19/5   | 加羅林群島   | 9.1, 134.3            | 60                | 120/34          | 960                | 28                 | 強烈       | 海上         | 侵 臺       |
|     | 2  | 裘迪(Judy)     | 22/5—31/5   | 25/5—31/5   | 27/5—30/5   | 馬利安納群島  | 13.6, 117.8           | 43                | 90/34           | 970                | 17                 | 中度       | 海上及陸上      |           |
| 六 月 | 1  | 克蒂(Kit)      | 19/6—29/6   | 23/6—29/6   | 24/6—28/6   | 雅浦島西北   | 11.2, 136.1           | 85                | 250/34          | 880                | 30                 | 強烈       |            |           |
| 七 月 | 1  | 羅拉(Lola)     | 10/7—14/7   | 12/7—13/7   | —           | 菲律賓東方   | 21.1, 115.3           | 30                | 60/34           | 990                | 12                 | 輕度       |            | 海上 陸上     |
|     | 2  | 瑪美(Mamie)    | 15/7—17/7   | 16/7—17/7   | 16/7—17/7   | 菲律賓東方   | 19.3, 122.0           | 38                | 70/34           | 993                | 16                 | 中度       |            |           |
|     | 3  | 妮娜(Nina)     | 17/7—19/7   | 17/7—19/7   | 17/7—18/7   | 琉球東     | 21.6, 128.5           | 35                | 90/34           | 995                | 14                 | "        |            |           |
|     | 4  | 奧拉(Ora)      | 22/7—27/7   | 23/7—26/7   | 24/7—26/7   | 南海      | 15.4, 114.6           | 43                | 100/34          | 977                | 10                 | "        |            |           |
|     | 5  | 費莉絲(Phylis)  | 23/7—3/8    | 1/8—3/8     | —           | 南海      | 18.2, 109.1           | 20                | 40/34           | 996                | 20                 | 輕度       |            |           |
| 八 月 | 1  | 莉泰(Rita)     | 1/8—9/8     | 4/8—9/8     | 5/8         | 馬利安納群島  | 20.8, 143.5           | 40                | 120/34          | 976                | 20                 | 中度       |            | 海上及陸上 侵 臺 |
|     | 2  | 蘇珊(Susan)    | 12/8—16/8   | 13/8—16/8   | 14/8—15/8   | 南海      | 17.8, 116.4           | 43                | 80/34           | 985                | 12                 | "        |            |           |
|     | 3  | 蒂絲(Tess)     | 8/8—17/8    | 13/8—17/8   | 16/8        | 菲律賓東方   | 27.2, 126.8           | 50                | 125/34          | 965                | 11                 | "        |            |           |
|     | 4  | 衛歐拉(Viola)   | 17/8—22/8   | 19/8—22/8   | 21/8        | 威克島西北   | 20.2, 147.3           | 50                | 90/34           | 984                | 21                 | "        |            |           |
|     | 5  | 溫妮(Winnie)   | 20/8—25/8   | 20/8—23/8   | —           | 那霸東方    | 27.5, 131.0           | 30                | 100/34          | 970                | 13                 | 輕度       |            |           |
|     | 6  | 艾麗絲(Alice)   | 24/8—3/9    | 25/8—3/9    | 26/8—3/9    | 馬利安納群島  | 19.7, 144.6           | 50                | 120/34          | 936                | 16                 | 中度       | 海上及陸上      |           |
|     | 7  | 貝蒂(Betty)    | 27/8—31/8   | 29/8—30/8   | —           | 那霸東方    | 33.1, 126.1           | 25                | 60/30           | 986                | 12                 | 輕度       |            |           |
|     | 8  | 寇拉(Cora)     | 29/8—8/9    | 31/8—7/9    | 1/9—7/9     | 馬利安納東方  | 13.3, 141.0           | 65                | 150/34          | 917                | 15                 | 強烈       | 海上及陸上      |           |
| 九 月 | 1  | 都麗絲(Doris)   | 6/9—9/9     | 7/9—9/9     | —           | 馬利安納西北  | 22.0, 139.0           | 25                | 120/34          | 948                | 20                 | 輕度       |            | 海上及陸上     |
|     | 2  | 艾爾西(Elsie)   | 8/9—18/9    | 12/9—18/9   | 13/9—16/9   | 海南島東方   | 17.5, 118.2           | 55                | 150/34          | 943                | 20                 | 中度       |            |           |
|     | 3  | 芙勞西(Flossie) | 9/9—18/9    | 13/9—18/9   | 17/9        | 馬利安納東北  | 21.5, 139.5           | 35                | 80/34           | 975                | 20                 | "        |            |           |
|     | 4  | 葛瑞絲(Grace)   | 11/9—17/9   | 14/9—17/9   | —           | 威克島西方   | 25.2, 150.6           | 33                | 200/30          | 975                | 35                 | 輕度       |            |           |
|     | 5  | 海倫(Helen)    | 16/9—25/9   | 17/9—25/9   | —           | 馬利安納西方  | 14.2, 139.0           | 30                | 120/34          | 978                | 34                 | "        | 海上         |           |
|     | 6  | 艾達(Ida)      | 19/9—25/9   | 22/9—25/9   | 24/9        | 土魯克島東北  | 19.2, 145.2           | 40                | 100/34          | 958                | 45                 | 中度       |            |           |
|     | 7  | 裘恩(Jone)     | 22/9—29/9   | 22/9—29/9   | 29/9        | 馬利安納群島  | 12.0, 143.4           | 45                | 300/30          | 976                | 35                 | "        |            |           |
| 十 月 | 1  | 凱西(Kathy)    | 8/10—20/10  | 9/10—20/10  | 12/10—15/10 | 馬利安納東北  | 20.2, 150.6           | 32                | 150/30          | 966                | 10                 | "        |            | 輕度 中度     |
|     | 2  | 勞娜(Lorna)    | 27/10—2/11  | 29/10—2/11  | —           | 雅浦島     | 16.0, 130.0           | 32                | 100/34          | 984                | 15                 | "        |            |           |
|     | 3  | 梅瑞(Marie)    | 29/10—2/11  | 30/10—2/11  | 30/10—2/11  | 馬紹爾群島   | 14.7, 167.1           | 45                | 250/30          | 944                | 17                 | "        |            |           |
| 十一月 | 1  | 南施(Nancy)    | 18/11—25/11 | 19/11—25/11 | —           | 菲律賓東方   | 11.9, 130.3           | 30                | 100/34          | 976                | 16                 | 輕度       |            |           |
|     | 2  | 歐加(Olga)     | 23/11—24/11 | 23/11—24/11 | —           | 菲律賓東方   | 15.4, 127.5           | 27                | 80/34           | 990                | 12                 | "        |            |           |
| 十二月 | 1  | 波密拉(Pameia)  | 24/12—31/12 | 26/12—30/12 | 26/12—27/12 | 加羅林群島   | 11.4, 127.5           | 35                | 100/34          | 970                | 10                 | 中度       |            |           |

致相當。此4次中，5月8月各一次，9月兩次，大致屬正常。一般而論，本年侵臺颱風，除使南部蕉園受損較重外，並未釀成重大災害。惟6月及9月因颱風之活動，使本省各處淫雨成災，9月份宜蘭地區之泛濫成災，尤為嚴重。

四年內北太平洋西部所發生之颱風中，以6月終克蒂 (Kit) 威力最強大，中心最大風速達每秒85公尺，其餘僅8月之貝蒂 (Betty) 到達每秒65公尺

，餘均不強。暴風半徑最大亦為克蒂，每時34哩之暴風半徑達250哩，中心氣壓低至880毫巴。路徑亦最長，以生命史之久暫而言，維持熱帶風暴以上階段最久者為5月份之伊瑪 (Irma)，但亦不過11天而已。路徑及生命最長者為7月之費莉絲 (Phylis)。

本年颱風之有藤原效應者為蒂絲 (Tess) 及蘇珊 (Susan)，但未幾蘇珊即消滅，故並不顯著。

(戚啓勳)

## 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、稿中引用之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、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至四十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象所氣象學報社收。

# 臺灣地區地震活動研究報告

徐明同

## *Seismicity of Taiwan*

Hsu Ming-Tung

### *Abstract*

Taiwan is located in the Circum-Pacific Seismic Zone, and has suffered great damage from a number of destructive earthquakes through-out her history. In Taiwan we therefore have a well distributed seismic network of 16 stations.

The data of these seismic stations has been studied, and some conclusions are made concerning the geographical distribution of earthquakes, secular and monthly change of the number of earthquakes, seismic zone, the depth of epicentre, disastrous earthquake catalogues and earthquake magnitude.

Formula (1) has been found useful for calculating the Gutenberg-Richter's magnitude of an earthquake occurring in or near Taiwan from seismometrical data at Taipei:

$$M = \log a + 2.24 \log \Delta - 1.77 \dots \dots \dots (1)$$

where M is the magnitude, a is the maximum displacement amplitude of the ground due to that earthquake (measured in micron) observed at an epicentral distance  $\Delta$  (measured in km).

Formula (2) has been found to express the relation between the number of occurrences of earthquakes (N) and the representative radius of felt area r (measured in km).

$$\log N = 8.38 - 2.63 r \dots \dots \dots (2)$$

### 摘 要

臺灣位於環太平洋地震帶，過去時常發生破壞性大地震，生命財產蒙受很大災害。因此臺灣前世紀末就開始辦理地震觀測。現在本局擁有十六處地震觀測站之多。

本文係研究分析這些觀測站過去六十餘年來所得資料，而得有關地震地理的分佈，有感地震次數及無感地震次數年變化及月變化，東部地震帶及西部地震帶特性，震源深度，有損害地震一覽表及地震規模之結論。

關於地震規模筆者介紹其含義，並研究規模與地震動最大振幅，震央距離，震度，有感距離，能量及災害等關係，並得二個公式如下：

$$M = \log a + 2.24 \log \Delta - 1.77 \dots \dots \dots (1)$$

$$\log N = 8.38 - 2.63 r \dots \dots \dots (2)$$

(1)式中M為地震規模，a為地震動最大振幅，單位為 $\mu$ ， $\Delta$ 為振央距離，單位為公里。由(1)式使用臺

北觀測資料可直接推算地震規模。(2)式表示代表性有感距離半徑r(單位公里)與地震次數N之關係。

### 一、臺灣地震觀測沿革

#### (一)地震觀測沿革

臺灣位於環太平洋地震帶，過去時常發生破壞性大地震，生命財產蒙受很大災害。因此很早就有大地震之紀錄。臺北測候所於1896年，最早設置地震儀而應用近代科學作地震觀測。所用地震儀是葛密氏型(Grag-Milns type)。其後臺南、澎湖、臺東、臺中陸續設置地震儀，而臺灣之地震觀測踏入科學的儀器觀測。1928年起倍率較大的衛赫斯(Wiechert)地震儀開始安裝於臺北、臺中、恒春等主要測候所，隨之觀測準確度亦逐漸提高。

1935年4月21日發生新竹、臺中烈震，造成空前的災害，死傷達1萬5千多人，倒塌損壞房屋達5萬

表一：地震觀測所一覽表

| 地 震 觀 測 所 | $\varphi$ ; N | $\lambda$ ; E | $\varphi'$ | 高 度<br>(m) | 地 質   | a       | b      | c      | 地 震 儀                                                       | 創立年代 |
|-----------|---------------|---------------|------------|------------|-------|---------|--------|--------|-------------------------------------------------------------|------|
| 鞍 部       | 25° 11'       | 121° 31'      | 25° 02'    | 836.2      | 安 山 岩 | -0.4736 | 0.7725 | 0.4231 | SP(H,V), LP (H,V)                                           | 1963 |
| 臺 北       | 25° 02'       | 121° 31'      | 24° 53'    | 8.0        | 冲 積 層 | 4742    | 7733   | 4208   | W(H,V), O, P <sub>3</sub> , S <sub>1</sub> , A <sub>1</sub> | 1897 |
| 新 竹       | 24° 48'       | 120° 58'      | 24° 39'    | 32.8       | 同 上   | 4677    | 7793   | 4171   | P <sub>1</sub> , S <sub>2</sub>                             | 1938 |
| 宜 蘭       | 24° 46'       | 121° 45'      | 24° 73'    | 7.4        | 同 上   | 4784    | 7731   | 4165   | W(H,V), P <sub>1</sub> , S <sub>1</sub>                     | 1936 |
| 臺 中       | 24° 09'       | 120° 41'      | 24° 00'    | 77.1       | 同 上   | 4662    | 7856   | 4067   | W(H,V), P <sub>1</sub> , S <sub>2</sub>                     | 1902 |
| 花 蓮       | 23° 58'       | 121° 37'      | 23° 49'    | 17.6       | 洪 積 層 | 4796    | 7791   | 4038   | W(H,V), P <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , A <sub>2</sub>    | 1914 |
| 澎 湖       | 23° 32'       | 119° 33'      | 23° 23'    | 9.4        | 玄 武 岩 | 4527    | 7985   | 3969   | P <sub>1</sub>                                              | 1900 |
| 阿 里 山     | 23° 31'       | 120° 48'      | 23° 22'    | 2,406.1    | 中新期砂岩 | 4700    | 7855   | 3966   | W(H,V), O, S <sub>1</sub>                                   | 1933 |
| 玉 山       | 23° 29'       | 120° 57'      | 23° 21'    | 3,850.0    | 同 上   | 4722    | 7873   | 3964   | P <sub>1</sub>                                              | 1944 |
| 新 港       | 23° 06'       | 121° 22'      | 22° 58'    | 36.5       | 冲 積 層 | 4793    | 7862   | 3901   | W(H,V), S <sub>1</sub>                                      | 1941 |
| 臺 南       | 23° 00'       | 120° 13'      | 22° 52'    | 12.7       | 同 上   | 4637    | 7962   | 3886   | W(H,V), P <sub>1</sub> , S <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>    | 1898 |
| 臺 東       | 22° 45'       | 121° 09'      | 22° 37'    | 8.9        | 同 上   | 4775    | 7900   | 3846   | W(H,V), S <sub>2</sub>                                      | 1904 |
| 高 雄       | 22° 37'       | 120° 16'      | 22° 29'    | 33.1       | 石 灰 石 | 4657    | 7981   | 3824   | P <sub>1</sub> , S <sub>1</sub>                             | 1931 |
| 大 武       | 22° 21'       | 120° 54'      | 22° 13'    | 7.6        | 冲 積 層 | 4754    | 7944   | 3781   | W(H,V), S <sub>1</sub>                                      | 1942 |
| 蘭 嶼       | 22° 02'       | 121° 33'      | 21° 54'    | 332.2      | 玄 武 岩 | 4881    | 7950   | 3730   | P <sub>2</sub>                                              | 1961 |
| 恒 春       | 22° 00'       | 120° 45'      | 21° 52'    | 22.3       | 冲 積 層 | 4754    | 7976   | 3724   | W(H,V), S <sub>1</sub>                                      | 1906 |

記號：

 $\lambda$ ：經度 $\varphi$ ：地理緯度 $\varphi'$ ：地心緯度 $a = \cos \varphi' \cos \lambda$  $b = \cos \varphi' \sin \lambda$  $c = \sin \varphi'$ 

W：簡赫斯地震儀

H：水平動成分

V：上下動成分

O：大森地震儀

P<sub>1</sub>：簡單地震儀(只有水平動)P<sub>2</sub>：簡單地震儀P<sub>3</sub>：樞口簡單地震儀(只有水平動)S<sub>1</sub>：C.M.O 強震儀S<sub>2</sub>：樞口強震儀A<sub>1</sub>：石本加速度地震儀A<sub>2</sub>：樞口加速度地震儀

LP：斯浦龍尼查長週期地震儀

SP：倍尼奧夫短週期地震儀

4千多棟。此大地震發生後爲了促進地震學之研究，加強地震觀測起見，增購新式地震儀並增設新竹地震觀測站。到了第二次大戰前，臺灣省有十七處地震站之多，但戰時受損害，於戰爭末期地震觀測會一度中斷。光復後立即恢復臺北、宜蘭、花蓮、阿里山、臺南及臺東等觀測站地震觀測。其後其他原有觀測站亦逐漸恢復觀測。

1951年10月22日花蓮發生烈震，同年11月25日臺東亦發生強震，因要配合地震工程之研究，於重要觀測站，增設新型強震儀及加速度地震儀。目前臺灣省有十六處地震觀測站，論站數密度並不遜於美、日、義等地震學先進國家。各觀測站之位置、設備、地震儀常數如表一，表二及圖1。

## (二)世界標準地震儀之設置

1960年美國商務部海岸大地測量局，受美國國家研究院委託籌建世界標準地震觀測站125處，徵求各國參加此觀測合作計劃。臺灣省地震觀測素有很好基礎，因此參加該計劃而獲得美方同意贈送世界標準地震儀。世界標準地震儀包含三成分長週期電磁式地震儀，三成分短週期電磁式地震儀各一套並有附屬設備如高級收訊機、水晶鐘、複印器、備用電源等等。1962年本局修建大屯山鞍部測候所並建立地震儀於山洞內。1963年1月美方派員來臺和筆者等共同安裝儀器，於3月初完成，3月14日舉行落成典禮，開始正式觀測。該站設備均爲目前最新式儀器，其特點爲倍率甚高，短週期地震儀之最高倍率達到6,250倍，長週期地震儀爲750倍，且可得非常準確的刻時信號。設備之配置如圖2。

鞍部世界標準地震站如圖3，設有地震儀室（亦

表二：地震儀常數表

| 地震儀            | 成分  | M<br>(kg) | V     | U  | r<br>(mm) | T <sub>0</sub><br>(秒) | T <sub>g</sub><br>(秒) |
|----------------|-----|-----------|-------|----|-----------|-----------------------|-----------------------|
| W (H)          | E-W | 200       | 77    | 9  | 0.10      | 5.1                   |                       |
|                | N-S | 200       | 78    | 9  | 0.13      | 5.1                   |                       |
| W (V)          | U-D | 80        | 75    | 8  | 0.08      | 5.1                   |                       |
| P <sub>1</sub> | E-W | 18        | 40    | 8  | 0.13      | 5.1                   |                       |
|                | N-S | 18        | 40    | 8  | 0.13      | 5.1                   |                       |
| P <sub>2</sub> | E-W | 10        | 20    | 2  | 0.24      | 4.0                   |                       |
|                | N-S | 10        | 20    | 2  | 0.41      | 4.0                   |                       |
|                | U-D | 7.5       | 20    | 2  | 0.29      | 4.0                   |                       |
| P <sub>3</sub> | E-W | 20        | 49    | 10 | 0.08      | 2.2                   |                       |
|                | N-S | 20        | 49    | 10 | 0.08      | 2.3                   |                       |
| O              | E-W | 15        | 20    | 3  | 0.05      | 15.7                  |                       |
|                | N-S | 15        | 20    | 3  | 0.08      | 15.1                  |                       |
| S <sub>1</sub> | E-W | 2         | 2     | 4  | 0.06      | 3.8                   |                       |
|                | N-S | 2         | 2     | 4  | 0.06      | 3.8                   |                       |
|                | U-D | 1.5       | 2     | 8  | 0.06      | 3.5                   |                       |
| S <sub>2</sub> | E-W | 4         | 1     | 8  | 0.04      | 6.0                   |                       |
|                | N-S | 4         | 1     | 8  | 0.04      | 6.0                   |                       |
|                | U-D | 2         | 1     | 8  | 0.3       | 5.0                   |                       |
| A <sub>1</sub> | E-W | 16        | 220   | 10 | 0.005     | 0.10                  |                       |
|                | N-S | 16        | 220   | 10 | 0.009     | 0.10                  |                       |
|                | U-D | 16        | 170   | 10 | 0.006     | 0.08                  |                       |
| A <sub>2</sub> | E-W | 1         | 16    | 10 | 0.01      | 0.11                  |                       |
|                | N-S | 1         | 16    | 10 | 0.02      | 0.10                  |                       |
|                | U-D | 1         | 16    | 10 | 0.01      | 0.11                  |                       |
| SP             | E-W | 107.5     | 6,250 | 17 |           | 1.0                   | 0.75                  |
|                | N-S | 107.5     | 6,250 | 17 |           | 1.0                   | 0.76                  |
|                | U-D | 107.5     | 6,250 | 17 |           | 1.0                   | 0.74                  |
| LP             | E-W | 10.75     | 750   | ∞  |           | 30.0                  | 100.0                 |
|                | N-S | 10.75     | 750   | ∞  |           | 30.0                  | 100.0                 |
|                | U-D | 11.2      | 750   | ∞  |           | 30.0                  | 100.0                 |

記號： M：擺重 V：倍率 U：阻尼比 r：摩擦 T<sub>0</sub>：振擺固有週期 T<sub>g</sub>：電流計固有週期

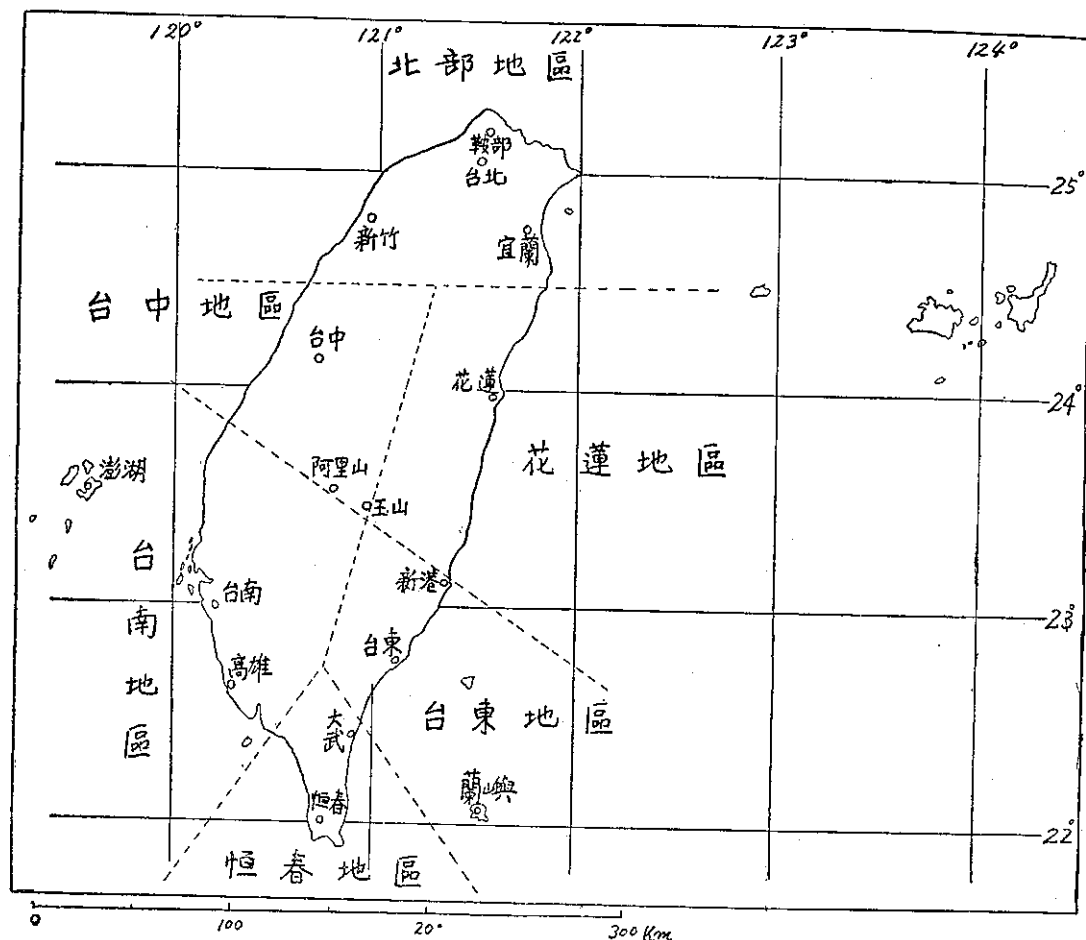


圖 1：地震觀測站之分佈  
Fig. 1. The network of seismological station

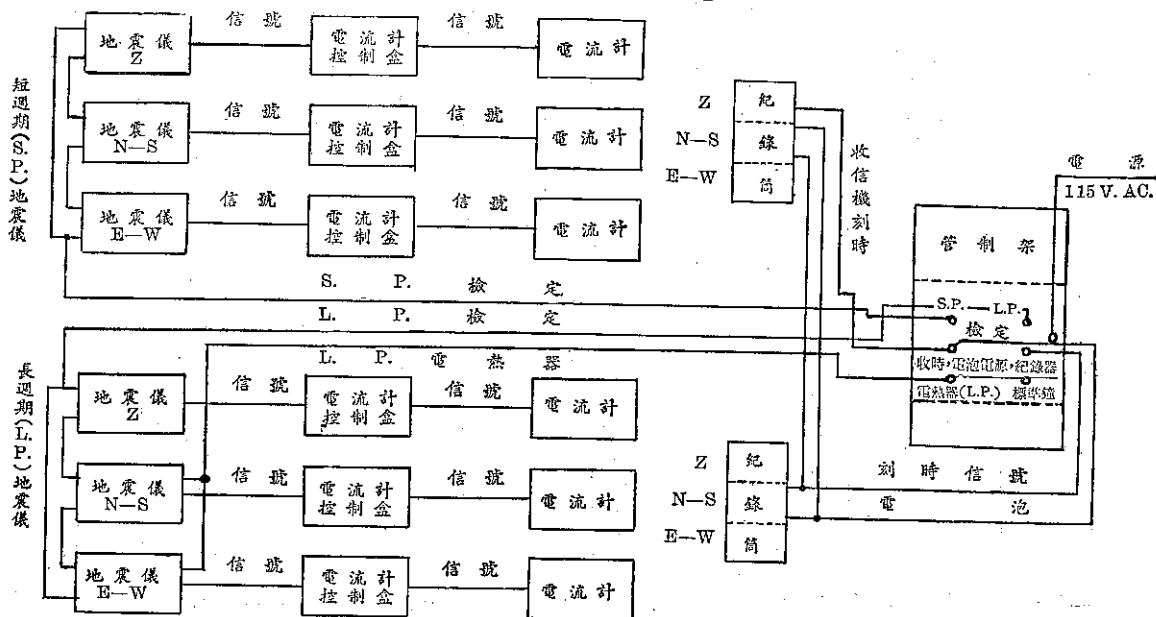


圖 2：世界標準地震儀線路圖

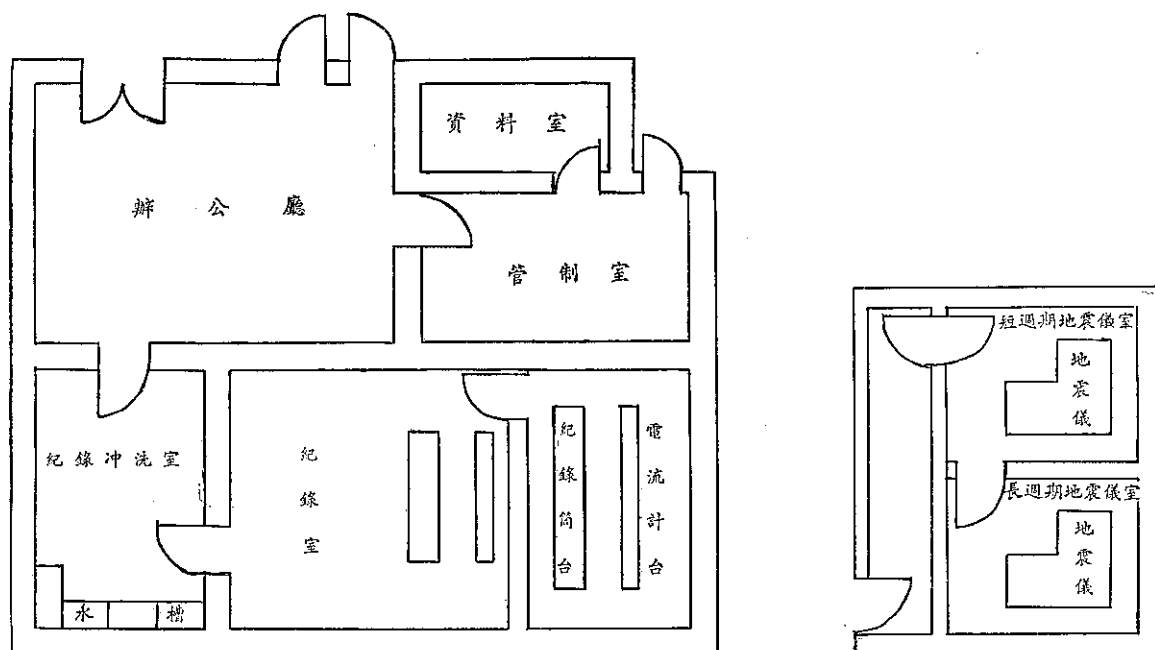


圖 3：世界標準地震站平面圖

名振擺室)、紀錄室、紀錄沖洗室、管制室、資料室、辦公廳及其他房間。地震儀室建在山洞內，地震儀臺和地面有隔離以避免受人造微動。所有牆壁使用防溫材料，門戶可以密封，室內備有除濕機，以避免受氣壓、氣溫、濕度變化之影響。長週期地震儀及短週期地震儀各一套，各套有上下動，南北動及東西動三成分，計有六架安置於地震儀室內之二個房間。紀錄室有電流計臺及紀錄筒臺，其中心離開約100cm，電流計臺安置電流計及電流計控制盒，紀錄筒臺即安置紀錄筒及紀錄用電源電壓調節器。因使用感光紙紀錄故，紀錄室即是暗室。紀錄沖洗室亦是暗室，有水槽之設備，室內放置沖洗感光紙之藥品及複印機一架以便複印紀錄。管制室置有管制架，內有高級收訊機，水晶鐘，對時裝置，刻時裝置，電源控制器，鎳鎘(Ni-Ca)電池，充電器，備用電源及地震儀檢定用電流控制器等等。此等裝置一方面供驅動紀錄筒同步馬達之正確電壓，另一方面供非常準確的刻時信號。應用上述設備，每天可得長週期地震儀紀錄三張，短週期地震儀紀錄三張計六張。

目前臺灣省地震觀測相當發達，所得觀測資料和國際有關機關交換，向受國際地震權威所重視。增設世界標準地震觀測站後，本省地震觀測亦進入了現代化的另一階段，不但可以增進地震學之研究而且擔負

了國際科學合作重要使命。

## 二、地震頻率

### (一)地震頻率

臺灣位於亞洲大陸邊沿，且在環太平洋地帶上，因此時常發生地震。據1930年至1961年統計每年平均發生次數達到 1,269 次之多。其中多數為人體無感之地震，其次數達 1,035 次，而人體有感之地震次數為 234 次。1900 年以後有感及無感地震次數之年度變化如圖 4。地震發生最多年為 1951 年，次數為 3,726 次（內有感地震 858 次，無感地震 2,869 次），係花蓮烈震及臺東強震之餘震。次多為 1922 年其次數為 3,242 次（內有感地震 1,021 次，無感地震 2,203 次），蘇澳附近發生地震群（Earthquake swarm）所惹起的。地震最少年為 1910 年其次數僅為 264 次（內有感地震 176 次，無感地震 88 次）。

地震次數之年變化並無明顯週期性，大略 3 至 5 年地震活動達到極大之傾向。有感地震發生較多時無感地震亦較多。無感地震次數和有感地震次數之比例大約 4 對 1。地震次數極大年為 1913 年，1920 年，1922 年，1925 年，1929 年，1935 年，1938 年，1943 年，1947 年，1951 年，1955 年，1957 年及 1959 年。

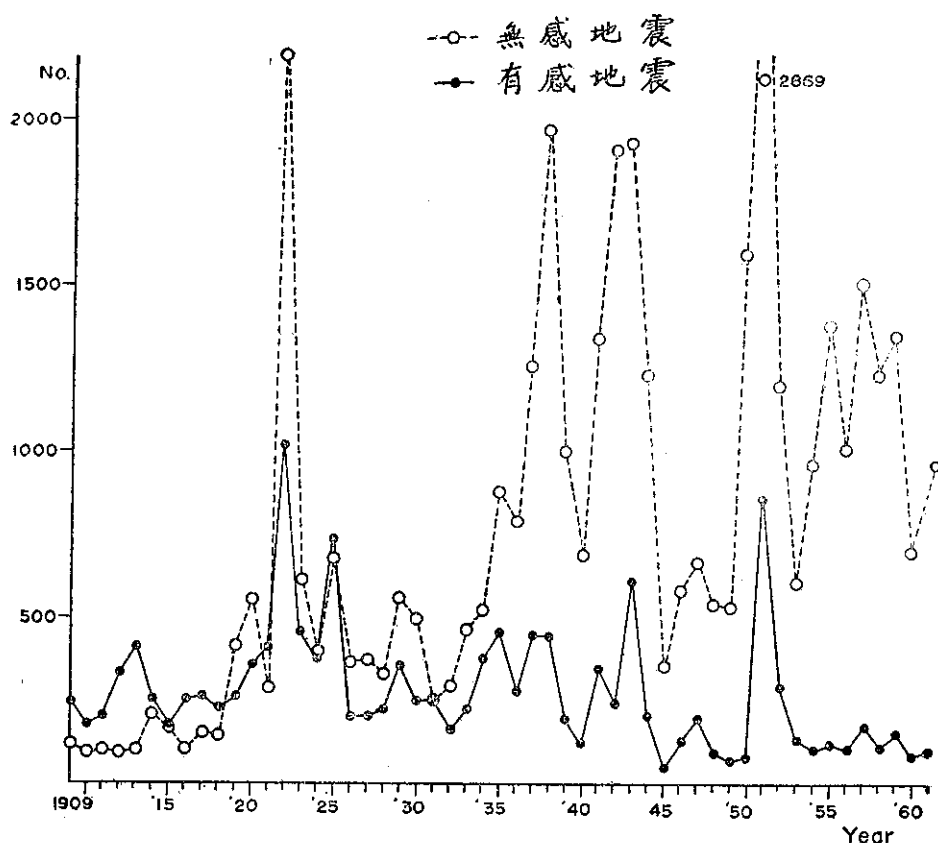


圖 4：有感及無感地震次數年變化 (1908~1961)

Fig. 4. The secular change of the number of earthquakes (1908~1961)

如表三及表四臺灣附近每經緯度一度之區域分爲九個小區域而計算其小區域內之次數，然後劃規模較大地震（規模比小區域地震以上）次數分佈圖（圖 5

）及平均有感地震次數分佈圖（圖 6）。此圖表示地震次數之地理的分佈狀態。由此圖可知地震發生最多之地區爲花蓮東部海面，新港附近，新營嘉義地方

表三：較大規模地震分佈表（小區域以上地震）

| 緯度<br>緯度<br>緯度 | 經度<br>號數<br>號數 | 經度號數 |      |    |    |      |    |    |      |   |    |      |    | 備 | 考 |
|----------------|----------------|------|------|----|----|------|----|----|------|---|----|------|----|---|---|
|                |                | 120° | 121° |    |    | 122° |    |    | 123° |   |    | 124° |    |   |   |
|                |                | 1    | 2    | 3  | 4  | 5    | 6  | 7  | 8    | 9 | 10 | 11   | 12 |   |   |
| 25°            | a              | —    | —    | —  | —  | —    | 1  | —  | 2    | — | 1  | 1    | —  |   |   |
|                | b              | —    | 2    | 2  | 1  | 2    | 4  | 7  | 5    | 1 | 3  | —    | —  |   |   |
|                | c              | —    | 3    | 14 | 2  | 12   | 10 | 22 | 5    | 9 | 3  | —    | —  | 2 |   |
| 24°            | d              | —    | 2    | 6  | 3  | 33   | 77 | 30 | 15   | 5 | 4  | 3    | —  |   |   |
|                | e              | —    | 2    | 5  | 5  | 33   | 57 | 39 | 29   | 7 | 1  | —    | 2  |   |   |
|                | f              | 2    | 11   | 3  | 6  | 25   | 14 | 8  | 4    | 4 | 2  | 1    | —  |   |   |
| 23°            | g              | 2    | 21   | 3  | 16 | 18   | 5  | 3  | 2    | 3 | 1  | —    | —  |   |   |
|                | h              | —    | —    | 6  | 15 | 12   | 2  | 1  | 1    | — | 1  | —    | —  |   |   |
|                | i              | 1    | —    | 1  | 8  | 10   | 4  | 2  | 1    | 1 | —  | —    | —  |   |   |
| 22°            | j              | —    | —    | 1  | 5  | 1    | 5  | 1  | 1    | — | —  | —    | —  |   |   |
|                | k              | —    | —    | 5  | 1  | 1    | 1  | 4  | 1    | — | —  | —    | —  |   |   |

附註：本表係1930至1958年之總次數，依經緯度劃分之區域內，29年間所發現之小區域以上地震之次數



表四：有感地震分佈表

| 緯度<br>號數 | 經度<br>號數 | 120° |      |     | 121° |      |      | 122° |     |     | 123° |     |    | 124° |  |  | 備 | 考 |
|----------|----------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|----|------|--|--|---|---|
|          |          | 1    | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9   | 10   | 11  | 12 |      |  |  |   |   |
| 25°      | a        | —    | —    | —   | —    | 1.0  | 0.2  | 0.5  | —   | —   | —    | 0.1 | —  |      |  |  |   |   |
|          | b        | —    | 0.1  | 1.0 | 0.8  | 0.8  | 1.4  | 1.0  | 0.3 | —   | 0.1  | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | c        | —    | 0.1  | 8.5 | 2.6  | 6.5  | 5.7  | 1.8  | 0.4 | 0.3 | 0.1  | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | d        | —    | 0.4  | 1.8 | 2.2  | 16.4 | 12.1 | 2.1  | 0.6 | 0.2 | 0.1  | 0.1 | —  |      |  |  |   |   |
| 24°      | e        | —    | 0.7  | 1.3 | 2.8  | 52.0 | 23.5 | 2.9  | 1.4 | 0.3 | 0.1  | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | f        | 0.2  | 12.3 | 2.7 | 6.0  | 6.0  | 2.5  | 0.5  | 0.6 | 0.2 | 0.1  | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | g        | 0.5  | 2.3  | 2.5 | 10.2 | 15.5 | 0.9  | 0.2  | —   | 0.1 | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | h        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
| 23°      | i        | 1.2  | 0.7  | 2.0 | 6.4  | 4.7  | 0.4  | 0.1  | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | j        | 0.1  | 0.1  | 2.8 | 1.5  | 3.5  | 0.4  | 0.1  | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | k        | —    | —    | 1.0 | 1.2  | 0.9  | 0.3  | —    | 0.1 | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | —        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
| 22°      | —        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | —        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | —        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |
|          | —        | —    | —    | —   | —    | —    | —    | —    | —   | —   | —    | —   | —  |      |  |  |   |   |

附註：本表係1933至1958年26個年平均1個年間依據經度及緯度劃分之區域內所發現之有感地震次數

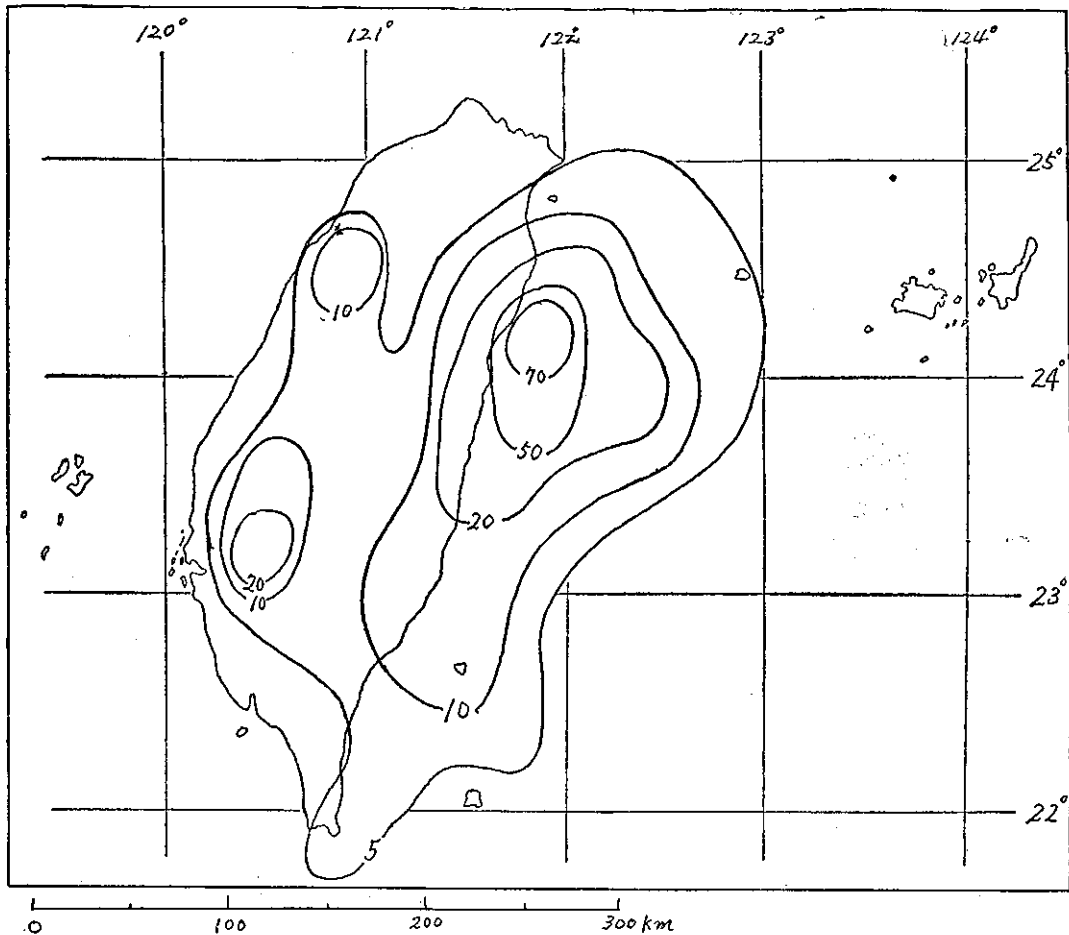


圖 5：規模較大地震（小區域地震以上）次數分佈圖（1930~1958）

Fig. 5.: The distribution of the number of the earthquake whose magnitude is larger than local earthquake (1930~1958)

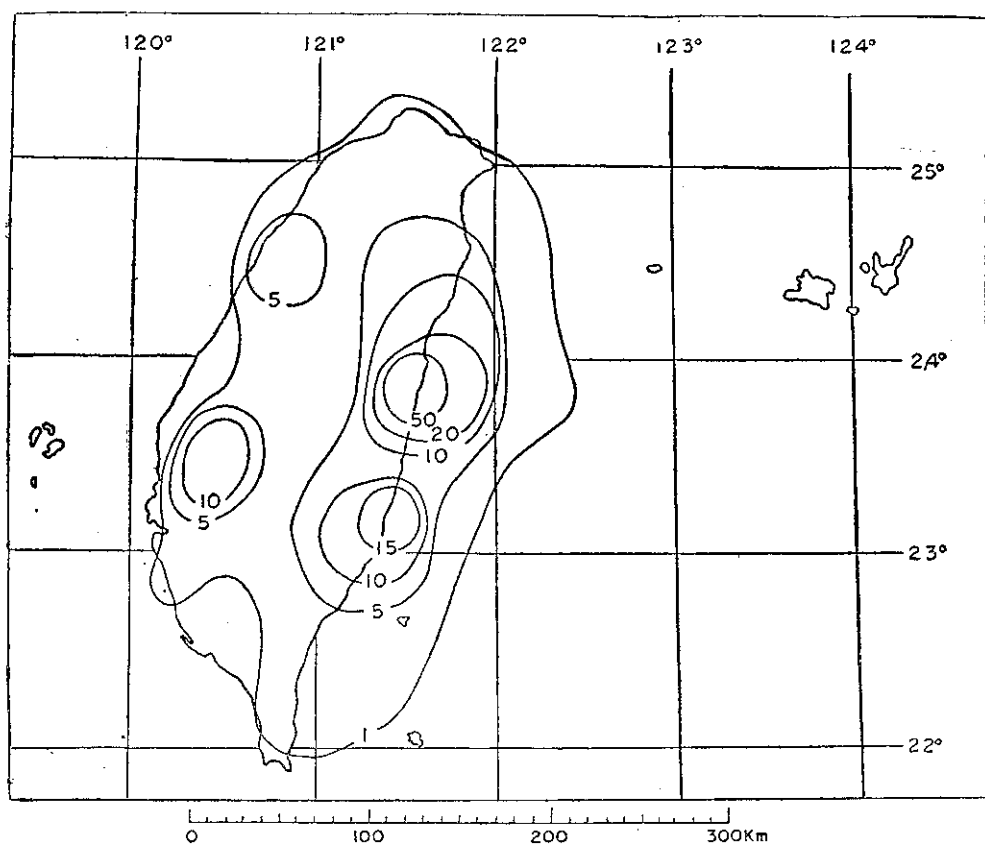


圖 6：平均有感地震次數分佈圖 (1933~1958)

Fig. 6. : The distribution of the number of felt earthquakes in the average year from 1933 to 1958

，苗栗地方次之。地震發生較多之地方常常構成帶狀，稱為地震帶。本省東部及西部地震發生較多之地方亦成為帶狀，所以臺灣有二個顯著的地震帶，一為東部地震帶，另一為西部地震帶。同時知道臺灣北部沿岸，南西部沿岸及澎湖地方很少發生地震。

過去慣例上如圖 1 臺灣分為北部、臺中、花蓮

、臺南、臺東、恒春等六個地區辦理地震統計。歷年平均月別有感地震次數如表五，歷年平均月別無感地震次數如表六。此表內所算的地震為發生於臺灣島內及近海（離開海岸線約 300 公里以內）。無感地震次數隨着地震儀之倍率性能而增加故，由 1930 年開始統計，因此年起主要觀測站設置衛赫斯地震儀。

表五：歷年平均月別有感地震次數 (1913~1961)

| 地 方 | 一月   | 二月   | 三月   | 四月   | 五月   | 六月   | 七月   | 八月   | 九月   | 十月   | 十一月  | 十二月  | 年     | 月平均  | 對全省百分比% |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|---------|
| 北 部 | 3.8  | 3.1  | 3.4  | 3.8  | 3.4  | 2.8  | 3.5  | 4.5  | 12.1 | 5.4  | 5.0  | 3.8  | 54.6  | 4.5  | 19.2    |
| 臺 中 | 2.0  | 1.4  | 1.1  | 1.3  | 1.0  | 1.2  | 3.3  | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.8  | 0.7  | 17.8  | 1.6  | 6.8     |
| 花 蓮 | 10.0 | 8.6  | 11.7 | 8.0  | 8.3  | 16.5 | 5.9  | 7.0  | 8.5  | 16.7 | 14.6 | 7.4  | 123.2 | 10.3 | 44.0    |
| 臺 南 | 4.2  | 2.4  | 2.4  | 2.6  | 2.0  | 2.6  | 1.5  | 2.3  | 2.8  | 2.5  | 1.7  | 6.8  | 33.8  | 2.8  | 12.0    |
| 臺 東 | 4.3  | 2.6  | 3.0  | 3.2  | 2.7  | 4.0  | 2.7  | 4.0  | 4.0  | 3.3  | 3.9  | 6.9  | 44.6  | 3.7  | 15.8    |
| 恒 春 | 0.4  | 0.4  | 0.6  | 1.2  | 0.6  | 0.3  | 0.4  | 1.0  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 6.5   | 0.5  | 2.2     |
| 全 省 | 24.7 | 18.5 | 22.2 | 20.1 | 18.0 | 27.4 | 17.3 | 20.2 | 29.1 | 29.6 | 27.4 | 26.0 | 280.5 | 23.4 | 100.0%  |

表六：歷年平均月別無感地震次數 (1930~1961)

| 地 方 | 一 月  | 二 月  | 三 月  | 四 月  | 五 月  | 六 月  | 七 月  | 八 月  | 九 月   | 十 月   | 十 一 月 | 十 二 月 | 年      | 月 平 均 | 對全省<br>百分比% |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------------|
| 北 部 | 12.8 | 11.3 | 10.2 | 13.4 | 15.1 | 13.1 | 14.9 | 20.0 | 29.5  | 21.1  | 12.9  | 12.8  | 187.1  | 15.6  | 18.1        |
| 臺 中 | 3.9  | 3.8  | 3.8  | 4.6  | 3.7  | 4.0  | 4.2  | 3.6  | 6.5   | 5.4   | 3.8   | 3.7   | 51.0   | 4.2   | 4.9         |
| 花 蓮 | 24.0 | 40.6 | 31.2 | 26.1 | 25.6 | 23.7 | 19.8 | 22.1 | 35.9  | 67.9  | 46.8  | 28.6  | 392.3  | 32.7  | 37.9        |
| 臺 南 | 18.6 | 7.5  | 7.4  | 9.3  | 4.2  | 3.2  | 3.2  | 4.5  | 5.7   | 3.8   | 5.4   | 16.5  | 89.3   | 7.4   | 8.6         |
| 臺 東 | 15.0 | 15.3 | 14.9 | 14.9 | 17.5 | 15.1 | 15.3 | 19.1 | 19.4  | 17.4  | 21.3  | 41.8  | 227.0  | 18.9  | 21.9        |
| 恒 春 | 4.2  | 6.6  | 7.1  | 9.0  | 7.5  | 5.2  | 5.2  | 13.6 | 11.3  | 7.0   | 6.0   | 5.8   | 88.5   | 7.4   | 8.6         |
| 全 省 | 78.5 | 85.1 | 74.6 | 77.3 | 73.6 | 64.3 | 60.6 | 82.9 | 108.3 | 122.6 | 96.2  | 109.2 | 1035.2 | 86.3  | 100.0%      |

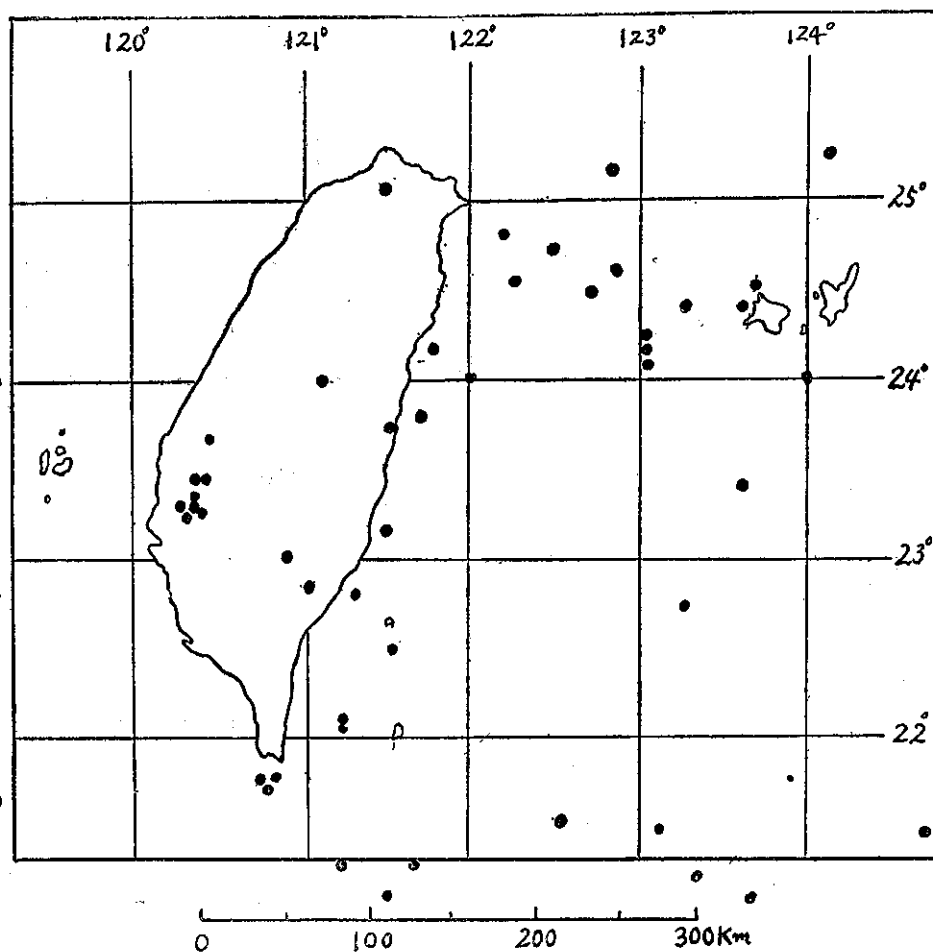


圖 7：顯著地震震央分佈圖 (1900~1961)

Fig. 7.: The distribution of the epicentres of remarkable earthquake (1900~1961)

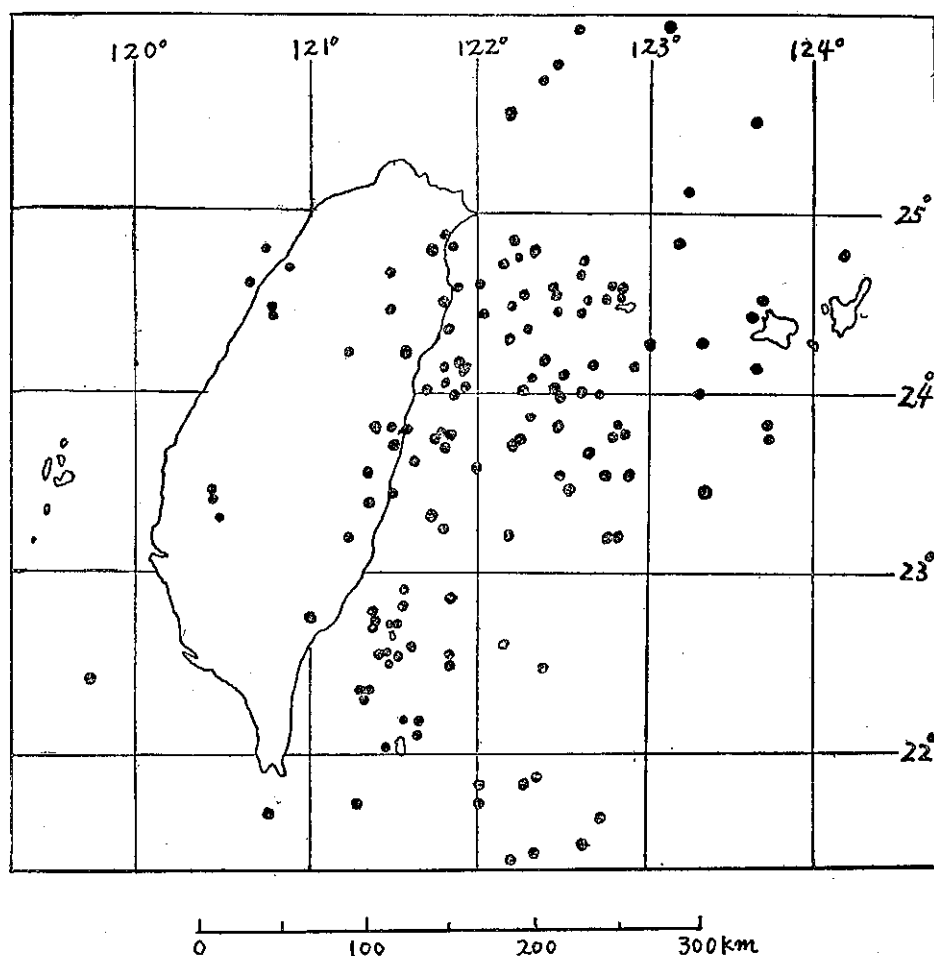


圖 8：稍顯著地震震央分佈圖 (1930~1961)

Fig. 8: The distribution of the epicentres of moderate earthquake (1900~1961)

此表亦表示花蓮地方 每年 平均 發生 有感地震次數達 123.2次佔全省之 44.0%，無感地震每年平均為 392.3 次佔全省之 37.9%為最多。恒春地方年平均有感地震 次數為 6.5次佔全省之 2.2%，無感地震為 88.5次佔全 省之 8.6 % 為地震最少的地方。

關於月平均全省無感地震次數為 23.4次，有感地 震次數為 86.3次。有感地震最多為十月 29.6次最少為 七月 17.3次。冬天發生次數比夏天多。無感地震最多 為十月 122.6 次，最少為七月 60.6 次，亦有冬天比夏

天較多之傾向。

規模較大地震之地理的分佈如圖 7，圖 8 及圖 9 。圖 7 表示顯著地震之分佈狀態，1900 年至1961年 其次數達 53 次，地震最多的地方亦是東部及東部近 海，嘉義地方次之。圖 8 表示稍顯著地震之分佈狀 態 1930 年至 1961 年發生之次數為 152 次，地震發生 最多的地方亦是東部及東部近海，嘉義地方，苗栗 縣次之。圖 9 表示小區域地震分佈狀態，1930至1961 年共發生 617 次，地震最多的區域為花蓮近海。表

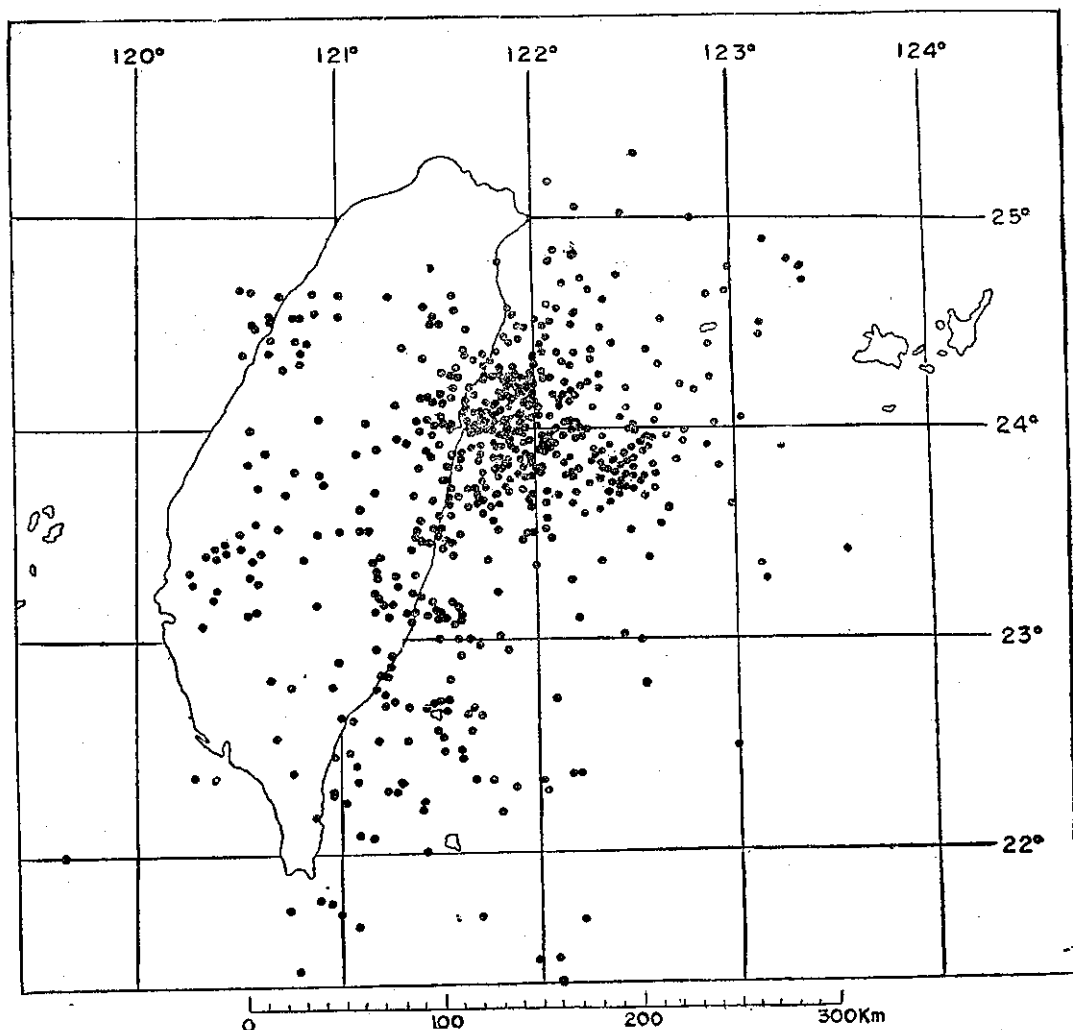


圖 9：小區域地震震央分佈圖（1930~1961）

Fig. 9: The distribution of the epicentres of earthquakes of limited felt area (1930~1961)

九表七示規模別平均地震次數。顯著地震於花蓮地方

表七：規模別年平均地震次數（1930~1961）

| 地<br>方<br>規<br>模 | 北部<br>地方 | 臺中<br>地方 | 花蓮<br>地方 | 臺南<br>地方 | 臺東<br>地方 | 恒春<br>地方 | 全省<br>合計 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 顯著地震             | 0.1      | 0        | 0.4      | 0.2      | 0.3      | 0.2      | 1.2      |
| 稍顯著地震            | 1.2      | 0        | 2.2      | 0.2      | 1.1      | 0.1      | 4.8      |
| 小區域地震            | 1.9      | 0.7      | 12.6     | 1.2      | 2.4      | 0.5      | 19.3     |
| 局發地震             | 25.7     | 8.7      | 108.1    | 23.8     | 36.9     | 5.2      | 208.4    |
| 合 計              | 28.9     | 9.4      | 123.3    | 25.4     | 40.7     | 6.0      | 233.7    |

發生最多，臺中地方過去尚未發生。稍顯著地震於花蓮、北部及臺東地方較多，即東部及東部近海發生

較多。恒春及臺中地方很少。小區域地震及局發地震亦有同樣傾向。

圖10表示規模大於局發地震依據震源深度分類所繪的圖。震源深度分為三種，第一很淺（深度小於10km），第二淺（深度大於10km小於50km），第三較深（深度大於50km小於200km）。由此圖可知東部發生之地震比西部發生者其震源深度較深。此事實和臺灣之地質構造可能有密切關係尚待研究。

## （二）地震帶

由前節所述各種地震震央分佈，我們知道臺灣有二個主要地震帶，一為東部地震帶，另一為西部地震帶。東部地震帶寬度比西部地震帶較大，歷年來所發

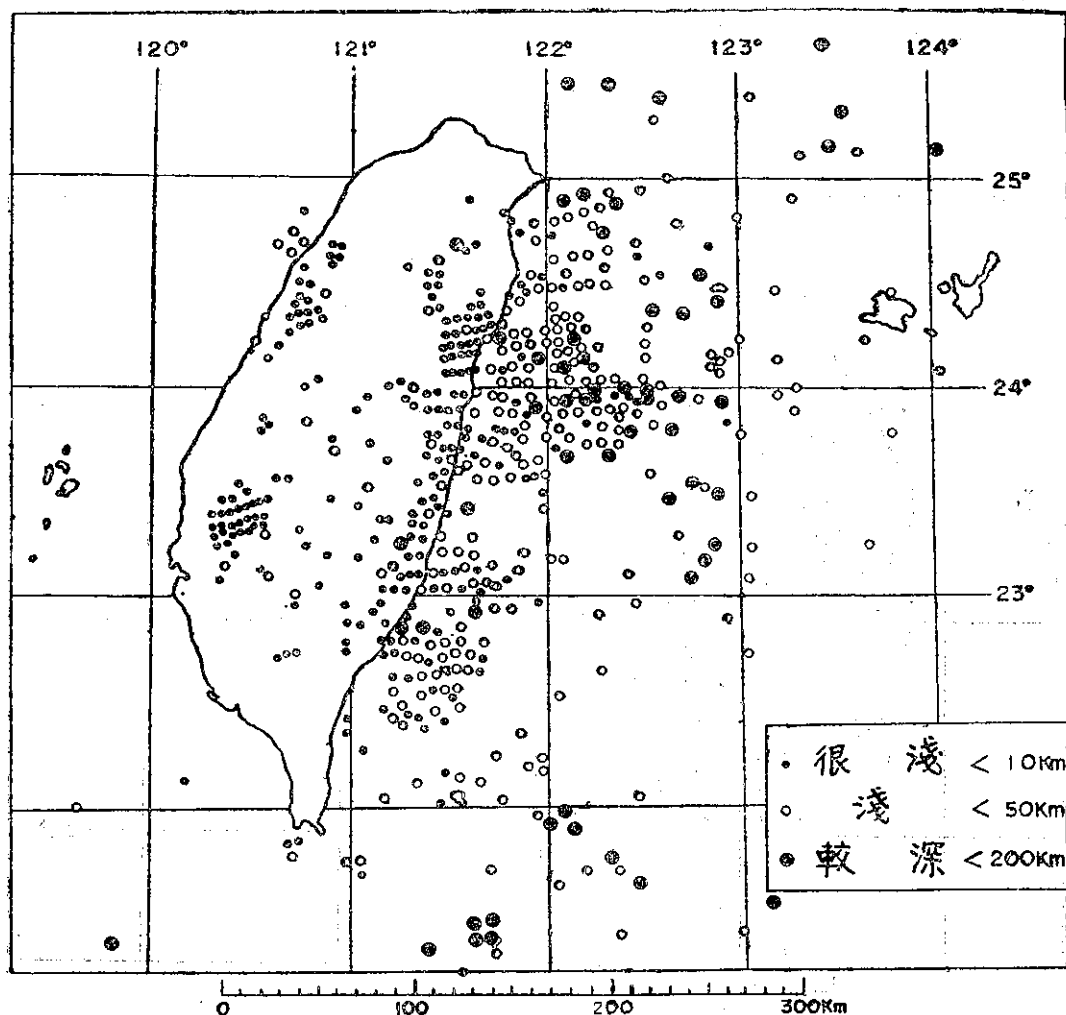


圖10：震源深度別地震分佈圖（規模大於局發地震1909~1958）

Fig. 10: The distribution of earthquakes whose magnitude is larger than local earthquake, classified by the depth of the hypocentre (1909~1958)

生的次數亦較多。東部及西部所發生有感地震次數年變化如圖 11。東部地震帶地震次數顯著的極大年為 1913 年，1916 年，1919 年，1922 年，1925 年，1929 年，1935 年，1937 年，1943 年，1947 年，1951 年及 1956 年，雖不很明顯但好像有 3 至 5 年之週期性。西部地震帶活動比較旺盛之年為 1908 年，1913 年，1917 年，1921 年，1930 年，1935 年，1938 年及 1941 年。1943 年以後發生之地震較少。東部及西部地震帶地震發生極大年並不一致。

關於規模發生於西部地震帶者有時很大，常常造成嚴重災害，引起顯著地殼變動，如斷層、地裂、山崩等。發生於東部者其規模較少所引起災害通常較小

，但發生於東部近海者其規模更大，因離開陸地較遠規模雖然很大，造成災害之機會較少。如圖 10 西部地震帶發生之地震，其震源深度極淺，0 至 10 公里左右，東部地震帶發生於陸上者較淺（10 至 30 公里），發生於近海者稍淺（50 至 200 公里）。

### (三)有損害大地震

設置地震儀以前發生而引起大災害之地震在臺灣府誌，諸羅縣誌，彰化縣誌，雲林采祥冊，淡水縣誌，噶瑪蘭廳誌，澎湖廳誌，重纂福建通誌及安平海關氣象表等古書內均有紀錄。表八係參考新竹、臺中烈震報告所記載而經筆者修正補充的。

表九係 1900 年地震觀測開始到現在惹起災害之地

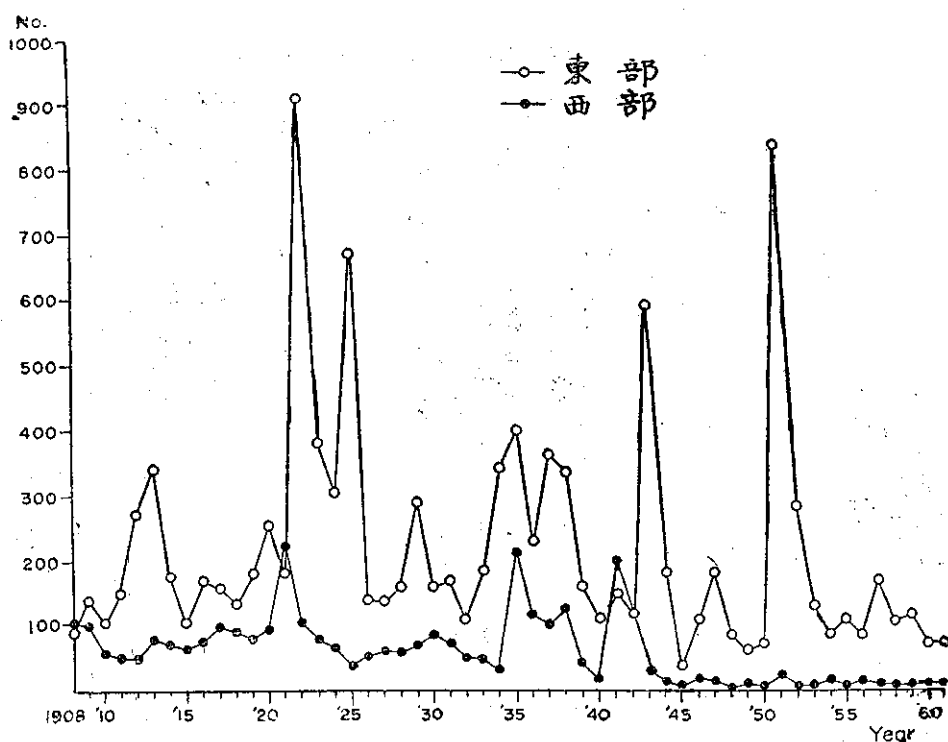


圖11：東部及西部地震次數年變化（1909～1961）

Fig. 11: The secular change of the number of felt earthquakes in the East Seismic Zone and the West Seismic Zone (1909～1961)

表八：地震儀觀測以前之臺灣大地震一覽表

| 國曆 (太陰曆)    | 西曆 (太陽曆)    | 震災地區     | 備考           |
|-------------|-------------|----------|--------------|
| 永曆八年十二月十四日  | 1655年1月21日  | 臺南       |              |
| 永曆十四年       | 1660年       | 臺南       |              |
| 康熙五十九年十月一日  | 1720年10月31日 | 臺南       | 家屋倒潰死者多數     |
| 康熙五十九年十二月八日 | 1721年1月5日   | 臺南       |              |
| 雍正十三年十二月十七日 | 1736年1月29日  | 臺南、嘉義、彰化 | 死者多數         |
| 乾隆十九年四月     | 1754年4月     | 淡水       |              |
| 乾隆四十一年十一月   | 1776年12月    | 嘉義       | 家屋倒潰死者多數     |
| 乾隆五十七年六月二日  | 1792年7月20日  | 嘉義、彰化    | 死者一百         |
| 嘉慶二十年六月     | 1815年7月     | 宜蘭       |              |
| 嘉慶二十年九月     | 1815年10月    | 淡水       |              |
| 嘉慶二十一年      | 1816年       | 宜蘭       | 家屋倒潰多數       |
| 道光十三年十一月    | 1833年12月    | 宜蘭       |              |
| 道光十九年       | 1839年       | 嘉義       | 家屋倒潰，山崩      |
| 道光二十年十月     | 1840年11月    | 雲林       | 山崩           |
| 道光二十八年      | 1848年       | 雲林       | 家屋倒潰         |
| 道光三十年       | 1850年       | 嘉義       |              |
| 同治元年五月九日    | 1862年6月5日   | 臺南、嘉義、彰化 | 家屋倒潰死傷者多數    |
| 同治六年十一月廿三日  | 1867年12月18日 | 基隆       | 家屋流失海嘯來襲溺者數百 |
| 光緒七年        | 1881年       | 臺北       | 家屋倒潰萬華有死傷者   |
| 光緒十八年三月廿六日  | 1892年4月22日  | 臺南安平     | 家屋倒潰多數       |
| 光緒廿一年十二月廿九日 | 1896年2月12日  | 宜蘭       |              |

表九：臺灣損害重大地震一覽表 (1900~1961)

| 號碼 | 發 震 時 |    |    |    |    | 震 央     |           |           | 規 模 | 震 源 深 度<br>km | 災 害      |          |          |          | 地 殼 變 動  |
|----|-------|----|----|----|----|---------|-----------|-----------|-----|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    | 年     | 月  | 日  | 時  | 分  | 地 名     | 東經<br>(E) | 北緯<br>(N) |     |               | 死<br>(人) | 傷<br>(人) | 房屋<br>全倒 | 房屋<br>損害 |          |
| 1  | 1901  | 6  | 7  | 8  | 05 | 宜蘭附近    |           |           | m   |               |          |          | 1        | 57       |          |
| 2  | 1904  | 4  | 24 | 14 | 39 | 八獎溪上流   | 120°5     | 23°5      | m   |               | 3        | 10       | 66       | 840      |          |
| 3  | 1904  | 11 | 6  | 4  | 25 | 北港溪下流   | 120°3     | 23°5      | m   |               | 145      | 158      | 661      | 3,197    | 地裂、噴砂    |
| 4  | 1906  | 3  | 17 | 6  | 42 | 民雄附近    | 120°5     | 23°6      | r   |               | 1,258    | 2,385    | 6,769    | 14,218   | 斷層、地裂、噴砂 |
| 5  | 1906  | 3  | 26 | 11 | 29 | 斗六附近    | 120°5     | 23°7      | L   |               | 1        | 5        | 29       | 529      |          |
| 6  | 1906  | 4  | 5  | 0  | 52 | 店仔口附近   | 120°4     | 23°4      | m   |               | 1        | 6        | 63       | 283      | 山崩       |
| 7  | 1906  | 4  | 8  | 6  | 40 | " "     | " "       | " "       | m   |               |          |          |          |          |          |
| 8  | 1906  | 4  | 14 | 3  | 18 | " "     | " "       | " "       | r   |               | 15       | 84       | 1,794    | 10,037   | 地裂、噴砂、山崩 |
| 9  | 1906  | 4  | 14 | 7  | 52 | " "     | " "       | " "       | r   |               |          |          |          |          |          |
| 10 | 1908  | 1  | 11 | 11 | 35 | 花蓮縣拔仔附近 | 121°4     | 23°7      | m   |               | 2        |          | 3        | 5        | 地裂、山崩    |
| 11 | 1909  | 4  | 15 | 3  | 54 | 臺北南方    | 121°5     | 25°0      | r   |               | 9        | 51       | 122      | 1,050    |          |
| 12 | 1909  | 5  | 23 | 6  | 44 | 埔里西方    | 120°9     | 24°0      | s   |               |          | 6        | 10       | 32       |          |
| 13 | 1909  | 11 | 21 | 15 | 36 | 大南澳南方   | 121°8     | 24°0      | m   |               |          | 4        | 14       | 39       |          |
| 14 | 1910  | 3  | 26 | 2  | 28 | 花蓮附近    |           |           | s   |               |          |          |          | 小損害      |          |
| 15 | 1910  | 4  | 12 | 8  | 23 | 基隆東方    | 122°9     | 25°1      | r   |               |          |          | 13       | 59       |          |
| 16 | 1910  | 6  | 17 | 13 | 28 | 臺灣南方    |           |           | r   |               |          |          |          | 小損害      |          |
| 17 | 1915  | 1  | 6  | 7  | 27 | 與那國島東方  | 123°2     | 24°4      | r   |               |          |          |          | 小損害      |          |
| 18 | 1916  | 8  | 28 | 15 | 27 | 濁水溪上流   | 120°9     | 23°7      | m   |               | 16       | 159      | 614      | 4,885    |          |
| 19 | 1916  | 11 | 15 | 6  | 31 | 臺中附近    | 120°7     | 24°1      | s   |               | 1        | 20       | 97       | 972      |          |
| 20 | 1917  | 1  | 5  | 0  | 55 | 埔里附近    | 120°9     | 23°9      | s   |               | 54       | 85       | 130      | 625      |          |
| 21 | 1917  | 1  | 7  | 2  | 08 | " "     | " "       | " "       | s   |               |          | 21       | 187      | 498      |          |
| 22 | 1918  | 3  | 27 | 11 | 52 | 蘇澳海面    | 121°9     | 24°6      | m   |               |          | 3        |          | 6        |          |
| 23 | 1920  | 6  | 5  | 12 | 22 | 花蓮海面    | 122°0     | 24°0      | r   |               | 5        | 20       | 273      | 1,275    |          |
| 24 | 1922  | 9  | 2  | 3  | 16 | 蘇澳海面    | 122°2     | 24°6      | r   |               | 5        | 7        | 14       | 161      |          |
| 25 | 1922  | 9  | 15 | 3  | 32 | " "     | 122°3     | 24°6      | r   |               |          | 5        | 24       | 389      |          |
| 26 | 1922  | 9  | 17 | 6  | 44 | 花蓮海面    | 122°5     | 23°9      | r   |               |          | 1        | 6        | 197      |          |
| 27 | 1922  | 10 | 15 | 7  | 47 | 蘇澳海面    | 122°3     | 24°6      | m   |               | 6        | 2        |          | 14       |          |
| 28 | 1922  | 12 | 2  | 11 | 46 | " "     | 122°0     | 24°6      | m   |               | 1        | 2        | 1        | 33       |          |
| 29 | 1922  | 12 | 13 | 19 | 26 | " "     | 122°1     | 24°6      | m   |               |          | 1        |          | 13       |          |
| 30 | 1923  | 9  | 29 | 14 | 51 | 臺東附近    | 121°1     | 22°8      | s   |               |          | 1        | 1        | 80       |          |
| 31 | 1925  | 4  | 17 | 3  | 53 | 巴士海峽    | 120°2     | 20°4      | s   |               |          |          |          | 小損害      |          |
| 32 | 1925  | 6  | 24 | 13 | 38 | 立霧溪海面   | 120°8     | 24°1      | r   |               |          | 1        |          | 339      |          |
| 33 | 1927  | 8  | 25 | 2  | 09 | 新營附近    | 120°3     | 23°3      | s   |               | 11       | 63       | 439      | 984      |          |
| 34 | 1930  | 8  | 8  | 7  | 49 | 花蓮南部    | 121°3     | 23°2      | s   |               |          |          |          |          |          |
| 35 | 1930  | 12 | 8  | 14 | 20 | 新營附近    | 120°4     | 23°3      | m   |               | 4        | 25       | 214      | 449      |          |
| 36 | 1930  | 12 | 8  | 16 | 10 | " "     | " "       | " "       | r   |               |          |          |          |          |          |
| 37 | 1930  | 12 | 22 | 7  | 52 | " "     | " "       | " "       | r   |               |          | 14       | 545      | 2,295    |          |
| 38 | 1930  | 12 | 22 | 8  | 08 | " "     | " "       | " "       | r   |               |          |          |          |          |          |
| 39 | 1930  | 12 | 22 | 12 | 19 | " "     | " "       | " "       | s   |               |          |          |          |          |          |
| 40 | 1931  | 1  | 24 | 23 | 02 | 八獎溪中流   | 120°4     | 23°4      | s   |               |          |          |          | 689      |          |
| 41 | 1934  | 8  | 11 | 16 | 18 | 宜蘭濁水溪河口 | 121°8     | 24°8      | m   | 淺             |          | 3        | 7        | 11       |          |



| 號碼 | 發 震 時 |    |    |    |    | 震 央      |           |           | 規 模 | 震 源<br>深度<br>km | 災 害      |          |          |          | 地 殼 變 動  |
|----|-------|----|----|----|----|----------|-----------|-----------|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    | 年     | 月  | 日  | 時  | 分  | 地 名      | 東經<br>(E) | 北緯<br>(N) |     |                 | 死<br>(人) | 傷<br>(人) | 房屋<br>全倒 | 房屋<br>損害 |          |
| 42 | 1935  | 4  | 21 | 6  | 02 | 關刀山附近    | 120°8     | 24°3      | m   | 5               | 3,276    | 12,053   | 17,907   | 36,781   | 斷層、山崩、地崩 |
| 43 | 1935  | 4  | 21 | 6  | 26 | 中港溪中流    | 120°9     | 24°7      | m   | 淺               |          |          |          |          |          |
| 44 | 1935  | 5  | 5  | 7  | 02 | 後龍溪中流    | 120°8     | 24°5      | s   | 淺               |          | 38       | 28       | 571      |          |
| 45 | 1935  | 5  | 30 | 3  | 43 | 大肚溪中流    | 120°8     | 24°1      | s   | 淺               |          |          | 2        | 24       |          |
| 46 | 1935  | 6  | 7  | 10 | 51 | 梧棲附近     | 120°5     | 24°2      | s   | 淺               |          | 2        | 5        | 190      |          |
| 47 | 1935  | 7  | 17 | 0  | 19 | 後龍溪河口    | 120°7     | 24°6      | m   | 30              | 44       | 391      | 1,754    | 6,167    |          |
| 48 | 1935  | 9  | 4  | 9  | 38 | 臺東東南方海面  | 121°5     | 22°5      | m   | 淺               |          |          |          | 114      |          |
| 49 | 1936  | 8  | 22 | 14 | 51 | 恒春東方海面   | 121°1     | 22°0      | r   |                 |          | 3        |          | 小損害      | 山崩       |
| 50 | 1937  | 12 | 8  | 16 | 32 | 新港附近     | 121°4     | 23°1      | r   |                 |          |          |          | 小損害      |          |
| 51 | 1938  | 9  | 7  | 12 | 03 | 花蓮東南海面   | 121°8     | 23°8      | m   |                 |          |          |          | 小損害      |          |
| 52 | 1938  | 11 | 2  | 14 | 40 | 合歡山南方    | 121°2     | 24°1      | m   |                 |          |          |          | 小損害      |          |
| 53 | 1939  | 11 | 7  | 11 | 53 | 草蘭附近     | 120°8     | 24°4      | s   | 淺               |          |          | 4        | 20       |          |
| 54 | 1941  | 12 | 17 | 3  | 19 | 嘉義中埔附近   | 120°5     | 23°4      | r   | 10              | 358      | 733      | 4,520    | 11,086   | 山崩       |
| 55 | 1943  | 10 | 23 | 0  | 01 | 花蓮附近     | 121°5     | 23°8      | m   | 5               | 1        | 1        | 1        | 148      |          |
| 56 | 1943  | 10 | 23 | 0  | 15 | " "      | "         | "         | m   |                 |          |          |          |          |          |
| 57 | 1943  | 11 | 3  | 0  | 51 | 花蓮東方海面   | 121°8     | 24°0      | s   |                 |          |          |          | 87       |          |
| 58 | 1943  | 11 | 24 | 5  | 51 | 花蓮附近     | 119°3     | 21°6      | m   |                 |          |          |          | 479      |          |
| 59 | 1943  | 12 | 2  | 13 | 09 | 綠島南方     | 121°5     | 22°5      | r   | 40              | 3        | 11       | 139      | 284      | 山崩       |
| 60 | 1944  | 2  | 6  | 1  | 20 | 花蓮附近     | 121°4     | 23°8      | m   | 5               |          |          | 2        | 388      | 地裂       |
| 61 | 1946  | 12 | 5  | 6  | 47 | 新化附近     | 120°1     | 23°1      | s   | 0               | 74       | 482      | 1,954    | 2,084    | 山崩       |
| 62 | 1951  | 10 | 22 | 5  | 34 | 花蓮附近     | 121°7     | 23°8      | r   | 0               | 68       | 856      |          | 2,382    | 山崩、地裂    |
| 63 | 1951  | 10 | 22 | 11 | 29 | " "      | 121°8     | 24°1      | r   | 20              |          |          |          |          |          |
| 64 | 1951  | 11 | 25 | 2  | 47 | 臺東附近     | 120°9     | 23°0      | r   | 5               | 20       | 326      | 1,016    | 582      | 山崩、地裂    |
| 65 | 1955  | 4  | 4  | 12 | 11 | 恒春附近     | 120°9     | 21°8      | r   | 5               | 5        | 7        | 22       | 171      |          |
| 66 | 1959  | 4  | 27 | 4  | 41 | 花蓮東方海面   | 123°0     | 24°1      | r   | 30              |          | 1        | 9        | 4        |          |
| 67 | 1959  | 8  | 15 | 16 | 57 | 恒春東方海面   | 121°2     | 21°5      | r   | 20              | 16       | 63       | 789      | 752      | 山崩、地裂    |
| 68 | 1959  | 8  | 17 | 16 | 25 | 大武東方海面   | 121°2     | 22°3      | m   | 40              |          |          | 3        | 小損害      |          |
| 69 | 1959  | 8  | 18 | 8  | 34 | 恒春東方海面   | 121°7     | 22°1      | m   | 15              |          |          | 32       | 5        |          |
| 70 | 1959  | 9  | 25 | 10 | 37 | " "      | 121°2     | 22°1      | r   | 10              |          | 3        | 3        | 65       |          |
| 71 | 1963  | 2  | 13 | 16 | 51 | 蘇澳外海     | 122°1     | 24°4      | r   | 10              | 15       | 3        | 6        | 6        |          |
| 72 | 1964  | 1  | 18 | 20 | 4  | 臺南北東45km | 120°6     | 23°2      | r   | 20              | 106      | 650      | 4,923    | 10,885   | 山崩、地裂、噴砂 |

記號： r：顯著地震 m：稍顯著地震 s：小區域地震 l：局發地震

震一覽表計有 70 次，平均每年約有一次。累計死 5,402 人，傷 18,115 人，全倒房屋 40,284 棟，損害房屋 106,654 棟，由此數目可知地震所造成之災害如何之大。

### 三、地震規模 (Earthquake magnitude)

(一)意義：地震之大小有二種含義。一為某地感到之地震動(簡稱地動)之強度，通常使用震度 (Scale of seismic intensity) 表示之。另一為地震本身之大小，則可用地震規模表示之。

震度依據人體之感覺，物體之搖動情形，建造物損害情況及地殼變動等現象決定之。目前本局所使用之震動階級分為 0 至 6 計有 7 級如表十。震度之大小和地動位移無直接關係，據實驗及觀測結果震度和地動加速度之關係較為密切，即依照 Weber-Fechner 之法則。

C. F. Richter 於 1935 年首次使用儀器規模階級。(Instrumental magnitude scale) 規定地震本身之大小。決定規模之目的為使用客觀的物理量來表示地震本身之大小，俾便比較，但實際上規模之決

表十：地震震度分級

| 震度(級) | 名稱 | 加速度 gal | 說明                        |
|-------|----|---------|---------------------------|
| 0     | 無感 | <0.8    | 地震儀有紀錄，人體無感覺。             |
| 1     | 微震 | 0.8—2.5 | 人靜止時或對地震敏感者可感到。           |
| 2     | 輕震 | 2.5—8.0 | 門窗搖動，一般人均可感到。             |
| 3     | 弱震 | 8.0—25  | 房屋搖動門窗格格有聲，懸物搖擺，盛水動盪。     |
| 4     | 中震 | 25—80   | 房屋搖動甚烈，不穩物傾倒，盛水達容器八分滿者濺出。 |
| 5     | 強震 | 80—250  | 牆壁龜裂，牌坊煙囪傾倒。              |
| 6     | 烈震 | >250    | 房屋傾塌，山崩，地裂，斷層。            |

定頗有困難。因此產生各種不同之表示法。例如地震時所發出之能量 (Energy)，或有感距離之大小等均為其表示法之一。

Richter 着眼於同一震源之地震，在某觀測站測得之記象 (Seismogram) 其最大動振幅較大者其地震規模必較大，而由最大動訂定規模。他的定義如下：在震央距離 100 公里之標準扭轉地震儀 (Standard torsion seismometer) [固有週期 0.8 秒，倍率 2,800，阻尼常數 0.8] 記象最大振幅 A (單位 micron $\mu$ ) 之對數為規模 M。即

$$\log 10A = M \dots \dots \dots (1)$$

例如震央距離  $\Delta = 100\text{km}$  之標準扭轉地震儀所得最大振幅為  $1\text{cm} = 10,000\mu$ ，即此地震之規模 M 為

$$M = \log_{10} 10,000 = 4 \dots \dots \dots (2)$$

實際上震央距離 100 公里處不一定有觀測站，因此其他地方觀測站亦可用後述方法求 M。如此規定之規模如星星之等級 (Magnitude) 規定相似，但其方向相反，即星星之等級愈大其光度愈小。

規模和地震大小之關係如表十一。

總而言之，地震動之強弱可用震度表示，地震本身之大小可用規模表示，其關係恰如某電臺輸出電力與某地某種收訊機之收訊信號強度之關係。收訊信號強度電臺輸出電力和傳播距離而定，且依據傳播路徑及收訊機性能而異。同樣地震記象之振幅 (Trace amplitude) 不但因規模和震央距離而且依徑路之物理條件，觀測站之土地狀況及地震儀特性而定。由此可知規模及震度意義之不同。

(二) 地動最大振幅：震央距離及規模，上面已述 Richter 決定規模 M 係使用標準扭轉地震儀記象最大振幅，但理論上則可用各種常數已知之任何地震儀記象決定規模 M。

和達清夫於 1931 年研究地震最大振幅 a 和震央距離  $\Delta$  之關係，而得圖 12 且用

表十一：規模和地震大小之關係

規模解說

- (1) M 大於 9 之地震，自地震觀測以來尚未發生過。
- (2) M8.5~9 之地震為最大級之地震，全世界發生次數大約為十年一次。
- (3) M8~8.4 之地震為第一級大地震，如震央在陸上會造成大災害，如震央在海底會引起大海嘯，且隨着有很多餘震，全世界大約每年平均發生一次。
- (4) M7~7.9 之地震為相當大的地震，如震央在陸地會造成大災害，如在海底會引起海嘯，全世界大約每年發生二十次。
- (5) M6~6.9 之地震發生於陸上會造成災害，世界上任何頭等地震觀測所可測此地震，每年大約發生一百五十次。
- (6) M5~5.9 之地震，有感區域相當大，震央附近會造成災害。
- (7) M4~4.9 之地震，通常不發生災害。我們通常感到者都是 M4~6 之地震。
- (8) M3~3.9 之地震，在震央附近人體可以感到。
- (9) M2~2.9 之地震，人體不能感到，震央附近之觀測所可測得此地震。
- (10) M1~1.9 之地震用高倍率地震儀可以觀測此地震。
- (11) M1 以下之地震，設在適當地點之超高倍率地震儀可以觀測此地震。

以上所述僅適用於淺震源之地震。

$$a = \frac{a_0}{\sqrt{\Delta}} e^{-\alpha\Delta} \dots \dots \dots (3)$$

表示： $a_0$ ， $\alpha$  為常數， $\alpha$  和規模有關。圖 12 上方之曲

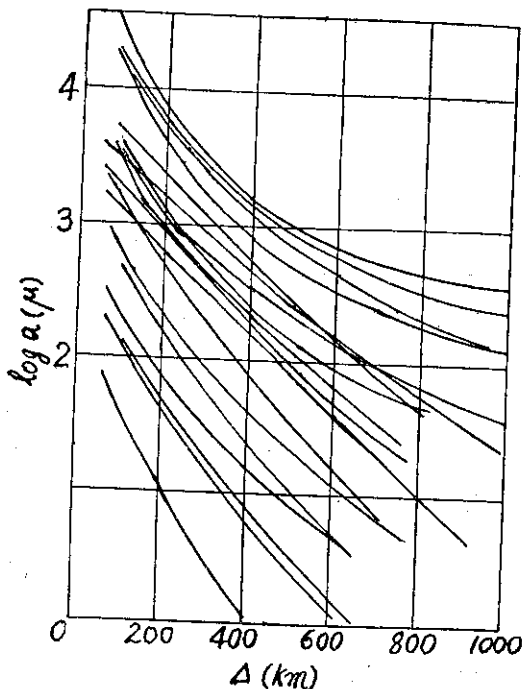


圖 12：地震最大振幅與震央距離

Fig. 12 The relation between maximum amplitude and epicentral distance

線表示規模較大，亦由此圖可知規模較大者， $\log a$  之減少率較緩，而規模小者較急。

但 Richter 假定  $a$  之減少率與規模無關，即假定各地震之  $\log a \sim \Delta$  曲線互相平行。由此假定可知二個地震於任何震央距離之地動最大振幅之比為一定。因此 Richter 定義規模  $M$  為

$$M = \log_{10} A - \log_{10} A_0 \dots\dots\dots (4)$$

上式中  $A$  為某地震標準扭轉地震儀記象之最大振幅， $A_0$  為標準地震 ( $M=0$ ) 之標準扭轉地震儀記象之最大振幅，而  $\Delta=100\text{km}$   $A_0=1\mu$  之地震設為標準地震，即  $M=0$  之地震。標準地震之  $\log A_0$  之值如表十二。

震央距離  $\Delta$  和標準扭轉地震儀記象最大振幅  $A$  已知，由表十二及(4)式可求  $M$ 。即震央距離 100 公里以

表十二： $M=0$  之  $\log A_0$

| $\Delta$ (km) | $-\log A_0$ ( $A_0$ 之單位為 mm) |
|---------------|------------------------------|
| 0             | 1.4                          |
| 25            | 1.9                          |
| 50            | 2.6                          |
| 100           | 3.0                          |
| 150           | 3.3                          |
| 200           | 3.5                          |
| 250           | 3.8                          |
| 300           | 4.0                          |
| 350           | 4.3                          |
| 400           | 4.5                          |
| 450           | 4.6                          |
| 500           | 4.7                          |

外之標準扭轉地震儀記象亦可求  $M$ 。

根據上述地動最大振幅  $a$ ，震央距離  $\Delta$  和規模有密切關係，坪井忠二使用日本地震觀測資料求得下列公式：

$$M = 0.20\Delta + 0.67 \log a + 5.00 \dots (5)$$

( $\Delta < 500\text{km}$ ) (1951年)

$$M = 0.03\Delta + 0.60 \log a + 5.00 \dots (6)$$

( $\Delta > 500\text{km}$ ) (1951年)

$$M = 1.73 \log \Delta + \log a - 0.83 \dots (7) \text{ (1954年)}$$

此類公式尚有

$$M = \log a + 1.53 \log \Delta - 0.68 \dots (8) \text{ (Rome)}$$

$$M = \log a + 1.62 \log \Delta - 1.35 \dots (9)$$

(Strasbourg)

$$M = \log a + 1.64 \log \Delta - 1.37 \dots (10) \text{ (Wien)}$$

$$M = \log a + 1.66 \log \Delta - 1.52 \dots (11)$$

(Pasadena)

筆者曾使用臺北所觀測之最大地動（東西及南北兩成分之合成推算臺灣附近其規模已知之31次地震而得圖13及下列公式

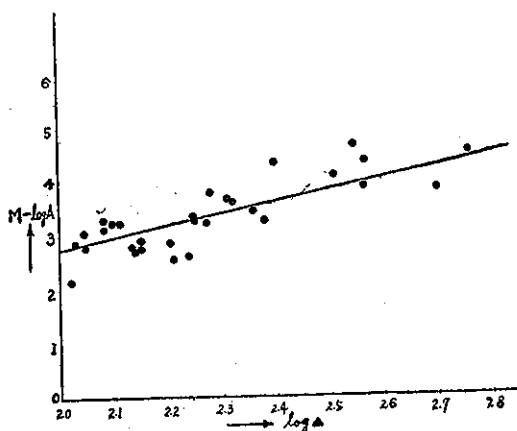


圖13

$$M = \log a + 2.24 \log \Delta - 1.77 \dots (12) \text{ (臺北)}$$

上式中  $a$  之單位為  $\mu$ ， $\Delta$  之單位為公里。本省現尚無標準扭轉地震儀之設備，但有了此公式後，由臺北觀測資料直接可推算規模非常方便。上述之諸公式形式相同，但常數不同，此不同可能和各觀測站地殼構造有關，尚待研究。

### (三)震度，震央距離與規模

臺灣過去之大地震及日本幾次大地震之震度  $I$  和震央距離  $\Delta$  之關係如圖 14。圖中 1 表示新竹、臺中

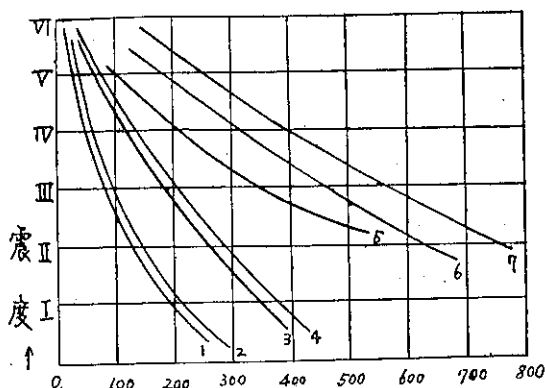


圖14：震度與震央距離

Fig. 14 The relation between intensity scale and epicentral distance  
烈震 (1935年)，2 表示嘉義烈震 (1941年)，3 表示花蓮烈震 (1951年)，4 表示花蓮近海烈震 (1941

年)，5 表示日本關東地震（1923年），6 表示日本南海道大地震（1946年），7 表示日本三陸大地震（1933年）。此圖上方曲線表示之地震其規模較大，由此可知規模較大之地震所能感到之地點較遠。因此應用震度亦可表示規模。河角廣定義規模  $M_k$  為震央距離 100 公里處之震度  $I$ 。根據 80 次地震之調查結果。

$$e^I = \left( \frac{100}{\Delta} \right)^2 e^{M_k - 0.00183 (\Delta - 100)} \dots \dots \dots (13) (\Delta > 100 \text{ km})$$

且  $M_k$  和 Richter 定義之  $M$  有

$$M = 4.85 + 0.5 M_k \dots \dots \dots (14)$$

之關係。

#### (四)有感距離和規模：

由第 14 圖亦可知規模較大之地震，其震源深度同樣時，其有感距離亦較大，即有感距離之大小亦可作為決定規模方法之一。目前氣象常照慣例，地震規模之分類係用下列標準：

1. 顯著地震：有感距離半徑超過 300 公里者。
2. 稍顯著地震：有感距離半徑 200~300 公里者。
3. 小區域地震：有感距離半徑 100~200 公里者。
4. 局發地震：有感距離半徑 100 公里以下者。

據 Gutenberg 和 Richter 之研究，於美國加州有感距離半徑  $r$  和  $M$  有下列關係：

$$r = 2.3(M - 1.3)^3 - 1.7 \dots \dots (15) (1942 \text{ 年})$$

$$\left. \begin{aligned} M &= -3.0 + 3.8 \log r \\ r &= 1.4(M - 0.614)^3 \end{aligned} \right\} \dots \dots (16) (1956 \text{ 年})$$

依據 (15) 式，顯著地震  $M > 6.4$ ，稍顯著地震  $M = 5.7 \sim 6.4$ ，小區域地震  $M = 4.8 \sim 5.7$ ，局發地震  $M < 4.8$ 。此值可供兩種定義之比較。

#### (五)規模與地震次數：

筆者調查 1930 至 1961 年間臺灣及附近海面發生之顯著，稍顯著，小區域，局發地震之發生次數  $N$  如表十三。上述地震之有感距離半徑依次用 350，

表十三：規模別地震發生次數（1930~1961）

|       | $N$  | $\log N$ | $r$ | $\log r$ |
|-------|------|----------|-----|----------|
| 顯著地震  | 39   | 1,591    | 350 | 2,544    |
| 稍顯著地震 | 152  | 2,181    | 250 | 2,397    |
| 小區域地震 | 617  | 2,790    | 150 | 2,176    |
| 局發地震  | 6662 | 3,823    | 50  | 1,699    |

$N$ ：次數  $r$ ：代表性有感距離半徑

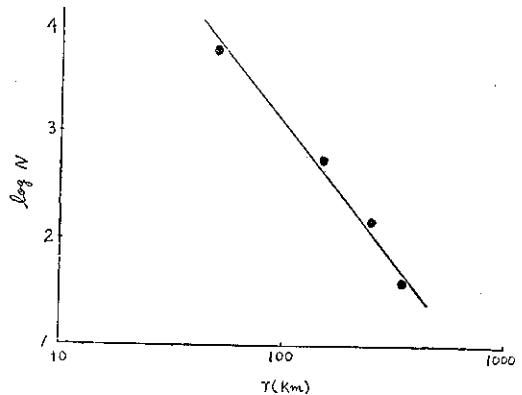


圖 15：規模別地震次數與代表性有感半徑之關係

250，150，50 公里代表而比較  $\log N$  和  $\log r$  可得圖 15，即兩者之間有相當明顯之直線關係。應用最小自乘法求得

$$\log N = 8.38 - 2.63 r \dots \dots \dots (17)$$

根據 Gutenberg 及 Richter 之研究， $\log N$  和  $M$ ， $\log E$  ( $E$  為能量) 和  $M$ ， $\log E$  和  $\log r$  依次有直線關係故筆者所得  $\log N$  和  $\log r$  有直線關係和 Gutenberg 及 Richter 所得結果並無矛盾。

據 Gutenberg 和 Richter 之研究，全世界平均一年間發生之地震次數  $N$  和規模  $M$ 。

$$\log N = -0.48 + 0.90(8 - M) (\Delta M = 0.1) \dots \dots \dots (18)$$

一年間全世界發生之平均地震次數， $M 8$  以上者約 1~2 次， $M 6 \sim 7$  者約 150 次， $M 5 \sim 6$  者約 800 次。

據筆者之調查，臺灣年平均地震發生次數，顯著地震 ( $M > 6.4$ ) 者 0.7 次，稍顯著地震 ( $M = 5.7 \sim 6.4$ ) 者 2.2 次，小區域地震 ( $M = 4.8 \sim 5.7$ ) 者 19.3 次，其餘均屬局發地震其規模很少。

全世界地震觀測實施以來尚無發生過  $M$  大於 9 之地震，這可能是因為岩石具有破壞以前可以支持應變上限。

1900 年以後之世界最大地震如表十四。

表十四：世界規模最大地震

| 發 生 日 期         | 震 央 地 名 | $M$ |
|-----------------|---------|-----|
| 1906 年 1 月 31 日 | 可 倫 比 亞 | 8.6 |
| 1906 年 8 月 17 日 | 智 利     | 8.4 |
| 1911 年 1 月 3 日  | 天 山     | 8.4 |
| 1920 年 12 月 6 日 | 甘 肅     | 8.5 |
| 1933 年 3 月 3 日  | 日 本     | 8.5 |
| 1950 年 8 月 15 日 | 西 藏     | 8.6 |

臺灣及附近海上發生之最大規模之地震如表十五

表十五：臺灣附近規模最大地震

| 發 生 日 期        | 震 央 地 名   | M   |
|----------------|-----------|-----|
| 1903年 6 月 7 日  | 宜 蘭       | 7.8 |
| 1910年 4 月 12 日 | 石垣島東北海上   | 7.8 |
| 1911年 3 月 24 日 | 石 垣 島 附 近 | 8.0 |
| 1920年 6 月 5 日  | 花 遼 外 海   | 8.2 |
| 1922年 9 月 1 日  | 宜 蘭 外 海   | 7.6 |

。

以上規模較大之地震均發生於本省東部海上，因此陸上未受嚴重災害。過去陸上發生而造成最大災害之新竹、臺中烈震（1935年 4 月 21 日 發生）其 M 僅為 7.1。

#### (六)規模能量與災害：

據 Gutenberg 之研究，規模和能量 E 有下列關係。

$$\log E = 11.8 + 1.5M \dots\dots\dots (19)$$

能量 E 之單位為 erg。

由上式可知 M 減小 2 即  $\log E$  減小 3 而能量變為千分之一，M 減 0.7 即能量減為十分之一。M5 之地震（有感距離半徑約 150 公里）三萬次合計能量相等一次 M8 之地震之能量 ( $E \div 10^{24} \text{erg}$ )。

規模較大的地震，震央之震度較大，且人體能感到之地域亦大。地震時所造成之災害和震央地區之人文條件及地盤有關，因此較大規模之地震所引起之災害不一定較大。同時在都市有經過耐震設計而建造之建築物當然其災害亦較小。因此預防地震災害必須把各種建造物建成耐震構造。規模較大地震發生於海底時常常會引起海嘯，其顯著者為 1960 年 5 月 24 日發生之智利地震，當時太平洋全域，尤其日本東北地方海岸地帶遭受嚴重災害。臺灣島海岸線形狀單調因此僥倖未受災害。

本研究之完成得國家長期發展科學委員會之資助。

#### 參 考 文 獻

1. 臺灣省氣象局：地震觀測原簿。

- 徐明同(1962)：鞍部國際標準地震觀測站，科學教育，第八卷，第四期，pp. 17—18。
- The Geotechnical Corporation(1961)：Operation and maintenance manual, World-wide Seismogram System, model 10,700
- 岡四四亥(1946)：臺灣之地震。
- Hsu Ming Tung (1961)：Seismicity of Taiwan, B.E.R.I Tokyo Univ. Vol. 39 pp. 831—847.
- 徐明同(1962)：有地震觀測以前之臺灣大地震，氣象所簡訊，217期。
- 臺北觀測所(1936)：新竹、臺中烈震報告。
- C. F. Richter (1935)：An instrumental earthquake magnitude scale, B. S. S. A. vol. 25, pp. 1—32.
- B. Gutenberg and C. F. Richter (1942)：Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration B. S. S. A. Vol. 32, pp. 163—190,
- B. Gutenberg and C. F. Richter (1956)：Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration (Second Paper), B. S. S. A. Vol. 46, pp. 105—145.
- B. Gutenberg and C. F. Richter (1949)：Seismicity of the earth, pp. 16—25,
- C. F. Richter(1958)：Elementary seismology, pp. 338—374,
- C. Tsuboi (1957)：On the magnitude of earthquakes, Zisin, Vol. 10, No. 1, pp. 6—23,
- H. Kawasumi (1952)：On the energy law of occurrence of Japanese Earthquakes, B. E. R. I Tokyo Univ. Vol. 30, pp. 319—323,
- K. Wadati (1931)：Shallow and deep earthquakes (3rd Paper) geophys. Mag. Vol. 4, pp. 231—283,
- 宇津德治(1960)：地震の震度と規模，地震技術通信 No. 25，pp 5—11。
- 東京天文臺 (1961)：理科年表，地 1 pp 171—220。

# 氣象學報文獻索引

(自第八卷一期至第十二卷四期)

Index to Vol. 8, No. 1 to Vol. 12, No. 4 of  
the Meteorological Bulletin

(Published Quarterly by Taiwan Provincial Weather Bureau)

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication) | 題 目<br>Title                                                                                                                             | 作 者<br>Author                               | 頁次<br>Page     | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|
| 第八卷一期<br>(51. 3)<br>Vol. 8, No. 1<br>Mar. '62     | ①作物環境反應之方法論<br>Methods of Crop Response Studies<br>(Emphasis on Thermal Effects)                                                         | 王 仁 煜<br>J. Y. Wang                         | 1~8<br>1       | 72<br>73                             |                |
|                                                   | ②研究碳十四 (Carbon-14) 之放射性測定法及其重要應用<br>A Study on Radioactive Carbon-14 for the Application to the Researches in Geophysics and Archaeology | 戴運軌、呂世宗<br>Y. K. Tai<br>S. C. Lu            | 9~11<br>9      | 74                                   |                |
|                                                   | ③太空時代之氣象學<br>A Description of Planetary Atmospheres                                                                                      | 魏 元 恒<br>Y. H. Wei                          | 12~15<br>12    | 75                                   |                |
|                                                   | ④雷電定位探測及其效果<br>A Discussion of Atmospheric Network and It's Effects                                                                      | 周 根 泉<br>Ken-chuan Chou                     | 16~20<br>16    | 76                                   |                |
|                                                   | ⑤由近代氣象學之進展談到電子計算機及氣象衛星<br>Contributions of Electronic Computer and Meteorological Satellite to the Advancement of Modern Meteorology     | 殷 來 朝<br>Lai-chao Ying                      | 21~26<br>21    | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                   | ⑥民國五十年颱風調查報告 (第一號颱風貝蒂)<br>Report on Typhoon "Betty"                                                                                      | 預報科、研究室<br>Taiwan Provincial Weather Bureau | 27~36<br>27    | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                   | ⑦民國五十年颱風調查報告 (第二號颱風裘恩)<br>Report on Typhoon "June"                                                                                       | 預報科、研究室<br>Taiwan Provincial Weather Bureau | 37~41<br>37    | 77                                   |                |
|                                                   | ⑧蔣蔣右滄先生八秩大慶<br>Eightieth Anniversary of Professor P. J. Chiang                                                                           | 鄭 子 政<br>Kenneth T. C. Cheng                | 42~43<br>42~43 | 78                                   |                |
|                                                   | ⑨帶流運動之穩定度與大氣環流之變遷<br>Fjørtoft's Stability Theory on Circular Vortices and its Application to the General Circulation of the Atmosphere   | 楊 建 雄<br>Chien-hsiung Yang                  | 1~9<br>1       | 79                                   |                |
| 第八卷二期<br>(51. 6)<br>Vol. 8, No. 2<br>(June '62)   | ②論宇宙輻射<br>Cosmic Radiation                                                                                                               | 沈 傳 節<br>Chuan-tsieh Chen                   | 10~13<br>10    | 80                                   |                |
|                                                   | ③颱風眼與風的偏向角<br>L'étude des yeux des typhoons et leur déviation du vent                                                                    | 薛 鍾 彝<br>Chong-I Hsueh                      | 14~17<br>14    |                                      |                |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication) | 題 目<br>Title                                                                                                                                                                                       | 作 者<br>Author                                         | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------|
| 第八卷三期<br>(52. 9)<br>Vol. 8, No. 3<br>(Sept. '62)  | ④太陽黑子之研究<br>Some Researches on Sunspots                                                                                                                                                            | 林 榮 安<br>Rong-an Lin                                  | 18~31<br>18 | 81                                   | (已印有颱風報<br>告專輯)     |
|                                                   | ⑤民國五十年颱風調查報告 (第三號颱風<br>勞娜)<br>Report on Typhoon "Lorna"                                                                                                                                            | Taiwan Pro-<br>vincial Wea-<br>ther Bureau            | 32~38<br>32 | —                                    |                     |
|                                                   | ⑥氣候變遷的新發現                                                                                                                                                                                          | 戚 啓 勳 譯                                               | 39~43       | —                                    | 中 文<br>(in Chinese) |
|                                                   | ①圖解數值預報法應用於24小時颱風進路<br>的預報<br>Forecast of 24 Hour Typhoon<br>Movement on the Basis of<br>Numerical Graphical Prediction<br>Method                                                                  | 湯 捷 喜<br>Chieh-hsi<br>Tang                            | 1~10<br>10  | 82                                   | (已印有颱風報<br>告專輯)     |
|                                                   | ②颱風中心結構及其實例檢討<br>Some Practical Examples on the<br>Construction of Typhoon Center                                                                                                                  | 徐 明 同<br>Hsu Ming-<br>tung                            | 11~20<br>11 | 83                                   |                     |
|                                                   | ③民國五十年颱風調查報告 (第四號颱風<br>波密拉)<br>Report on Typhoon "Pamela"                                                                                                                                          | 預報科、研究室<br>Taiwan Pro-<br>vincial Wea-<br>ther Bureau | 21~28<br>21 | —                                    |                     |
|                                                   | ④民國五十年颱風調查報告 (第五號颱風<br>沙莉)<br>Report on Typhoon "Sally"                                                                                                                                            | 預報科、研究室<br>Taiwan Pro-<br>vincial Wea-<br>ther Bureau | 29~36<br>29 | —                                    |                     |
| 第八卷四期<br>(52. 12)<br>Vol. 8, No. 4<br>(Dec. '62)  | ⑤民國五十年颱風調查總報告<br>(北太平洋西部颱風概述)<br>Typhoons in Northwestern Pacific<br>during 1961                                                                                                                   | 預報科、研究室<br>Taiwan Pro-<br>vincial Wea-<br>ther Bureau | 37~42<br>37 | —                                    | (已印有颱風報<br>告專輯)     |
|                                                   | ①工業噪音與職業性失聰之防範<br>Prevention of Industrial Noise<br>and Occupational Deafness                                                                                                                      | 王 榮 舫<br>Y. F. Wong                                   | 1~ 7<br>1   | 84                                   | (已印有颱風報<br>告專輯)     |
|                                                   | ②颱風之發生及行徑與北半球大氣環流特<br>性<br>Characteristics of General Cir-<br>culation over Northern Hemis-<br>phere in relation to the<br>Formation and Motion of<br>Tropical Storms in Northwes-<br>tern Pacific | 廖 學 鎰<br>Shyue-Yih<br>Liao                            | 8~25<br>8   | 85                                   |                     |
|                                                   | ③原子塵在臺灣大量降落之時期與其分佈<br>情形<br>On the Behavior of Maximum<br>Radioactive Fall-out and Its<br>Distribution Around Taiwan                                                                               | 呂世宗、陳福來<br>Lu Shih-chon<br>Chen Fu-lai                | 26~29<br>26 | 86                                   |                     |
|                                                   | ④民國五十一年颱風調查報告 (第一號颱風<br>凱蒂)<br>Report on Typhoon "Kate"                                                                                                                                            | 研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau    | 30~43<br>30 | —                                    |                     |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication)         | 題 目<br>Title                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 作 者<br>Author                                                                                                                                                                                              | 頁次<br>Page                                                                        | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 第九卷一期<br>(52. 3)<br>Vol. 9, No. 1<br>(Mar. '63)           | ①工廠空氣對工人健康之影響<br>The Relation between Inplant<br>Air to the Health of Worker<br>②大屯山區氣候<br>Climate of Tatunshan<br>③六十六年來之颱風<br>A Statistical Report on Typhoons<br>during the Last 66 Years (1897<br>~1962)<br>④民國五十一年颱風調查報告(第二號颱風歐珀)<br>Report on Typhoon "Opal"                                                                                                                                                                                               | 王 榮 舫<br>Y. F. Wong<br>張 月 娥<br>Yeuch-ngo<br>Chang<br>劉 卓 峯<br>C. F. Liu<br>研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau                                                                             | 1~3<br>1<br>4~18<br>4<br>19~35<br>19<br>36~47<br>36                               | —<br>—<br>87<br>—                    | (已印有颱風報告專輯)    |
| 第九卷二期<br>(52. 6)<br>Vol. 9, No. 2<br>(June '63)           | ①臺北之氣壓波動與天氣<br>Barometric Waves and the Weather in Taipei<br>②大規模凝結潛熱之釋放對於大氣運動之影響<br>The Effect of the Release of<br>Large-Scale Latent Heat on<br>Atmospheric Motions<br>③冰雹預測法<br>A Hail Size Forecasting Technique<br>④西進颱風之客觀預報法<br>Objective Method of Forecasting<br>on Motion of West Progressing<br>Typhoons in the North Western<br>Pacific<br>⑤民國五十一年颱風調查報告(第三號颱風愛美)<br>Report on Typhoon "Amy"<br>⑥民國五十一年颱風調查報告(第四號颱風黛納)<br>Report on Typhoon "Dinah" | 劉 衍 淮<br>Yen-huai Liu<br>彭 立<br>Peng Li<br>蔣 志 才<br>C. T. Chiang<br>廖 學 鎰<br>Shyue-yih<br>Liao<br>研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau<br>研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 1~3<br>1<br>4~10<br>4<br>11~14<br>11<br>15~31<br>15<br>31~39<br>32<br>40~47<br>40 | —<br>—<br>88<br>89<br>—<br>—         | (已印有颱風報告專輯)    |
| 第九卷三、四<br>期<br>(52. 12)<br>Vol. 9, No. 3, 4<br>(Dec. '63) | ①葛樂禮颱風侵襲期間臺灣之雨量分析<br>A Discussion on the Rainfall<br>Distribution during the Passage<br>of Typhoon "Gloria"<br>②臺灣的乾旱<br>Drought in Taiwan<br>③民國五十一年北太平洋西部颱風概述<br>Report on Typhoons in North-<br>Western Pacific during the<br>Year of 1962                                                                                                                                                                                                                    | 威 啓 勳<br>Chi-hsun Chi<br>劉 卓 峯<br>C. F. Liu<br>研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau                                                                                                          | 1~7<br>1<br>8~15<br>8<br>16~25<br>16                                              | —<br>—<br>—                          | (已印有颱風報告專輯)    |



| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication) | 題 目<br>Title                                                                                                                         | 作 者<br>Author                                      | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------|
| 第十卷一期<br>(53. 3)<br>Vol. 10, No. 1<br>(Mar. '64)  | ④民國五十二年颱風調查報告(第一號颱風范妲)<br>Report on Typhoon "Wendy"                                                                                  | 研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 26~31<br>26 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)         |
|                                                   | ⑤民國五十二年颱風調查報告(第二號颱風葛樂禮)<br>Report on Typhoon "Gloria"                                                                                | 研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 32~38<br>32 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)         |
|                                                   | ①颱風預報上應用雷達資料之研究<br>Some Discussions on the<br>Accuracy of Typhoon Radar<br>Tracking                                                  | 廖 學 鎰<br>Shyue-Yih<br>Liao                         | 1~ 9<br>1   | 90                                   |                     |
|                                                   | ②溫度平流<br>Horizontal Advection of Temperature                                                                                         | 蔣 志 才<br>C. T. Chiang                              | 10~12<br>10 | 91                                   |                     |
|                                                   | ③論太陽大氣<br>The Solar Atmosphere                                                                                                       | 魏 元 恒<br>Yuan-Heng<br>Wei                          | 13~15<br>13 | —                                    |                     |
|                                                   | ④近代低氣壓發生理論之批判<br>Some Discussion on Modern<br>Theories of Cyclogenesis                                                               | 林 瑞 山<br>Lin Ruey<br>Shan                          | 16~26<br>16 | —                                    |                     |
|                                                   | ⑤民國52年北太平洋西部颱風概述<br>A Brief Report on Typhoons<br>in North-Western Pacific<br>during the Year of 1963.                               | 戚 啓 勳<br>Chi-hsun<br>Chi                           | 27~37<br>27 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)         |
|                                                   | ⑥氣象要素之極端值及其量度需求                                                                                                                      | 戚 啓 勳                                              | 38~41       | —                                    | 中 文<br>(in Chinese) |
|                                                   | ①臺灣之梅雨期<br>Plum Rains in Taiwan                                                                                                      | 戚 啓 勳<br>Chi-Hsun Chi                              | 1~12<br>1   | 92                                   |                     |
|                                                   | ②臺北國際機場能見度之研究<br>Visibility at the Taipei<br>International Airport                                                                   | 周 明 德<br>M. D. Chow                                | 13~23<br>13 | 93                                   |                     |
| 第十卷二期<br>(53. 6)<br>Vol. 10, No. 2<br>(June '64)  | ③天氣預報考核上應用情報理論之研究<br>Application of Information<br>Theory to Verification of<br>Weather Forecasts                                    | 廖 學 鎰<br>Liao Shyue<br>Yih                         | 24~33<br>24 | 94                                   |                     |
|                                                   | ④輻散與渦漩<br>Divergence and Vorticity                                                                                                   | 蔣 志 才<br>C. T. Chiang                              | 34~39<br>34 | 95                                   |                     |
|                                                   | ①關於北半球低層大氣動能消散之氣候學<br>Climatology of the Mechanical<br>Energy Dissipation in the<br>Lower Atmosphere over the<br>Northern Hemisphere | 孔 震 村<br>Ernest<br>Chen-Tsun<br>Kung               | 1~30<br>1   | 96                                   |                     |
|                                                   | ②臺灣氣候變化之趨勢與週期<br>Tendency and Periodicity of the<br>Climatic Changes in Taiwan                                                       | 劉 衍 淮<br>Yen-Huai<br>Liu                           | 31~51<br>31 | 97                                   |                     |
|                                                   | ③臺灣地區暴雨特性之研究<br>The Characteristics of Heavy<br>Rainfall in Taiwan Region                                                            | 周 根 泉<br>Ken-Chuan<br>Chou                         | 52~64<br>52 | 98                                   |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
| 第十卷三期<br>(53. 9)<br>Vol. 10, No. 3<br>(Sept. '64) |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |
|                                                   |                                                                                                                                      |                                                    |             |                                      |                     |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication)  | 題 目<br>Title                                                                                                                                                                       | 作 者<br>Author                                      | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------|
| 第十卷四期<br>(53. 12)<br>Vol. 10, No. 4<br>(Dec. '64)  | ①國際合作年<br>International Co-operation<br>Year, 1965                                                                                                                                 | 鄭 子 政<br>Kenneth T.<br>C. Cheng                    | 1~7<br>1    | 99                                   |                     |
|                                                    | ②論臺北盆地之大水災<br>Floods in Taipei Basin                                                                                                                                               | 周 明 德<br>M. D. Chow                                | 8~18<br>8   | 100                                  |                     |
|                                                    | ③太陽黑子對天氣及氣候之影響<br>Relations of Sunspot on Weather<br>and Climate                                                                                                                   | 魏 元 恒<br>Yuan-Heng<br>Wei                          | 19~28<br>19 | 101                                  |                     |
|                                                    | ④宏而博教授傳略<br>A Biographical Note of Professor<br>Jörgen Holmboe 1902~                                                                                                               | 鄭 子 政<br>Kenneth T.<br>C. Cheng                    | 29~30<br>29 | 102                                  |                     |
|                                                    | ⑤微氣象學                                                                                                                                                                              | 林 鞠 情<br>Chong-I<br>Hsueh                          | 31~36<br>1  | —                                    | 中 文<br>(in Chinese) |
| 第十一卷一期<br>(54. 3)<br>Vol. 11, No. 1<br>(Mar. '65)  | ①近十年 (1951~1960) 臺灣氣候分析及<br>其與農業之適應<br>L'analyse du Climat de Taiwan<br>Pendant la dernière dizaine<br>d' années (1951~1960) et son<br>adaptation avec l' agriculture              | 薛 鍾 彝<br>Chi-hsun Chi                              | 1~6<br>1    | —                                    |                     |
|                                                    | ②颱風客觀預報法的試驗和檢討<br>A Test of the Malone and<br>Arakawa Method for Forecas-<br>ting the Movement of<br>Typhoons during the Period<br>from 1963 to 1964.                              | 威 啓 勳<br>Chin-huai<br>Hsu                          | 7~13<br>14  | 103                                  |                     |
|                                                    | ③波數分析在長期預報上之應用<br>A Discussion of Harmonical<br>Analysis on Its Application<br>to Longrange Forecasts                                                                              | 徐 晉 淮<br>Ernest<br>C. Kung                         | 14~27<br>14 | 104                                  |                     |
|                                                    | ④民國五十三年北太平洋西部颱風概述<br>A Brief Report on Typhoons in<br>North Western Pacific during<br>the Year of 1964.                                                                            | 研 究 室<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 28~41<br>28 | —                                    | (已印有颱風報<br>告專輯)     |
| 第十一卷二期<br>(54. 7)<br>Vol. 11, No. 2<br>(July '65)  | ①黛納颱風侵襲東臺經過<br>The Invasion of Typhoon Dinah<br>along East Coast of Taiwan                                                                                                         | 鄭 子 政<br>Kenneth T.<br>C. Cheng                    | 1~6<br>6    | —                                    |                     |
|                                                    | ②依據飛行觀測研究地面反射及北美大陸<br>之地皮構造<br>Study of a Continental Surface<br>Albedo on the Basis of Flight<br>Measurements and Structure<br>of the Earth's Surface Cover<br>over North America | 孔 震 村<br>Ernest<br>C. Kung                         | 7~24<br>7   | 105                                  |                     |
|                                                    | ③阿剌伯半島天氣研究<br>A Study of Weather over the<br>Arabian Peninsula                                                                                                                     | 郭 文 鑠<br>W. S. Kuo                                 | 25~35<br>25 | 106                                  |                     |
|                                                    | ④臺灣地區颱風或然率預報法之研究<br>Development on Probability of<br>Typhoon Forecasting in Taiwan                                                                                                 | 威 啓 勳<br>Ke-hsun Chi                               | 36~45<br>36 | 107                                  |                     |
| 第十一卷三期<br>(54. 9)<br>Vol. 11, No. 3<br>(Sept. '65) | ①民國52年冬季世界氣候異常現象與北半<br>球大氣環流特性之研究<br>Characteristics of General<br>Circulation over the Northern<br>Hemisphere during the Winter<br>1962~63 in relation to the                     | 廖 學 鎰<br>Liao<br>Shyue-Yih                         | 1~14<br>1   | 108                                  |                     |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication)  | 題 目<br>Title                                                                                                           | 作 者<br>Author                                                           | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------|
| 第十一卷四期<br>(54. 12)<br>Vol. 11, No. 4<br>(Dec. '65) | Abnormal Weather of the World                                                                                          | 魏 元 恒<br>Yuan-Heng Wei                                                  | 15~21<br>15 | 109                                  | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    | ②臺灣對流層頂及平流層風系之研究<br>A Study of the Winds in the Tropopause and the Stratosphere over Taiwan                            | 崔 尚 斌<br>Shang-bin Tsui                                                 | 22~48<br>22 | 110                                  |                |
|                                                    | ③大屯山區氣候之研究<br>The Climate of the Environs around Tatun Shan                                                            | 臺灣省氣象局                                                                  | 49~55       | —                                    |                |
|                                                    | ④民國五十四年颱風調查報告(第二號颱風哈莉)<br>Report on Typhoon "Harriet"                                                                  | Taiwan Provincial Weather Bureau                                        | 49          | —                                    |                |
| 第十二卷一期<br>(55. 3)<br>Vol. 12, No. 1<br>(Mar. '66)  | ①臺灣氣候紀錄中天氣極端之研究<br>A Study about the Climatological Extremes in Taiwan                                                 | 劉 衍 淮<br>Yen-huai Liu                                                   | 1~26<br>1   | 111                                  | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    | ②斜壓大氣中渦度平流對於低氣壓發展之影響<br>On the Cyclone Development in relation to the Vorticity Advection in the Baroclinic Atmosphere | Shyue-Yih Liao<br>Jiin-Land Lee                                         | 27          | 112                                  |                |
|                                                    | ③民國五十四年颱風調查報告(第三號颱風瑪麗)<br>Report on Typhoon "Mary"                                                                     | 臺灣省氣象局                                                                  | 37~42       | —                                    |                |
|                                                    | ④近年氣象研究發展的新動態<br>Recent Development in Meteorological Researches                                                       | Taiwan Provincial Weather Bureau                                        | 42          | —                                    |                |
| 第十二卷二期<br>(55. 4)<br>Vol. 12, No. 2<br>(Apr. '66)  | ①內部重力波與豪雨數值預報模式<br>Some Discussion on the Numerical Forecasting Model of Precipitation                                 | 鄭 子 政<br>Kenneth T. C. Cheng                                            | 1~4<br>1~2  | 113                                  | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    | ②暖心之生成與低氣壓起源之關係<br>On the Formation of Warm Core in relation to Cyclogenesis                                           | 廖 學 鎰<br>Shyue-Yih Liao                                                 | 5~19<br>5   | 114                                  |                |
|                                                    | ③臺北臭氧觀測報告<br>Observation of the Total Amount of Ozone over Taipei                                                      | 廖學鎰、李泰豪<br>Shyue-Yih Liao, Tay-How Lee                                  | 20~26<br>20 | 115                                  |                |
|                                                    | ④民國五十四年北太平洋西部颱風概述<br>A Brief Report on Typhoons in North-Western Pacific during the Year of 1965                       | 呂世宗、施清溪、謝 霖、陳福來<br>Shih-Chong Lu, Ching-Shih Shy, Shieh Ln, Fu-Lai Chen | 27~36<br>27 | 116                                  |                |
| 第十二卷三期<br>(55. 5)<br>Vol. 12, No. 3<br>(May '66)   | 臺灣省氣象局<br>Taiwan Provincial Weather Bureau                                                                             | 臺灣省氣象局                                                                  | 37~54<br>37 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    |                                                                                                                        | 臺灣省氣象局                                                                  | 37~54<br>37 | —                                    |                |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication)  | 題 目<br>Title                                                                                                                                                                 | 作 者<br>Author                                       | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------|
| 第十二卷二期<br>(55. 7)<br>Vol. 12, No. 2<br>(July '66)  | ①荒川氏颱風統計預報新法之試驗<br>A Test of the Arakawa New<br>Method of Forecasting<br>Typhoon Movement and<br>Surface Pressure in 1965                                                    | 戚 啓 勳<br>Chi Ke-Hsun                                | 1~13<br>1   | 117                                  |                |
|                                                    | ②颱風經路展期預報<br>On the Three Days Prediction of<br>Typhoon Movement in the<br>Far East                                                                                          | 徐 晉 淮<br>Hsu<br>Chin-Huai                           | 14~25<br>14 | 118                                  |                |
|                                                    | ③大氣臭氧與天氣之研究<br>A Study of the Atmospheric<br>Ozone and the Weather                                                                                                           | 魏 元 恒<br>Yuan-Heng<br>Wei                           | 26~33<br>26 | 119                                  |                |
|                                                    | ④北太平洋西部颱風之長期預報<br>An Investigation into the<br>Relationship of 3-day<br>Circulation Anomalies to<br>Typhoon Formation and<br>Track in the Northwestern<br>Pacific            | 鄭 邦 傑<br>Pang-chie<br>Cheng                         | 34~48<br>34 | 120                                  |                |
|                                                    | ⑤民國五十五年颱風調查報告(第一號颱風裘迪)<br>Report on Typhoon "Judy"                                                                                                                           | 臺灣省氣象局<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 49~58<br>49 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
| 第十二卷三期<br>(55. 9)<br>Vol. 12, No. 3<br>(Sept. '66) | ①強大之西南氣流及其伴來之氣團與八七水災之降水<br>Strong South West Flow<br>Advecting Moist and Unstable<br>Air Caused the Flood in<br>Central Taiwan Starting in<br>the Evening of 7th August 1949 | 徐 寶 箴<br>Hsu<br>Pao-chin                            | 1~8<br>1    | 121                                  |                |
|                                                    | ②臺北國際機場跑道風之研究<br>Studies on the Runway Winds<br>of Taipei International Airport                                                                                              | 周 明 德<br>Min-deh<br>Chow                            | 9~19<br>9   | 122                                  |                |
|                                                    | ③民國五十五年颱風調查報告(第二號颱風蒂絲)<br>Report on Typhoon "Tess"                                                                                                                           | 臺灣省氣象局<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 20~27<br>20 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    | ④民國五十五年颱風調查報告(第三號颱風寇拉)<br>Report on Typhoon "Cora"                                                                                                                           | 臺灣省氣象局<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 28~35<br>28 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                    | ⑤民國五十五年颱風調查報告(第四號颱風艾爾西)<br>Report on Typhoon "Elsie"                                                                                                                         | 臺灣省氣象局<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 36~44<br>36 | —                                    | (已印有颱風報告專輯)    |
| 第十二卷四期<br>(55. 12)<br>Vol. 12, No. 4<br>(Dec. '66) | ①民國五十五年二月下旬遠東地區寒潮爆發之分析<br>Analysis on Cold Outbreak in<br>the Far East during 22-24                                                                                          | 徐 晉 淮<br>Chin-huai<br>Hsu                           | 1~10<br>1   | 123                                  |                |

| 卷期(出版年月)<br>Vol. and No.<br>(Date of publication) | 題 目<br>Title                                                                                               | 作 者<br>Author                                       | 頁次<br>Page  | 專題研究<br>報告號數<br>No. of<br>Study rep. | 備 考<br>Remarks |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------|
|                                                   | February 1966                                                                                              |                                                     |             |                                      |                |
|                                                   | ②新竹氣候之研究<br>The Climate of Hsinchu                                                                         | 唐 奇 祥<br>Tang<br>Chyi-shyang                        | 11—18<br>11 | 124                                  | (已印有颱風報告專輯)    |
|                                                   | ③民國五十五年北太平洋西部颱風概述<br>A Brief Report on Typhoons in<br>North-Western Pacific during<br>the year 1966        | 臺灣省氣象局<br>Taiwan<br>Provincial<br>Weather<br>Bureau | 19—32       | —                                    |                |
|                                                   | ④臺灣地區地震活動研究報告<br>Seismicity of Taiwan                                                                      | 徐 明 同<br>Hsu<br>Ming-tung                           | 33—51       | 125                                  |                |
|                                                   | ⑤氣象學報文獻索引(自第八卷一期至十二卷四期)<br>Index to Vol. 8, No. 1. to Vol.<br>12, No. 4. of the Meteorological<br>Bulletin | 臺灣省氣象局                                              | 52—59       | —                                    |                |

### 氣象學報訂購辦法

- 一、本學報以促進中國氣象學術之研究為目的。
- 二、個人如欲訂購，可報請服務之單位，備文證明，連同價款，逕寄本社，或利用各地郵局，將書款存入臺灣郵政第2797號劃撥儲金本所專戶，當按址寄送所需之學報。
- 三、本學報本期暫收成本費新臺幣壹拾元，郵票十足通用。

### 氣象學報徵稿啓事

本學報長期徵收稿件，歡迎各方踴躍惠稿，惟為配合出版時期起見，惠稿最好於二、五、八、十一等月月中以前寄達，以便及時刊載，而免積壓，敬請惠稿諸先生注意。

# METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)

---

## CONTENTS

### Articles

- Analysis on Cold Outbreak in the Far East during  
22-24 February 1966.....CHIN-HUAI HSU.....( 1 )  
The Climate of Hsinchu .....TANG CHYI-SHYANG.....( 11 )

### Reports

- A Brief Report on Typhoons in North-Western Pacific  
during the Year 1966  
..... TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU .....( 19 )  
Seismicity of Taiwan.....HSU MING-TUNG .....( 33 )

### Others

- Index to Vol. 8, No. 1 to Vol. 12, No. 4 of the  
Meteorological Bulletin.....( 52 )

TAIWAN PROVINCIAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei,

Taiwan, China.

中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類