

氣象學報

季刊

第二十四卷 第二期

目次

論著

臺灣寒潮分析與預報 王崇岳 (1)

新店溪流域降水量與流量之研究 郭文鑠、蔣志才、朱曙光 (19)

報告

民國六十六年颱風調查報告

(侵臺颱風 7705 號薇拉) (29)

氣象學報

季刊

第二十四卷 第二期

主編者 中央氣象局氣象學報社

地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一(十線)

發行人 劉大年
社長 劉大年
電話：三一一〇八四〇

印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三三一四七二四

中華民國六十七年六月出版

臺灣寒潮分析與預報

Cold Wave Analysis and Forecasting in the Taiwan Area

王 崇 岳

Griffith C. Y. Wang

摘要

強烈寒潮屬大幅度氣壓系統之距平型態，本文介紹以北半球 500 mb 空間距平圖作為預報寒潮爆發之根據，當裏海與新地島間有正距平中心出現，並繼續增強且向東北或東伸展時，乃為寒潮爆發之徵兆；如該區與其東側鄰近地區為負距平中心所控制時，則臺灣地區冬季氣溫偏高。

ABSTRACT

A cold wave is defined either as the maximum temperature at Taipei drops 8°C or more for a 24-hour period or the minimum temperature lowers to 10°C or less after a cold front passage.

During the winter half year a Siberian anticyclone at times builds up its strength well above the climatological average. It becomes quasi-stationary while it moves under the direct influence of a long wave ridge. At the same time a developing cyclone occurs along the coast of China to induce the cold air mass moving southward to the area of low latitudes.

Northern hemisphere 500 mb space mean anomaly charts are used to determine the positions of both long wave ridges and troughs which are controlling factors for the formation of Siberian anticyclones with extreme intensity and deep lows over the Sea of Okhotsk. Both are conditions of the occurrence of a cold wave in Taiwan.

For short range weather forecasting valid for a 24-hour period the Petterssen method is used for computing the movement of cold fronts which are associated with cold outbreaks.

Based on thermal patterns at 850 mb the movement of Siberian anticyclones and the associated weather in Taiwan are classified into three categories, namely:

1. A southwestward moving anticyclone is located over Sinkiang Province with a migratory high splitted from the main one over Central China. In this case persistent fair weather is expected to prevail over the Taiwan area until the migratory high moves out from the East China Sea.

2. A stationary anticyclone is located over the area west of the Lake Baikal with an ill-defined split migratory high over the Yellow Sea. Cloudy condition with intermittent rain is expected over the northern part of Taiwan with a half day or so of fair weather prior to the approach of next cold wave.

3. A Siberian anticyclone becomes a migratory high moving southeastward to North China and Korea. The weather over Taiwan depends on position of the anticyclone's center.

一、前言

天氣分析與預報本為兩面一體，有準確的天氣分析方有滿意的預報成果，對於臺灣寒潮的預報亦不例外。臺灣的農漁業常因寒潮而蒙受災害，但不正常的暖冬亦可使烏魚減產，漁民因此減少一筆可觀的收入。寒潮與暖冬均為天氣之極端現象，處理寒潮預報似以應用距平法比較有效。距平現象有連續性，一經出現常可維持數星期之久，故利用距平法可延長預報之有效時間。本研究報告分為兩部分，第一部分以寒潮分析為主，對於寒潮之定義，蒙古高壓之源地、導引寒冷氣流南下之動力，及臺灣區寒潮之範例，首先予以分析；第二部分為預報，分中期與短期兩類，中期以應用 500 mb 面一次空間距平圖為主，介紹該類圖表之基本觀念，應用法則，並列舉範例，作為天氣預報時之參考。短期預報以應用皮得生鋒面公式計算鋒面移動之速度，

於二十四小時前可準確預報鋒面影響臺灣之時間。當寒潮來臨後，各地天氣均因西伯利亞高壓中心未來之動向而有別，本文以 850 mb 面溫度場與地面高壓中心之相互關係，用類型法預測其未來之動向及發展，作為天氣預報之依據。

二、寒潮之定義

寒潮之標準有二，溫度下降之速率為其一，最低溫度為其二；後者又與地區與一年中之時期有關。本文所討論之臺灣寒潮以同時兼顧上述兩條件為準，由前一日之最高溫度起，經 24 小時因冷鋒過境而氣溫下降 8°C 或以上，對於居民日常生活有顯著影響者列為第一類，屬急變寒潮，如第一表；如氣溫下降不足 8°C ，但臺北市最低氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 者列為第二類，屬緩變寒潮，第二表，當臺北氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 時，臺灣中部山坡地可能有霜，發生寒害（顏，50）。根據筆者統計，自民國四十三年至五

第一表 臺北急變寒潮

日期	四十八年十二月 December 1959					
	DATE	23	24	25	26	27
最高溫度	MAX. TT	26	16	16	16	21
最低溫度	MIN. TT	15	13	12.5	14	15
00 時氣壓	00 PPP 10	23.4	28.4	29.5	27.8	23.7
00 時天氣	00 WX	GF	NIL	L-	L--	H
00 時風	00 WINDS,KT	C	E 15	E 12	E 5	SE 12
06 時風	06 WINDS,KT	C	E 20	E 15	E 15	E 12
天空狀況	SKY COND.	BRKN	OVC	OVC	OVC	OVC
雲(100 公尺)	CLOUD H.	150	40	40	30	40

附註：C 靜風 NIL 沒有天氣 L- 小毛毛雨 H 霾 GF 地面霧 F+ 浓霧。

第二表 臺北緩變寒潮

日期	四十五年一月 January 1956							
	DATE	5	6	7	8	9	10	11
最高溫度	MAX. TT	23	19	13	8	8	11	13
最低溫度	MIN. TT	13	14	7	6	5.5	5	9
00 時氣壓	00 PPP 10	17.3	16.6	24.4	27.3	27.1	25.4	23.7
00 時天氣	00 WX	GF	F+	L-	H-	H	GF	H
00 時風	00 WINDS,KT	NW 3	C	NE 3	NNE 3	NE 5	C	SE 3
06 時風	06 WINDS,KT	E 3	E 13	NE 6	NNE 13	NE 6	NE 3	E 15
天空狀況	SKY COND.	OVC	OVC	OVC	OVC	BRKN	OVC	OVC
雲(100 公尺)	CLOUD H.	25	25	35	40	50	40	40

十七年間，急、緩兩種寒潮之頻率如表三所示，十五年內共發生 130 次，平均一年，約有八至九次，緩、急各半。急變寒潮過境時除氣溫突變外，臺灣附近海域內之風向風速亦有突變現象，風速常由三、四級增至九、十級，可能有海難發生。急變寒潮期間之最低溫度可能 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ，其頻率如第四表所示，十五年內共計二十五次，平均每年約有一至二次，以發生於一月份之機率為最大；當急變寒潮發生於十二月前或二月後時，臺北市最低氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$

之機會甚小；唯緩變寒潮於十一月或三月中發生者，於十五年中前者有三次，後者有八次之最低氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ，四月中者僅有一次。

第三表 民國 43-57 年間急、緩變寒潮次數

月份	10	11	12	1	2	3	4	15年 總計
急變	1	9	6	18	9	20	4	67
緩變	0	3	17	19	15	8	1	63

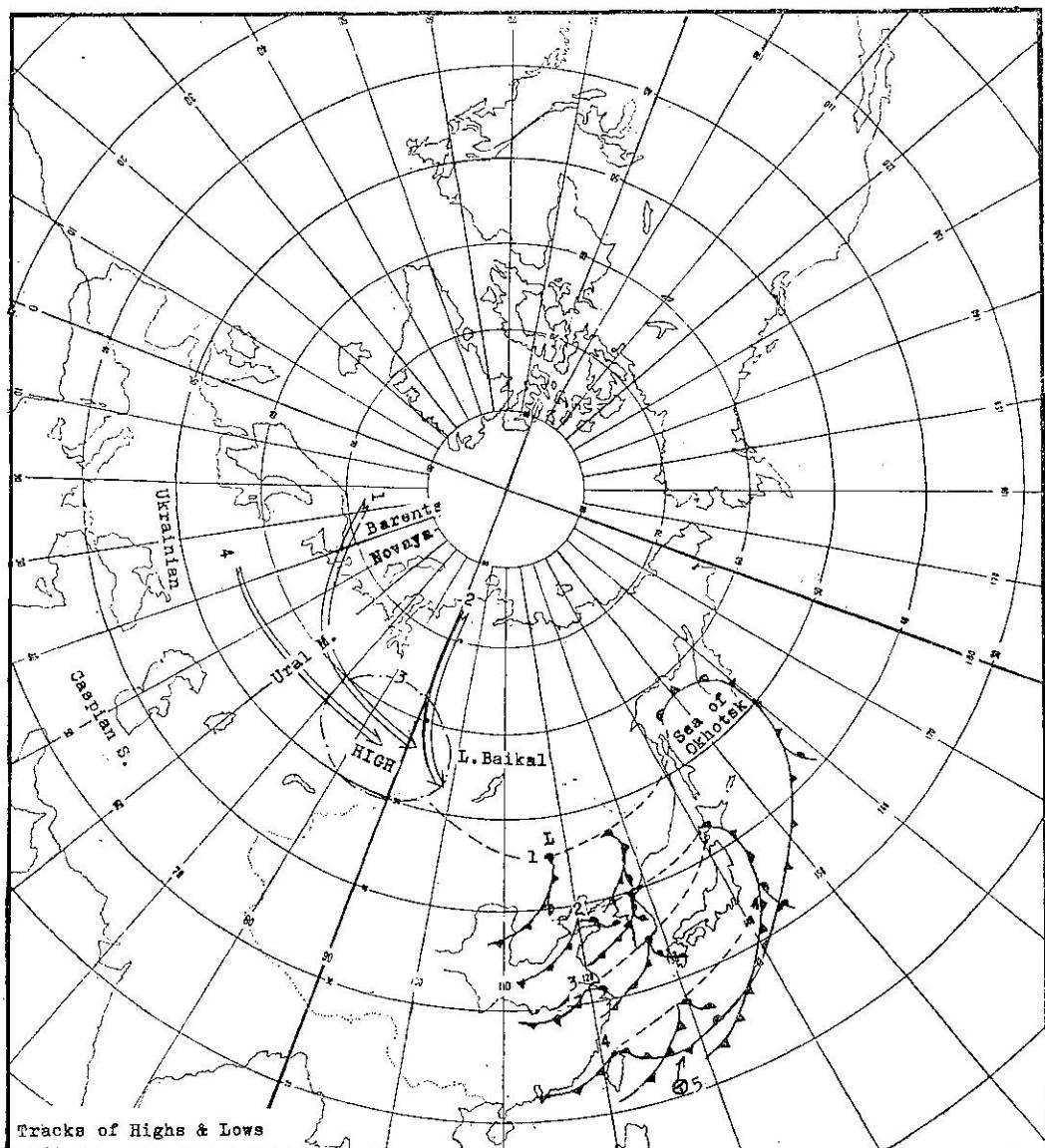


圖 1 1.西伯利亞氣旋；2.黃河氣旋；3.長江氣旋；4.臺灣氣旋與 5.颱風移動之方向及蒙古反氣旋之源地示意圖。

第四表 民國 43-57 年間急變寒潮中最低
氣溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 次數

月份	10	11	12	1	2	3	4	15年 總計
≤ 10	0	0	4	13	6	2	0	25
> 10	1	9	2	5	3	18	4	42

三、導引寒潮南下之動力

根據筆者多年分析與研究，欲導引高緯區之冷氣流南下，日本北海道與鄂霍次克海區必須有一強盛之氣旋，該氣旋可能為已存在之環流，或由下列四類氣旋發展後移入本區，其中心愈接近西伯利亞濱海省愈有利於寒潮之爆發。於寒潮爆發前蒙古高壓之東南側均有一冷鋒，並伴有氣旋，該氣旋發展之型態與地域可分為下列四類，圖 1：

(一) 西伯利亞氣旋型 當高壓中心由新地島西側、亞洲北部，或西歐進入西伯利亞西部時，其東或東南側有極鋒，該鋒由一氣旋環流之中心向西南

伸展。當此氣旋遠離西伯利亞西部之長波脊而進入長波槽時，即迅速發展，至 125°E 以東，已成為一成熟之囚錫氣旋，與已存在之鄂霍次克低壓中心會合，使其西側之西北氣流直趨低緯度區。

(二) 黃河氣旋型 如上例，氣旋並未充分發展，於抵達西伯利亞濱海省時，其後曳之冷鋒因秦嶺阻隔而起波動，於黃河下游形成黃河氣旋，當此氣旋抵達日本海時迅速發展，加強鄂霍次克海低壓外圍之西北東南向環流，導引冷氣團南下。

(三) 長江氣旋型 當冷鋒抵達長江流域時，冷氣流由兩湖平原南下，但其東側為武夷山所阻，鋒面呈灣曲形成長江氣旋，由長江口出海，於日本海或日本本土漸行發展，有助於我國沿海地區西北氣流之建立。

(四) 臺灣氣旋型 當東北氣旋於抵達鄂霍次克海時，冷鋒已通過臺灣徘徊於巴士海峽內，同時 500 mb 面低壓槽由我國東北地區南南西向延伸至華南。此種天氣圖型態有利於臺灣低壓之形成，該低壓形成後，向東北向位移，進入日本東側之洋面

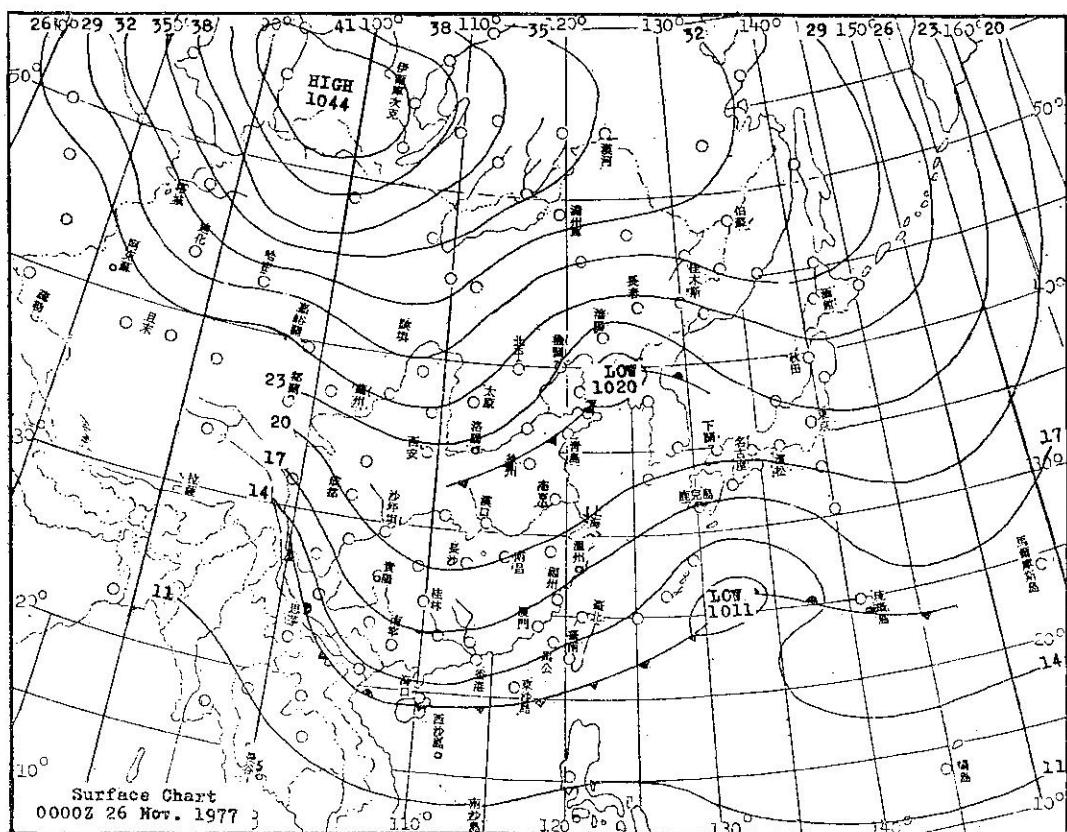


圖 2 形成寒潮之臺灣氣旋與黃河氣旋相對位置，由此逐漸發展，匯合成一鄂霍次克低壓區。

，為亞洲東側主槽所控制。

(五) 轉向颱風不屬於極鋒上之氣旋類型，但有時亦可導引寒潮南下。當菲律賓東方近海秋季颱風由原來之西北西向轉北或北北東至琉球海域時，其西側之西北氣流，可引發 10 或 11 月之早期寒潮。

上述氣旋類型（包括颱風）個別出現之次數雖多，但兩種氣旋同時存在之機會亦不少，如第 2 圖，臺灣低壓與黃河氣旋；第 3 圖，西伯利亞氣旋與長江氣旋同時出現；於此情況下計算各類氣旋出現之頻率時，第五表，僅考慮接近臺灣本島之氣旋，因該低壓系統對臺灣天氣影響較大。由第五表，可知急變寒潮以長江氣旋出現之頻率為最高，而緩變者以西伯利亞氣旋為最多，且有往南遞減之趨勢。當長江氣旋形成時，臺灣區位於海洋變性大陸氣團

之迴流或太平洋氣團內，氣溫偏高，冷鋒過境後氣溫急降，形成急變寒潮。當伴隨西伯利亞氣旋之極鋒南下時，臺灣地區可能位於冷海變性之大陸氣團內，故氣溫正常，當冷鋒過境時，氣溫變化不大，但因鋒面後冷氣團之氣溫偏低，最低氣溫可能降至 10°C ，或低於 10°C 。有時冷鋒過境後之數日內最低氣溫維持於 10°C 以上，但當由西伯利亞母高壓分裂而成之移動高壓沿長江東移入東海時，臺灣北部天氣由層積雲密佈之陰天，轉為晴朗之夜晚，因輻射冷卻作用，氣溫急降至 10°C 以下，民國五十二年一月二十八日臺北市最低氣溫降至 -0.1°C ；民國前十年二月十三日臺北市曾有 -0.2°C 之極端低溫記錄，均由此而發生。

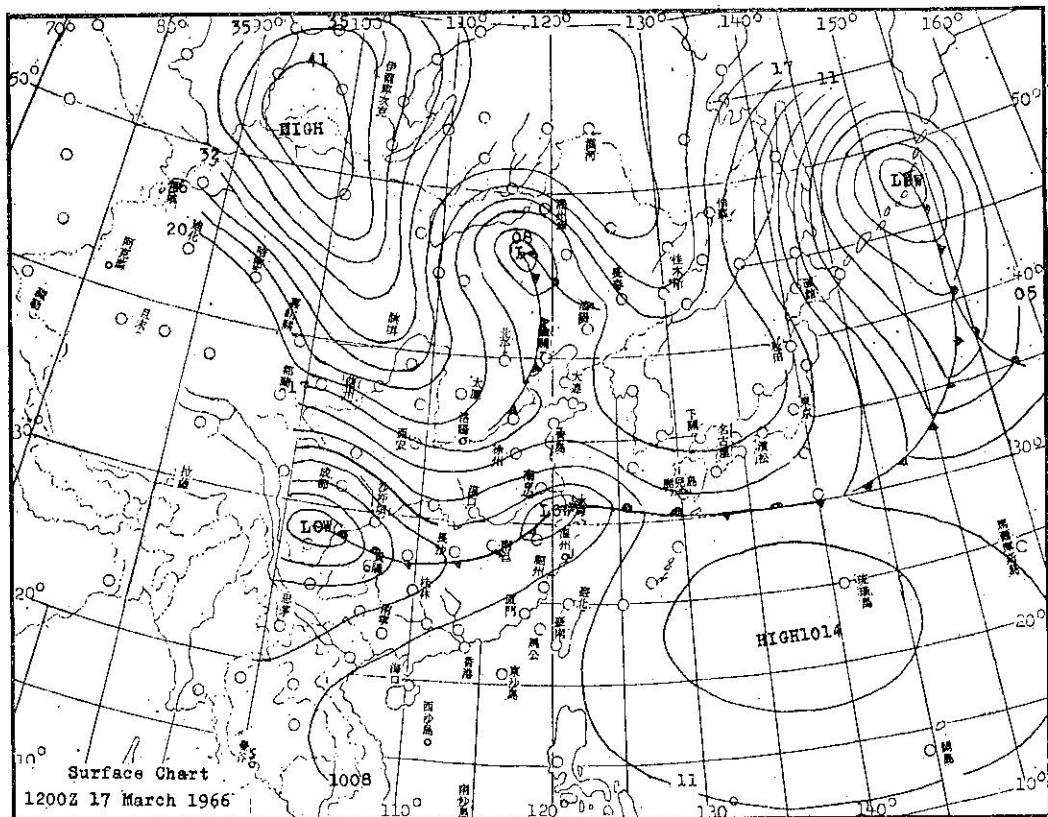


圖 3 長江氣旋與西伯利亞氣旋，其餘同上圖

第五表 民國 43-57 年間伴隨寒潮南下時氣旋之類別與次數

氣旋類別	西伯利亞	黃河	長江	臺灣	颱風	總計
急變寒潮	9	17	34	6	1	67
緩變寒潮	21	18	12	11	1	63
總計	30	35	46	17	2	130

四、蒙古高壓

形成寒潮最主要因素之一乃為特強之蒙古高壓出現，其中心氣壓較氣候參考值約高 10mb 以上，該高壓之源地有四，圖 1，茲分別介紹如下：

(一) 第一類 發源於新地島以西之海面，由斯堪的那維亞半島之北側經巴倫支海及白海進入俄國

之北歐地區，轉入西伯利亞之西部與蒙古地區，最後入侵中原，冷氣團前常伴有漸行發展之高空短波低壓槽，當此槽移至 130°E 以東時，發展最甚，成為亞洲大陸東側之長波主槽。

(二) 第二類 源自亞洲北部之北極區，南下進入西伯利亞之西部，當其抵達北緯 60°N 以南地區時，轉向東南由蒙古侵入中土，當此冷氣團南下時，烏拉山上空有一逐漸發展之高壓脊存在（長波脊），同時烏拉山以東有一短波槽向東南移動，當此低壓槽於 110°E 附近轉向東移時，發展迅速，最後成為亞洲大陸東側之長波槽。

(三) 第三類 源自西伯亞之西部 於冬季，廣大之反氣旋氣流場呈滯留狀籠罩於西伯利亞之西部與蒙古地區，因輻射冷卻作用，高壓區之氣溫逐漸下降，而氣壓則急劇上升，常達 1050 mb 以上，因其南側之極鋒上有溫帶氣旋形成，至我國沿海迅速發展，導引冷氣團南下，入侵中原。

(四) 第四類 本類反氣旋常不甚明顯，當其始也為一烏克蘭區弱冷鋒後側之高壓脊，隨冷鋒東移，漸行增強，形成一反氣旋，然後侵入西伯利亞之西部，再轉向東南，由蒙古侵入中土，此類反氣旋常與蒙古東側發展中之氣旋同時存在。

由上可知各類反氣旋侵入中土前，皆道經蒙古，故又總稱之為蒙古高壓，該高壓強弱不一，僅有少數超強高壓可影響低緯度區而成寒潮，大多數高壓因範圍小，以致變性迅速，影響不顯；超強高壓之形成，有賴於長波脊之支持，換言之，當橫亘歐亞兩洲之長波脊出現時，始有寒潮發生之可能。

五、空間距平圖之基本原理

高空波動以其波之長、短可分為超長波，長波與短波三類，超長波波長可達 $30,000$ 公里，是控制天氣演變之原動力，有滯留之特性，長波波長約 $12,000$ 公里，移動緩慢；短波波長僅數千公里，移動快，為天氣急變之因子。當短波槽移入長（或超長）波槽時，其強度必增，與此並存之地面低壓系統必迅速發展，天氣急變；如前者移入長波脊時，

其強度必減，地面低壓系統呈穩定波型，天氣變化不顯。地面高壓中心移入高空長波脊區時，強度必增，超強之蒙古高壓，即由此而成。日常高空天氣圖是由超長波、長波與短波綜合而成，識別長、短波乃為天氣分析與預報之首要工作，其法雖多，唯以應用空間平均圖為最方便，茲將該法之基本觀念與其特性分別解釋如下：

設 Z 為日常 500 mb 面之高度， $\bar{N}_{11.2}$ 代表在 500 mb 氣候圖上以 $d=11.2^{\circ}$ 緯度之網格點間距，空間平均之高度。 Z' 為距平值，即

$$Z' = Z - \bar{N}_{11.2} \quad (1)$$

上式等號左右兩側各加 $\bar{Z}_{11.2}$ ，即 500 mb 面空間平均圖，得

$$Z' + \bar{Z}_{11.2} = Z + \bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2} \quad (2)$$

$$Z' = (Z - \bar{Z}_{11.2}) + \bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2} \quad (3)$$

$$\text{即 } Z' = (Z - \bar{Z}_{11.2}) + \bar{Z}'_{11.2} \quad (4)$$

(4)式中之 $\bar{Z}'_{11.2}$ 代表一次空間距平圖，可表示大幅度之天氣系統，移動緩慢； $Z - \bar{Z}_{11.2}$ 代表 500 mb 天氣圖上移動迅速之小波動，相當於相對渦旋度，唯符號相反。如 500 mb 天氣圖上大幅度系統與氣候值相近則

$$\bar{Z}_{11.2} - \bar{N}_{11.2} = 0 \text{ 與 } Z' \approx Z - \bar{Z}_{11.2}$$

除於空間距平圖之槽、脊線區外，距平值 Z' 與相對渦旋度 $(Z - \bar{Z}_{11.2})$ 一致。空間距平圖 $\bar{Z}'_{11.2}$ 可由 500 mb 空間平均圖 $\bar{Z}_{11.2}$ 減氣候圖之空間平均， $\bar{N}_{11.2}$ ；或以距平圖 Z' 空間平均之，得 $\bar{Z}'_{11.2}$ 。該圖在天氣分析上主要意義如下：

(一) 如用 $d=11.2^{\circ}$ 緯度之間距計算空間平均圖， $\bar{Z}_{11.2}$ ，則圖上波動常甚平坦，且振幅小，因此對於長波槽、脊線位置與其強度改變實難以目測研判；但若應用距平技術將空間平均之氣候值 $(\bar{N}_{11.2})$ 減除，則 500 mb 面圖上之長波槽、脊線將為顯著之正負距平中心所據，極易辨認。

(二) 由時間連續之空間距平中心，極易研判槽、脊強度之改變與其移動之方向。

(三) 空間距平圖上主軸呈東西向之巨型橢圓狀

正、負距平現象特別重要，正負相間之距平區可視為正弦曲線狀之波動，此時槽脊線幾呈南北向。橢圓狀正距平區表示有大幅度之高壓出現（如寒潮時之西伯利亞高壓），西風帶分裂為其特徵，高緯度之西風較正常者為強，較上述緯度較低區之西風減弱，甚至為東風。本類距平較持久，當橢圓距平中心減弱，呈石擔形時，可分裂為兩中心。

四 零空間距平線區有兩種意義，一種情形表示緯流盛行，與氣候平均圖相似；另一種情況表示一短波型之正、負距平相鄰，其平均值為零。

五 空間距平中心與長波槽、脊之關係如下：

(1) 正空間距平中心強度隨時間增加，且向較高緯度位移時，表示該中心附近之長波脊有加強之趨勢。

(2) 如負距平中心位移之速度減緩，且有加深之趨勢，表示該中心附近長波槽有加強之趨勢。

(3) 當滯留空間距平中心突然加速他移，表示北半球之長波數即將調整，原距平中心附近可能有反符號之距平中心出現。

(4) 滯留空間負距平中心之強度逐漸減弱，在同一位置可能有長波脊出現；反之，如正距平中心之強度逐漸減弱，則該處有長波槽形成。

六、十一月至翌年三月間之距平場

圖 4 (MARTIN, 1956) 為十一月至翌年三月間北半球之距平中心頻率分布圖，中太平洋換日線附近經常出現正距平區，日本海與西伯利亞濱海省附近約有 70-80 % 之機會出現負距平中心， 50°N 與 80°E 附近正負距平各半，亦可說控制我國東南沿海地區冬季冷暖天氣之主要源地，該區如有正距平出現時，臺灣冬季氣溫偏低；如為負距平區，則冬季氣溫偏高。正常之冬季是日本海為負，西伯利亞為正；如日本為正距平而西伯利亞為負距平，則臺灣冬季氣候反常，多行夏令，氣溫特高。茲以下列數例以明之：

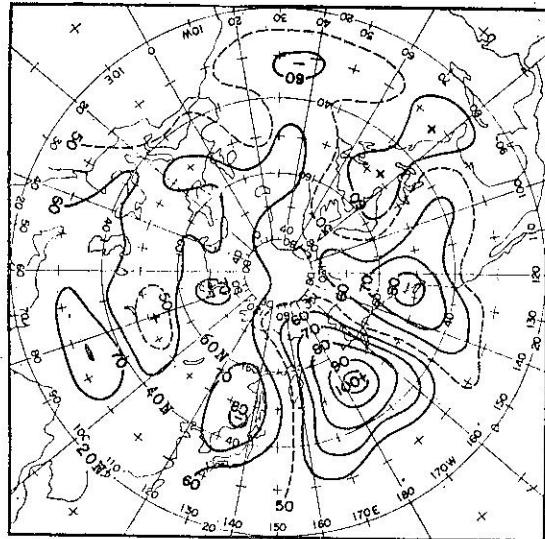


圖 4 十一月至翌年三月間北半球正、負距平中心出現之頻率分佈圖。(After D. B. Martin)

圖 5 為六十六年十一月二十七日 1200Z 空間距平圖，我國沿海為負區，貝加爾湖至裏海間為一橢圓型正區，乃為標準寒潮型，此型自二十二日 1200Z 時已有雛型，是時日本海與黃海為負區，裏海北側已有一正 60 gpm 之正區，其東側有一短波槽（未繪入圖中），至 231200Z 該正距平區擴大且增強至 120 gpm，其前方之短波槽繼續以每日 13° 經度之速度向東南位移，由此種氣壓場之分佈，即可預測遠東區有寒潮爆發之可能，因西伯利亞西部為長波脊區，日本西部為長波槽區，正距平區之高壓將繼續增強，其前側之短波槽於抵達我國東部沿海時因移入長波槽而迅速發展，導引冷氣流南下；至 251200Z 正距平區增強至 180 gpm，且繼續東移，同時一負距平中心已退至我國黃河流域，有助於黃河下游氣旋之形成，至 260000Z，圖 2，臺灣低壓形成，迅速發展向日本南方洋面位移，同時我國渤海與韓國間亦有黃河低壓出現，使其後側之冷氣團南下。至二十八日冷空氣抵達臺灣，臺北最低氣溫降至 10°C 。

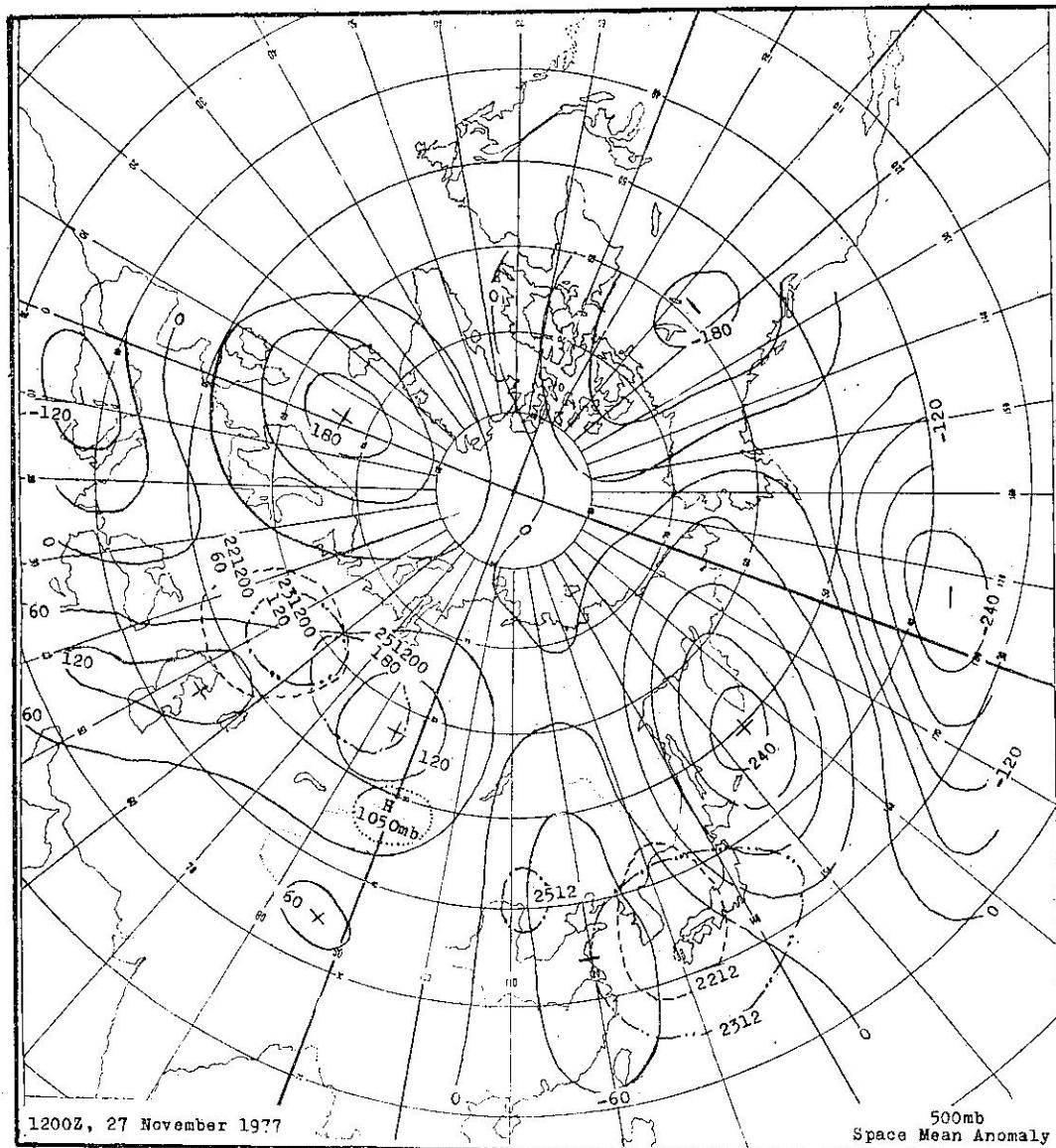


圖 5 塞潮影響臺灣前二日 500mb 空間距平圖，圖中段線為 221200Z 距平值，段雙點線為 231200Z 距平值，段點線為 251200Z 距平值，點線為 271200Z 地面高壓中心區。

圖 6 所示者為相位調整型寒潮，六十六年十二月二十八日 1200 Z 圖，正、負距平區之分佈完全與冬季正常距平圖相反，中太平洋出現負距平，日本海出現正距平，貝加爾湖與北極間為負距平中心，以致西伯利亞高壓中心偏低緯度，且強度較氣候值為低，故臺灣十二月份氣溫偏高，且少雨。唯至二十九日 1200 Z 西伯利亞北部之負距平區變型、

減弱，且向斯堪的那維亞半島伸展（段點線），此種現象為相位調整之徵兆，即原為負距平區將有正距平場出現，而正距平區則將變為負距平區。當西歐長波槽建立之同時，烏拉山區必有長波脊，西伯利亞西部高壓迅速增強，我國長江流域有氣旋生成，且迅速發展，引發亞洲東側長波槽之再建立，

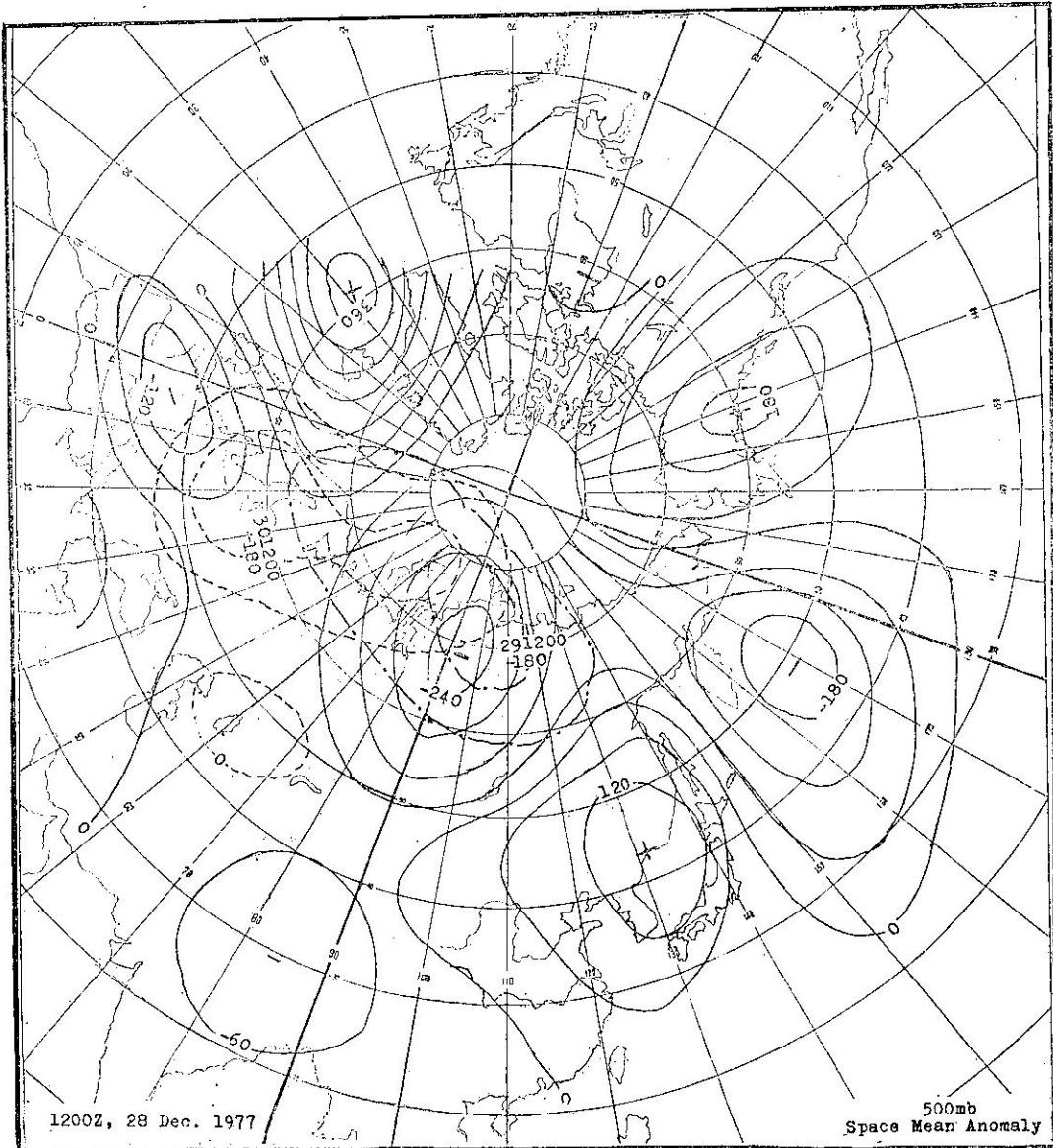


圖 6 北半球「冬行夏令」之距平型態，與相位調整前之距平圖；段點線表示 291200Z 負距平中心區變型，與段線，301200Z，表示長波槽、脊正在形成中。

導致遠東區寒潮爆發。圖 7 為標準之寒潮型態圖，亞洲陸地部分與圖 5 相似，唯本圖繞極圈僅有二超長波脊與槽，與五日前之波數分佈顯有差別，故又稱本型為「波數調整型」寒潮。

七、皮得生鋒面預測公式

冷鋒位移之速度與鋒前鋒後之氣壓場及氣壓趨勢有密切關係，氣壓趨勢可以過去三小時一次之實測值，亦可以過去二十四小時之氣壓變值，為避免

小數之累積誤差，以後者之變值較為可靠。(5)式是皮得生鋒面位移預測公式，如圖 8，X 軸與鋒面垂直， U_x 代表沿 X 軸位移之速度

$$U_x = -L[(\Delta p/\Delta t)_{L/2} - (\Delta p/\Delta t)_{-L/2}] / (p_{-L} - 2p_0 + p_L) \quad (5)$$

$L, -L$ 各代表鋒面前後兩點與鋒面間之相等距離，可以緯度數表示，於寒潮型態時 L 長度以 10° 為宜。 $\frac{1}{2}L$ 與 $-\frac{1}{2}L$ 各代表 L 之半。 p_0, p_L 與 p_{-L} 各代表 O, L 與 $-L$ 點上之海平面氣壓，

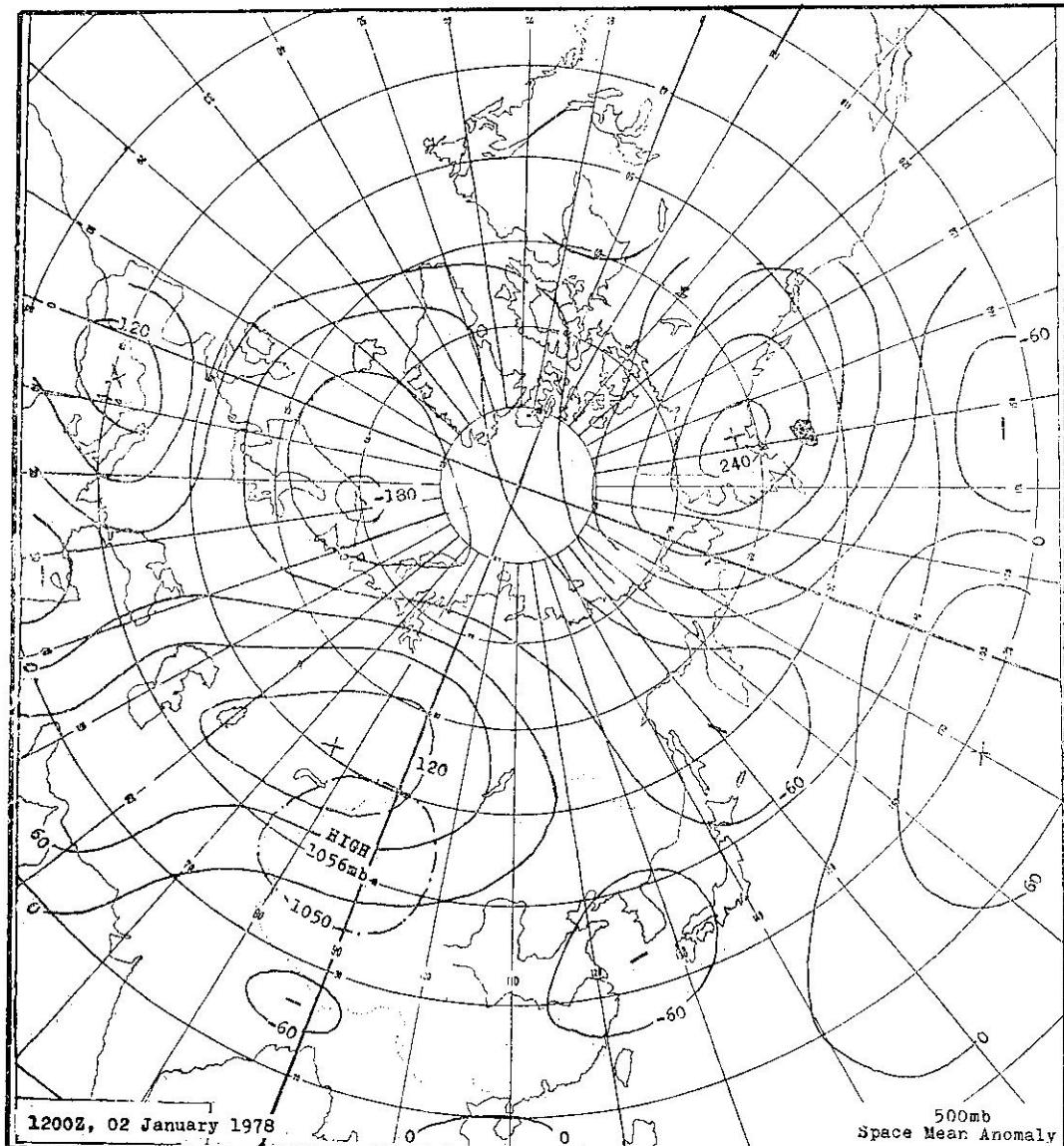


圖 7 寒潮影響臺灣前二日之蒙古與西伯利亞距平圖與圖 5 者相似，段點線表示地面高壓中心外圍之等壓線。

$(\Delta p/\Delta t)_{-L/2}$, $(\Delta p/\Delta t)_{+L/2}$ 各代表 $\frac{L}{2}$ 與 $-\frac{L}{2}$ 點上之氣壓趨勢，可以 24 小時氣壓變差計算 24 小時鋒面位移之距離。 L 之長度以不越過脊線為原則， $\frac{1}{2}L$ 與 $-\frac{1}{2}L$ 兩點以接近 24 小時等變壓中心為原則；以不同 “ L ” 之長度計算三至五次，以最大之 U_x 為預測值。以同法沿鋒面取數點計算之，可得一完整之 24 小時鋒面移動位置。如按上法計算影響臺北之冬季冷鋒，根據 43-57 年 451 次之資料，其準確率如下：(1) ± 2 小時，55 %；(2) ± 4 小時，68%；(3) ± 6 小時，95%。

八、寒潮襲臺後之天氣演變

寒潮已臨，臺灣天氣之未來演變將視蒙古高壓未來之動態而定，其路徑可分為三類（王，60）：
(1) 移動高壓；(2) 滯留型，部分分裂；(3) 西南向位移後，部分分裂。茲分別討論如下：

(1) 移動高壓 本類盛行於十一月十二月與二月下旬至三月間，參閱圖 9，地面高壓中心 H 位於 850 mb 面等溫線密集區域之北側，該面上等高線所圍之槽呈尖銳之 V 字型，冷平流區位於槽線

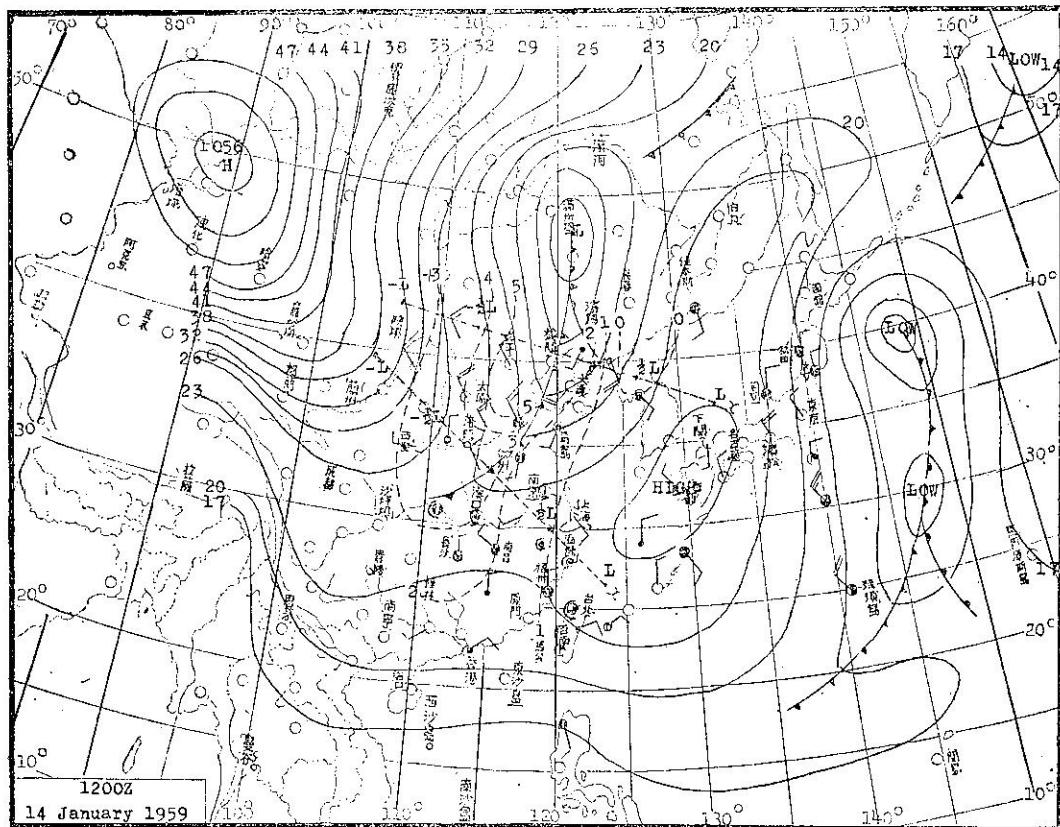


圖 8 西伯利亞氣旋型寒潮與皮得生鋒面位移計算時 L 、 $-L$ 、 $\frac{1}{2}L$ 與 $-\frac{1}{2}L$ 位置圖。

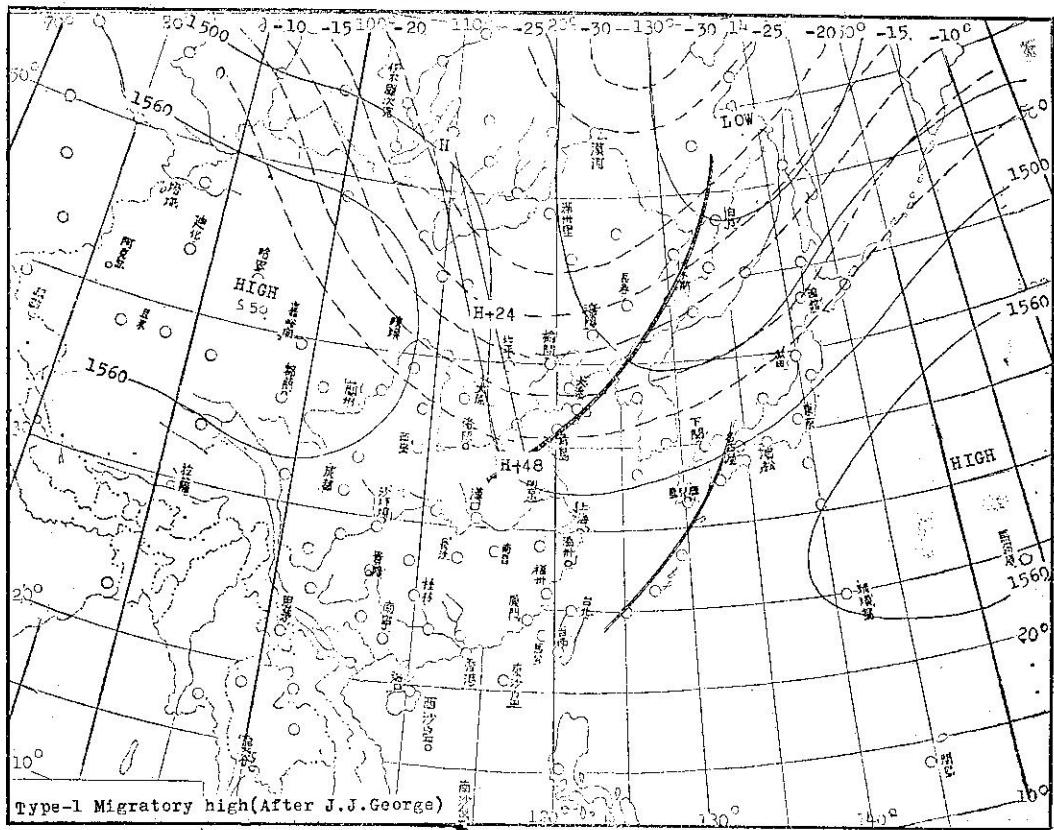


圖 9 850mb 面等溫線（段線）與等高線分佈圖一移動高壓型。

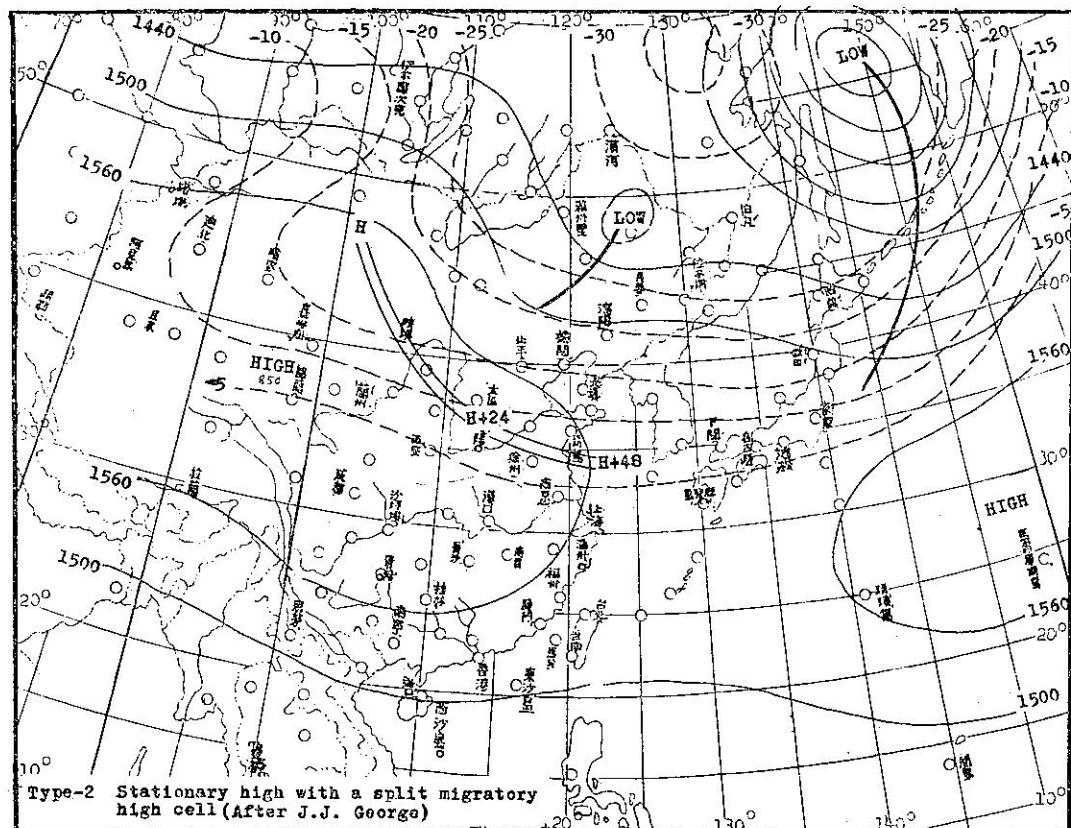


圖 10 同上——滯留高壓型

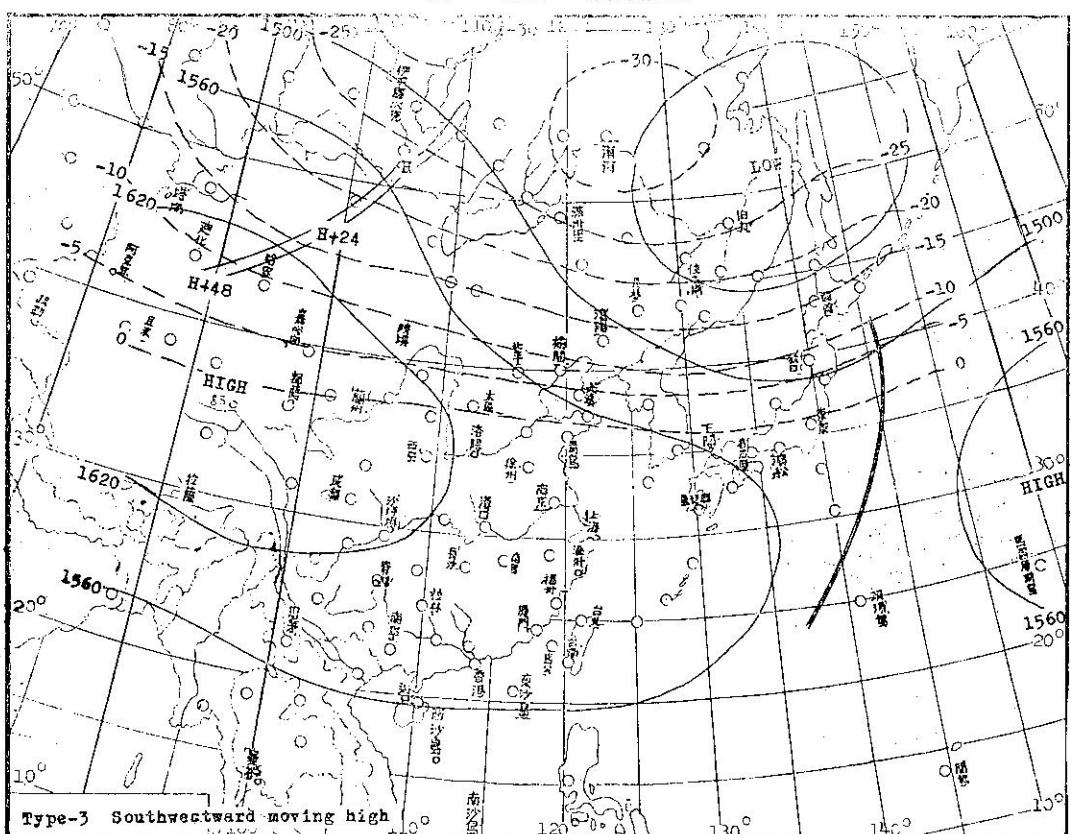


圖 11 同上——西南位移型

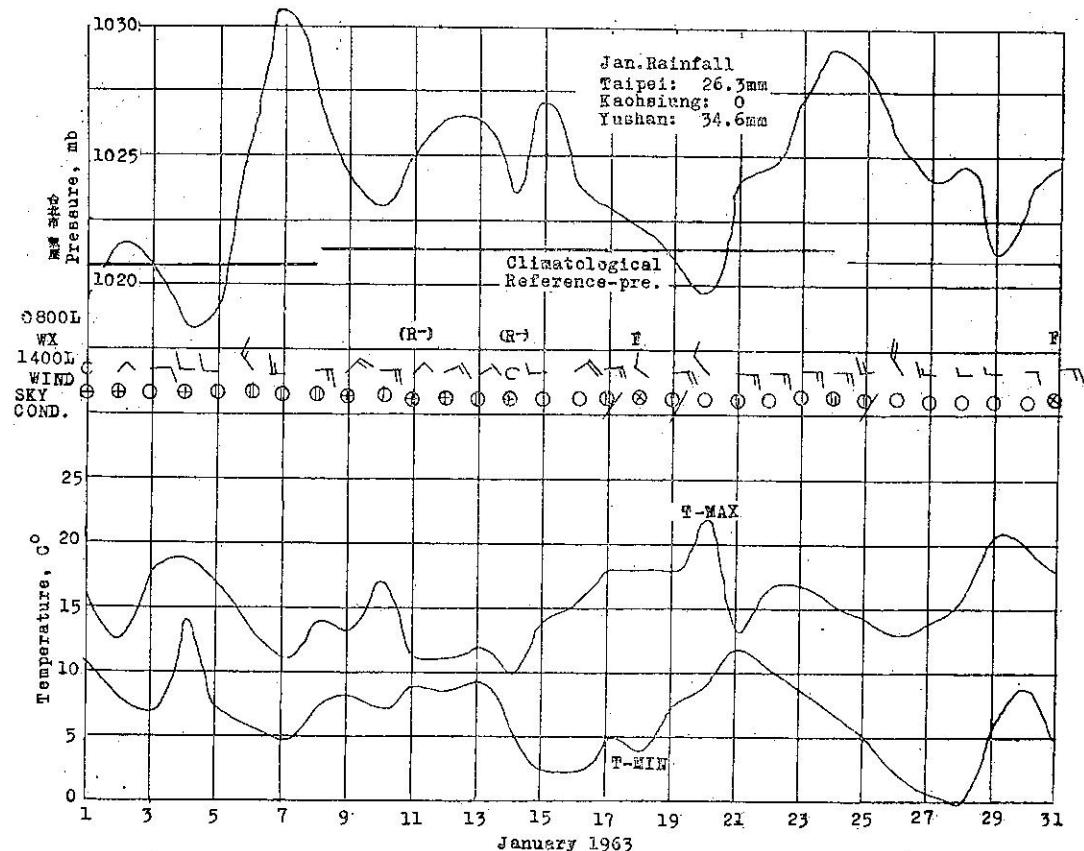


圖12 民國 52 年一月臺北松山機場海平面氣壓、最高、最低溫度，風與天氣

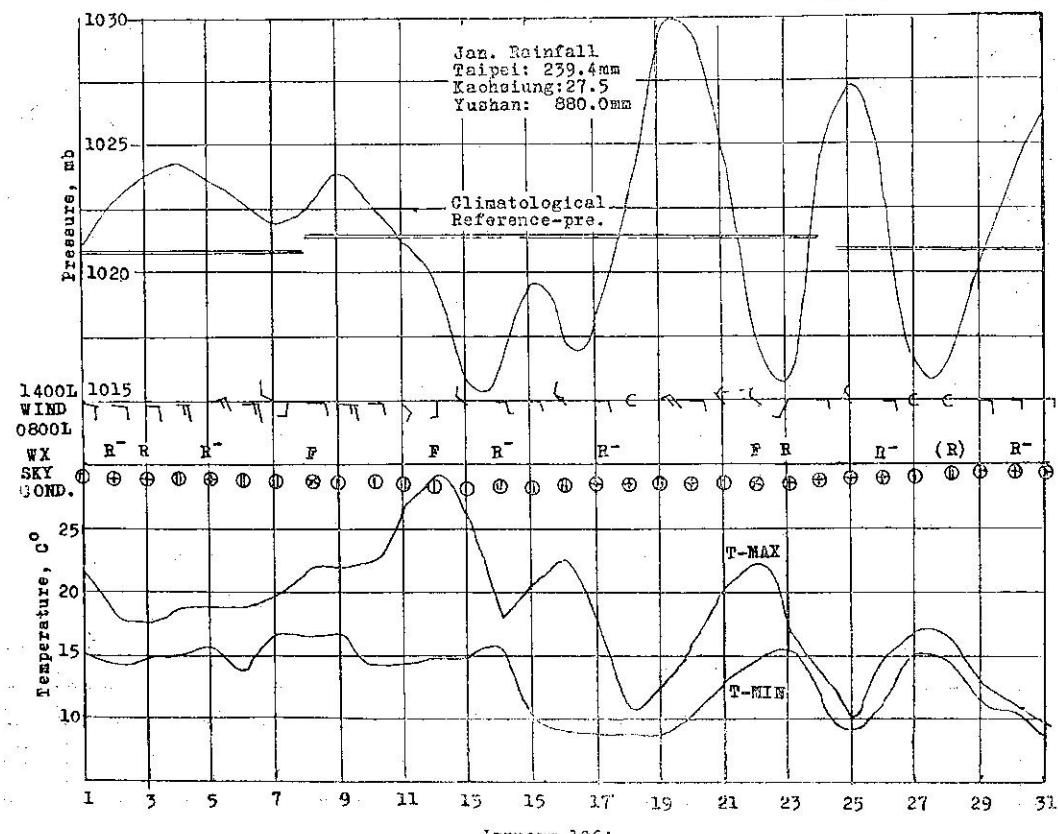


圖13 同上，但為 53 年一月觀測值。

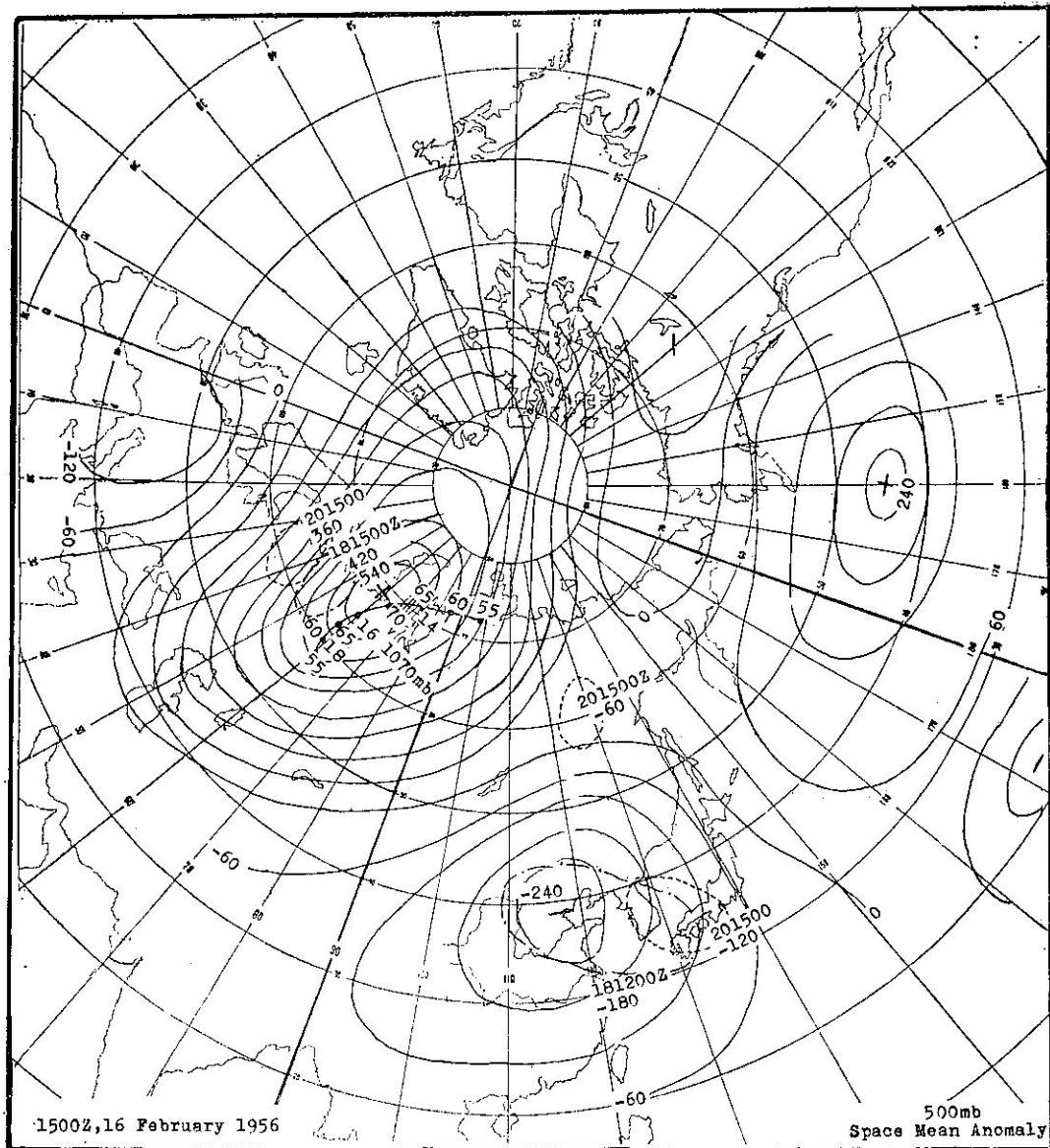


圖14 西伯利亞高壓中心西南西向位移，東北西南向細實線表示該高壓中心氣壓 ((1055, 60, 65, 70, 70, 65, 60, 55) 與其路徑。段點線 (181500Z) 與段線 ((201500Z) 表示空間正距平中心向西，與負中心向東位移。

之左側，地面高壓中心移動之方向與槽線左側之等高線平行，24小時後之高壓中心將與等溫線槽相疊，48小時後之高壓中心將越過低壓槽。

(二) 滯留型高壓，部分分裂 參閱圖10，強烈高壓中心位於等溫線密集槽線之後側，其東北方有一氣旋，因該氣旋區低壓槽之影響，使強烈高壓中心分裂，原高壓中心仍於等溫線槽附近停留，但另

一高壓中心由母高壓東南側分裂，形成一移動高壓，該高壓 24 小時 (H+24) 後之中心位置不顯，可能仍與母高壓相接，但 48 小時 (H+48) 後之中心將位於冷平流區之東側，成為一完整之高壓中心。冬季臺灣北部地區於此移動高壓影響下，常有短暫之晴朗天氣，但好景不長，移動高壓中心之西南方常伴有初生之溫帶氣旋，緊隨其後，向東北東

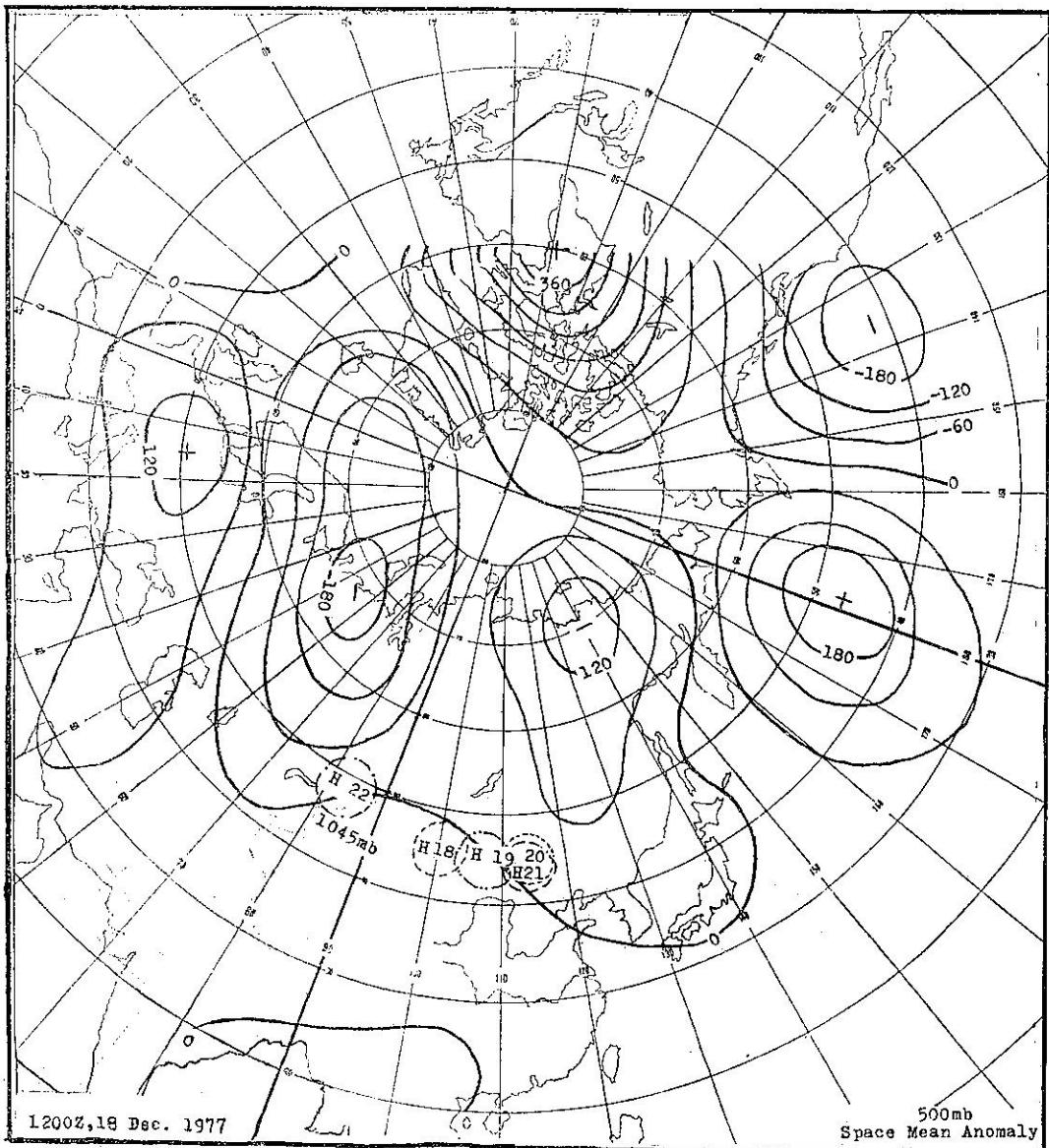


圖15 空間負距平區圍繞北極圈， 1045mb 移動高壓中心於 $80^\circ\text{E}-120^\circ\text{E}$ 間徘徊，臺灣天氣良好，冬季氣溫偏高。

位移，由氣旋中心向西南西伸展之冷鋒再度影響臺灣北部之天氣。

(三) 西南位移高壓，部分分裂型參閱圖 11， 850mb 斜壓區遼闊，空間正距平區向西位移，地面高壓中心位於斜壓區之北側，該中心跨越斜壓區向西南位移，然後分裂形成一「四川高壓」，當該高壓東移時，臺灣本島常有連續數日「風和日麗」

之晴天；母高壓則在新疆省境內先呈滯留，後再北增強移，形成另一次寒潮，或東南向位移成移動高壓。

上述(二)(三)兩類型常於每年一月與二月中、上旬出現，其個別頻率雖無顯著差別，唯每一型態有連續出現之可能，此點富有預報價值，如民國 52 年一月有顯著寒潮兩次，圖 12，蒙古高壓中心均向西

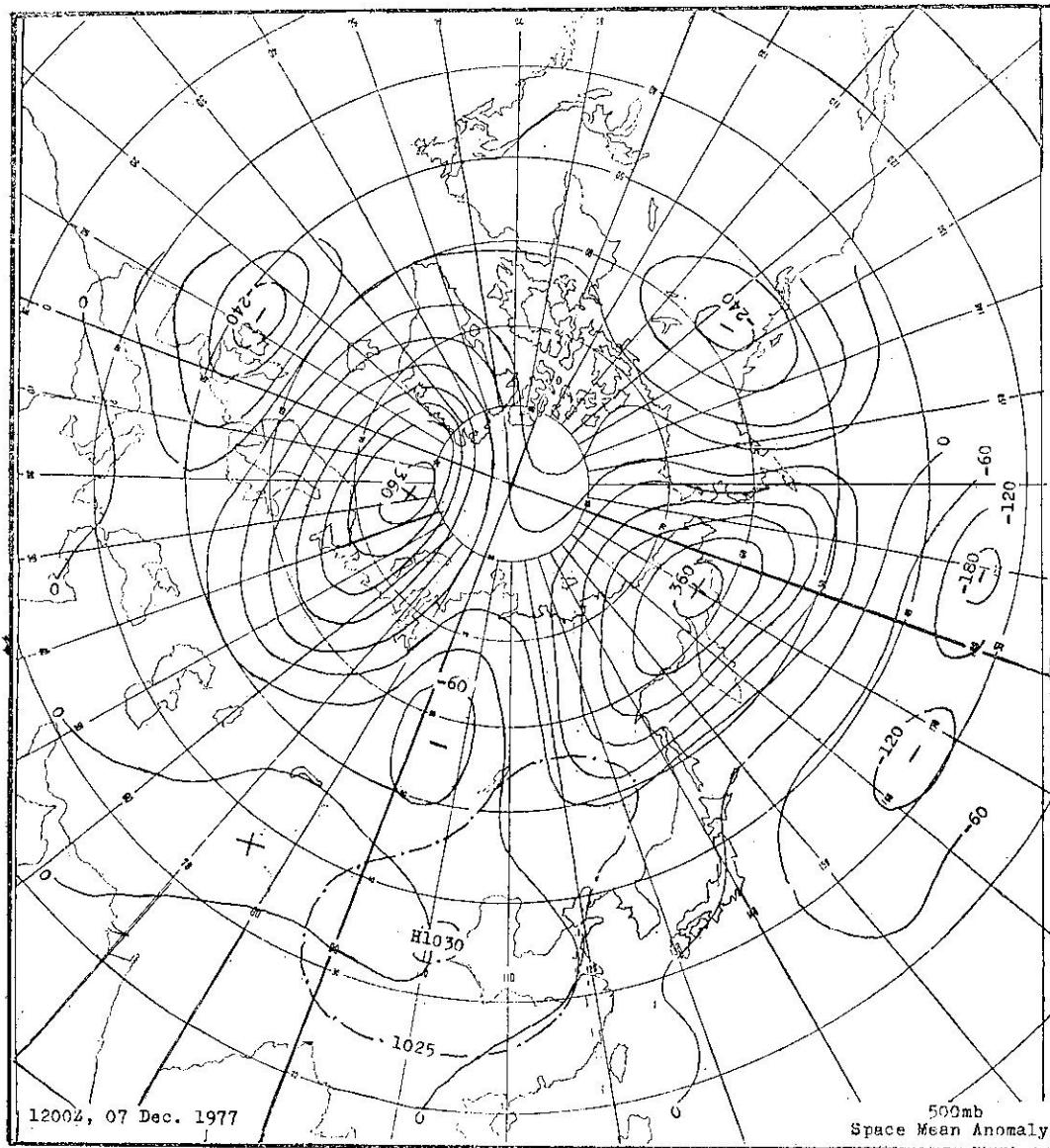


圖16 繞北極圈二波型態圖，貝加爾湖西側為空間負距平區，西伯利亞高壓中心（段點線）偏南，臺灣區天氣良好，冬季氣溫偏高。若北歐空間正距平中心與貝加爾湖西側空間負距平中心均偏東四十經度，則臺灣冬季若寒且雨量多。

南位移，臺灣一月份天氣良好，溫度偏低且雨量亦偏低，臺北月雨量僅 26.3 mm。但於 53 年一月後半月，連續有三次寒潮襲臺，屬滯留型，臺北月雨量高達 239.4mm，圖 13，破歷年元月份雨量紀錄。當第二類型寒潮出現時，西伯利亞西部上空之空間正距平區呈滯留狀；若該正區西向位移，則蒙古高壓中心將向西南移動；又若向東或漸消失，則呈

移動高壓型。空間距平圖之其他型態，請參閱圖 14 至 18。

九、結論

寒潮屬大幅度氣壓系統，分析此種幅度之天氣以應用空間距平法為宜。當裏海與浙地島間之區域內有正距平中心出現，呈橢圓型，其長軸向東北伸

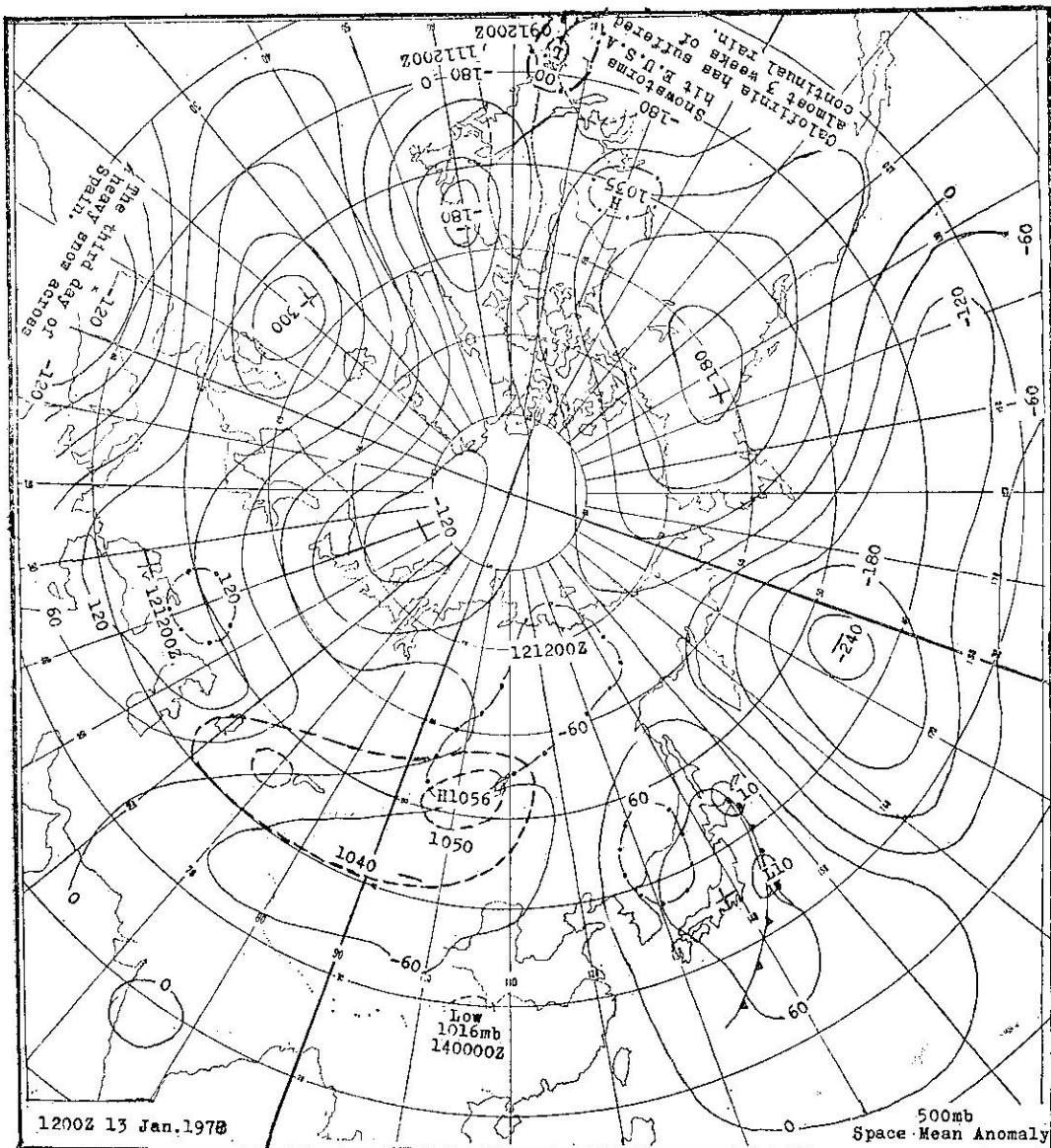


圖17 段點線 (121200Z) 正、負空間距平中心；因日本東方近海之氣旋位於空間正空間距平區，故不發展。貝加爾湖西側 1050mb 高壓中心因裏海區橢圓型正空間距平區支持故可維持其強度，華西低壓 (1016mb) 因有其西北方負空間距平中心存在，有利該氣旋生成與發展，導引寒潮南下。

展，並逐日增強，乃為寒潮爆發前最常見之天氣圖型態。同時亞洲大陸東側沿海應有一負距平區，以利氣旋之發展，導引寒潮南下；但若日本海地區目前為正距平，我國東南沿海必有一發展迅速之氣旋出現，以改變距平位相，並伴有激烈天氣。

當貝加爾湖西側之正距平區西移，並稍減弱時，蒙古高壓中心將向西南位移至新疆省境內，同時

分裂高壓沿長江東移至東海與日本南方海域，臺灣天氣良好，晚間氣溫偏低。如該距平中心呈滯留，則蒙古高壓亦呈滯留，雖有分裂高壓中心由華北東移出海至日本，但臺灣北部天氣轉晴之機會不大。當距平中心於原地消失或東移時，蒙古高壓將成為一移動高壓，由華北或長江口出海，臺灣北部天氣全視該高壓中心東移之路徑不同而有異。

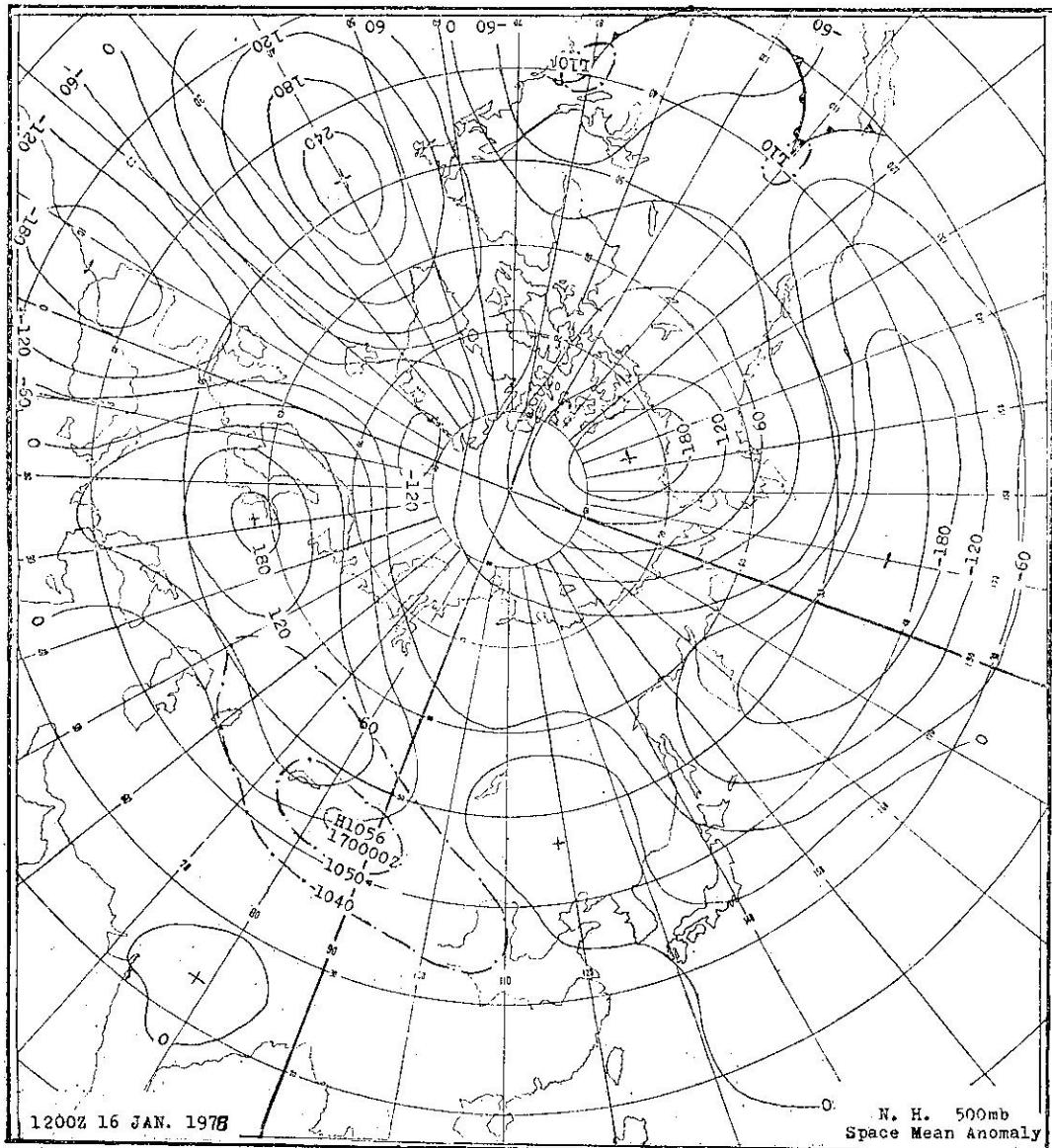


圖18 寒潮影響臺灣時空間距平圖之另一型態，段點線表示西伯利亞高壓中心與 1040mb 等壓線所圍之高壓區型態。印度區之距平中心對於臺灣天氣十分重要，如為負距平，則臺灣多雨；如為正距平，則臺灣雨量少。

十、參 考 文 獻

Martin, D. E., 1956: Forecasting Rules and Techniques Used in Tokyo WX Central, First WX Wing, Special Study 105-2.

顏俊士，民國 50 年：臺灣之寒害，氣象學報，第 7 卷，
2 期，P 24。

王崇岳，民國 60 年：西伯利亞高壓中心運行之客觀預報
法，氣象預報與分析，第 54 期，P 1-7。

新店溪流域降水量與流量之研究

(流量部分)

*A Research of Precipitation and Runoff in
Hsin-Tien Watershed (Runoff Part)*

郭文鑑 W. S. Kuo 蔣志才 C. T. Chiang 朱曙光 S. G. Chu

新店溪流域之降水部分已分颱風、鋒面與雷雨三方面詳細討論，本部分研究偏重於有關流量與蒸發量，集流時間與乾濕發生頻率，其研究的方法步驟與結果分述於後：

一、蒸發量之估計

蒸發在水文循環中 (Hydrological Cycle) 無時不在進行，對於整個流域之水量而言是一種損失 (Loss)，如果能够有效的估計蒸發量的多寡，對於整個流域的水文經營 (water management) 作業上有很大的助益，本節研究是以每日蒸發量為基礎，以最小平方法 (method of least squares) 求得

新店溪上游與下游蒸發量之二次相關方程式，由此方程式可以用臺北當日的蒸發量推算出上游之蒸發量，提供有關單位作業參考。

1. 資料統計與分析

蒸發量每日資料，以測站分佈情況，紀錄時間與連續性而言，僅有臺北，福山與乾溝三個測站比較完整，計有1966年至1976年間最近11年之每日紀錄，故選用該三地1966至1975年資料作分析並以1976年資料作校驗，以臺北測站代表新店溪下游之蒸發情形，福山代表南勢溪，而乾溝代表北勢溪。上述測站每月歷年統計如下表 (附表1)：

表 1. 新店溪流域月蒸發量紀錄

測站	標高	紀錄年限	月平均蒸發量 mm												年蒸發量	最高月	最低月
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
臺北	8 m	1897													65.0 1327.7	7	2
		1976	62.5	61.5	82.1	101.1	125.4	139.1	173.1	172.6	146.7	114.7	83.9				
乾溝	120 m	1954													867.3	7	1
		1976	27.8	32.7	49.5	74.2	87.0	97.8	141.3	132.8	99.6	56.8	38.3				
福山	420 m	1954													765.5	7	1
		1976	28.9	30.9	46.5	70.5	72.5	85.1	128.2	107.8	79.6	50.2	36.1				

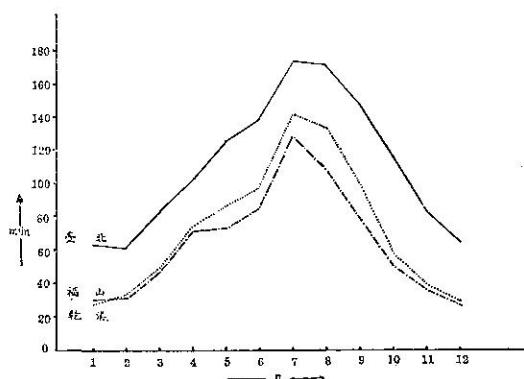


圖 1. 月平均蒸發量

表列臺北測站標高8公尺，平均年蒸發量為1327.7 mm，乾溝標高120公尺，年蒸發量為867.3 mm，福山標高420公尺，年蒸發量為765.5 mm。蒸發量隨高度而遞減。

至於每月平均蒸發量圖1顯示各月分佈的情形，三個測站蒸發量最高的月份都集中在7月份，最低集中於1或2月份。因為造成蒸發物理現象的要素是水汽壓，而水汽壓 ($e = \rho_v R_v T$) 與溫度關係最為密切，而溫度則與季節及高度有關，氣溫通常在7、8月份最高，最低在1或2月，與月蒸發量之多寡相合，同時氣溫隨著高度而降低，亦與測站高度之增加

而造成蒸發量之減少相一致。

2. 研究方法與結果

臺北測站係每日 24 小時觀測，山區觀測站既稀而觀測次數亦較少，所以研究的方法是將臺北，乾溝與福山最近 10 年每日之蒸發量資料作統計求得二次相關方程式，用以估計新店溪上游北勢溪與南勢溪每日之蒸發量，再以 1976 年之資料校驗其結果。所應用之二次曲線相關方程式為：

$$Y = a + bX + cX^2$$

以最小平方法之原理，上述二次曲線之標準方程式為：

$$\begin{cases} na + b\sum X + c\sum X^2 = \sum Y \\ a\sum X + b\sum X^2 + c\sum X^3 = \sum XY \\ a\sum X^2 + b\sum X^3 + c\sum X^4 = \sum X^2 Y \end{cases}$$

解上列聯立方程式，可求得 a, b, c 三未知數，再將 a, b, c 之數值代入二次曲線相關方程式，即為所求之蒸發估計量。由於三個測站之 10 年期間蒸發量資料繁多，計算步驟首先將每日資料打成卡片，經過程式設計後利用行政院主計處之 IBM 370 電子計算機求得方程式如下：

(1) 以臺北測站估計乾溝蒸發量之二次方程式為：

$$Y_A = -0.60 + 0.95X - 0.02X^2$$

(2) 以臺北測站估計福山蒸發量之二次方程式為：

$$Y_B = 1.19 + 0.22X + 0.01X^2$$

根據上述二方程式，將臺北測站 1976 年每日之蒸發量資料代入，可以求得乾溝測站蒸發量之估計值 Y_A ，亦可求得福山測站蒸發量之估計值 Y_B ， Y_A 與 Y_B 兩估計值與 1976 年乾溝與福山兩地每日實測之蒸發量比較如圖 2 與 3。圖中之縱座標為二次方程式計算所得之估計蒸發量，橫坐標為實測之蒸發量，單位為 mm，45 度線表示估計值與實測值相等時之軌跡，根據圖 2 福山測站 366 個點分佈情形顯示，以二次方程式估計福山每日之蒸發量在 2 mm 以下時，估計值稍偏高，而在 4 mm 以上時偏低，其平均誤差約在 1 mm 左右，根據圖 3 乾溝測站 1976 年每日蒸發量與估計蒸發量各點分佈情形顯示，其分佈狀況較分散，估計值平均起來偏高，其平均誤差約在 2 mm 左右。

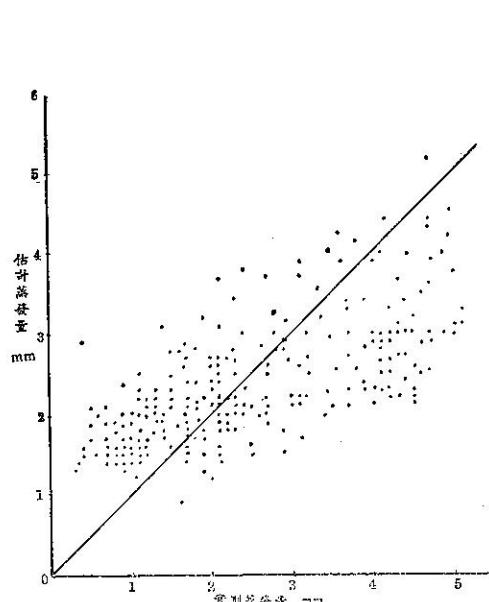


圖 2. 福山蒸發量檢驗圖

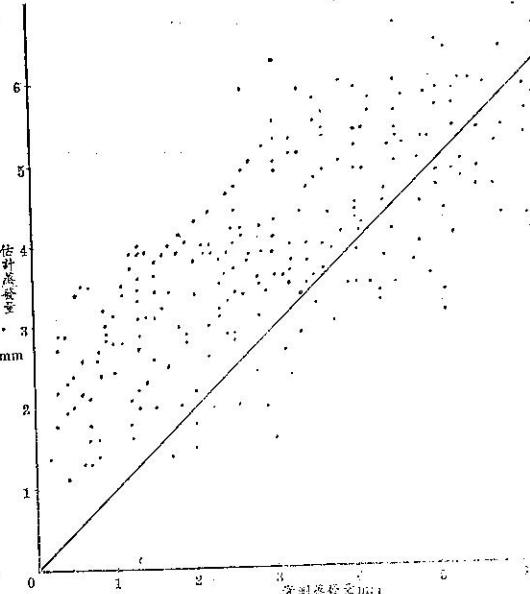


圖 3. 乾溝蒸發量檢驗圖

二、集 流 時 間

流量 (runoff volume) 對發電、灌溉、防洪與供水等，均有密切的關係，一個流域的流量由上游流動至下游所需要的時間，稱為延遲時間 (time lag)，其影響延遲時間的因素有氣象與河川特性兩大部分，如需估計延遲時間可從流量歷線 (Hydrograph) 或水位歷線著手，因為流量或水位歷線也由氣象因素 (如降水、蒸發等) 與河川性質 (積水面積、深度、入滲、吸收、坡度……等) 計稱的河床形狀與粗糙係數支流密度結果，互相關連。

1.統計結果與分析

新店溪主流係由北勢溪與南勢溪兩支流在龜山匯合，再下游至江子翠入淡水河全長約 30 公里，平均坡度為 $1/600$ ，由於河川坡陡流急，上游山區降雨在短暫數小時內可以迅速流達下游地區，所以計算延遲時間所使用的資料也應以每小時之記錄為妥。為之，筆者曾赴臺灣電力公司與水利局翻閱新店溪流域各水文站之紀錄情形，選用福山，乾溝與中正橋三個水文測站洪水期之每小時水位高度，並繪歷線圖求取延遲時間，由於中正橋水文站在颱風期間河水氾濫時方有紀錄，所以使用的紀錄，雖自 1968 年開始至 1977 年共 10 年期間，可是只有 8 個颱風之每小時記錄。例如：1977 年 7 月 31 日 9 時起薇拉颱風雨量所造成福山，乾溝與中正橋三個水文站每時之水位高度歷線圖如附圖 4。圖示福山最高水位時間發生在 7 月 31 日

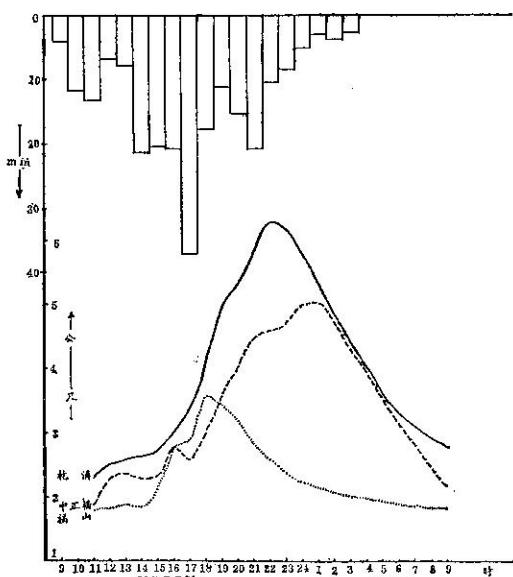


圖 4. 薇拉颱風水位歷線圖

18 時，乾溝發生在 7 月 31 日 22 時，而中正橋發生時間在 8 月 1 日 1 時。換言之此次颱風所造成新店溪水位的上升，由福山至中正橋歷時 7 小時，由乾溝至中正橋歷時 3 小時。圖 4 上面的坐標表示、每小時平均降雨量之分佈，亦可以代表平均降雨強度，其計算的方法是將福山，乾溝與中正橋三測站每小時之雨量加以平均，求得每小時平均雨量標示之，平均降雨強度最大時間發生在 7 月 31 日 17 時，降雨量為 37.4 mm，它與福山最高水位發生時間相差僅 1 小時，與乾溝最高水位時間相差 5 小時，與中正橋最高水位時間相差 8 小時。雨量與流量延遲時間有異，其原因流域面積的大小為其一。其他如降雨移動的方向，風向風速等氣象因素，還有河川物理特性等亦不可忽視。

自 1968 年起至 1977 年止 10 年中 8 個颱風每小時雨量分佈與水位高度之歷線圖如本篇後面之附錄，其上游與下游水文測站所求得之延遲時間如表 2。

由表 2 察知由福山至中正橋最高水位延遲時間平均為 3 小時，由乾溝至中正橋平均為 2 小時 15 分，每小時平均最大降雨量發生時至福山最高水位之延遲時間平均為 2 小時 30 分，至乾溝最高水位時間平均為 4 小時 37 分，至中正橋最高水位時間平均為 7 小時。由此可見最大降雨發生新店流域上游至下游之洪水流量速度迅速，洪水預報之時間分秒必爭。

2.檢 討

新店溪上游至下游最高水位平均延遲時間，每小時平均最大降雨量發生時間，各水文測站最高水位間之平均延遲時間，在洪水預報作業上，為一項重要的考慮因素，本篇研究受資料之限制，僅有 8 個颱風每小時之記錄作精確之仔細研究分析，有無米炊之感。

臺灣省水利局已於民國 66 年建立淡水河洪水預報中心，在預報系統內設立雨量站與水文站八站，每小時資料均有紀錄，希望以後能有更多的資料計算統計，修正目前之估計數字，可以提供更有效之洪水預報參考資料。

三、乾濕發生頻率

新店溪河水流量受颱風降雨影響多集中於夏秋兩季，乾旱大多發生於冬春之際。此等水文事件可假設彼等符合和機率原理，並且以統計推估方法，分析過去水文資料以推定未來可能之趨向，為達到實用的目的，以極端值理論作為分析方法，本節研究河川的年最大日流量與最小日流量將分別討論之。

表 2. 新店溪雨量與水位延遲時間

颱風名稱	起止時間	平均一小時最大降雨		最高水位時間			水位延遲時間		最大降雨與最高水位延遲時間		
		時間	量	福山	乾溝	中正橋	福山—中正橋	乾溝—中正橋	福山	乾溝	中正橋
艾琳	1968 9. 30. 1300 10. 1. 1500	30日 1000	37.8 mm	缺	30日 2400	1日 0100		1 hr		14:00	15:00
艾爾西	1969 9. 26. 2100 9. 28. 0800	26日 2400	43.7 mm	27日 0200	27日 0100	27日 0330	1:30	2:30	2:00	1:00	3:30
美勞西	1968 10. 2. 1700 10. 5. 1600	4日 0300	23.3 mm	4日 0600	4日 0500	4日 0630	0:30	1:30	3:00	2:00	3:30
美安	1969 9. 6. 2200 9. 7. 2000	6日 1900	30.6 mm	6日 2400	6日 2200	6日 2430	0:30	2:30	5:00	3:00	5:30
艾妮絲	1971 9. 17. 2400 9. 19. 0500	18日 1800	29.1 mm	18日 1900	18日 2000	18日 2200	3:00	2:00	1:00	2:00	5:00
貝蒂	1972 8. 16. 1500 8. 18. 0900	26日 2400	30.3 mm	缺	17日 0400	17日 0700		3:00		4:00	7:00
畢莉	1976 8. 9. 2200 8. 10. 1200	9日 2100	37.0 mm	9日 2400	10日 0300	10日 0530	5:30	2:30	3:00	6:00	8:30
薇拉	1977 7. 31. 1100 8. 1. 0900	31日 1700	37.4 mm	31日 1800	31日 2200	1日 0100	7:00	3:00	1:00	5:00	8:00
平均							3:00	2:15	2:30	4:37	7:00

表 3. 新店溪流域水文測站月流量統計

測站 名稱	流域 面積 Km ²	紀錄 年限	月平均流量 CMS												年 平均	最高 月	最低 月
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
福山	160.40	1938-1976	13.23	11.84	10.72	8.70	10.32	17.57	17.87	23.83	36.09	32.51	23.11	16.74	18.57	9	4
		百分比%	6.0	5.3	4.8	3.9	4.7	7.9	8.0	10.7	16.2	14.6	10.4	7.5			
乾溝	258.00	1942-1976	20.47	20.49	15.19	12.05	18.67	25.45	20.73	23.92	45.88	41.17	33.41	26.26	25.30	9	4
		百分比%	6.7	6.8	5.0	4.0	6.0	8.4	6.8	7.9	15.1	13.6	11.0	8.7			
秀朗橋	750.76	1970-1976	70.88	49.23	65.51	48.88	53.81	102.35	58.12	59.93	183.82	194.48	103.69	79.52	89.23	10	4
		百分比%	6.6	4.6	6.1	4.5	5.0	9.6	5.4	5.6	17.1	18.2	9.9	7.4			
平均百分比(%)			6.4	5.6	5.3	4.1	5.2	8.6	6.7	8.1	16.1	15.5	10.4	7.9		9	4

1. 資料統計與分析

由於新店溪流域內水文測站每日流量觀測記錄時間的限制，本節分析選用福山，乾溝與秀朗橋三個測站的記錄為基礎。

該三站每月流量歷年統計如附表 3。

由表 3 可以看出流量最高的月份都集中在 9 或 10 月份，而流量最低的月份都在 4 月份，根據民國 66 年 10 月份，經濟部水資源統一規劃委員會編刊的「臺灣水文圖」中說明，臺灣地區的河川在每年 5 月至 10 月份之間水量充沛，稱之為豐水期，而 11 月至次年 4 月水量較少，稱之為枯水季，其中最高流量在 9 月份佔全流量之 16.1%，最低流量在 4 月份全流量之 4.1% 每月平均最大流量為最小流量之四倍。福山地區豐水期流量佔全年的百分之 62.1，乾溝佔百分之 57.9，秀朗橋佔百分之 60.9，其分配情形如圖 5，豐水期主要由於颱風、雷雨而造成，尤其是颱風影響更大，而在枯水期間，北部地區冬季東北季風盛行，雖雨量不大，可是雨日較多，再加上早期梅雨和地形的因素，新店溪流量佔全年流量百分比 4.1 至 10.4 之間，此期間遠不若臺灣西南部各河流旱象嚴重，原因在此。

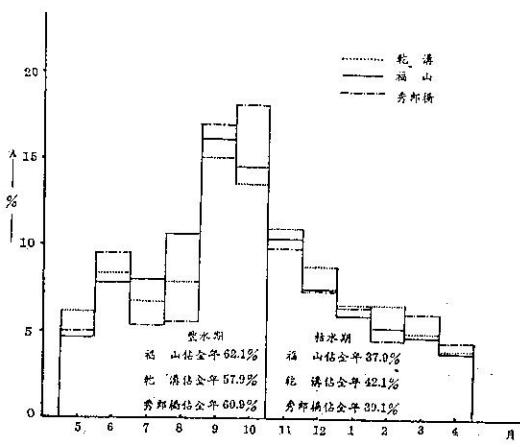


圖 5. 新店溪流域流量分配圖

為了求取新店溪上游與下游流量的關係，將 1970 至 1976 年乾溝，福山與秀朗橋三地每月平均流量加以統計，所求得之直線相關方程式如下：

$$\text{秀朗橋月平均流量 } Q_s = 30.8 + 3.1 Q_F$$

$$Q_F \text{ 福山月平均流量}$$

$$\text{秀朗橋與福山月平均流量相關係數}$$

$$r_{sf} = 0.785$$

$$\text{乾溝月平均流量 } Q_s = 35.6 + 1.9 Q_k$$

$$Q_k \text{ 乾溝月平均流量}$$

秀朗橋與乾溝月平均流量相關係數

$$r_{sk} = 0.675$$

由上列方程式可以得知由南勢溪的福山水文測站到新店溪下游之秀朗橋測站每月平均流量相關達 0.785，另外由北勢溪的乾溝測站到秀朗橋之相關達 0.675，雖然統計的年份只有 7 年，但可以看出新店溪上游與下游之月平均流量相關很大。

2. 研究方法與步驟

本研究主要利用極端值分佈之理論，分析新店溪流域福山與乾溝兩水文站之洪水流量頻率及乾涸流量頻率。水文資料由臺灣電力公司所整理之流量年表中選取，選取時間由 1958 至 1976 年共計 19 年，水文頻率分析包括最大流量與最小流量兩項，最大流量頻率實屬洪水頻率之分析，資料選用測站年第 1、2、3 日最大流量數為樣本，19 年共有 57 個；最小流量亦即乾涸頻率，由於每年最小與次小之日流量相差極微，如採用同上測站之年最小日流量為基礎，19 年中只有 19 個數值。

極端值的分析，係以統計量由最大（或最小）值排列順序之極限分佈而言，其方法乃將其統計量假設為一適當分佈函數，再由此分佈函數及參數之平均值，標準差，及差異量等關係外推某種計量可能發生的頻率，甘保 (E. J. Gumbel) 氏用極端值第一類分佈 (Extremal type I distribution) 做洪水頻率分析極為成功，其理論步驟分述如下：

第一類指數型式之極端值分佈可由下列方程式表示：

$$P(X) = \text{EXP} \{-\text{EXP}[-\alpha(X-\beta)]\} \dots (1)$$

α ：尺度參數 (Scale parameter)

β ：位置或中央值參數 (Location or Central Parameter)

設 $\alpha(X-\beta)=Y$ ， Y 為改化變量 (Reduced Variate) 或稱轉變參數 (Transformed Parameter)，式(1)可寫為

$$P(X) = \text{EXP}[-\text{EXP}(-Y)] \dots (2)$$

甘保氏利用統計動差原理 (Moments Theorem)，導出分析樣本之平均值 μ ，標準差 σ 及中位數 M 分別為

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \beta + \frac{0.5772}{\alpha} \\ \sigma &= \sqrt{\frac{\pi}{6\alpha}} = \frac{1.2826}{\alpha} \\ M &= \beta + \frac{0.3665}{\alpha} \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

因假設改變量 $Y = \alpha(X - \beta)$ ，故將(4)的值代入得

$$Y = \frac{1.2826}{\sigma} (X - \mu + 0.45005 \sigma) \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{即 } Y = \frac{\sigma X}{1.2826} + \mu - 0.45005 \sigma$$

由(6)式可知，極端值第一類分佈結果可將某水文事件 X 與其相應之改造變量 Y 做成一線性方程式，
 $\frac{1}{\alpha}$ 為此方程式之迴歸係數斜率， β 為當 $Y=0$ 時 X 之截距。(6)式為甘保氏第一類極端值分佈之基本解，實際應用上，可由水文資料計算各最大極端值之平均

表 4. 年第一第二及第三最大日流量

年 份	福 山 (CMS)			乾 溝 (CMS)		
	最 大	第 二	第 三	最 大	第 二	第 三
1976	286.95	226.45	115.85	371.87	271.42	130.11
1975	316.02	123.04	121.84	394.73	267.80	196.33
1974	262.00	228.00	221.00	1006.00	401.40	265.90
1973	430.60	372.00	205.00	619.00	423.80	267.00
1972	730.00	201.00	137.50	611.46	478.90	360.00
1971	392.42	372.43	327.02	781.41	673.40	501.21
1970	239.15	168.89	129.42	424.33	387.50	275.50
1969	635.00	430.00	252.00	1165.00	1065.00	715.00
1968	447.00	350.00	241.00	960.00	335.00	330.00
1967	280.00	217.00	205.00	635.00	510.00	505.00
1966	150.00	113.00	109.00	675.00	372.00	350.00
1965	188.00	114.00	73.50	425.00	177.00	165.00
1964	138.00	122.00	122.00	283.00	136.00	99.00
1963	1360.00	534.00	265.00	1175.00	405.00	174.00
1962	480.00	191.00	189.00	1020.00	381.00	380.00
1961	843.00	108.00	88.00	480.00	378.00	347.00
1960	223.00	118.00	110.00	580.00	475.00	270.00
1959	118.00	88.50	86.00	530.00	460.00	410.00
1958	140.00	123.00	98.00	650.00	300.00	285.00

表 5. 乾灘 1958-1976 年 最 大 日 流 量 頻 率

分組	分組 下限	由公式(5)求得 Y 值	由公式(2)求得 $57 \exp[-\exp(-Y)]$	頻率		
				計算值	實際值	100 年內 可能值
100 CMS 以下				1.8	1	3.2
100-199	100	-1.2386	1.81	5.2	6	9.2
200-299	200	-0.7364	7.06	9.1	9	16.1
300-399	300	-0.2343	16.01	10.4	12	18.4
400-499	400	0.2679	26.52	9.4	10	16.6
500-599	500	0.7701	35.88	7.2	5	12.7
600-699	600	1.2723	43.07	5.0	6	8.3
700-799	700	1.7744	48.11	3.3	2	5.8
800 以上	800	2.2760	51.44	5.1	6	9.0
合計				56.5	57	

數 μ 及標準差 σ 代入(4)式求得 α, β ，再代入(6)式即可求出理論之頻率方程式。或由(5)式求得之 Y 值代入(2)式求得 $P(X)$ ，再乘以資料選用個數 N ，可得頻率分佈之面積，將此面積數值減去前項面積值，就可得到出現頻率之次數。

3. 洪水流量頻率分析

首先統計乾溝 19 年內每年第一、第二與第三最大日流量合計 57 個資料，如表 4，求得其平均值為 $\mu = 461.55$ ，標準差為 $\sigma = 255.49$ 。其次將 57 個資料分為 9 組，利用此 9 組之下限值代入公式(2)(5)中，即可求得理論頻率分配值。其計算結果與實際頻率之比較如表 5。由於乾溝流量自 800 CMS 至最高 1175 CMS 之組距中分配情形非常不均勻，所以將超過 800 CMS 之流量均列入一個組距，頻率實際值共計 6 次，計算頻率係將超過 800 CMS 之流量，以間距 100 CMS 逐項計算，至計算頻率值小於 1，其總和列入 800 CMS 以上之組距內，共計 5.1 次。由表 5 得知乾溝年最大日流量實際頻率分配情形與理論所示。結果常符合，並由表 5 求得之估計頻率值可以推算 50 年，100 年 500 年或更長年限所出現之頻率次數。例如：100 年內可能出現 700~779 CMS 流量之頻率次數依表(5)中之比例計算為 $\frac{3.3}{56.5} = \frac{X}{100}$ ，得 $X = 5.8$ (次)。表 5 之計算值對於水利規劃與水文經營上之

助益良多。

洪水頻率方程式計算方法是以公式(4)與(6)為基礎，將乾溝 57 個資料求得之平均值與標準差代入公式(4)中可求得 α 與 β 值，再將其代入公式(6)中，即可得出乾溝之洪水頻率方程式為：

在水文計算中，改化變量 Y 值與重現週期 (return period) 之關係一定，可以從下列公式中計算。

$$Y = -\ell_n[-\ell_n(1 - \frac{1}{T})] \dots \dots \dots (8)$$

如果想要得到 100 年重現週期水文事件之 Y 值，將 $T=100$ 代入上式可得 $y=4.61$ 。同樣的方法可求得 500 年及 1000 年之重現週期 Y 值為 6.20 及 6.89，Y 值由公式(8)求得後再代入公式(7)，即可求得某一特定之重現週期與乾溝的洪水量。

依照同樣的方法逐步計算如表(4)中所列福山 19 年內每年第一、第二與第三最大日流量 57 個資料之洪水頻率。首先求得其平均值為 $\mu = 262.40$ ，標準差 $\sigma = 225.05$ ，其次將 57 個資料分為 15 組，以各組之下限值代入公式(2)(5)中，即可求得理論頻率分配值，為求取與理論頻率相近似分配，曾將福山 57 個資料做多次的分組實驗，最後求得以 50CMS 為間隔之組距最為恰當，其計算之結果與實際頻率比較如表 6，

表 6. 福山 1958-1976 年最大日流量頻率

分組	分組下限	由公式(5)求得Y值	由公式(2)求得 $57 \exp(-\exp(-Y))$	頻率		
				計算值	實際值	100年內可能値
125 以下				16.5	18	29.5
125-174	125	-0.2063	16.5	6.3	6	11.3
175-224	175	0.0787	22.8	5.7	9	10.2
225-274	225	0.3638	28.5	5.1	7	9.1
275-324	275	0.6488	33.6	5.2	3	9.3
325-374	325	0.9339	38.8	3.4	4	6.1
375-424	375	1.2189	42.2	3.4	1	6.1
425-474	425	1.5040	45.6	2.9	3	5.2
475-524	475	1.7890	48.5	1.7	2	3.0
525-574	525	2.0741	50.2	1.7	1	3.0
575-624	575	2.3591	51.9	1.4	0	2.5
625-674	625	2.6442	53.1	0.9	1	1.6
675-724	675	2.9292	54.0	0.8	0	1.4
725-774	725	3.2143	54.8	0.5	1	0.9
775 以上	775	3.4993	55.3	0.5	1	0.9
合計				56.0		

表 7. 年極端最小日流量

站名 \ 年次	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
福山 (CMS)	3.40	3.85	6.60	4.50	5.90	2.59	3.50	5.35	4.85	4.05
乾溝 (CMS)	2.00	0.10	2.70	2.15	2.60	1.00	0.33	2.25	0.33	1.85
站名 \ 年次	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
福山 (CMS)	3.30	3.05	4.48	4.05	2.55	3.25	1.45	3.75	3.20	
乾溝 (CMS)	2.00	2.28	1.97	1.27	1.80	2.02	1.80	2.40	2.00	

由表 6 可以看出流量愈大時，所計算之最大頻率出現值與實際之頻率值愈接近，在表中最後一項為 100 年內出現每組流量之頻率，其計算方法亦依上述比例法所求得。

根據公式(4)(6)及 57 個水文資料之平均值與標準差求得福山測站之洪水頻率方程式為

$$Q_{FP} = 175.46Y + 161.12 \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

由表(6)可以求得福山每一組距，重現週期與洪水頻率次數，同時依據公式(9)可以求得任何重現週期洪水量之多寡。

4. 乾涸流量頻率分析

福山與乾溝兩地乾涸流量分析所使用之資料係用 1958 至 1976 計 19 年，以每年極小日流量為主，所用之數值如表(7)所示。

由表 7 得知年極端最小日流量數值之差距，福山由 2.55 至 6.60 CMS，乾溝為 0.10 到 2.70 CMS，由於河川乾涸期水量變化之幅度很小，不易分組計算，故統計分析時僅求乾涸頻率之方程式；首先求得福山年極端最小日流量之平均值 $\mu = 4.02$ ，標準差為 $\sigma = 1.076$ ，乾溝之平均值為 $\mu = 1.73$ ，標準差為 $\sigma = 0.768$ 。

再將所求得之數值代入公式(4)(6)中，即可求得兩地流量之乾涸頻率方程式如下：

$$Q_{KN} = 0.60Y + 1.38 \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

$$Q_{FN} = 0.84Y + 3.54 \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

公式(10)為乾溝之乾涸頻率方程式，而公式(11)為福山之乾涸頻率方程式，依此兩個方程式可以大約估計在某一個重現週期中河水乾涸之程度，這些研究之結果對於水壩之設計及供水經營，均有很大之助益。

結論

本部分研究之蒸發方面是以臺北，乾溝與福山三個測站 1966 至 1975 年最近 10 年每日之資料作統計分析，求得之二次相關方程式為：

$$Y_A = -0.60 + 0.95X - 0.02X^2$$

$$Y_B = 1.19 + 0.22X + 0.01X^2$$

根據上列方程式，將臺北測站 1976 年每日之蒸發資料代入，可求得乾溝站蒸發量估計值 Y_A 與福山站蒸發量估計值 Y_B ，其平均誤差乾溝站為每日 2mm 左右，福山站為每日 1 mm 上下。

集流時間方面，由每小時流量及雨量資料統計結果，求得福山至中正橋最高水位時間延遲平均為 3 小時，乾溝至中正橋平均為 2 小時 15 分，最大降雨量發生時間至福山最高水位之延遲時間平均為 2 小時 30 分，至乾溝最高水位時間平均為 4 小時 37 分，至中正橋最高水位時間為 7 小時。

洪水頻率方面，由乾溝與福山最近 19 年內每年第一，第二與第三最大日流量合計 57 個資料推算其頻率方程式為：

$$Q_{KP} = 199.20Y + 346.57$$

$$Q_{FP} = 175.46Y + 161.12$$

另外在乾涸發生頻率方面，由於河川乾涸期水量變化幅度很小，資料係採用最近 19 年中每年極小日流量為主，其推算之方程式為：

$$Q_{KN} = 0.60Y + 1.38$$

$$Q_{FN} = 0.84Y + 3.54$$

此次研究流量部分之資料為數太少，將後如能增加資料，各項推算結果之精確度。可以相對的稍微提高。

致 謝

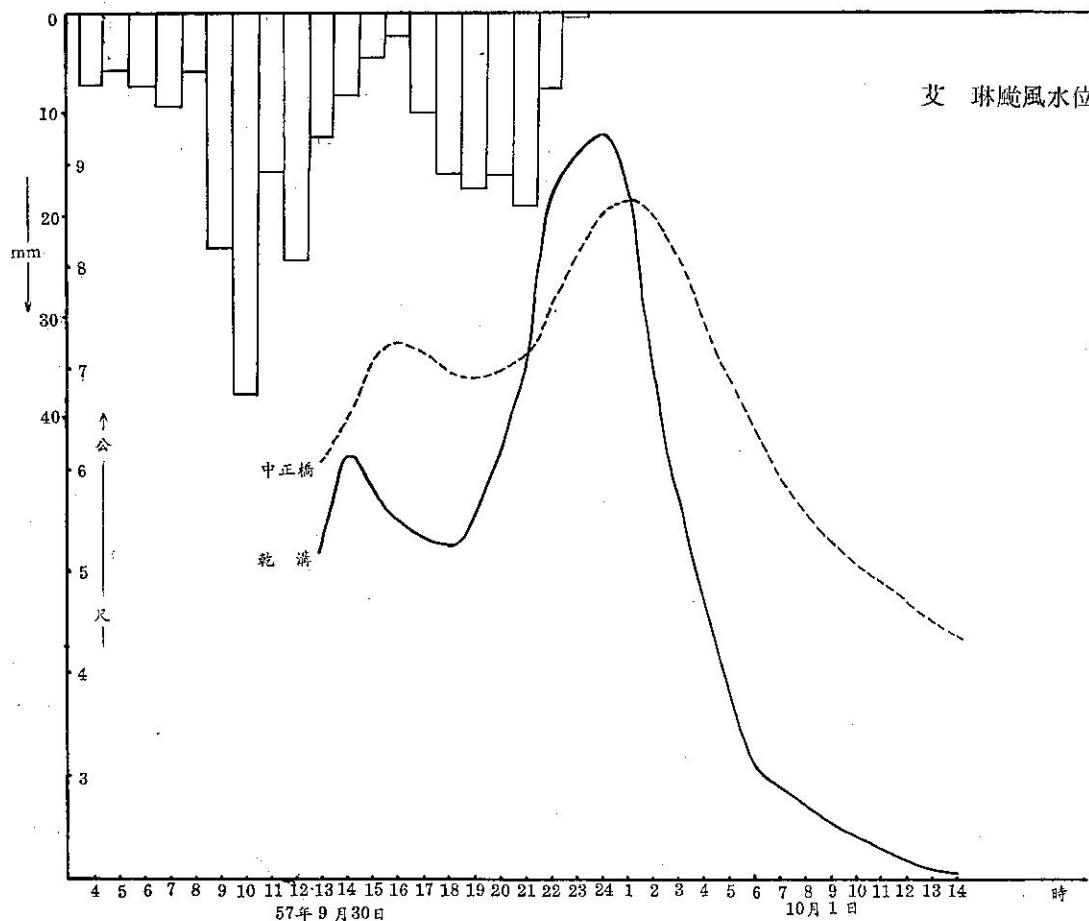
本研究計劃承蒙陳泰然博士賜予寶貴之意見，指導研究方向，有關資料之蒐集，蒙臺灣電力公司電源勘察隊與臺灣省水利局之協助，電子計算機之程式設計蒙蕭長庚先生之指導，資料處理利用行政院主計處資料處理中心之 IBM 370 機器作業，並且本研究計劃獲行政院國家科學委員會之補助始得完成。特此申謝。

參 考 文 獻

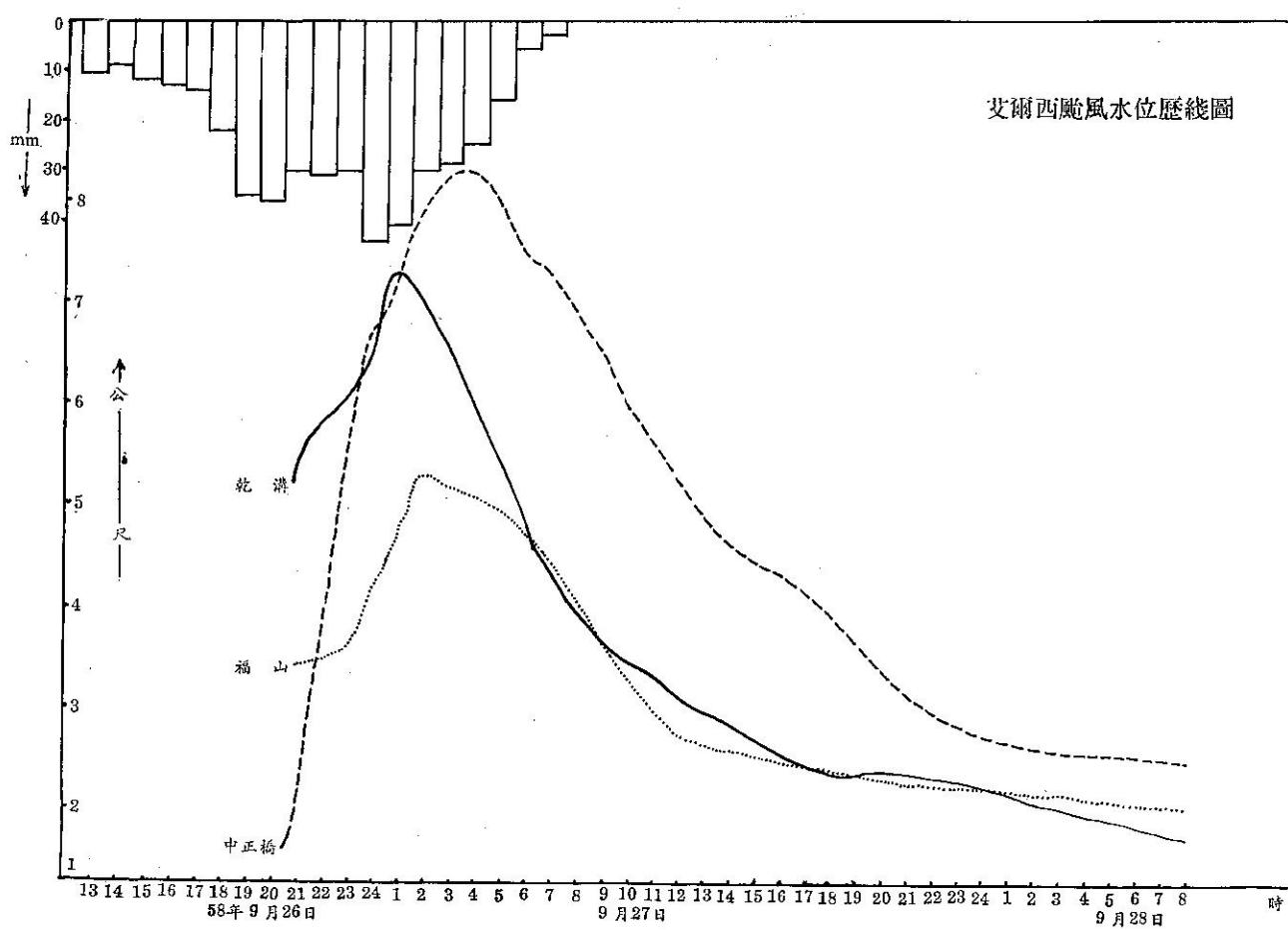
1. Chiang S. L. (1971), "Calibration of watershed Wetness and Prediction of Flood Volume from Small Watershed in Humid Regions" PH. D. Dissertation, The Pennsylvania State University, p78-103.
2. Chow V. T. (1964), "Handbook of Applied Hydrology" McGraw Hill Book Company Inc. New York p8-23 p8-26.
3. Ferraris C. C. (1971), "An Analysis of Rainfall and Floods in the Pampanga River Basin" WMO/UNDP Project Technical Series No. 8 P40-72.
4. Palmer O. Johnson (1961), "Statistical Methods in Research" Prentice-Hill Inc. Englewood Cliffs N. J. p327-357.
5. Wiesner C. J. (1970), "Hydrometeorology" Chapman and Hall Ltd. London p190-243.
6. WMO Technical Note No. 98, (1969) "Estimate of Maximum Floods"
7. 曲克恭 (1971) 「臺北盆地颱風降雨量之計算與預報方法」氣象學報第 17 卷第三期 P32-49。
8. 林則銘 (1976) 「危害飛行氣象因素客觀預報之研究～雷雨部分」氣象預報與分析第 69 期 P1-20。
9. 吳宗堯、戚啓勳 (1973) 「用比擬法預估颱風侵台期內之降水量」氣象學報第 19 卷第三期 P10-19。
10. 美國國際工程顧問公司等 (1974) 「臺北區自來水第四期建設計畫可行性規劃報告」 Appendix G & L.
11. 郭文鑑、蔣志才等 (1977) 「新店溪流域降水量與流量之研究」氣象學報第 23 卷第一期 P1-17。
12. 王如意 (1972) 「臺灣集水區暴雨與乾旱頻率分析之研究」臺灣水利第 20 卷第 4 期 P1-34.
13. 魏元恆、蕭長庚等 (1974) 「臺灣雨量極端變化之分析及預測」氣象學報 第 20 卷第 3 期 P1-18.
14. 李瑞靄 (1975) 「淡水河流域降水之研究」中國文化學院博士論文 P93-99.

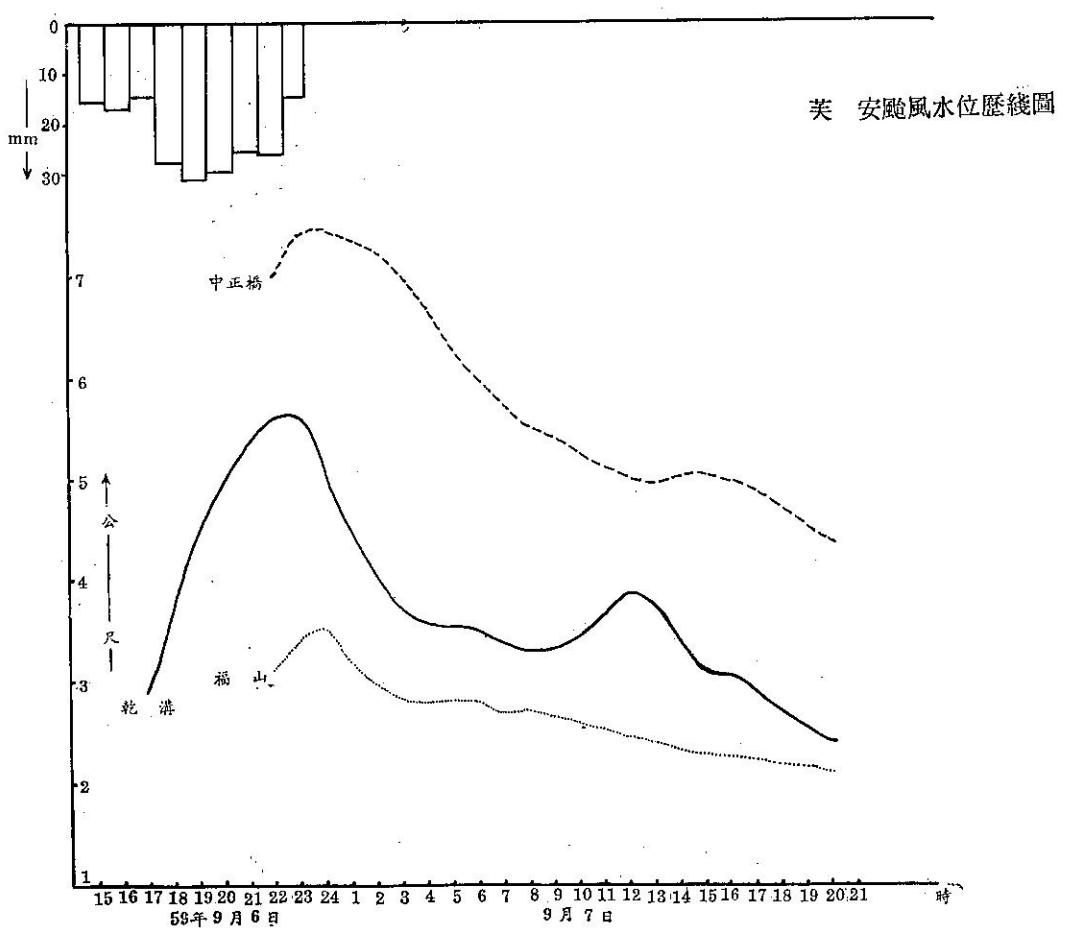
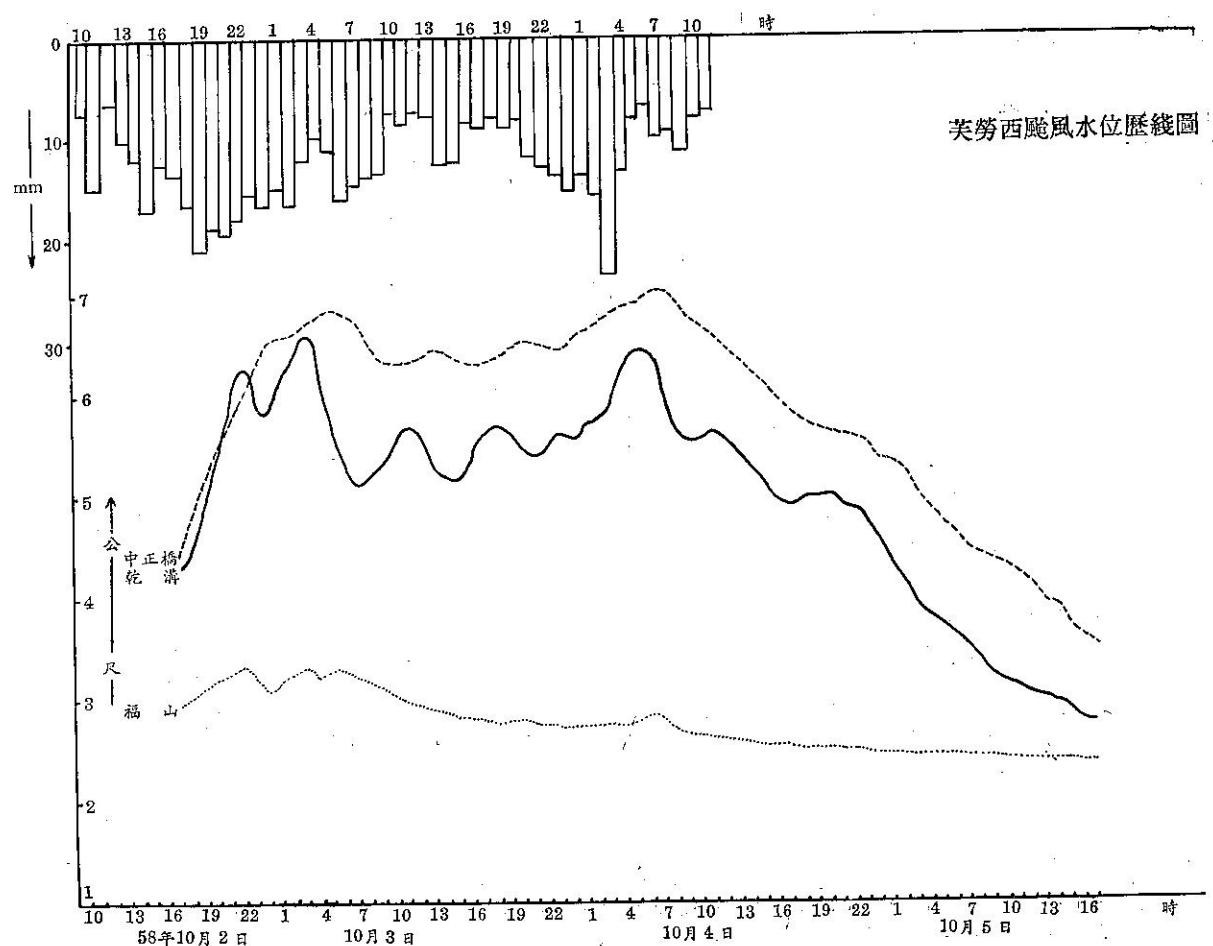
附 錄 (見附圖)

艾琳颱風水位歷線圖

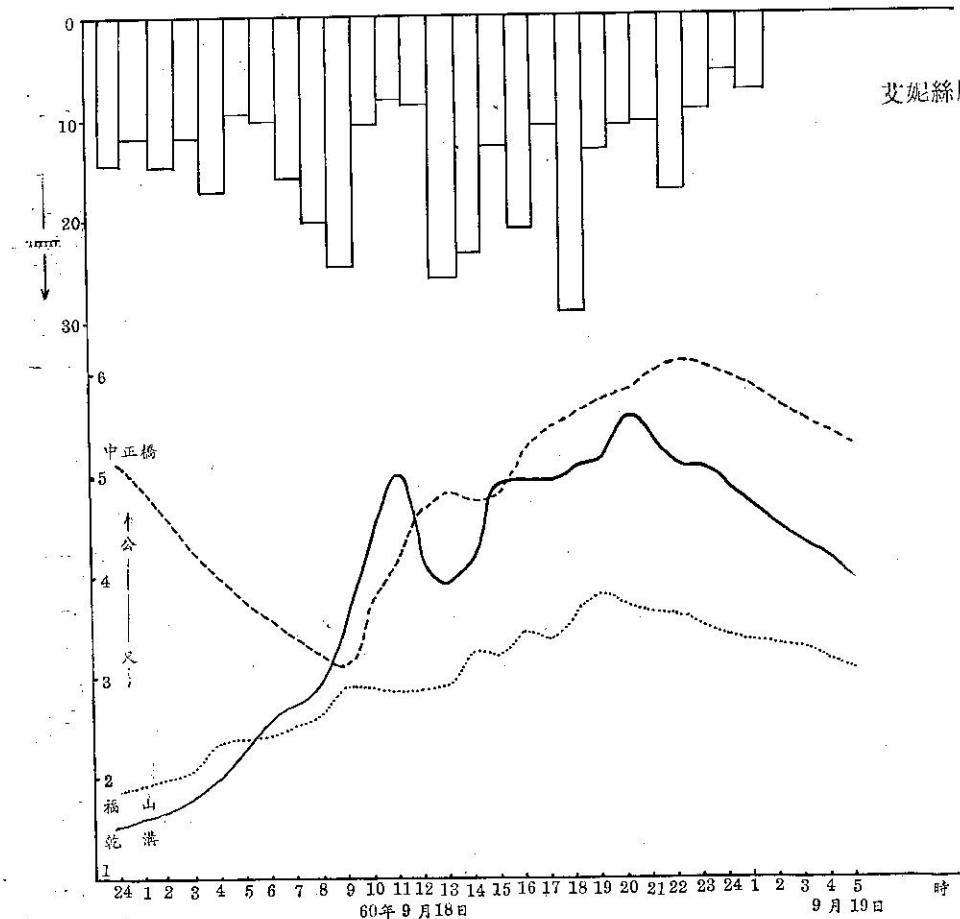


艾爾西颱風水位歷線圖

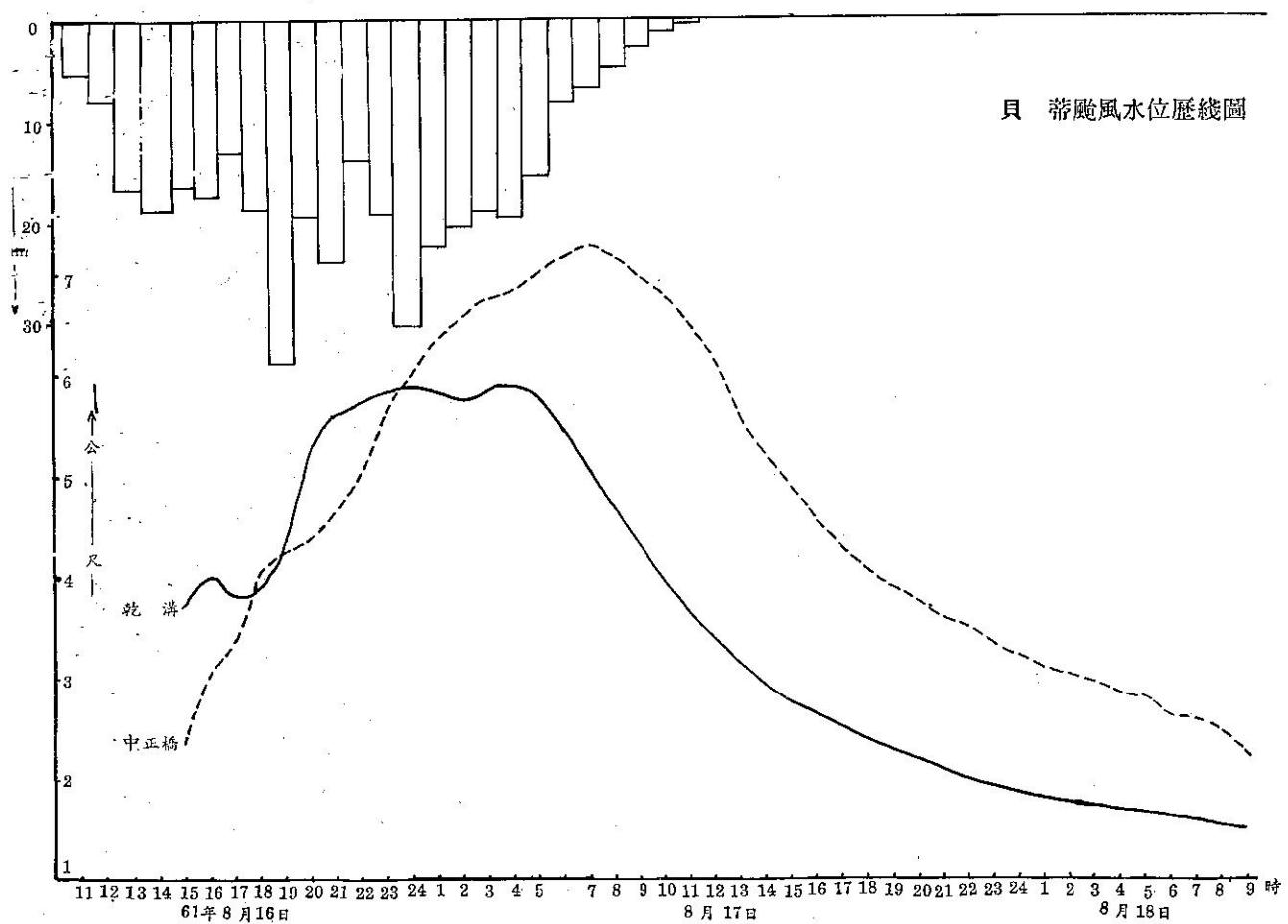




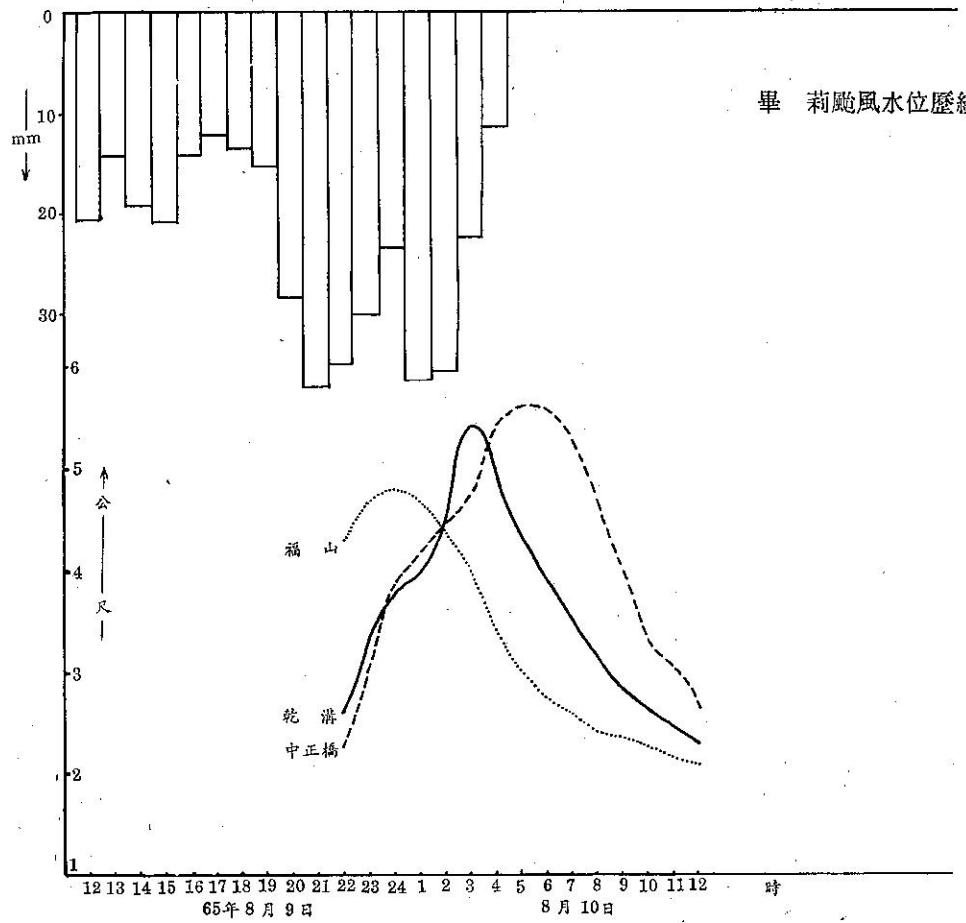
艾妮絲颱風水位歷線圖



貝蒂颱風水位歷線圖



畢 莉颱風水位歷線圖



民國六十六年颱風調查報告

侵台颱風(7705)號薇拉

Report on Typhoon "Vela"

ABSTRACT

Typhoon Vera, the fifth typhoon developed in northern Pacific area in 1977, was the second one that swept through Taiwan.

Having been spotted on July 27th over the sea east of Okinawa, the vicinity of Minamidaitojima, it moved slowly toward WSW and arrived consequently at southeastern Naha in the afternoon of July 28th with center pressure of 988 mb and a maximum wind speed near center of 20 m/s.

It drastically intensified and upgraded to a severe typhoon in the afternoon of July 30th with a center pressure of 930 mb and a max. wind speed near center of 51 m/s. Maintaining a NW course, it landed in Keelung vicinity shortly after dark on July 31st, causing miseral damages in transportation, communications, industry, etc. in northern Taiwan.

The same night, typhoon Vera departed Taiwan from somewhere between Taoyuan and Hsinchu, and then passed through northeastern Kingmen Island on the morning of Aug. 1st on route to China mainland where it ended its 5-day lifespan.

It was an interesting case that typhoon Vera, which derived from a tropical depression in an area of rather high latitude of 25° N, could strengthen itself to a severe typhoon with a center pressure of 930 mb. Futhermore, its V-shape moving course was also rare in recent history.

一、前　　言

強烈颱風薇拉(VERA)係本年內發生於北太平洋區之第5個颱風，同時亦是本年第二次登陸侵襲臺灣的颱風。

本年第4個颱風(7704號)賽洛瑪(Theilma)於7月25日上午侵襲臺灣，釀成臺灣南部地區近數十年來最嚴重災害後，不到二天，即7月27日8時在琉球東方，南大東島附近，(北緯26度，東經131度)又醞釀了一熱帶性低氣壓，向西南西緩慢移動。此熱帶性低氣壓於7月28日下午，抵達北緯

25.4度，東經129.9度，即在那霸島東南方海面時，發展為輕度颱風，中心氣壓988毫巴，中心附近最大風速每秒20公尺，且其威力繼續增強，於7月30日下午竟發展為強烈颱風，其中心氣壓為930毫巴，最大風速為每秒51公尺，31日傍晚登陸基隆附近，並沿基隆河向西南移動，經臺北，於當晚由桃園，新竹之間出海，並於8月1日上午由金門東北方進入大陸消失。

此颱風令人感興趣的是發生於北緯25度以北海面上的熱帶性低壓，竟能在48小時內發展為中心氣

壓 930 毫巴，中心附近最大風速達每秒 55 公尺之強烈颱風，及其路徑呈 V 字型逕行等等情形乃近年來甚為少見的現象，在短短不到一星期內，兩個颱風一南（賽洛瑪）一北（本次颱風）登陸臺灣，後者在北部造成相當嚴重災害，其受災範圍之狹及受災時間之短促，與第 4 號颱風極相似。

此次薇拉颱風期間，雷達觀測曾發揮了最大的功能，自 7 月 28 日上午 8 時起，薇拉中心首先被名瀨及那霸的氣象雷達觀測到，隨後相繼進入宮古，石垣島及花蓮氣象雷達觀測範圍，（只有颱風中心通過臺灣北部期間，因受地形阻擋屬例外）及至薇拉中心進入臺灣海峽再度由高雄氣象雷達觀測至 8 月 1 日進入大陸止。可見薇拉中心幾乎始終在我們的雷達及琉球羣島的氣象雷達網監視掌握之中。

圖 1 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j 為薇拉颱風期間由花蓮氣象雷達站所拍攝颱風照片。

二、薇拉颱風之發生及經過

7 月 26 日 8 時，當 7704 號颱風賽洛瑪 (Theima) 侵襲臺灣進入大陸後，赤道幅合帶 (L. T. C. Z) 隨着北移至北緯 25 度以北，呈東西走向，由當時之氣象衛星雲圖上顯示，在此赤道幅合帶之東側，即琉球東方海面及琉球附近海面一帶有很濃厚的雲團出現，至翌 (27) 日 8 時，原在琉球附近之雲團已告消散，但琉球東方海面南大東島附近，即北緯 26 度，東經 131 度附近之雲團，則呈孤立圓形，範圍雖稍縮小，但濃度仍甚厚，如圖 2 a, b, 所示。而在地面圖上，已可繪出 1004 毫巴之熱帶性低氣壓在醞釀中。如圖 3。

此熱帶性低氣壓於 7 月 28 日 14 時，抵達北緯 25.4 度，東經 129.9 度時，其中心氣壓降至 988 毫巴，中心附近最大風速增強為每秒 20 公尺，已達輕度颱風強度，經命名為薇拉 (VERA)，因受日本本州東方之副熱帶高氣壓之壓迫，導使以時速 18 公里速度向西南西進行。

此颱風於 7 月 29 日 14 時進抵琉球那霸島南方海面，即北緯 24.7 度，東經 127.4 度時，威力又增強為中度颱風，中心氣壓降為 965 毫巴，中心附近最大風速亦增為每秒 33 公尺，繼續向西南西至西南進行，時速仍為 18 公里，至 7 月 30 日 14 時，薇拉之威力再度增強，中心附近最大風速已達每秒 51 公尺，中心最低氣壓亦降至 930 毫巴，已成為強烈

颱風，其中心位置在北緯 23.3 度，東經 125.5 度，即在宮古島南方海面，進行方向始由西南轉向西北進行，時速由 9 公里加速至 13 公里。此颱風中心於 7 月 31 日 8 時到北緯 24.4 度，東經 123.6 度，即在石垣島西方海面時，其中心附近最大風速已達每秒 55 公尺。7 月 31 日 14 時薇拉中心抵臺灣東北東方海面，即北緯 25.0 度，東經 122.8 度，其進行方向又轉向偏西，加速為每小時 18 公里進行。薇拉中心終於 7 月 31 日 17 時 30 分由基隆附近登陸，此後即沿着基隆河折向西南移動，於當天 18 時 30 分左右經過臺北市，並於當晚 21 時 30 分由桃園，新竹之間出海進入臺灣海峽。8 月 1 日 2 時，威力減弱為中度颱風繼續向西進行，於 8 時威力再減變為輕度颱風後，在 10 時左右由金門東北方進入大陸，當晚 20 時轉弱為熱帶性低氣壓，結束了她五天的生命史。

圖 2 c, d, e, f 為薇拉颱風之氣象衛星所攝雲圖。薇拉颱風全部生命之最佳路徑如圖 4。表 1 為薇拉颱風中心最佳位置表。

表 1 薇拉颱風中心最佳位置表

時 間 月 日 時	中 心 位 置		中心氣壓 (mb)	最大風速 (m/s)
	北 緯	東 經		
7月 28 日 08時	25.4	130.1	996	15
	14	25.4	129.9	20
	20	25.1	129.3	23
	29日 02時	25.0	128.6	985
		24.8	128.2	975
		24.7	127.4	965
		24.0	126.6	945
30日 02時	23.5	126.0	940	48
	08	23.3	125.7	940
	14	23.3	125.5	930
	20	23.7	125.0	930
	31日 02時	24.1	124.2	930
		24.4	123.6	930
		25.0	122.8	930
		25.0	121.1	950
8月 01日 02時	24.8	120.1	950	48
	08	24.9	119.2	960
	14	25.2	118.0	970
	20	25.4	116.0	990
	02日 02時	25.5	115.0	994
				10

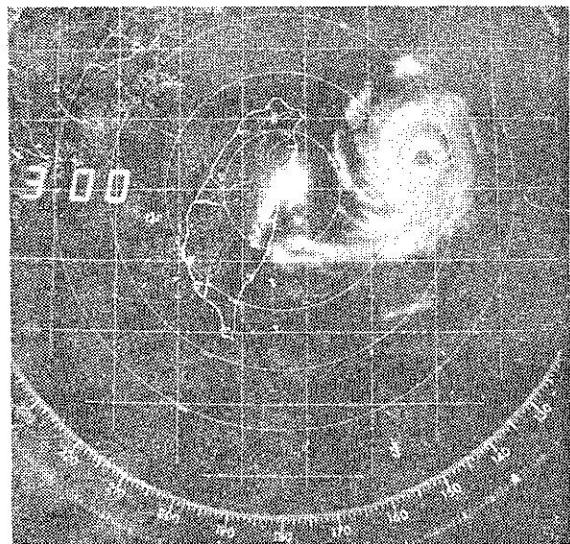


圖 1 a. 66 年 7 月 31 日 07 時

Fig. 1 a View of Hwalien PPI radar scope
on 30z300Z, Jul. 1977

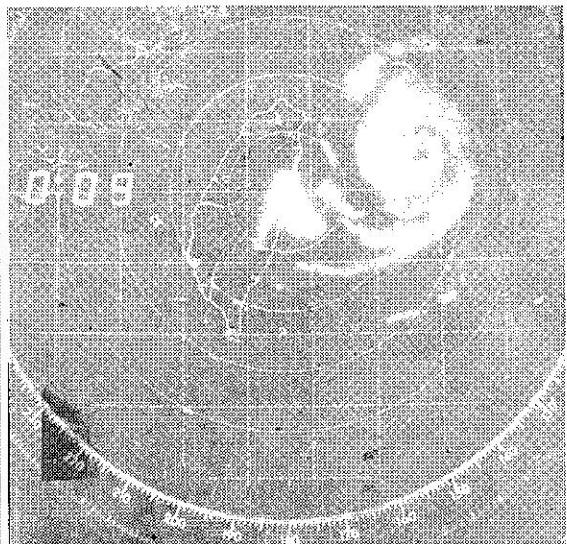


圖 1 b 66 年 7 月 31 日 08 時

Fig. 1 b View of Hwalien PPI radar scope
on 31000Z Jul. 1977

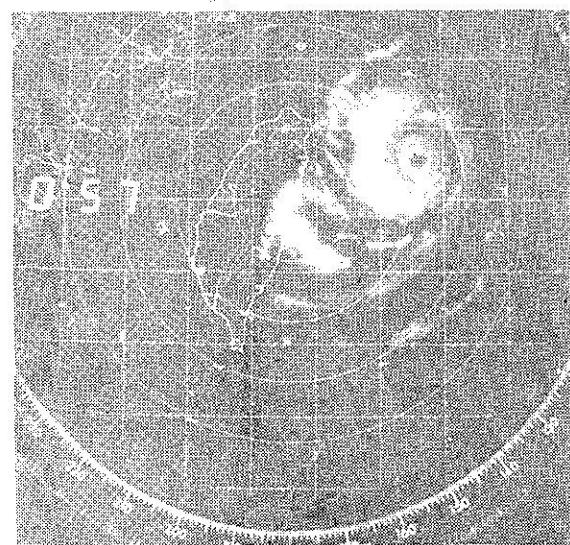


圖 1 c 66 年 7 月 31 日 09 時

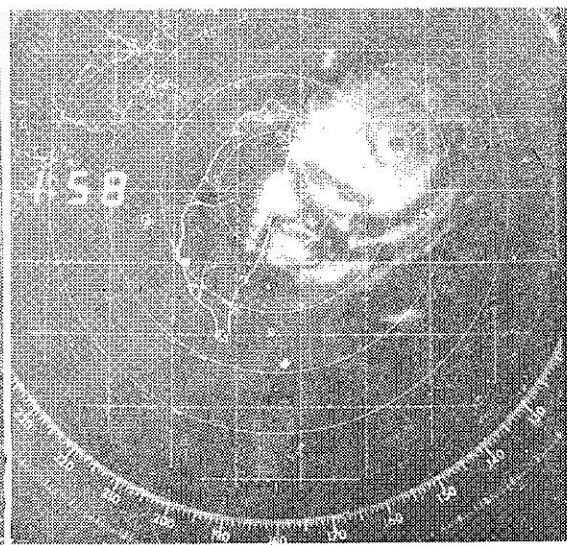


圖 1 d 66 年 7 月 31 日 10 時

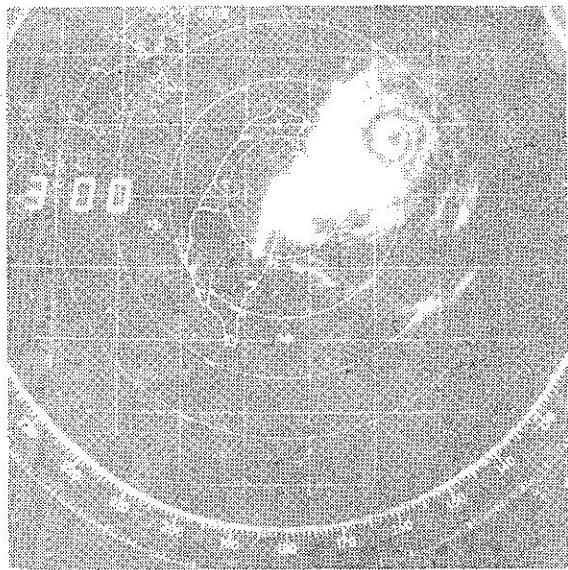


圖 1 e 66 年 7 月 31 日 11 時

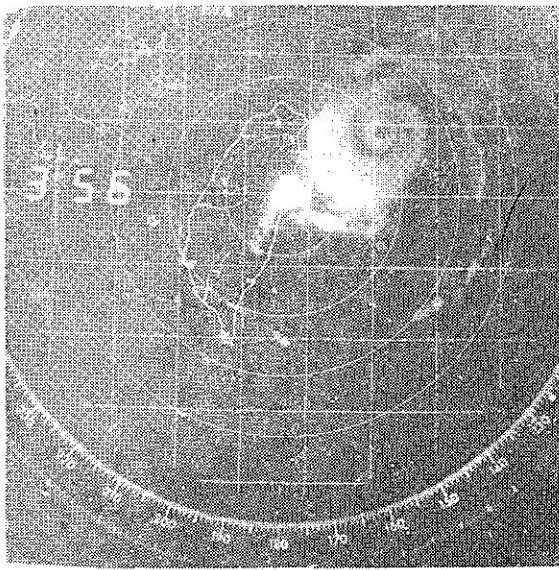


圖 1 f 66 年 7 月 31 日 12 時

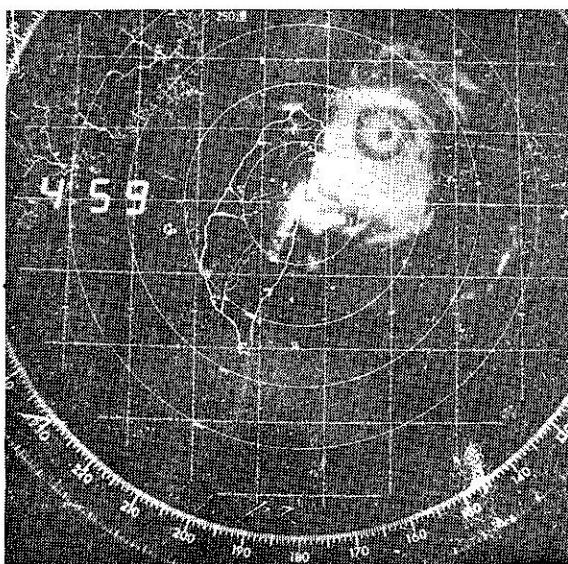


圖 1 g 66 年 7 月 31 日 13 時

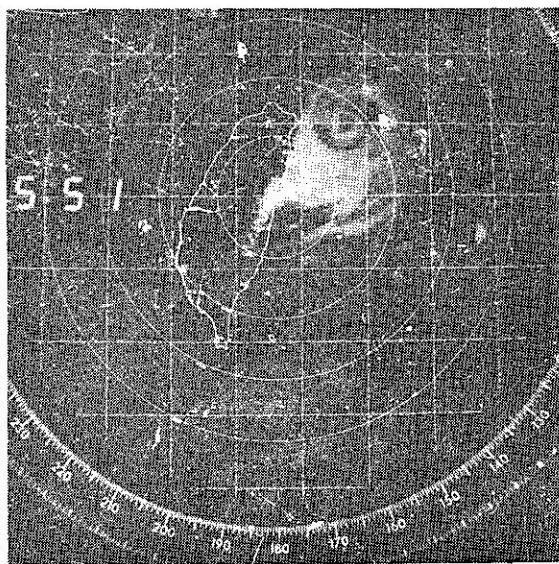


圖 1 h 66 年 7 月 31 日 14 時

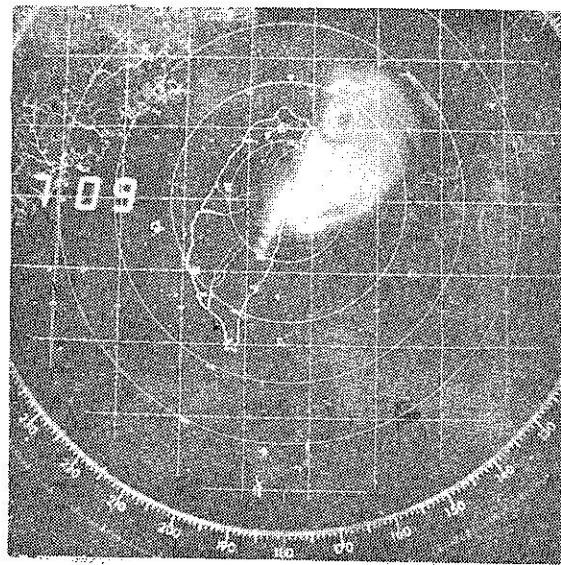


圖 1 i 66 年 7 月 31 日 15 時

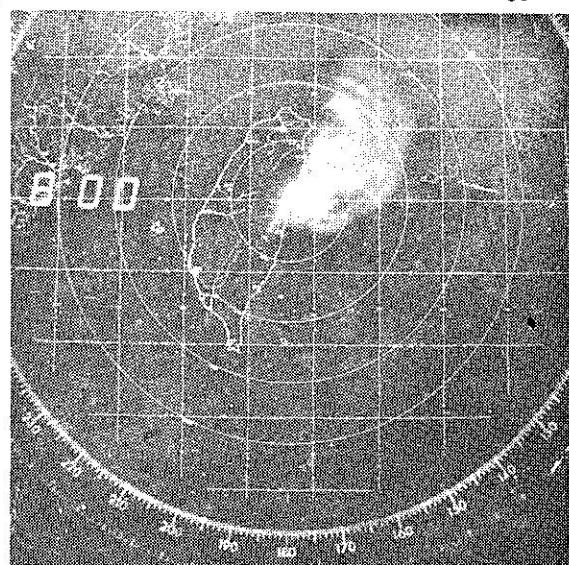


圖 1 j 66 年 7 月 31 日 16 時

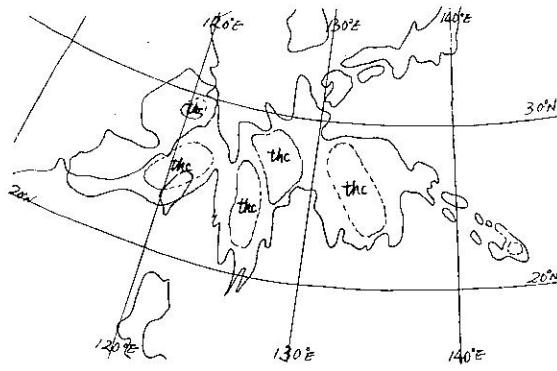


圖 2 a 260000 Z. Jul. 1977 NOAA-5
註：圖中 the 為很濃厚的雲團

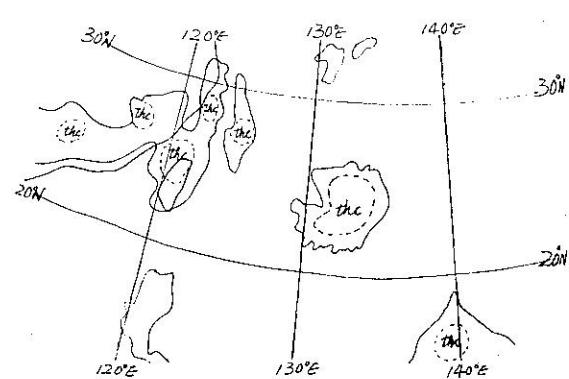


圖 2 b 270000 Z. Jul. 1977 NOAA-5

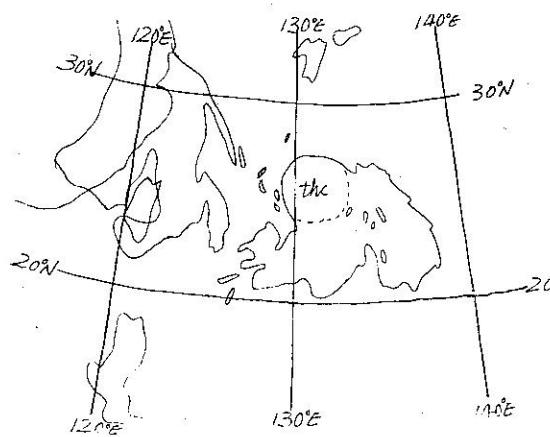


圖 2 c 280000 Z. Jul. 1977 NOAA-5

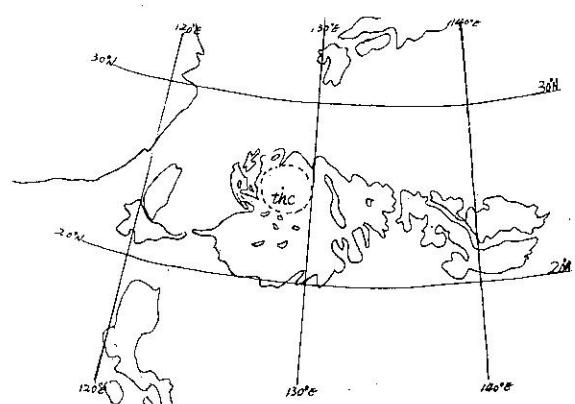


圖 2 d 290000 Z. Jul. 1977 NOAA-5

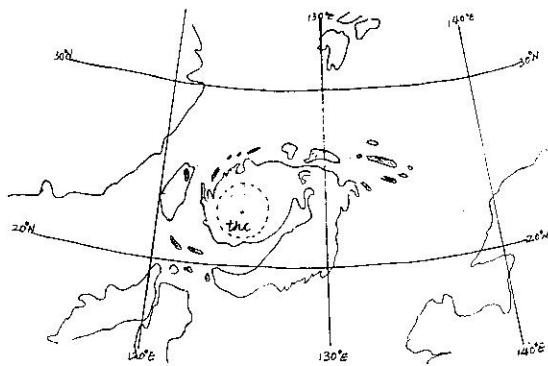


圖 2 e 300000 Z. Jul. 1977 NOAA-5

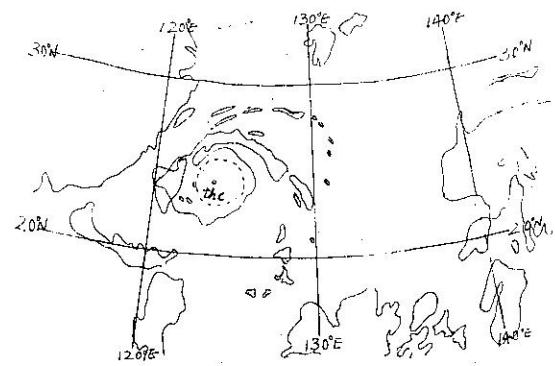


圖 2 f 310000 Z. Jul. 1977 NOAA-5

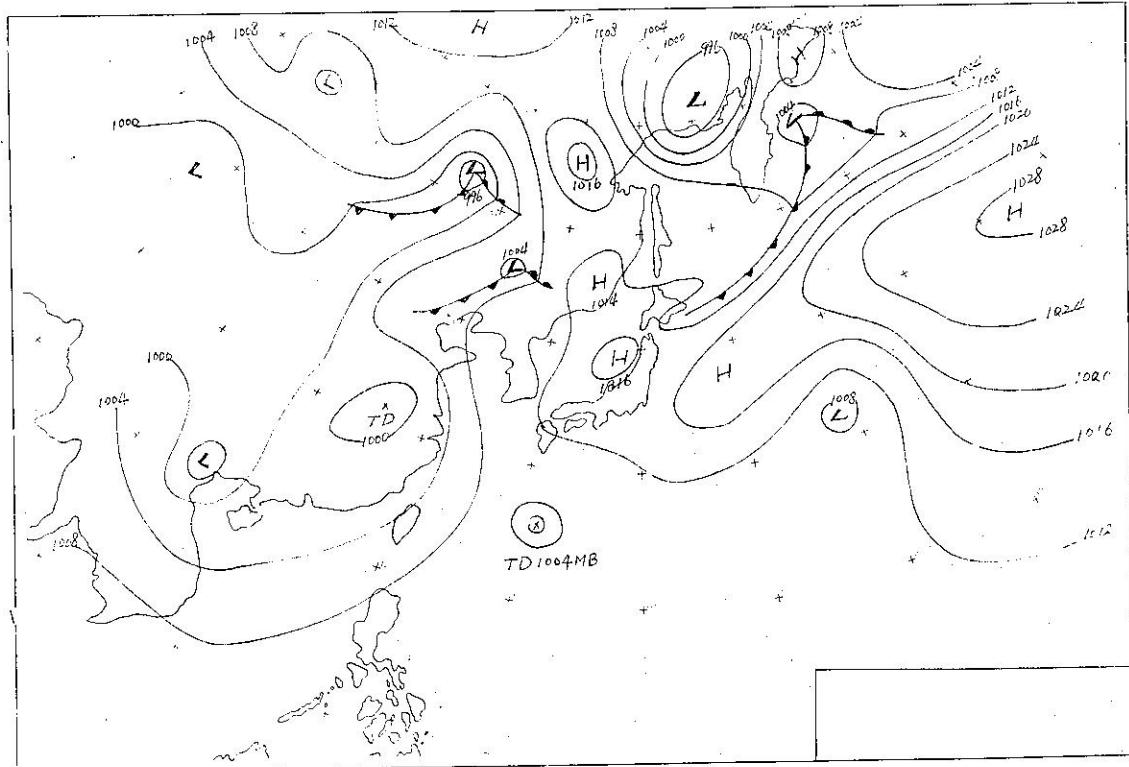


圖 3. 66 年 7 月 27 日 08 時地面圖
Fig 3. Sea level chart 270000Z Jul. 1977

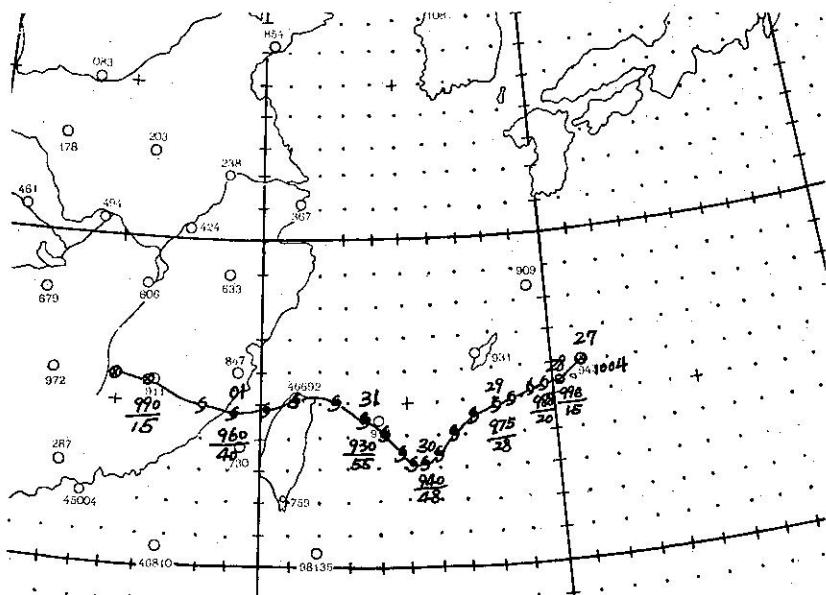
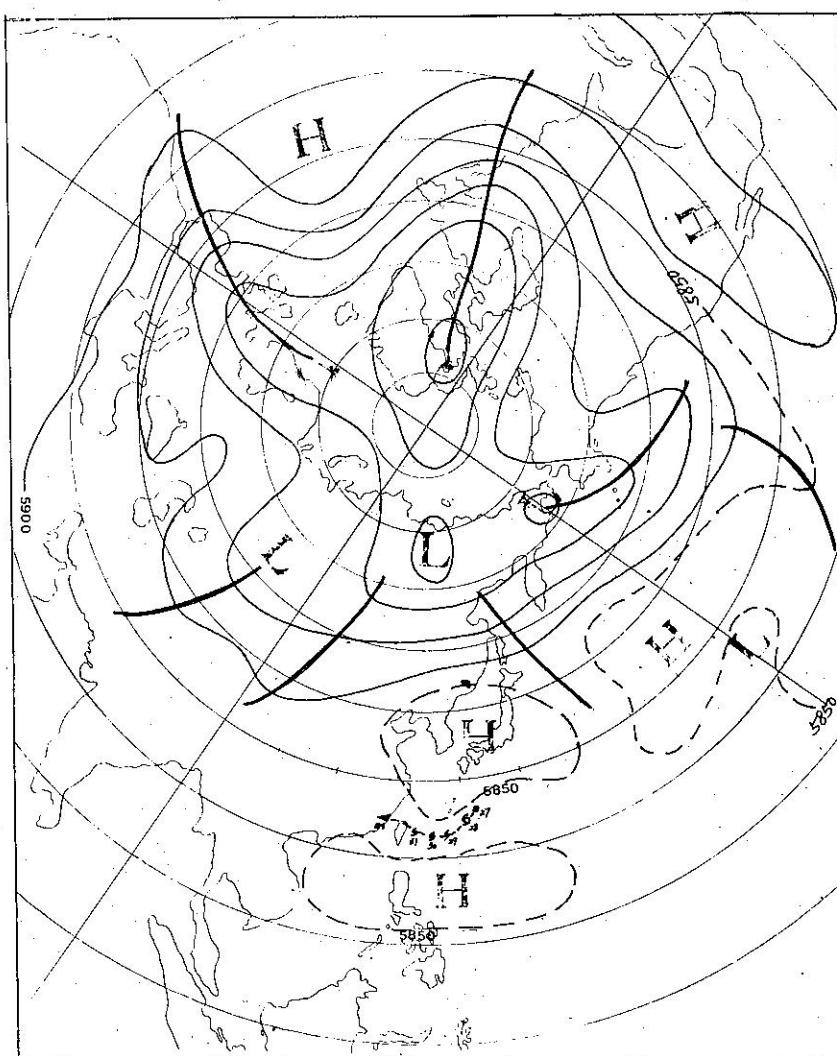


圖 4. 薇拉颶風之最佳路徑 (66 年 7 月 27 日 ~ 8 月 1 日)

Fig. 4. The Best track of Typhoon Vera (27th July~11th August 1977)



三、薇拉颱風路徑及強度與天氣圖形勢之討論

根據過去紀錄統計，發生於緯度較高，即北緯 25 度以北之颱風，極少發展成強烈颱風（即中心附近最大風速每秒 51 公尺以上），其威力均在中度（每秒 50 公尺）以下。但薇拉於，7 月 27 日至 28 日間在北緯 25 度以北之海域上醞釀成輕度颱風之後，即向西南推進，其威力逐漸加強，至 29 日成為中度颱風，繼續向西南進行，其威力且急速增強，於 30 日下午竟形成強烈颱風（中心附近最大風速每秒達 51 公尺）並轉向西北進行。其強度保持強烈颱風時間達 36 小時之久。而她的運行方向由當初之西南轉向為西北，呈 V 字型運行。此颱風路徑及強度極為罕見。（據本局於 1973 年 6 月編印之八十年來颱風路徑圖及 1973 年日本氣象協會出版之 1940~1970 年颱風徑路圖 30 年集上尚無此類型颱風）。吾人知曉，大氣環流為大幅度天氣變化之主要原因。颱風之發生與發展及其行徑，亦受大氣環流所控制。

茲為探求這次薇拉颱風之發生與行徑之特徵，應用 500 毫巴北半球 5 日平均圖及 5 日平均距平圖檢討之。

圖 5 a, b 為薇拉颱風由醞釀至發展期間向西南運行，即 7 月 25 日至 29 日之北半球 500 毫巴高度 5 日平均圖及其距平圖。此段時期內，北半球之大氣環流大致由四個長波而組成。

從圖 5 a 中顯示，北太平洋西北部，即亞洲地區，日本本州，韓國一帶有 5850 gpm 之高壓中心，另一 5850 gpm 之高壓中心是在北緯 10 度至北緯 20 度，東經 110 度至 140 度之間，即在呂宋島附近，而此兩個高壓中間成為一低壓槽，略呈東北東~西南西走向。

圖 5 b 顯示，韓國至日本海一帶有十 50gpm 之正距平中心存在，另一正 50 gpm，正距平中心在阿拉斯加南方海面。而零距平線則圍此兩個正距平中心而呈東西走向，另一零距平線在東經 135 度，沿着北緯 20 度之緯度線呈東西走向，且此兩條零距線中間，即北緯 20 度至北緯 30 度之間，形成東西走向的負距平，即形成了一低壓走廊。

7 月 27 日薇拉颱風在低壓走廊（圖 5 b, 6a,）內醞釀，於 7 月 28 日下午發展成輕度颱風後，沿着零距平線向西南運行，遂於 7 月 29 日再增強成

為中度颱風。

圖 6 a, b 為薇拉颱風，最盛期至衰弱期，即由西南轉向西北推進期間（7 月 30 日至 8 月 3 日間）之北半球 500 毫巴高度 5 日平均圖及其距平圖。即該期間之北半球環流為五波型所組成。圖 6 a 顯示，東亞地區，中緯度仍為 5850 gpm 之高壓帶籠罩下，呈東西流的高指標環流，僅有由極地向南伸展之加深槽，經鄂霍次克海，俄屬濱海省，槽底到達日本海西部，韓國一帶。低緯度原在呂宋島一帶之 5850 gpm 的高壓稍南移，但仍盤踞在菲律賓一帶，而此兩個高壓中間仍為低壓槽。

圖 6 b 顯示，華中，華北至日本西部均為在零距平線所包圍的正距平區內，雖略呈東西走向，但在臺灣北方之零距平線稍有向北凹，故薇拉颱風於 7 月 30 日南下至北緯 23.3 度的最低緯度之後，即轉向西北沿着零值線移行。其威力亦再度增強為強烈颱風。

總之這次薇拉颱風的異常行徑，是發生於北太平洋及亞洲地區之高指標環流狀態期間中，而北太平洋西部副熱帶高壓，以北緯 20 度為界分成南北兩個，而此兩個高壓中間形成一低壓槽，即呈所謂颱風走廊為其主要因素。

薇拉颱風在緯度較高海面上發生後威力繼續增強形成強烈颱風的主要原因，筆者認為，與其所經過琉球南方一帶海面之溫度有密切關係，根據日本氣象廳 1977 年 7 月下旬平均海面水溫圖（如附圖 7）顯示，該海域於薇拉颱風經過期間的平均水溫，均在 29°C 以上，且那霸島之平均水溫為 29.1°C，較往年旬平均水溫增加 0.8°C，於名瀨之平均水溫為 28.9°C，較常年旬平均高出 0.9°C 之多，因此有充分的能量供應促使它發展至強烈颱風。

有關薇拉颱風自 7 月 28 日形成颱風後向西南進行，至 30 日轉向西北之各層天氣形勢圖如附圖 8a~h，及圖 9a~h，提供參閱。

四、薇拉颱風侵臺期間各地氣象情況

薇拉颱風為有紀錄以來行徑最怪異的強烈颱風，其中心於 7 月 31 日傍晚挾著狂風暴雨登陸基隆附近，即沿著基隆河谷，經臺北，而自桃園與新竹之間出海，造成臺灣北部地區相當嚴重的災害。薇拉颱風侵襲臺灣期間之主要氣象紀錄綱要列如表 2。

表 2. 蔽拉颱風侵襲期間本局所屬各測站颱風紀錄綱要
Table 2. The Meteorological Summaries of C. W. B. stations during Typhoon Vela's Passage.

測 站	最 低 氣 壓		瞬 間 最 大 風 (m/s)					最 大 風 速			強 風 (10 m/s)			最 大 降 水 量 (mm)					降 水 總 量	
	數值	日 時 分	風向	風速	日 時 分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日 時 分	日 時 分至日 時 分	一小時 內 值	日 時 分至日 時 分	十 分鐘 內 值	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分		
彭佳嶼	977.4	31. 16. 22	E	62.0	31. 16. 46	979.2	25.1	99	E	45.0	31. 17. 00	30. 13. 00~02. 05. 00	29.0	31. 16. 00~31. 17. 00	7.0	31. 16. 10~31. 16. 20	152.0	30. 02. 40~01. 05. 40		
基隆	939.9	31. 17. 30	E	56.5	31. 18. 30	973.0	26.8	96	NW	33.3	31. 17. 10	31. 04. 50~31. 23. 50	55.0	31. 19. 00~31. 20. 00	30.0	31. 19. 00~31. 19. 10	212.6	30. 07. 15~01. 08. 50		
鞍 部	865.4	31. 17. 35							N	41.7	31. 17. 30	31. 03. 50~01. 08. 40	65.0	31. 17. 00~31. 18. 00	12.5	31. 16. 20~31. 16. 30	478.3	30. 08. 20~01. 07. 20		
淡 水	958.9	31. 18. 33	N	41.7	31. 17. 43	972.4	24.7	99	ENE	28.7	31. 18. 50	31. 15. 30~01. 02. 20	24.3	31. 18. 00~31. 19. 00	6.8	30. 21. 35~30. 21. 45	217.8	30. 10. 05~01. 05. 20		
竹子湖	951.1	31. 18. 20							NNW	21.0	31. 17. 40	31. 17. 40~31. 19. 40	67.5	31. 18. 00~31. 19. 00	8.6	31. 19. 00~31. 19. 10	461.6	30. 09. 32~01. 09. 23		
臺 北	951.7	31. 18. 24	ESE	47.7	31. 19. 16	970.9	24.1	89	E	25.5	31. 19. 30	31. 17. 00~31. 22. 10	27.0	31. 16. 10~31. 17. 10	8.7	31. 16. 40~31. 16. 50	197.5	30. 09. 31~01. 09. 10		
新 竹	968.7	31. 20. 55	SSE	26.2	31. 21. 25	971.3	25.2	96	SSE	16.0	31. 21. 30	31. 18. 30~31. 22. 40	30.7	31. 12. 20~31. 13. 20	16.3	31. 12. 20~31. 12. 30	253.7	29. 17. 34~01. 09. 00		
梧 樓	988.4	01. 00. 55	S	28.8	01. 02. 52	991.5	24.7	97	S	15.7	01. 02. 40	30. 14. 00~01. 11. 40	19.0	31. 04. 00~31. 05. 00	7.0	31. 04. 00~31. 04. 10	154.8	31. 00. 05~01. 12. 10		
臺 中	990.1	01. 00. 25	SSW	18.4	01. 02. 00	991.3	24.5	98	NNW	8.5	31. 16. 25		23.1	31. 20. 02~31. 21. 02	7.2	31. 11. 40~31. 11. 50	178.8	29. 18. 01~01. 10. 50		
日 月 潭	883.0	01. 00. 50	SW	25.9	01. 00. 20	883.5	20.6	100	SW	15.7	01. 00. 25	31. 20. 10~01. 05. 45	32.1	31. 23. 30~01. 00. 30	9.3	31. 23. 10~31. 23. 20	271.9	29. 15. 40~01. 10. 55		
澎 湖	993.4	01. 03. 25	NNW	20.3	31. 21. 03	997.1	27.1	90	W	12.3	01. 02. 50	31. 20. 35~01. 03. 40	4.4	01. 07. 30~01. 08. 30	2.3	31. 23. 20~31. 23. 30	23.4	31. 06. 45~01. 09. 15		
嘉 義	995.1	01. 04. 00	WSW	15.0	01. 00. 20	996.1	25.5	95	WSW	10.0	01. 00. 50	01. 00. 50~01. 01. 00	5.4	31. 10. 40~31. 11. 40	2.0	31. 22. 10~31. 22. 20	24.5	29. 16. 20~01. 10. 00		
阿 里 山		31. 24. 00	W	11.4	01. 01. 40		14.3	99	NW	7.2	31. 09. 40		34.5	01. 09. 00~01. 10. 00	9.5	01. 09. 35~01. 09. 45	463.5	29. 12. 30~01. 14. 00		
玉 山	632.2	31. 18. 46							SW	14.3	01. 09. 00	31. 10. 00~01. 11. 40	23.6	31. 18. 40~31. 19. 40	8.3	31. 18. 00~31. 18. 10	292.1	29. 16. 45~01. 09. 00		
臺 南	995.4	31. 18. 00	W	21.3	01. 01. 00	996.8	27.4	85	W	10.3	01. 01. 00	01. 00. 50~01. 01. 15	6.3	01. 00. 52~01. 01. 52	6.1	01. 00. 58~01. 01. 08	15.6	29. 15. 53~01. 07. 53		
高 雄	995.6	31. 17. 45	WSW	16.3	01. 03. 17	996.3	28.3	84	NNW	12.2	31. 15. 10	30. 12. 30~01. 05. 20	2.0	31. 22. 00~31. 23. 00	1.3	31. 22. 30~31. 22. 40	3.7	31. 02. 02~01. 05. 12		
東 吉 島	995.0	01. 04. 00	NNW	27.7	31. 21. 18	997.6	26.6	93	W	17.2	01. 04. 00	31. 07. 00~繼 續 中	1.5	01. 00. 00~01. 01. 00	0.7	01. 00. 20~01. 00. 30	3.2	31. 05. 42~01. 08. 00		
恒 春	994.4	31. 17. 00	NW	19.1	31. 16. 33	994.6	28.5	82	NW	11.7	31. 15. 00	31. 14. 00~31. 18. 00	19.0	29. 12. 07~29. 13. 02	7.4	30. 16. 30~30. 16. 40	43.2	28. 12. 00~01. 00. 30		
蘭 嶼	989.4	31. 17. 22	WSW	36.8	31. 19. 35	990.8	25.8	94	W	28.5	31. 17. 22	31. 01. 50~繼 續 中	—	—	—	—	—	—		
大 武	989.0	31. 18. 00	SSW	13.0	31. 23. 55	991.7	30.6	64	SSW	11.0	31. 23. 50	31. 23. 50~01. 01. 00	0.6	01. 07. 00~01. 08. 00	0.2	01. 07. 20~01. 07. 30	1.1	01. 06. 33~01. 10. 50		
臺 東	989.3	31. 19. 00	SW	10.2	01. 10. 59	998.9	29.8	75	SW	4.8	01. 11. 00		1.0	31. 21. 05~31. 22. 05	0.6	31. 21. 20~31. 21. 30	2.3	30. 17. 24~01. 01. 20		
新 港	989.3	31. 17. 00	NE	6.3	29. 13. 30	1003.6	30.8	77	NE	5.0	29. 13. 30		0.7	01. 01. 00~01. 01. 50	0.5	01. 01. 28~01. 01. 38	2.5	31. 07. 10~01. 01. 50		
花 莲	985.3	31. 18. 15	ENE	8.5	30. 14. 50	1000.7	32.1	66	ENE	4.7	30. 14. 50		6.0	31. 10. 00~31. 11. 00	2.0	31. 10. 38~31. 10. 48	35.7	31. 04. 30~01. 05. 25		
宜 蘭	975.3	31. 18. 00	SSE	22.0	31. 18. 25	975.4	26.4	81	SE	18.4	31. 19. 00	31. 16. 00~31. 19. 00	19.4	31. 16. 10~31. 17. 10	10.3	31. 06. 44~31. 06. 54	122.4	30. 11. 07~01. 04. 35		

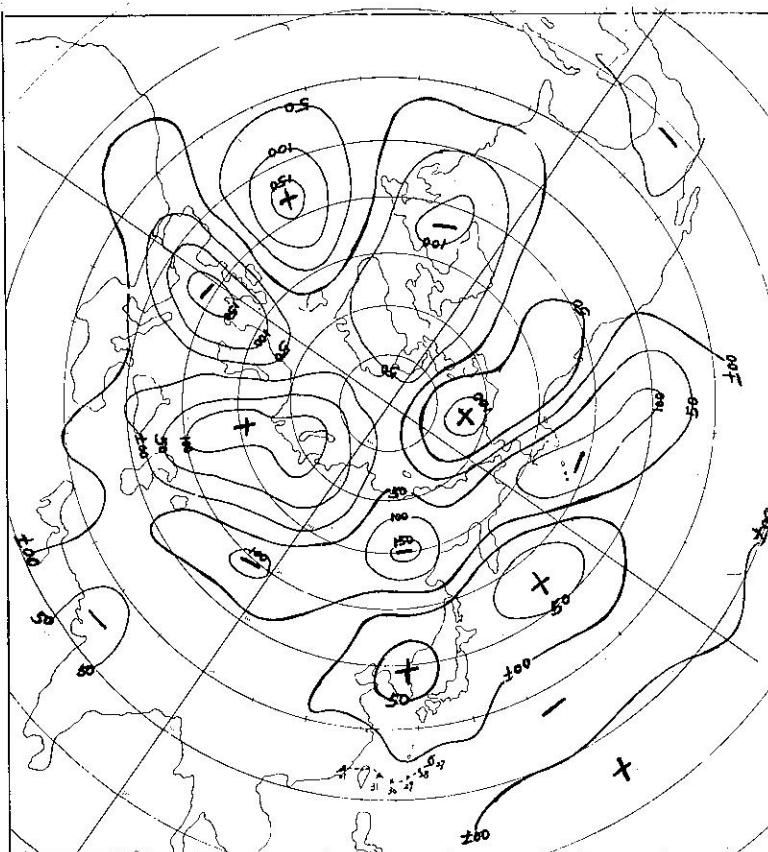


圖 5 b 25th~29th Jul. 1977
500mb 5 日平均距平圖

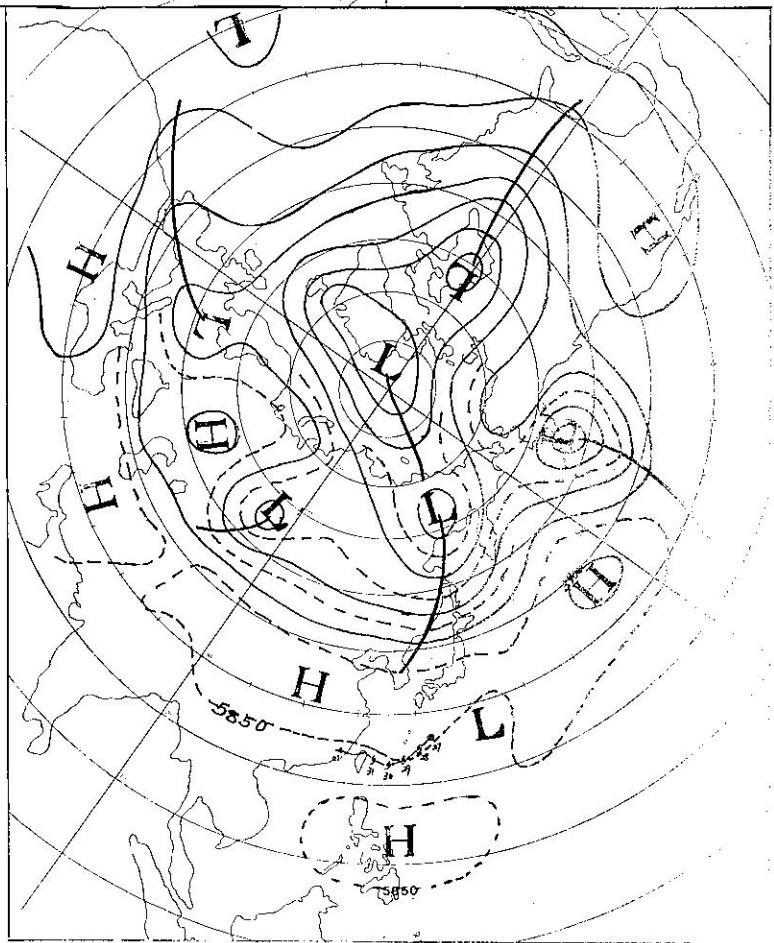


圖 6 a 30th Jul. ~3th Aug. 1977
500mb 5 日平均圖

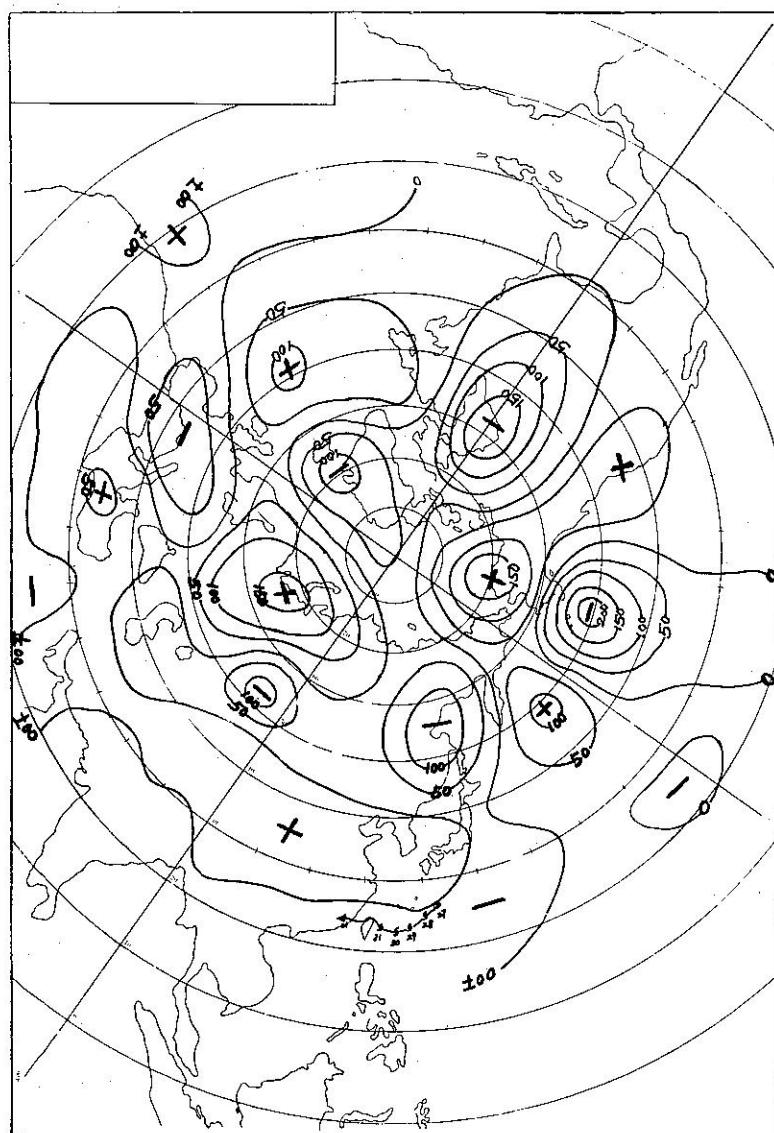
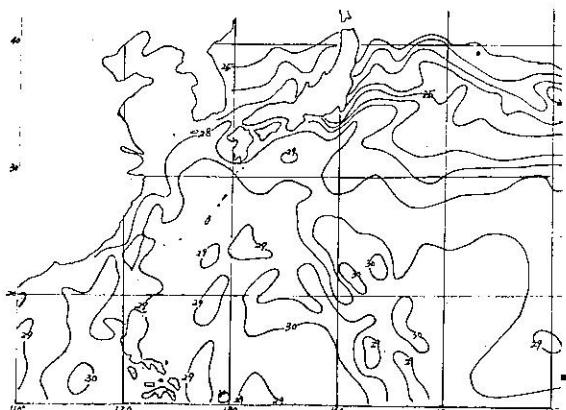


圖 6 b 30th Jul.~3th Aug. 1977
5 日平均距平圖

圖 7 1977 年 7 月下旬平均海面水溫
July 21~23 1977. mean Sea
Surface Temperature (°C)



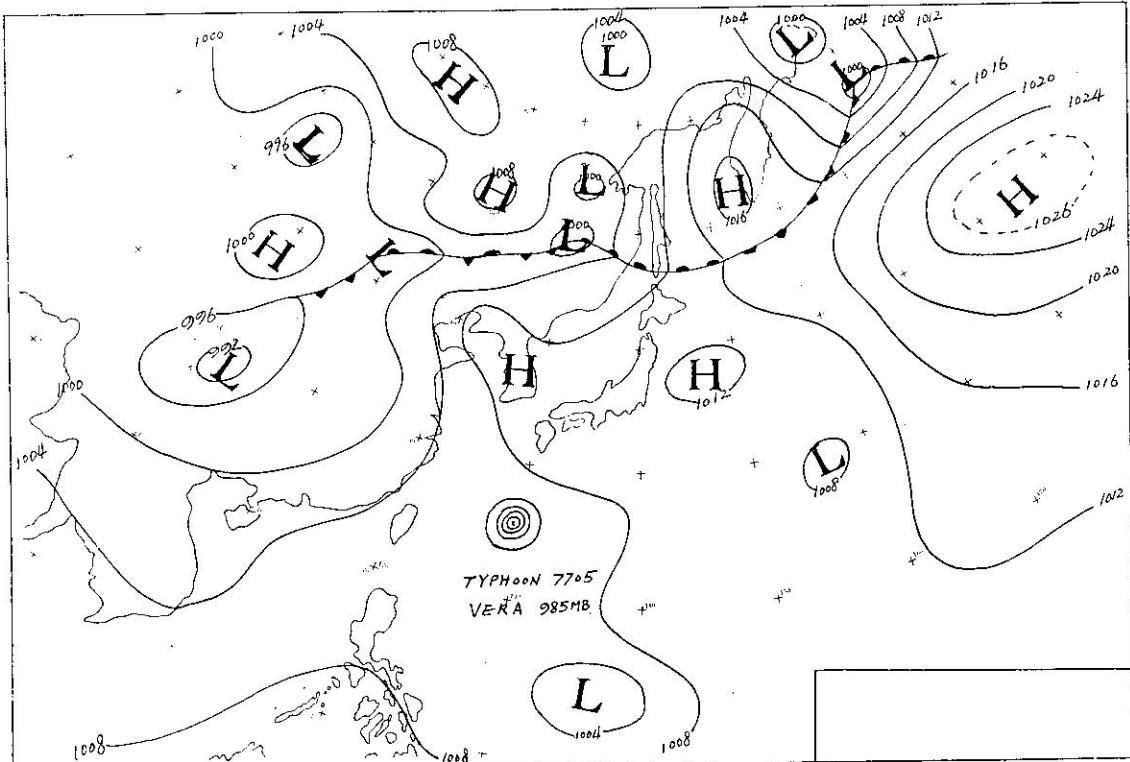


圖 8 a 66 年 7 月 28 日 20 時地面圖

Fig. 8 a Sea level chart 281200Z Jul. 1977

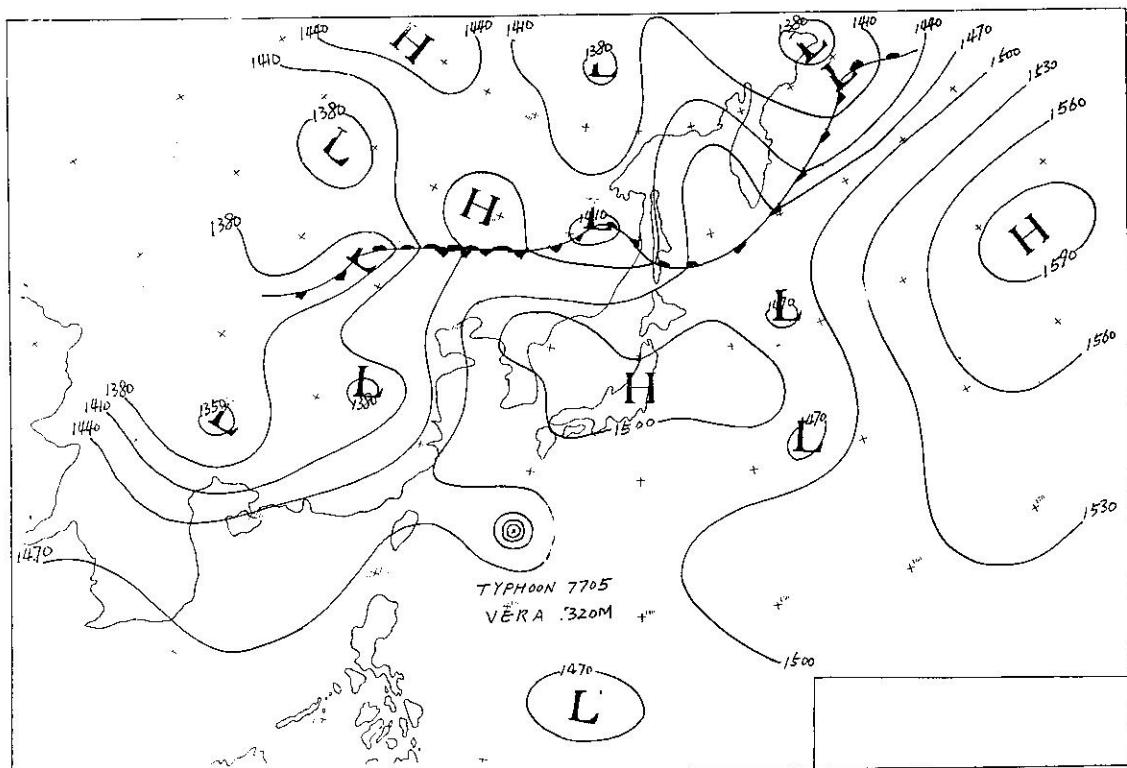


圖 8 b 66 年 7 月 28 日 20 時 850 毫巴圖

Fig. 8 b 850mb chart 281200Z Jul. 1977

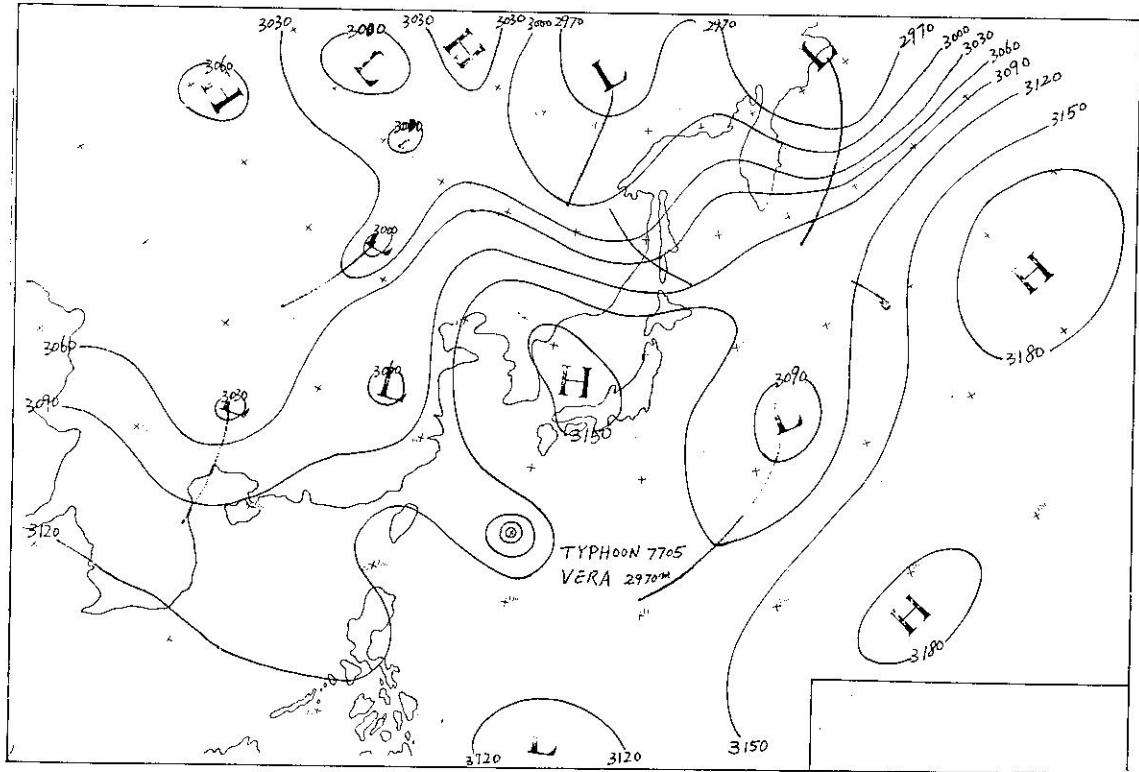


圖 8 c 66 年 7 月 28 日 20 時 700 毫巴圖
Fig. 8 c 700mb chart 281200Z Jul. 1977

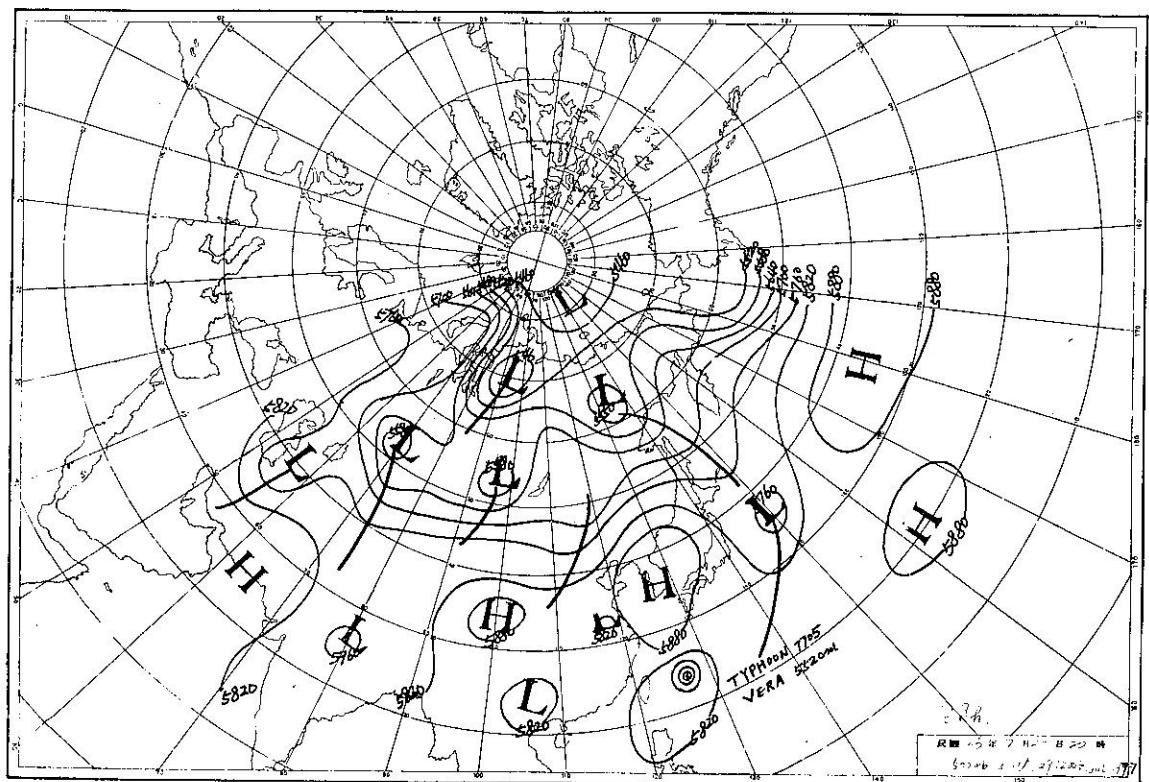


圖 8 d 66 年 7 月 28 日 20 時 500mb chart 281200Z Jul. 1977

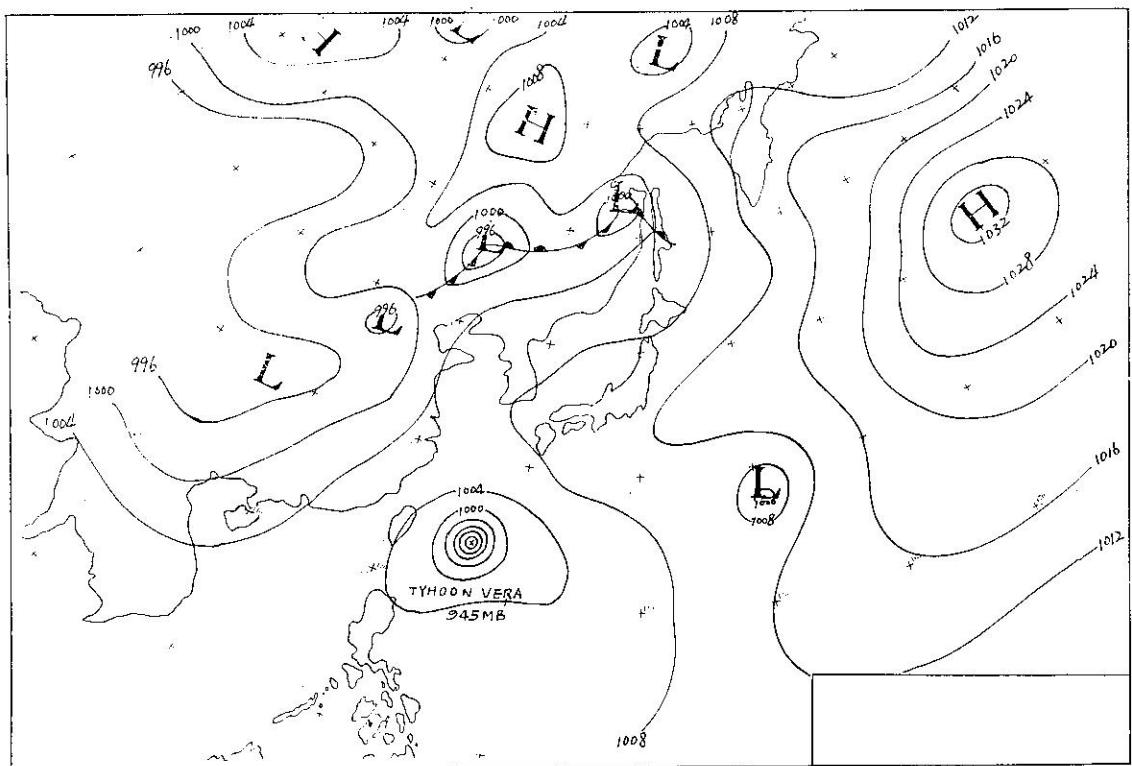


圖 8 e 66 年 7 月 29 日 20 時地面圖

Fig. 8 e Sea level synoptic chart 291200Z Jul. 1977

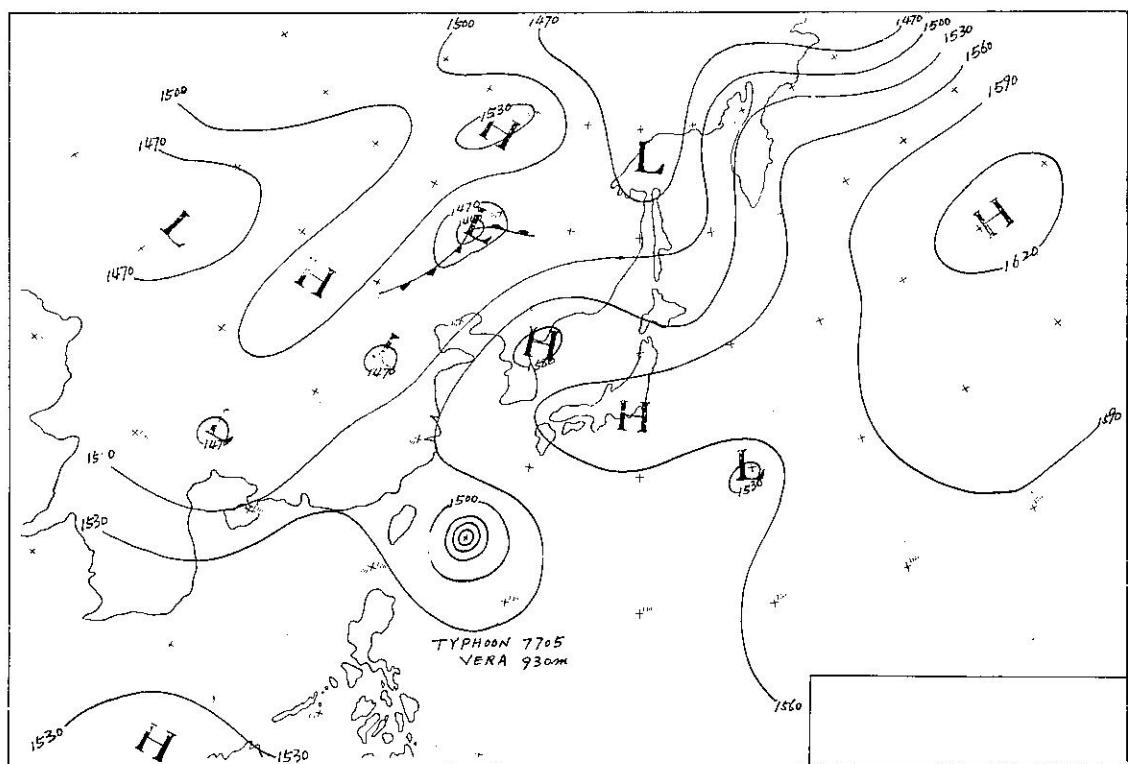


圖 8 f 66 年 7 月 29 日 20 時 850 毫巴

Fig. 8 f 850mb chart 291200Z Jul. 1977

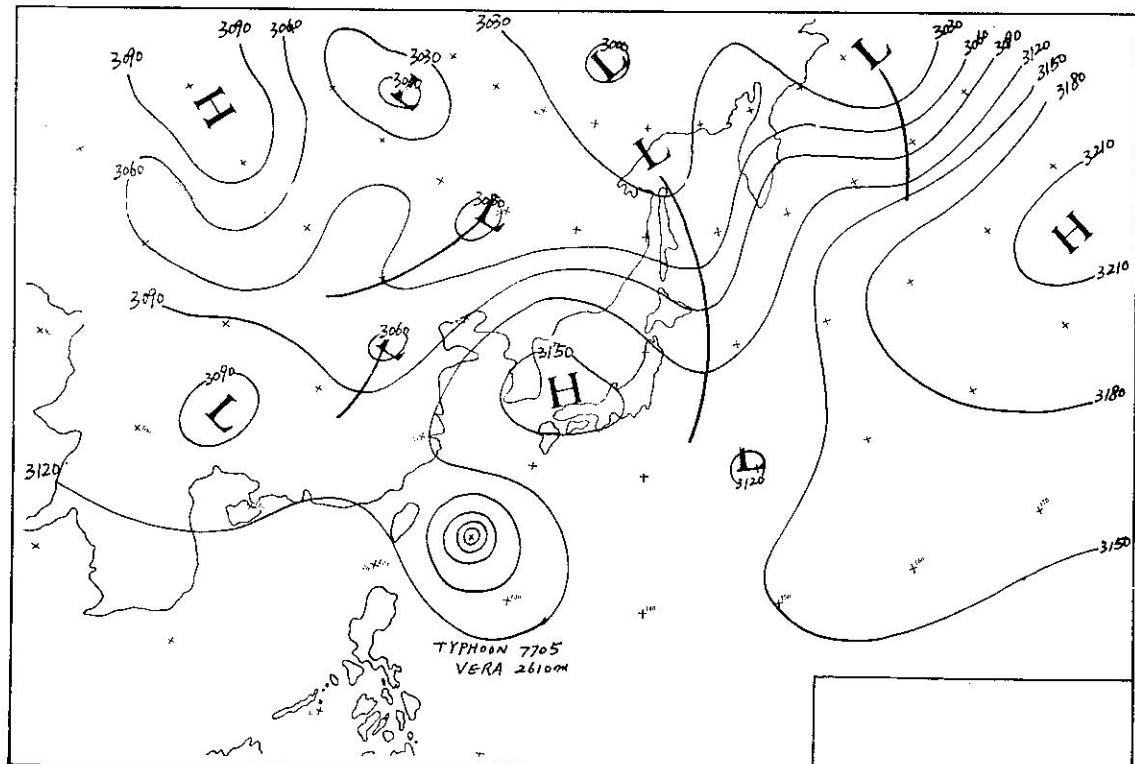


圖 8 g 66 年 7 月 29 日 20 時 700 毫巴圖

Fig. 8 g 700mb chart 291200Z Jul. 1977

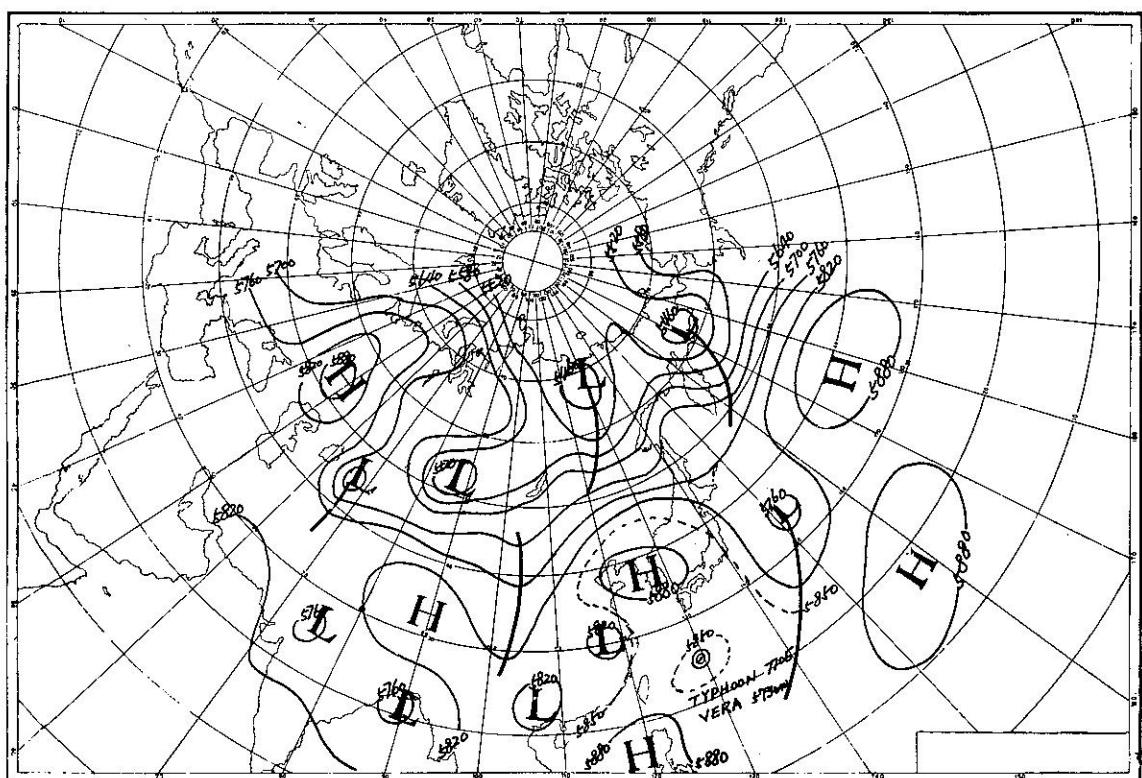


圖 8 h 66 年 7 月 29 日 20 時

Fig 8 h 500mb chart 291200Z Jul. 1977

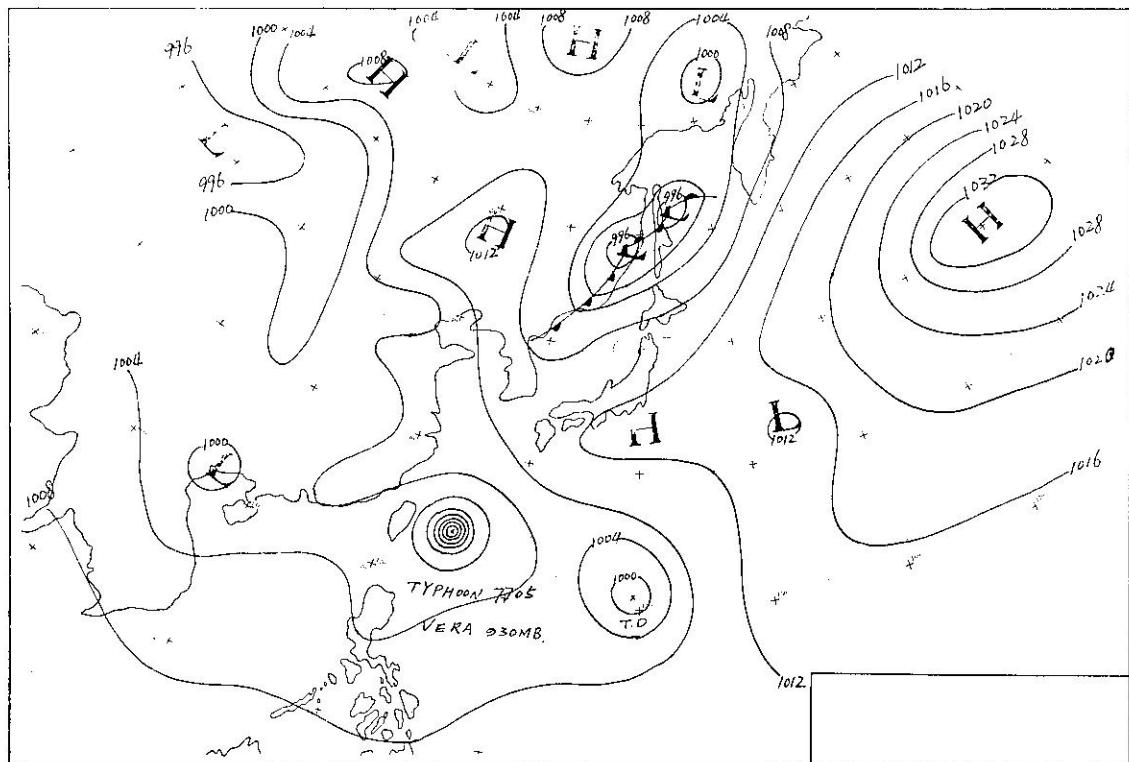


圖 9 a 66 年 7 月 30 日 20 時地面圖
Fig. 9 a Sea level chart 301200Z Jul. 1977

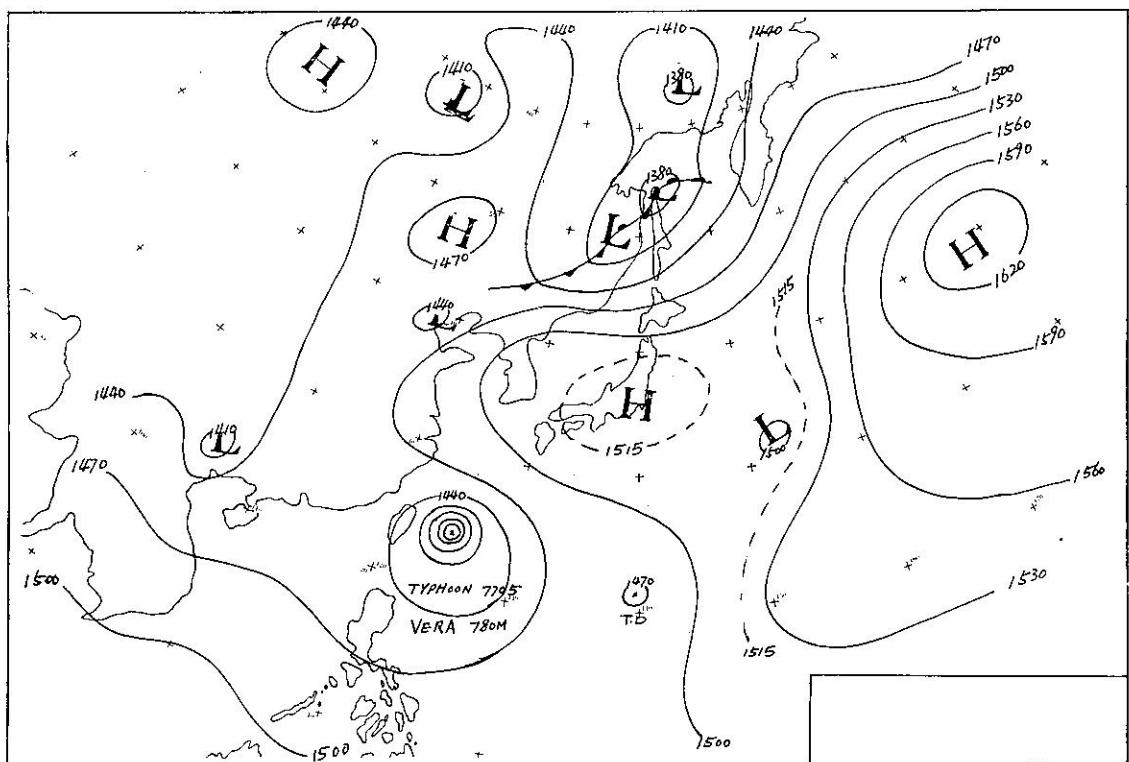


圖 9 b 66 年 7 月 30 日 29 時 850 塊巴圖
Fig. 9 b 850mb chart 301200Z Jul. 1977

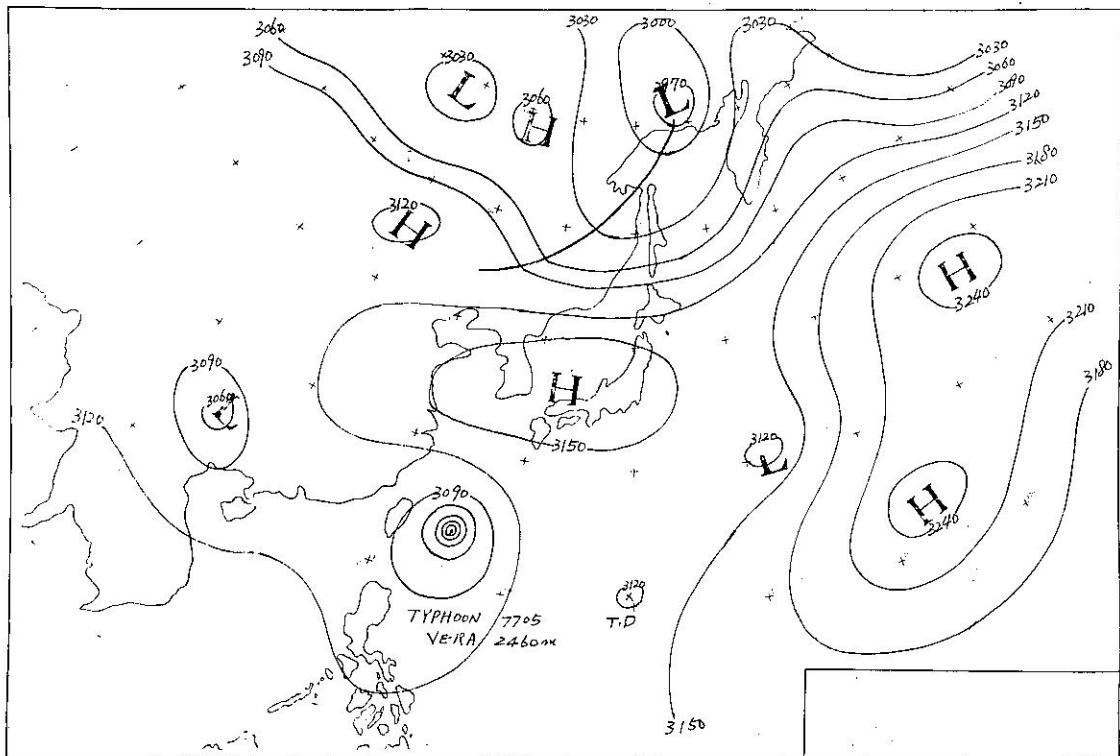


圖 9 c 66 年 7 月 30 日 20 時 700 毫巴圖

Fig. 9 c 700mb chart 301200E Jul. 1977

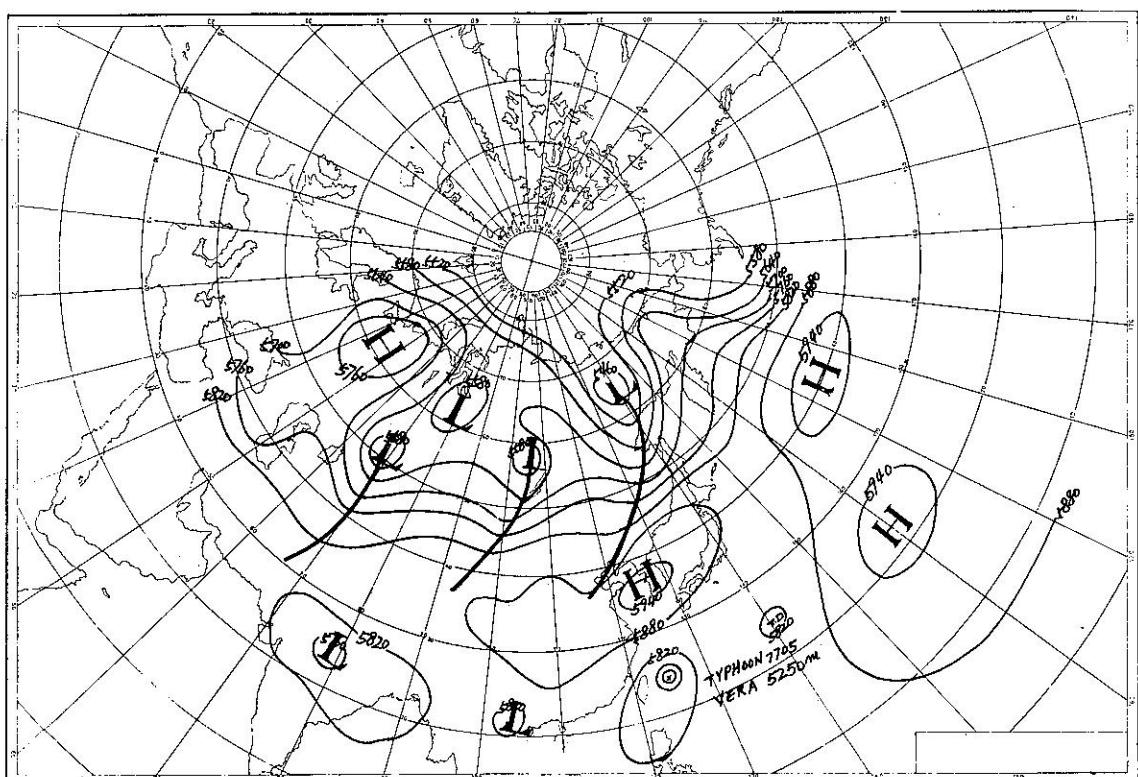


圖 9 d 66 年 7 月 30 日 20 時

Fig. 9d 500mb chart 301200Z Jul. 1977

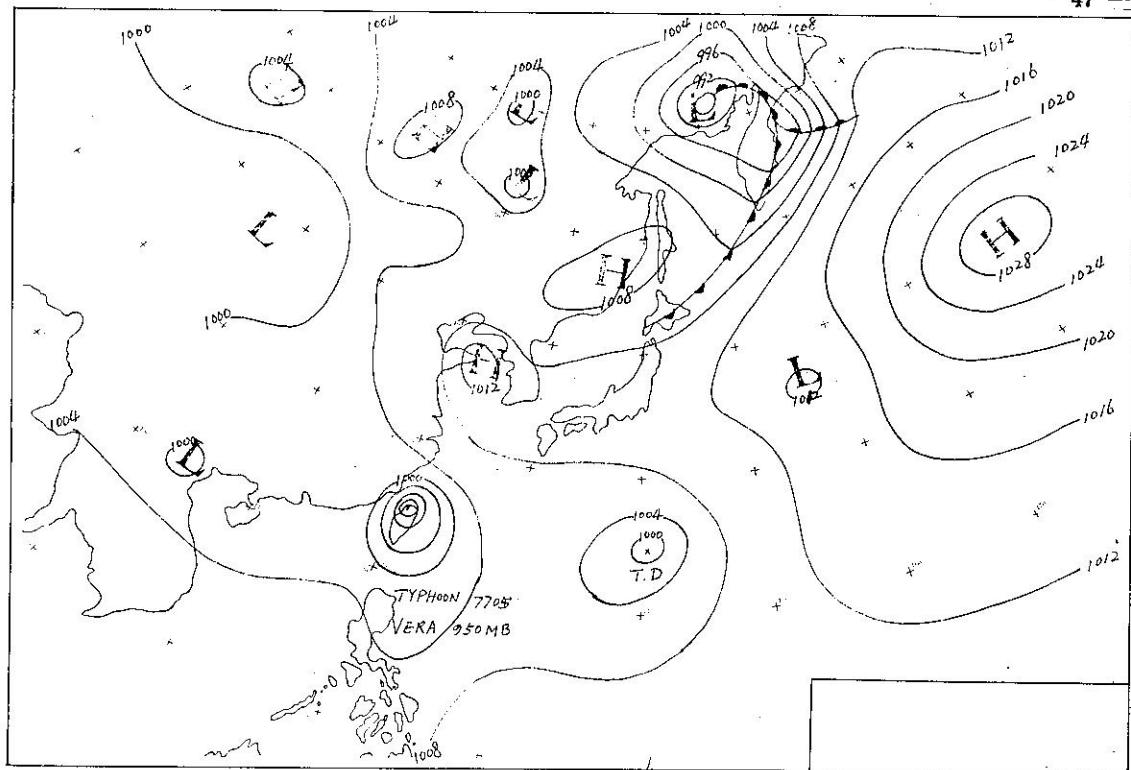


圖 9 e 66 年 7 月 31 日 20 時地面圖
Fig. 9 e Sea level chart 311200Z Jul. 1977

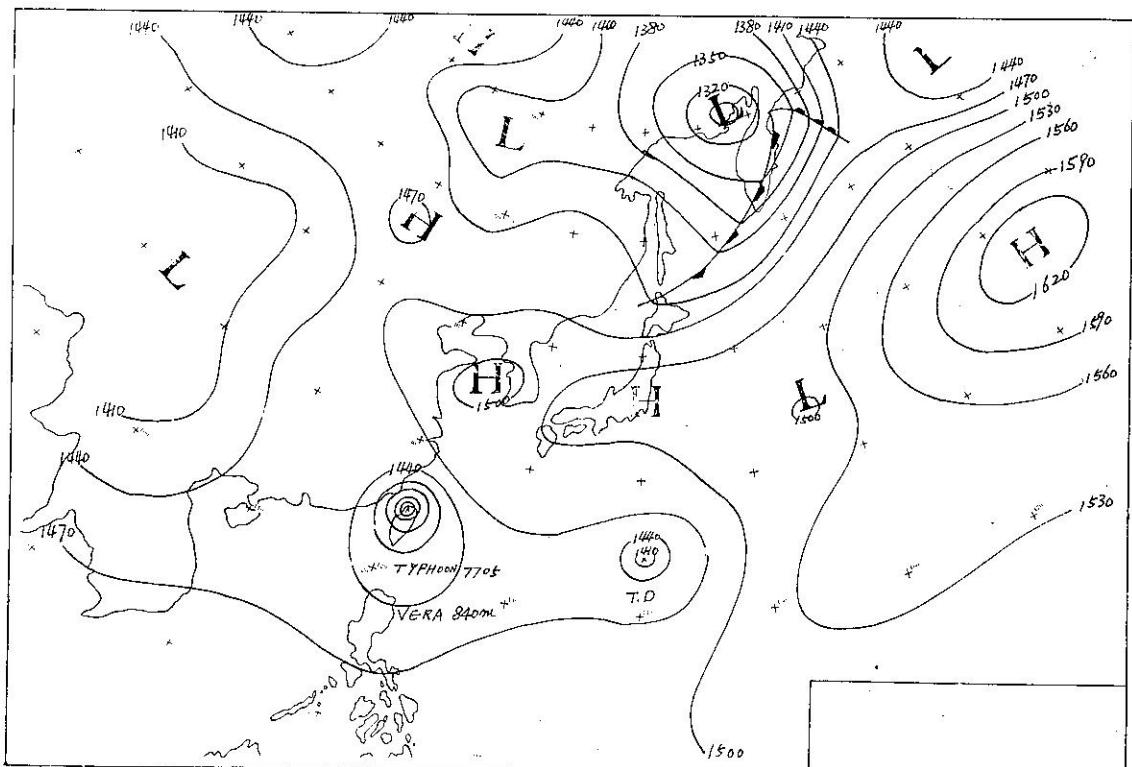


圖 9 f 66 年 7 月 31 日 20 時 850 壓巴圖
Fig. 9 f 850mb chart 311200Z Jul. 1977

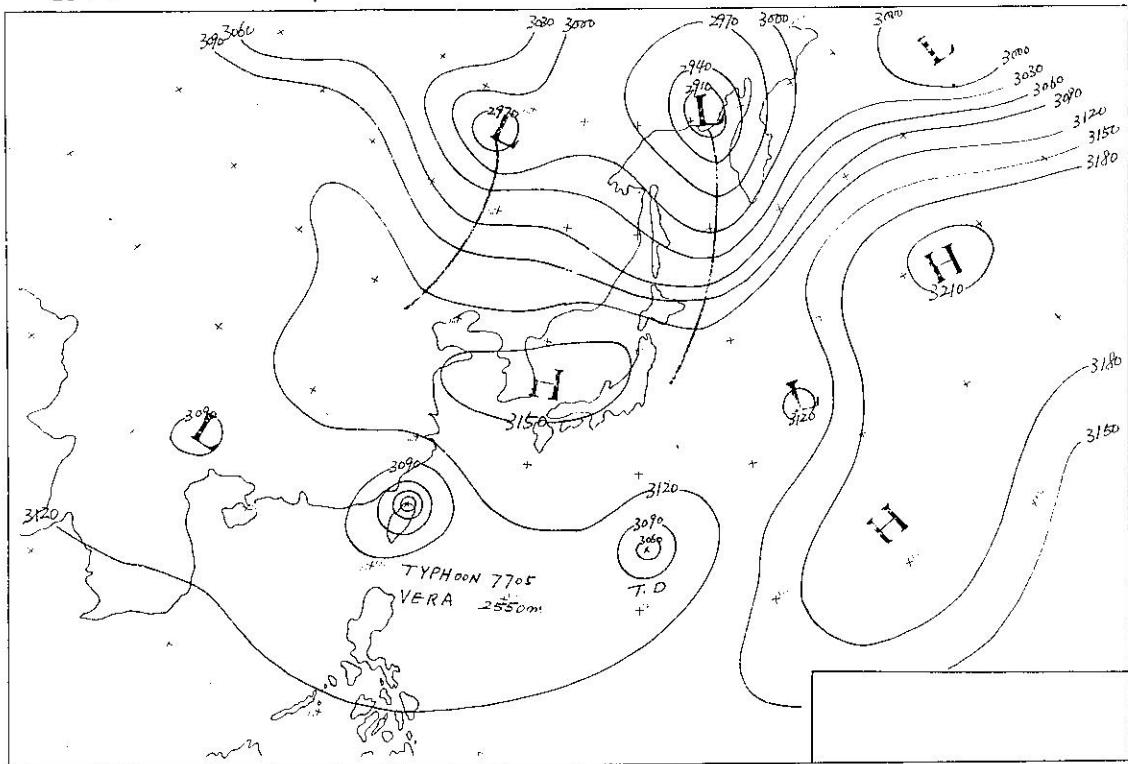


圖 9 g 66 年 7 月 31 日 20 時 700 毫巴圖

Fig. 9 g 700mb chart 301200Z Jul. 1977

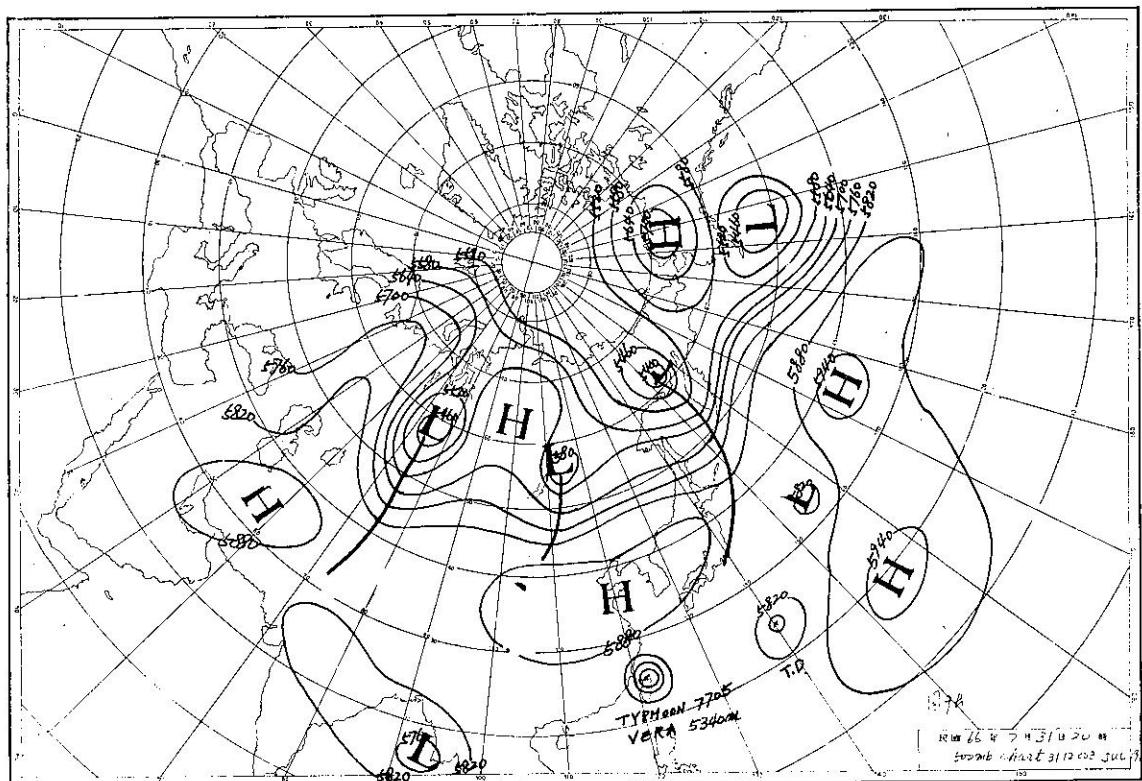


圖 9 h 66 年 7 月 31 日 20 時

Fig. 9h 500mb chart 311200Z Jul. 1977

茲將臺灣各地之氣象要素分述如下：

(一) 氣壓

薇拉發生初期，即 7 月 27 日上午，中心氣壓為 1004 毫巴，於 28 日 14 時，中心氣壓則降為 988 毫巴，成為輕度颱風。此後其中心氣壓即逐漸加深，至 29 日 14 時，中心氣壓降低至 965 毫巴，成為中度颱風後，急劇下降，於當晚 20 時竟降為 945 毫巴，並於 30 日 14 時曾降到 930 毫巴，且維持至 31 日 17 時登陸基隆之前，前後達 30 小時左右。自中心登陸後，即 31 日 20 時，其中心低氣壓即回升為 950 毫巴，於 8 月 1 日 8 時自金門東北方進入大陸，中心氣壓隨之墳塞，致減弱為熱帶性低氣壓。中心氣壓演變情況請見圖 10。

於薇拉颱風侵襲期間，臺灣地區最低氣壓出現在中心登陸地點之基隆 939.9 毫巴，其次為臺北之 951.7 毫巴，淡水為 958.9 毫巴及新竹之 968.7 毫巴，其他地區的最低氣壓如表 2。

圖 11 為薇拉颱風過境期間，基隆與臺北之風與氣壓變化曲線圖。

臺灣地區出現最低氣壓的時刻，最早為北部外島之彭佳嶼於 7 月 31 日 16 時 22 分，而登陸地點之基隆即於 7 月 31 日 17 時 30 分，其次為臺北之 18 時 24 分，一般而論在薇拉颱風過境期間，臺灣地區最低氣壓之出現時刻自東北東向西南西延遲，因颱風係登陸基隆後沿着基隆河谷向西南西運行。各地最低氣壓及出現時刻分布如圖 12。圖 13 a, b 為薇拉颱風過境時之基隆及臺北的氣壓曲線圖。

(二) 風

薇拉颱風侵襲期間，風速以北部外島之彭佳嶼為最大，於 7 月 31 日 17 時正，測得每秒 45.0 公尺之十分鐘內平均最大風速，瞬間最大風速達每秒 62.0 公尺，於 31 日 16 時 46 分出現，均為東風，該測站因在海面上，無地形影響所致。

本島之風速則以颱風中心登陸地點之基隆為最大，自 31 日清晨起，即吹偏北風，平均風速為每秒 10 公尺左右，至下午以後，風力逐漸加強，16 時 30 分即轉為北北西～西北風，此時風速急劇增強，達每秒 20 公尺以上，於 17 時 10 分測得十分鐘平均最大風速為西北風之每秒 33.3 公尺。自 17 時 24 分至 17 時 55 分之 30 分鐘內，為颱風眼過境之期，風力即突然減弱，呈無風狀態，18 時起風向轉為偏東風，風力再度增強，於 18 時 30 分出現瞬間最大風速達每秒 56.5 公尺，19 時 30 分以後風

力即逐漸減弱至每秒 10 公尺左右。請參閱圖 14 a, 基隆測站所測之風向風速圖。

臺北於 7 月 31 日 17 時起，風力始增強至每秒 10 公尺以上之西北風，自 18 時 22 分至 18 時 36 分之 14 分鐘內，由於颱風眼通過，亦呈短暫靜風狀態，隨後風向轉變為偏東風，風力再度增強，於 19 時 16 分測得，東南東風，每秒 47.7 公尺之最大瞬間風速，並於 19 時 20 分出現十分鐘平均最大風速為東風，每秒 25.5 公尺，自 31 日 23 時以後，隨颱風中心之遠離風速亦減弱。

圖 14 b 為臺北之風向風速之變化圖。

位於大屯山之鞍部測站（海拔 840 公尺）於 7 月 31 日 5 時起，即吹北風，每秒 10 公尺以上的強風，中午以後風速即增強達每秒 20 公尺以上，於 17 時 30 分出現十分鐘平均最大風速每秒 41.7 公尺，18 時以後，風向即轉為南風，強風一直繼續至 8 月 1 日 9 時始逐漸減弱。其他北部地區，淡水測站即於 31 日 17 時 43 分測得瞬間最大風速為每秒 41.7 公尺，並於 31 日 18 時 50 分出現十分鐘平均最大風速為每秒 28.7 公尺之東北東風。

其餘各站十分鐘平均最大風速均在每秒 20 公尺以下，請參閱表 2。

(三) 降水

薇拉颱風過境期間各地總雨量所繪成之等雨量線形態如圖 15，圖中顯示，雨量集中區，大致可分為：北部山區（即大屯山一帶），石門水庫流域，中南部山區（即阿里山一帶）。

當薇拉過境時，挾著狂風暴雨，北部山區及石門水庫流域，因地形影響雨量特別充沛，而中南部山區之迎風面亦有充沛雨量。

根據本局所屬各測站及其他民用測站所得之結果，最多為石門之 515.3 公厘，鞍部之 478.3 公厘，阿里山有 463.5 公厘，竹子湖有 461.6 公厘，中央山脈東側則為背風區，故雨量為最少區。

十分鐘內最大雨量即在登陸地點之基隆為 30.0 公厘，於 31 日 19 時～19 時 10 分測得，其他各測站所測得一小時內最大之雨量，以竹子湖之 67.5 公厘（31 日 18 時～19 時）為最大，其次為鞍部的 31 日 17 時～18 時之 65.0 公厘。其餘各測站十分鐘內降水量及一小時內降水量。

薇拉颱風侵襲期間，北投地區，因大屯山區降雨極急，以致山洪爆發引起多處山崩事件發生。

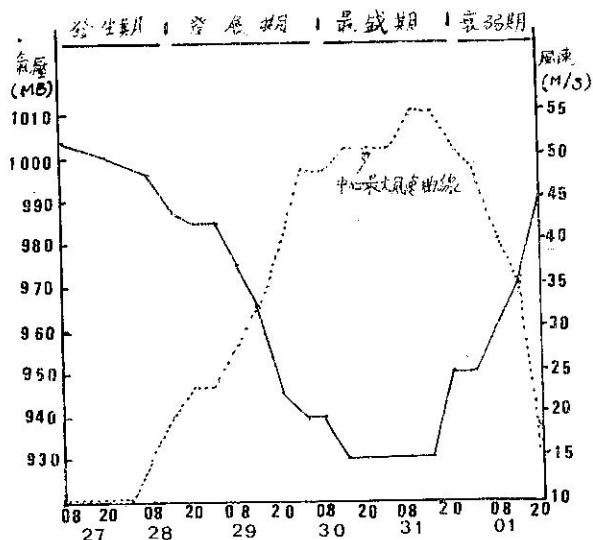


圖 10 薔拉颱風中心氣壓及中心最大風速演變圖

Fig. 10 The variation of the central Pressure and maximum wind velocity of the Typhoon Vera (Solid line-pressure broken line wind velocity)

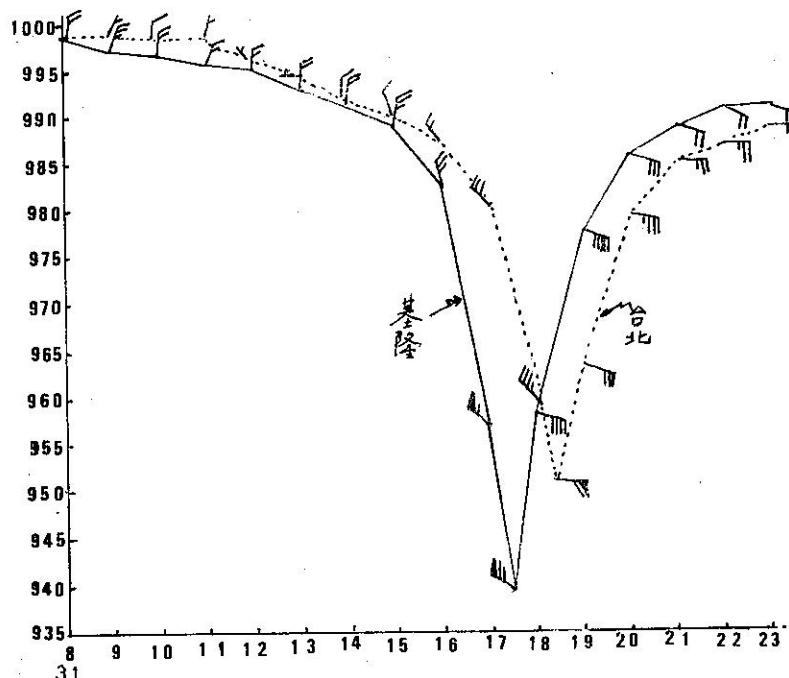


圖 11 基隆與臺北於薇拉颱風侵臺期間之風與氣壓變化曲線圖

Fig. 11 The variation of the pressure and wind at Keelung and Taipei during Typhoon Vera's passage.

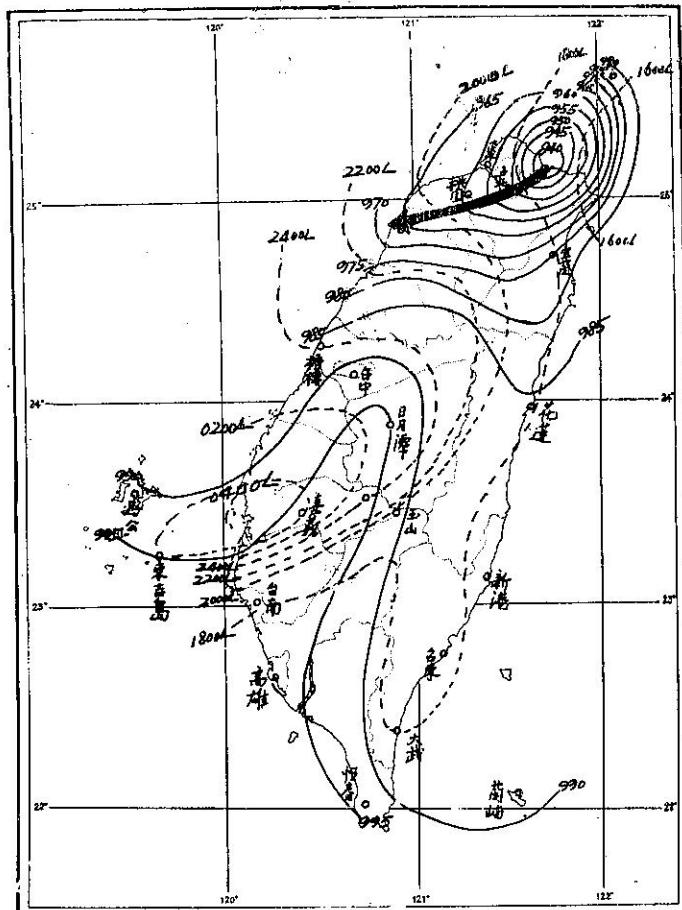


圖 12 蕩拉颱風侵臺期間各地出現之最低氣壓及其時刻

Fig. 12 The distribution of the lowest pressure and its isotimic analysis of Taiwan during Vera's passage

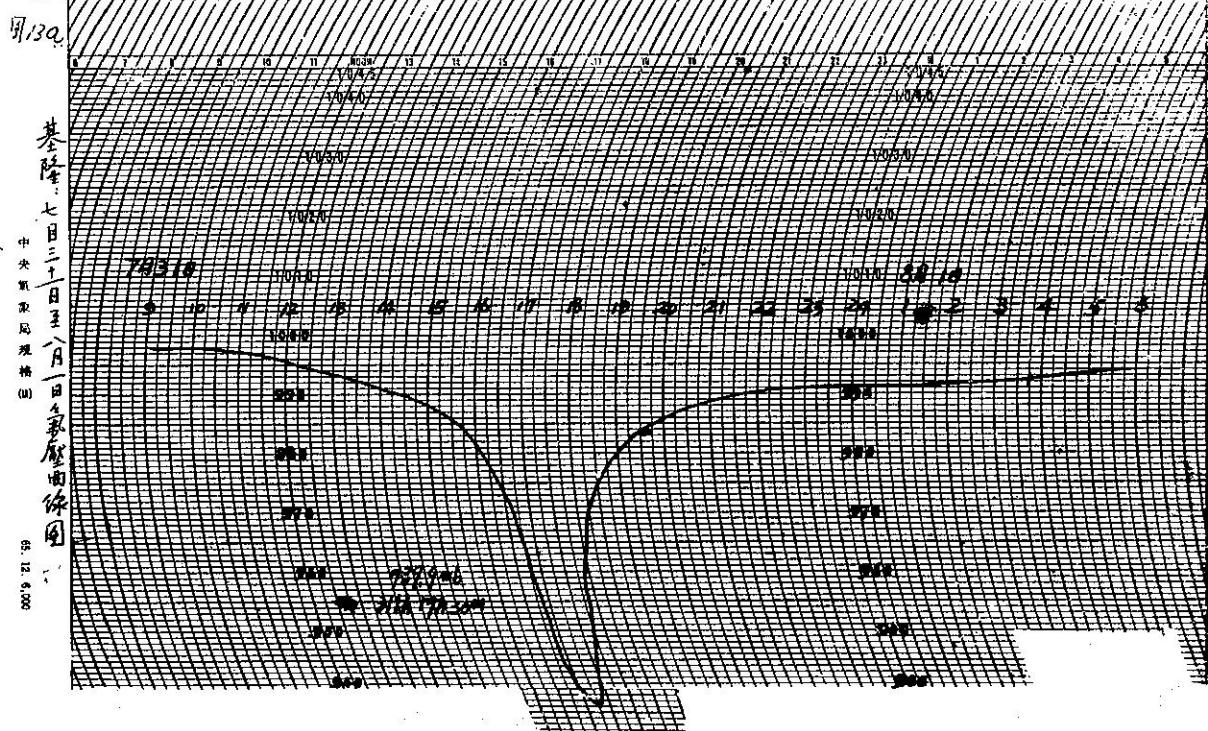


圖 13 a 基隆：七月三十一日至八月一日氣壓曲線圖

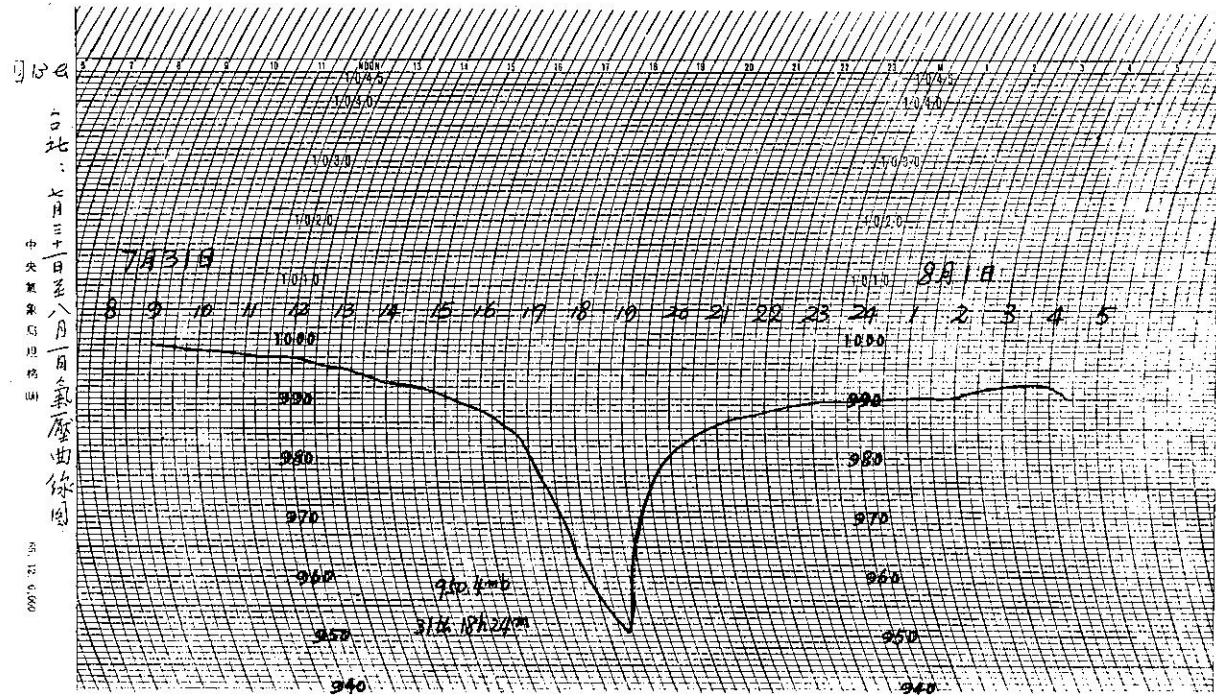


圖 13 b 臺北：七月三十一日至八月一日氣壓曲線圖

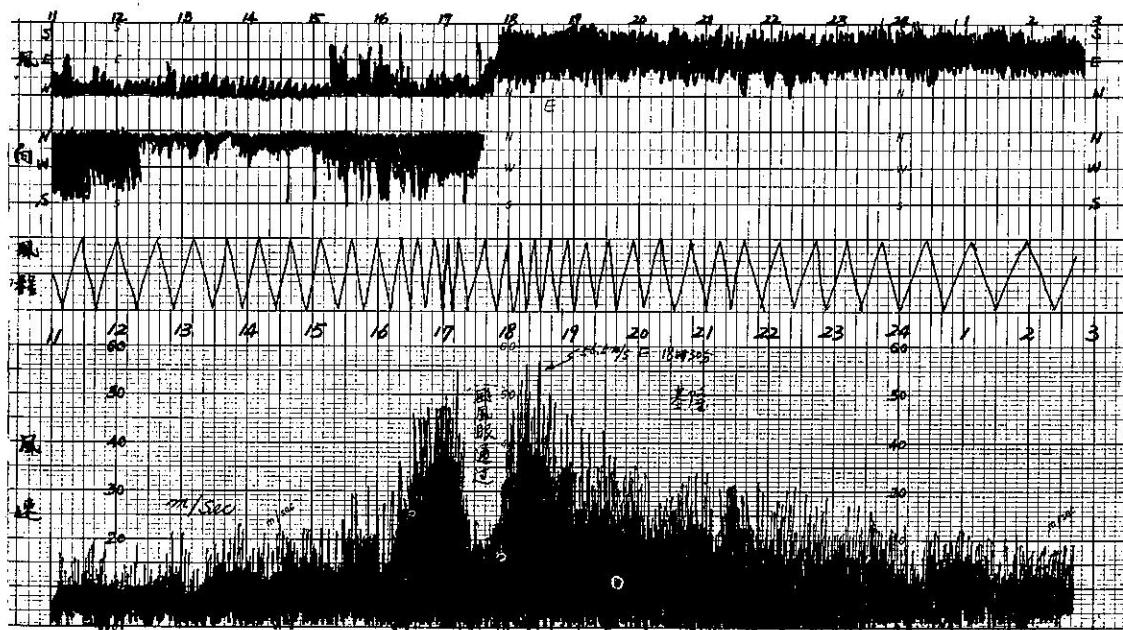


圖 14 a 基隆：七月三十一日至八月一日風向，風程，風速變化圖

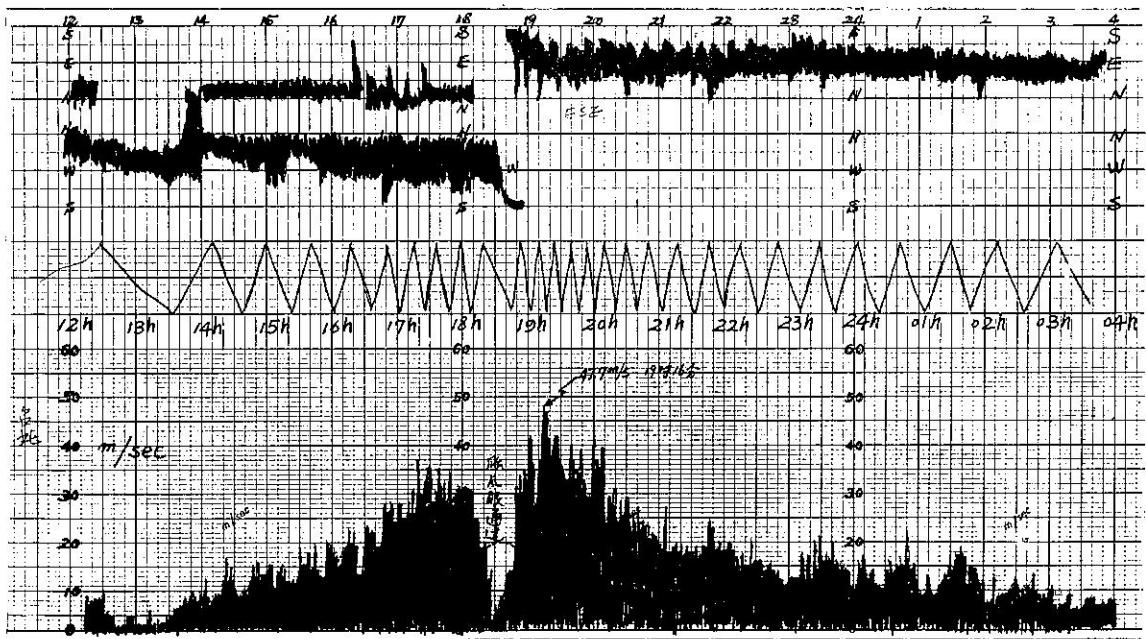


圖 14 b 臺北：七月三十一日至八月一日風向，風速變化圖

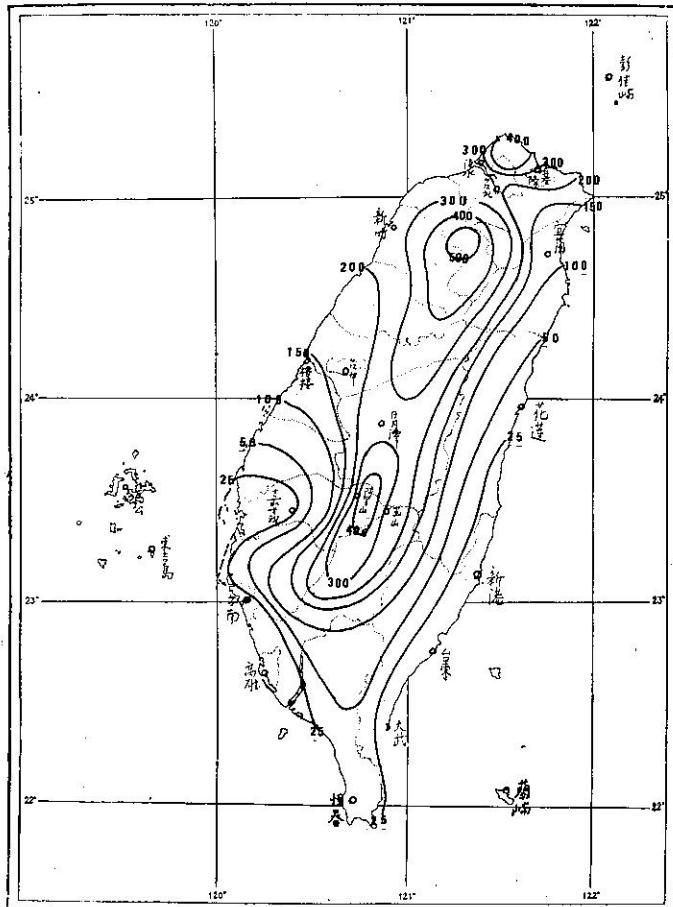


圖 15 薇拉颱風經過期間臺灣之雨量分佈圖

Fig. 15 The rainfall distribution of Taiwan during Typhoon Vera's passage.



圖 16 a 臺北市北門高架道路工程的鋼架被風吹落壓沒車輛

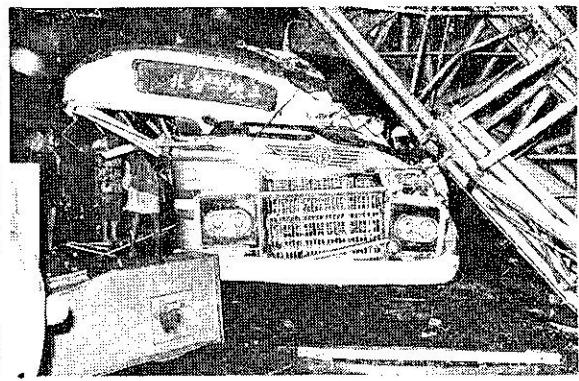


圖 16 b 與圖 16a 同

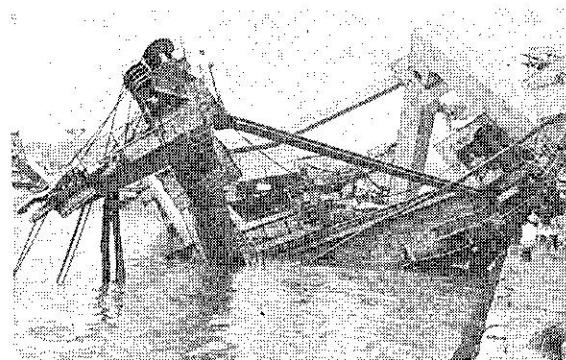


圖 16 c 基隆貨櫃起重機被風吹毀入海

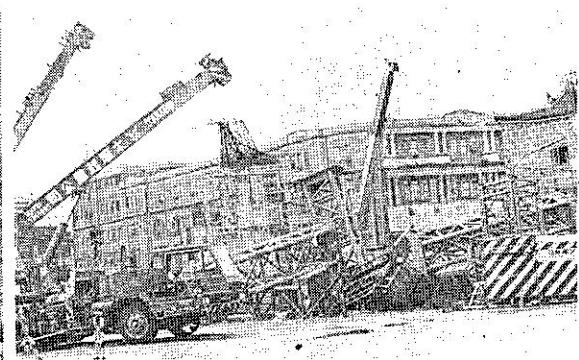


圖 16 d 臺北市北門口高架道路工程被吹毀

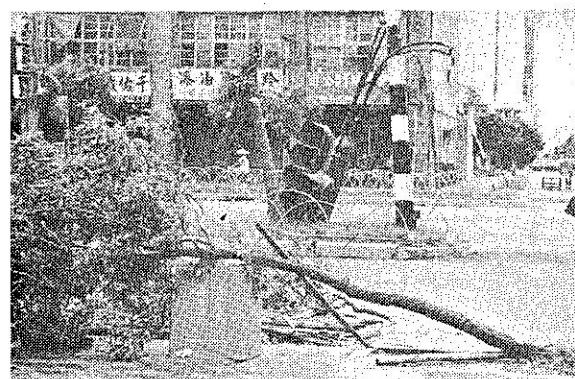


圖 16 e 臺北市交通信號燈被吹毀

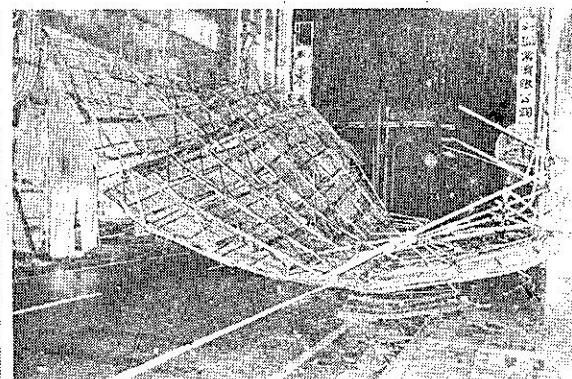


圖 16 f 臺北市建高樓大廈廊架被吹毀



圖 16 g 北投區發生山崩



圖 16 h 北投區山崩房屋被埋沒

五、災 情

薇拉颱風在基隆附近登陸後，旋經臺北，於桃園、新竹間出海，挾帶狂風暴雨，繼賽洛瑪颱風侵襲南部地區之後，復在北部地區造成嚴重災害。

茲根據臺灣省政府及臺北市政府之災情報告彙報如下以供參考。

(一) 災民與房屋方面：

1.死亡：39人（臺北市21人，臺北縣6人，桃園縣8人，基隆市2人，新竹縣1人，南投縣1人）。

失蹤：5人（臺北市，臺北縣，桃園縣，新竹縣，基隆市各1人）。

重傷：85人（臺北市64人，臺北縣12人，桃園縣3人，基隆市6人）。

搶救災民：3,859人（臺北市557人，基隆市1,917人，臺北縣1,325人，桃園縣60人）。

2.房屋倒塌：

全倒：736間（臺北市95間，臺北縣543間，桃園縣19間，基隆市72間，宜蘭縣7間）。

半倒：3,321間（臺北市250間，臺北縣2,802間，桃園縣40間，基隆市227間，宜蘭縣2間）。

(二) 交通方面：

1.鐵路：薇拉颱風過境時，因風力過強，電訊中斷，或路基被水沖毀，各線班車全部暫時停駛。

2.公路：北、東、南等三條橫貫公路，因前受賽洛瑪颱風及本次薇拉颱風影響，塌方多處。

3.港埠：

(1) 基隆港：①貨櫃起重機三台被風吹斷入海。（每台約值新台幣4仟萬元）。②巴籍全益輪，隆盛輪，科籍伊班查東輪及協發商輪，工作船大真輪等均斷繩。

臺中港：榮寧號拖船一艘沉沒。

(三) 糧食方面：

1.米谷肥料：(1)米谷：浸水 11,734 公噸，損失約新台幣 472 萬元。(2)肥料：各種化學肥料受損 213 噸，損失約 40 萬元。(3)鹽類：受損 59,632 公斤，損失約 32 萬元。

2.其他農作物：臺北、桃園、新竹、苗栗等縣耕地被害面積約 378 公頃。

3.漁業：宜蘭、基隆、桃園，臺北縣市漁船 26 隻及漁港設施受損約新台幣 300 萬元以上。

(四) 水利方面：

1.水利設施：鳳山溪、後龍溪、頭前溪、大甲溪、油羅溪、大安溪等堤防均有損壞。

2.自來水：臺北市、基隆市自來水設備損失嚴重。

(五) 電力方面：

1.北部地區輸電鐵塔計有 7 座損毀倒塌。

2.北部地區被吹倒電桿計有 1,004 支。

其餘於臺北市北門高架道路工程的鋼樑和鐵架被狂風吹落，壓毀九輛駛經該處的大小車輛及薇拉颶風正在過境時，臺北市有八處發生火災，燒毀了房屋 11 家，損失約新台幣 720 萬元等悲慘事件發生。

圖 16 a~h 各圖薇拉颶風侵襲所造成之災害照片。

羅字振執筆

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負，詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第〇九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記爲第一類新聞紙類

Volume 24, Number 2

June 1978

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

Cold Wave Analysis and Forecasting in Taiwan Area

..... Griffith C. Y. Wang (1)

A Research of Precipitation and Runoff in Hsin-Tien Watershed

(Runoff Part) W. S. Kuo, C. T. Chiang, S. G. Chu (17)

Report

Report on Typhoon "Velar" (29)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei
Taiwan, Republic of China