

臺灣冬季反常大雨個例研究

—1983年2月

On Anomaly Heavy Rainfall in Taiwan during February 1983

陳 來 發

Lai-Fa Chen

ABSTRACT

Total precipitation during February 1983 in Taiwan turned out to be several times of the normal, thus 7 stations reported record rainfall for February. It is supposed that to interpret the time and spatial distributions of the rainfall of the period and to investigate the features of the atmospheric circulation aloft would not only benefit the explication on the characteristics of the event, but also improve the operational techniques for forecasting the Anomaly Heavy Rainfall (A. H. R.) over Taiwan in winter.

The results of this analytic study were summarized as follows:

(1) Neither time nor spatial distribution of the precipitation in February 1983 was abnormal. However, the total rainfall was much greater than the average.

(2) The North Hemisphere surface charts showed that the Iceland low was obviously weak (with a central pressure more than 12-mbs above normal) and, on the contrary, the Aleutian low was considerable deep (with surface pressure more than 18-mbs below normal near center).

(3) The atmospheric circulation presented a wave number 4 pattern at 500mbs level over the North Hemisphere. Both the Pacific and Siberian highs were stronger than normal. Most zonal wind components ($\bar{U}$) over the eastern North Hemisphere were above 30m/s, that is, about 5-10m/s stronger than normal. The durations of the A. H. R. were also in coincidence with the increasing Zonal Index along 120°E.

(4) A shear line (or trough) at 850mbs level has always been found to be associated with the A. H. R. nomatter, whether there was any surface front system. Its appearing and displacement seemed to be the most important predictor to the A. H. R. 's occurrence and location as well.

(5) The intensity of the precipitation could likely be enhanced by either short wave approaching from the west near 700mbs level or radiation cooling on the cloud tops.

(6) Particularly on northern Taiwan, the thickness and wind speeds of the NE monsoon, the warm sea surface and vertical wind shear were favourable for developing the low level meso-scale cellular convective systems which, would provide the part of moisture in the event.

(7) The vorticity and divergence at 500mbs level and the potential instability of the air itself played as the minors on the occurrence of the A. H. R. in the case by this study.

一、前言

1983年2月份，臺灣地區降雨量遠超過正常值，根據報告，有七處測候站之月雨量破八十六（1897~1982）年來的歷史紀錄（表一）；宜蘭、臺北、日月潭及嘉義等四處之日雨量亦創紀錄，在兩日方面，北部地區更高達廿七天之多。本文乃就各種綜觀天氣形勢之資料及二月份北半球大氣環流特徵，加以詳盡之調查、分析與研究，期深入瞭解此次反常降水之特性，提供未來臺灣地區冬季異常降水預報及進一步研究之參考。

表一 1983年2月選擇測站降雨量與86年來同月最大降雨量比較

Table 1 Total rainfall of the Selected stations in February 1983 Compared with the absolute maximum within past 86 years

站名	1983年2月份 降雨量	86年來2月份 最大降雨紀錄	備註
宜蘭	679.7	517.8	①紀錄年限(1897~1982) ②單位：公厘
花蓮	337.7	313.3	
臺北	499.0	372.9	
新竹	488.7	371.5	
臺中	384.3	241.0	
澎湖	175.2	162.9	
嘉義	243.0	72.9	

二、降水特性

(一)時間分配：

分析二月份全省各主要測站降雨紀錄（表二），除2月13日一次在東北部出現純東北季風型的地形性降水外，較顯著的全省性降水共有6次（圖一）；其出現週期約在3~5天，降水持續時間以兩天者最多；其中伴隨有地面鋒面系統者有三次，分別為2日、10~12日及25~27日；此外，5~6日、15~16日以及20~21日則為非地面鋒系降水。此六次降水在臺灣南部和北部發生之時間均有大約12~24小時的差距。

(二)空間分佈：

由二月份臺灣地區各測站總降雨量分佈圖（圖二）可看出降水的強度受地形影響甚大，最大降水中心在山區（如北部大尖山906公厘，中部玉山891公厘），平地則明顯的由北向南遞減（以基隆852公厘最多，恒春86公厘最少），這種空間分佈特性

與多年同月平均之分佈（圖三）相一致，並無變異，因此，真正的異常乃是指降雨量特別多而言。按全省各測站1983年二月份總雨量報告，除蘭嶼少於正常值外，其餘大都約在標準值的兩倍以上，嘉義接近9倍之多。（見表三）。

表三 1983年2月實際月雨量與標準值之比較
Table 3 Total rainfalls of February 1983 Compared with the Climatological normals.

站名	站號	項目		A/N
		1983年2月 降雨量 (A)	2月降雨量 標準值 (N)	
彭佳嶼 基宜淡	695	640.8	140.4	4.56
	694	852.0	322.0	2.65
	708	679.7	149.4	4.55
	690	554.6	169.0	3.28
陽明山 臺新臺	698	614.6	257.9	2.38
	692	499.0	137.1	3.64
	757	488.7	130.2	3.75
	749	384.3	65.2	5.89
梧棲 日月里	777	301.9	—	—
	765	374.9	64.8	5.79
	755	891.0	137.0	6.50
	753	448.0	110.2	4.07
嘉義 高花	748	243.0	27.1	8.97
	741	104.2	30.9	3.37
	744	97.0	16.4	5.91
	699	337.7	88.3	3.82
新臺大 恒	761	87.0	74.0	1.18
	766	91.8	42.5	2.16
	754	141.0	49.4	2.85
	759	68.0	25.4	2.68
蘭澎東 牛	762	103.4	223.1	0.46
	735	175.2	39.0	4.49
	730	81.5	26.8	3.04
	22	389.0	—	—
古雙蓮 五指	33	552.0	—	—
	44	686.0	—	—
	291	505.0	—	—
	292	734.0	—	—
鞍大蘇 尖山	691	724.7	—	—
	293	906.0	—	—
	706	684.2	—	—

三、北半球大氣環流特徵

(一)地面氣壓系統：

按1983年二月份北半球地面氣壓平均圖（圖四）顯示，主要高壓帶自北美大陸經亞洲大陸、小亞細亞、歐陸、北非以至大西洋東岸，而以亞洲西伯利亞高壓最為強盛。主要低壓帶則有阿留申及冰島兩低壓，另外在北美東岸北緯40度以北亦有一低壓中心存在，臺灣地區在西伯利亞高壓的影響之下，是標準的冬季氣壓型態，再就1983年2月份北半球地

民國72年2月份

[illegible]

面平均氣壓距平圖(圖五)分析,可以看出臺灣地區之氣壓平均值僅有極其微量的負距平(不到2毫巴),並無顯著的異常現象,但放眼整個北半球的氣壓系統分佈則有相當大的反常,不僅西伯利亞高壓及太平洋副熱帶高壓皆較平均稍強,最明顯的是北大西洋的冰島低壓極不發達,其中心氣壓值高於正常值12毫巴以上,而北太平洋的阿留申低壓則相對的十分淺深,其中心氣壓值竟然低於多年平均值達18毫巴以上,此種異常的環流結構類型與大氣現象的相關性,正是近代研究遠地相關(Teleconnection)的氣象學者們所感興趣的。(John Horel & John Wallace 1981; John Wallace & David Gutzler 1981)。

(二) 500 MB 環流:

1983年2月份500 MB北半球平均高度場(圖六)顯示大氣環流屬四波型(Wave Number 4),較任、蔡(1982)研究冷冬三波型多一波,但相位配置類似,主槽分別在亞洲東岸、北太平洋東部、東歐至地中海以及北美洲東部地區,臺灣地區正位於主槽以東之西南西風盛行帶內。如果與多年平均狀態比較,可由1982年2月份北半球500 MB平均高度距平圖(圖七)略窺端倪,即該月份北太平洋地區之高度低於正常值甚多,為一主要負區所在;另一主要負區則在北大西洋以北的北極區內,而北大西洋之冰島區則相反地高於正常值約150重力位公尺。另外在加拿大西部有一副正距平區,而在美國東南部為副負距平區。此種高空環流型與前述地面系統相當配合,尤其是太平洋副熱帶高壓及西伯利亞高壓脊都較平均值強,使南北溫度對比增大,維持北半球東部中緯度的強盛西風。另以2月份北半球東部各緯度正常西風逐日變化(圖八)及1983年2月份的實際西風(圖九)逐日變化比較,可知1983年2月份在北緯30度附近的平均西風($\bar{U}$)幾乎都大於30 m/s,比氣候平均值大5~10 m/s之多,更有意思的是在1983年2月份臺灣地區發生異常降水的日期裏,東亞地區東經120度附近的北半球緯流指數(Zonal Index)都有偏高的現象(圖十)。另外由地面及500 MB平均圖及距平圖發現在蘇聯東北方之阻塞(Blocking)系統發展並不良好,却能在臺灣地區造成長時間降水現象,此與傳統的臺灣冬季持續性降水觀念適得其反,前述特徵或可作為詮釋。

四、臺灣附近地面及各定壓面特徵

(一) 地面氣壓場:

就平均狀態而言,臺灣附近地區1983年2月氣壓場並無顯著異常現象,此於前面討論北半球地面氣壓場時即已強調。今以氣壓系統逐日演變加以分析,1983年2月份西伯利亞高壓直接南下影響臺灣者甚少,分裂高壓大都移動緩慢,且常被後方冷空氣南下所吞併,因此缺乏標準的鋒面過境和強大的寒潮爆發,按葉、陳(1982)統計冬季2月過境臺北鋒面平均在4次以上,而該(1983)年2月僅得三次,顯然偏低。

(二) 地面及海水溫度:

臺灣地區1983年2月份的地面溫度雖較平均值稍冷(圖十一),但並無出現極冷或極暖等異常現象,統計臺灣地區1983年2月份的最高氣溫平均值及最低氣溫平均值顯示2月份最高氣溫較多年平均為低,而最低氣溫則較多年平均值為高(表四),但臺灣附近海域實際的海水溫度月平均值(圖十二)則高於多年平均值(圖十三)甚多,如是更加大了

表四 1983年2月各測站平均最高及平均最低氣溫與多年平均值比較表

Table 4 The Mean Max. & Min. Temperatures of February 1983 Compared with those of Climatological normal values.

站名	項目 站號	平均最高氣溫 (°C)		平均最低氣溫 (°C)	
		1983年 2月	多年 平均值	1983年 2月	多年 平均值
喜佳 基宜 淡	695	16.8	17.3	13.2	12.8
	694	16.7	17.3	14.2	13.1
	708	18.7	19.6	13.6	13.4
	690	16.5	18.7	13.0	12.3
陽明 臺新 臺	693	14.1	15.5	9.2	9.3
	692	16.9	19.0	13.4	12.3
	757	16.4	18.6	12.8	12.2
	749	18.7	21.8	13.2	12.1
日月 潭山 阿里 山	765	17.0	19.0	12.0	11.4
	755	-0.7	2.8	-3.5	-3.9
	753	9.5	11.5	4.5	2.1
	748	19.3	22.3	13.8	13.0
臺南 高花 新臺	741	21.3	24.1	14.1	13.0
	744	23.6	24.0	16.4	15.7
	699	19.9	21.3	15.3	14.7
	761	20.7	21.9	17.3	16.5
大恒 蘭澎 東吉	766	22.0	23.4	17.1	15.7
	754	24.1	24.3	18.2	17.7
	759	24.4	25.0	18.1	17.7
	762	21.7	20.7	17.7	16.9
武春 嶼湖 島	765	18.9	—	15.4	—
	730	19.7	19.1	16.7	15.6

海上氣溫與水溫的對比而提供了低層中幅度對流胞系統 (Meso-Scale Cellular Convective Systems) 發展的良好機會 (Agee & Shue, 1978)。

(三) 850 MB 風切線的存在：

1983年2月份異常降水的分析，發現與春季鋒面前西南氣流在華南地區匯合 (Confluence) 造成強大中幅度對流雲系移入臺灣地區的情況不同，因該月連續大雨期間有三次在華南或臺灣並無地面鋒面過境，但降水分佈却有南北方向時間上的差異，按理應與某種系統性的進退有關。經詳細分析臺灣地區異常降水期間 850 MB 的特徵，發現不論是否伴有地面鋒面系統，均明顯存在著一道風切線 (圖十四)，且與降水的南北位移相一致，而在全省性降水的間歇期內，該風切線即不存在，或遠移至巴士海峽。按該風切線為一顯著的風場與溫度場的不連續帶，其北為東至東北風，其南為西至西南風，相對渦度 $\varphi = \frac{\mathbf{v}}{r} - \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial n}$ 為正值，當兩邊風切增強時，渦度正值加大，為了保持位渦度 (Potential Vorticity) 守恒性 ($\frac{\varphi+f}{\Delta p} = \text{constant}$)，則其氣柱上下氣壓差 (Δp) 亦應增加，因而發生動力性強迫上升。當風切線以南的暖平流增強或其北有冷平流發生時，上升運動將更發達。

(四) 700 MB 面上之擾動：

當特大降水發生時，700 MB 面高度附近常伴有西風增強及西風短槽由華南移近本省的情形，尤其在南部地區大雨發生時更為明顯。此種短槽的移近，產生臺灣地區的正渦度平流 (PVA)，使臺灣地區溫度密度增大，對於對流發展甚為有益，雖然這並不是降水的唯一條件或原動力，但却是促使降水強度增加而造成異常降水的催化劑，不過此種擾動的水平及垂直幅度都很小，在 700 MB 等壓面上有時會分析不出來，所以最好以臺灣附近地區垂直風場的時間剖面分析作為輔助。

(五) 500 MB 面上的渦度場和水汽供應：

在1983年2月份降水反常期間，500 MB 主槽多在偏高緯度經過，槽底常滯留在華南地區，未能順利通過臺灣地區，因此在臺灣附近 500 MB 面上都無顯著正渦度平流或輻合現象發生 (參閱日本氣象廳廣播 500 MB 高度場與渦度場分析圖)，此點顯示冬季異常降水的雲系發展與 500 MB 上之渦度場及輻散場並無太大相關，此與 Agee 等

(1978) 在 AMTEX 實驗中，研究中國東海上空中幅度對流胞系統發展，所得的結果相符。不過，反常大雨停止時間，則與華南 500 MB 面上脊線的發展和移入相一致。

(六) 300 MB 高層輻散作用：

雖然高層水平速度及方向的輻散，可使其下的天氣產生強迫上升運動，而增進下層的對流作用，使雨勢增強，但分析結果，僅二月十五日的 300 MB 面臺灣上空有如此配當，其餘各次降水，該現象並不顯著。

(七) 垂直風場、熱力性不穩定度及衛星雲分析：

1. 風場分析：

由北部桃園 (46697) 及南部東港 (46747) 的垂直時間剖面圖 (Vertical time cross-section) (圖十五、十六) 分析降水反常期間有以下幾點特殊現象：

(1) 北部 850 MB 附近以下，東風顯著增強增厚，且由地面向上順轉或先逆轉至東風最大層 (約 3,000~5,000 呎) 後順轉，風速不連續，存在着較大風切，南部則較無規則可循。

(2) 南部地區 850 MB 以上的中對流層，在時間上，有風向不連續存在，表示有擾動經過，北部此種現象較少。

(3) 不論南、北部，中對流層西風在降水期間都有增強現象。

2. 熱力性不穩定度分析：

利用相當位溫 θ_e (Equivalent Potential Temperature) 作熱力性的穩定度分析 (圖十七、十八)，發現除了南部在 2 月 7 日、25 日 700 MB 至 600 MB 間以及 16 日在 800 MB 以下有潛在不穩定存在之外，其餘都很穩定，北部則皆無不穩定之現象，因此 2 月份異常降水與潛在熱力性不穩定似無太大相關 (北部尤然)，而動力性的不穩定作用，應該是一相當重要的角色。

3. 衛星雲圖分析：

由雲圖的連續動態分析，在三次無地面鋒面系統異常降水期間，發現有中層雲系不斷由孟加拉灣 (見圖十九 a、b) 或西藏高原 (見圖二十 a、b) 甚或同時來自前二區 (見圖二十一 a、b) 經華南移入臺灣地區，顯示出水汽的主要來源，而且該雲系在移入臺灣海峽後經常在夜間因低層水汽的再供應以及雲頂輻射冷卻而增強對流發展。另外在北部可看到有低雲的對流發展來自東海，並不隨中層大

氣波動東移，反而經地形舉升後與再移入的中層雲系合併而造成強大的降水現象。

五、結 論

綜合上述有關1983年2月份特大降水之初步分析，獲得以下八點結論，可為對臺灣地區冬季異常降水特性之進一步瞭解，以及將來研究臺灣地區冬季異常降水客觀預報方法之參考：

(一)臺灣地區該月份降水的空間與時間分配，都無顯著異常現象，主要是降雨量特別多。

(二)北半球大氣環流特徵顯示，地面氣壓系統中，冰島低壓比正常不發達，而阿留申低壓却特別深；500 MB 北半球環流為四波型較任、蔡(1978)二氏所謂冷冬型多一波，且太平洋高壓及西伯利亞高壓脊強而持久，造成東南亞平均西風($\bar{U}$)大於標準值甚多。

(三)地面氣壓場及 500 MB 高度場之距平現象與 Wallace 等人分析北半球冬季類型之北美——太平洋型 (PNA; the Pacific/North American Pattern) 相似。

(四)臺灣地區出現 850 MB 風切線，不論有無地面鋒系伴隨，都是最主要的動力機制。而風切線南面的暖平流或北面的冷平流也有強化降水的功能。

(五) 700 MB 西風短槽的移近，造成正渦度平流，使降水增強。此在臺灣南部較北部更明顯。

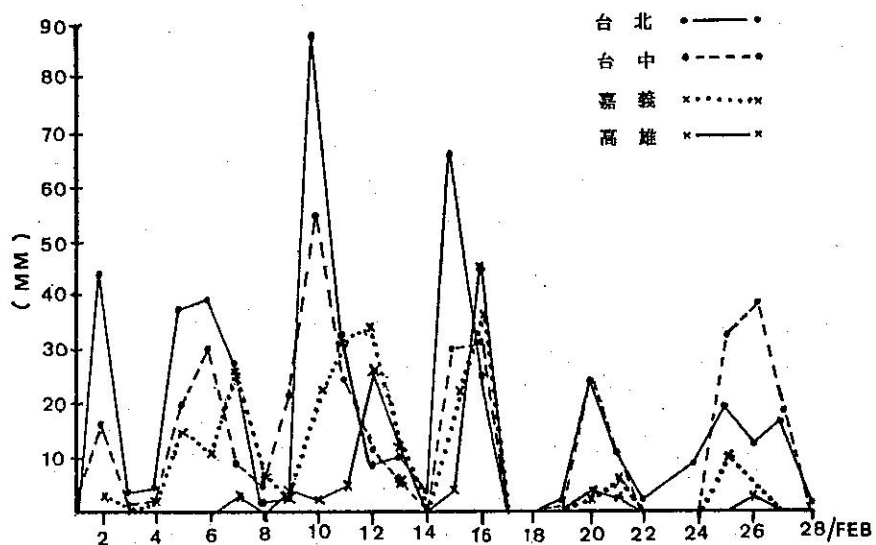
(六)異常降水期與 500 MB 上 120°E 緯流指數的增強時間相一致。

(七)近地面的東風增強增厚和海水溫度的偏高，以及垂直風切的存在，可增強海水蒸發，強化地形舉升和低層的渦流混合，對於北部異常降水的水汽供應非常重要，而整個臺灣地區中對流層的水汽來源則可遠溯至孟加拉灣或西藏高原東側。

(八)潛在性熱力不穩定的存在與否以及 500 MB 面上的渦度場及輻散場，對 2 月份異常降水關係不大。

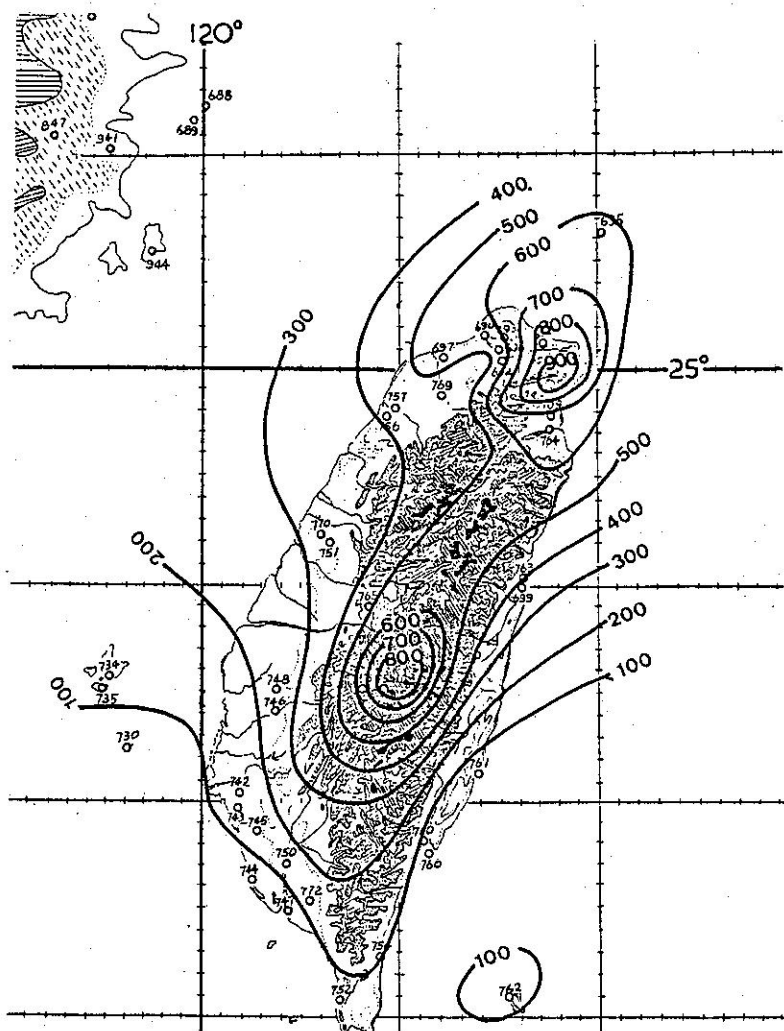
參 考 文 獻

- 謝信良、胡亞棟 (1982)：「華南地區中幅度降水現象探討」，大氣科學第九期，P.P.83—94。
- 王時鼎、翁李鈞 (1982)：「中國北緯35度以南區域風切線生成發展及其影響」，中範圍天氣系統研討會論文集編，P.P.423—438。
- 任立渝、蔡清彥 (1981)：「臺灣地區冬季異常氣溫之長期預報」，異常氣候研討會論文集編，P.P.219—227。
- 陳泰然 (1982)：「冬季季風試驗期間異常暖期之綜觀分析」，臺大大氣科學系。
- 葉文欽、陳泰然 (1982)：「影響臺灣地區冬半年天氣之低壓與鋒面之氣候特徵」，臺大大氣科學系。
- 陳泰然、劉廣英 (1982)："On the Winter Abnormal Heavy Rainfall over Northern Taiwan" Papers in Meteorological Research Vol. 4 P.P. 1-22.
- 紀水上、陳泰然 (1982)："Case Study of Meso-Scale Convective Complexes over Subtropical China"，第三屆全國大氣科學研討會論文集編，P.P.207—225。
- Atkinson, B. W. (1981)："Shallow Cellular Circulations", Meso-Scale Atmospheric Circulations, Uni. of London, P.P. 399-419。
- Horel, J. D. & Wallace, J. M. (1981)："Planetary-Scale Atmospheric Phenomena Associated with the Southern Oscillation", Mon. Wea. Rev., 109, 813-829。
- Wallace, J. M. & Gutzler, D. S. (1981)："Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter", Mon. Wea. Rev., 109, 784-812。



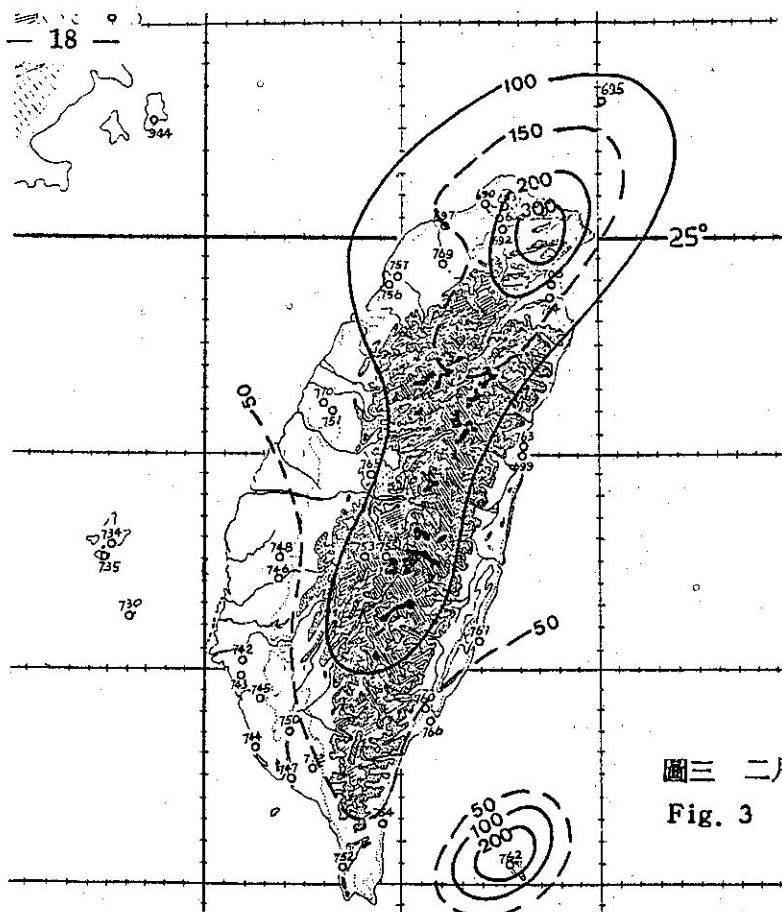
圖一 1983年2月台北等四處重要測站日雨量時間剖面圖

Fig. 1 Time cross-section of daily rainfall at the selected stations, Feb. 1983

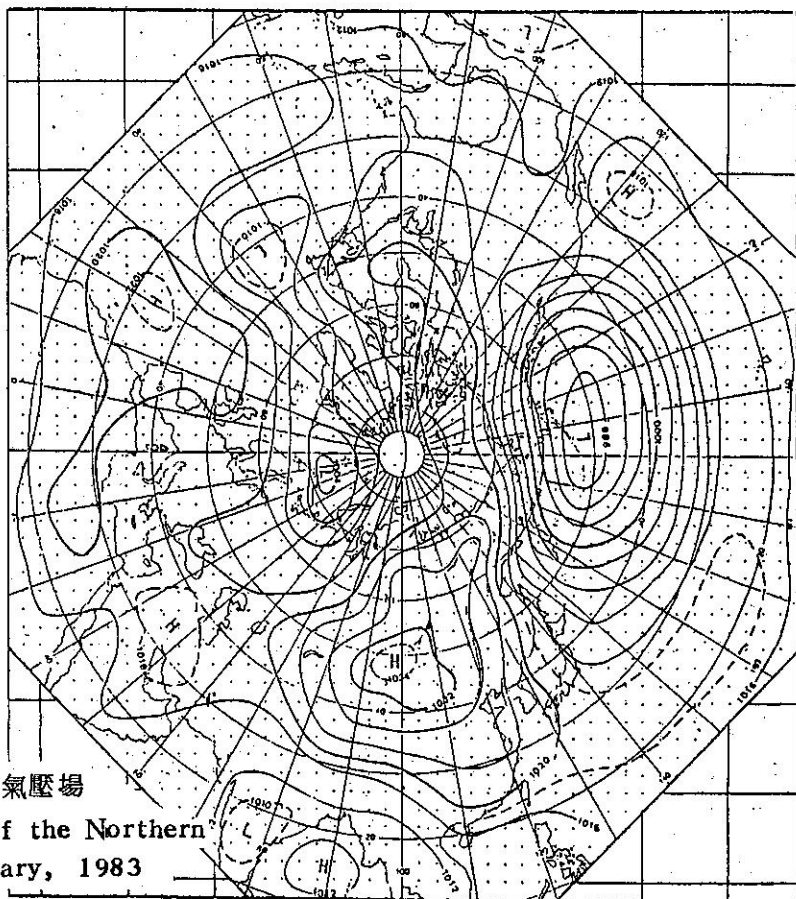


圖二 1983年2月降雨量分佈圖

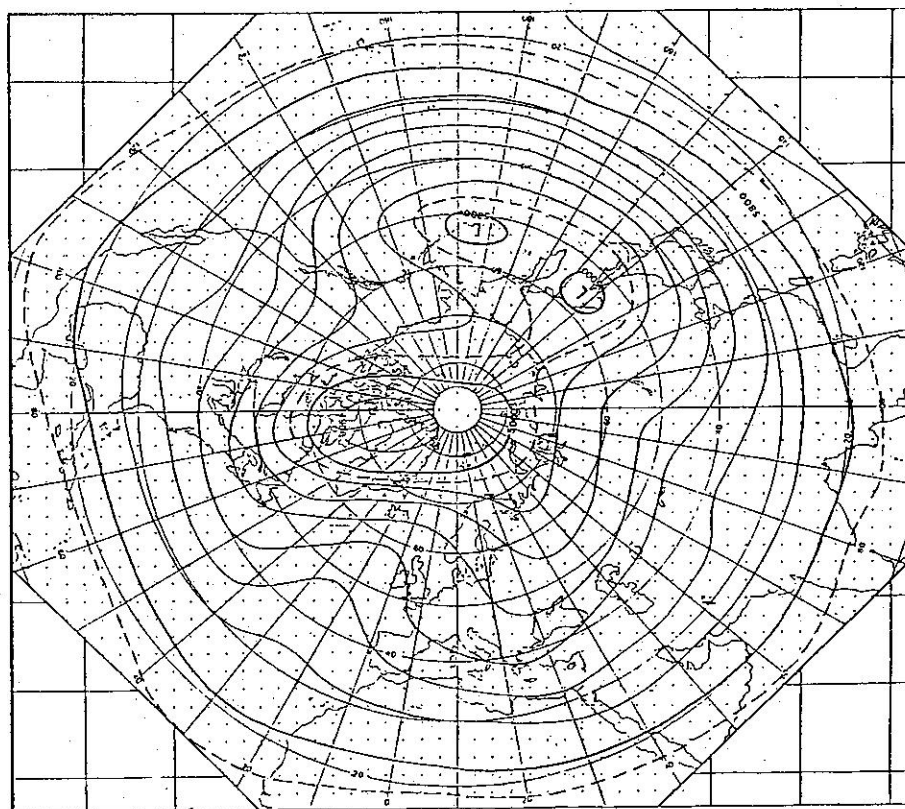
Fig. 2 Distribution of total rainfall in February 1983



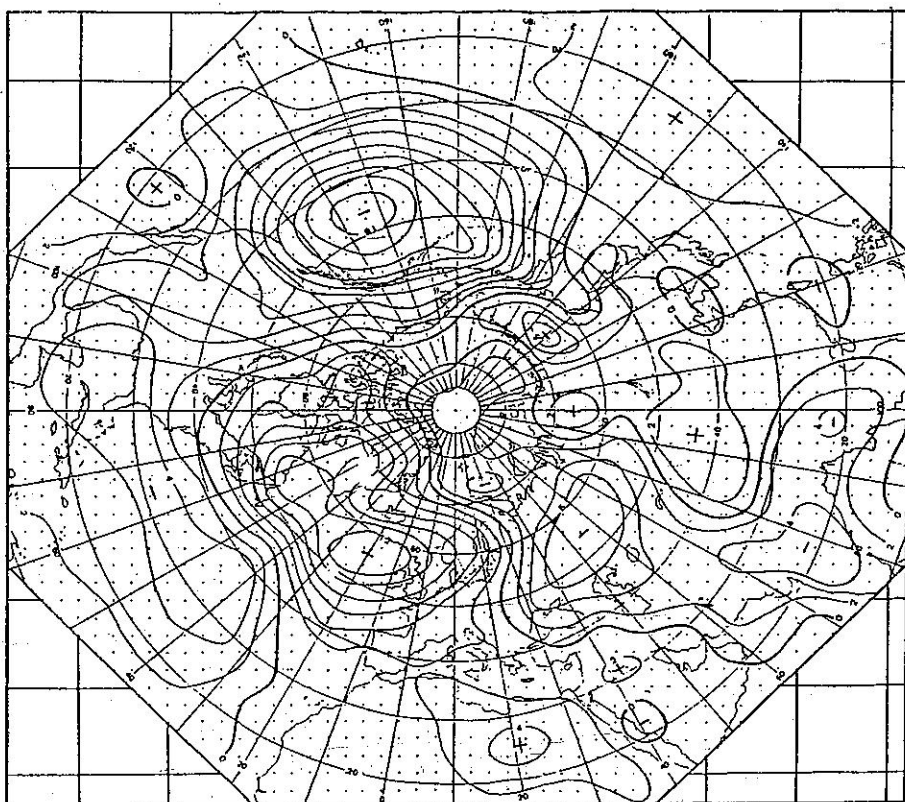
圖三 二月份多年平均降雨量分佈圖
Fig. 3 Distribution of mean rainfall in February



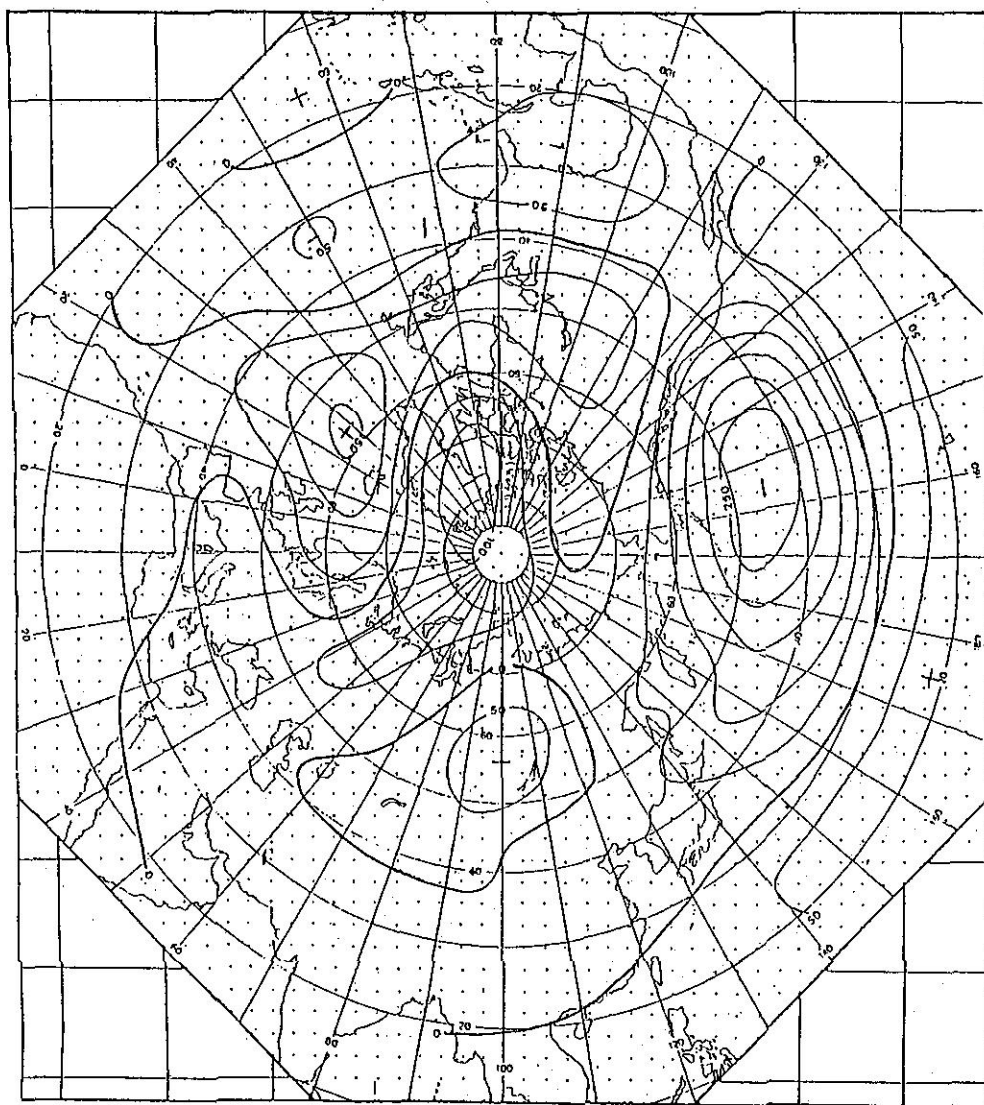
圖四 1983年2月北半球平均地面氣壓場
Fig. 4 Sea level pressure of the Northern Hemisphere in February, 1983



圖六 1983年2月500MB北半球平均高度場
Fig. 6 Mean 500-mb contours of the Northern Hemisphere in February 1983

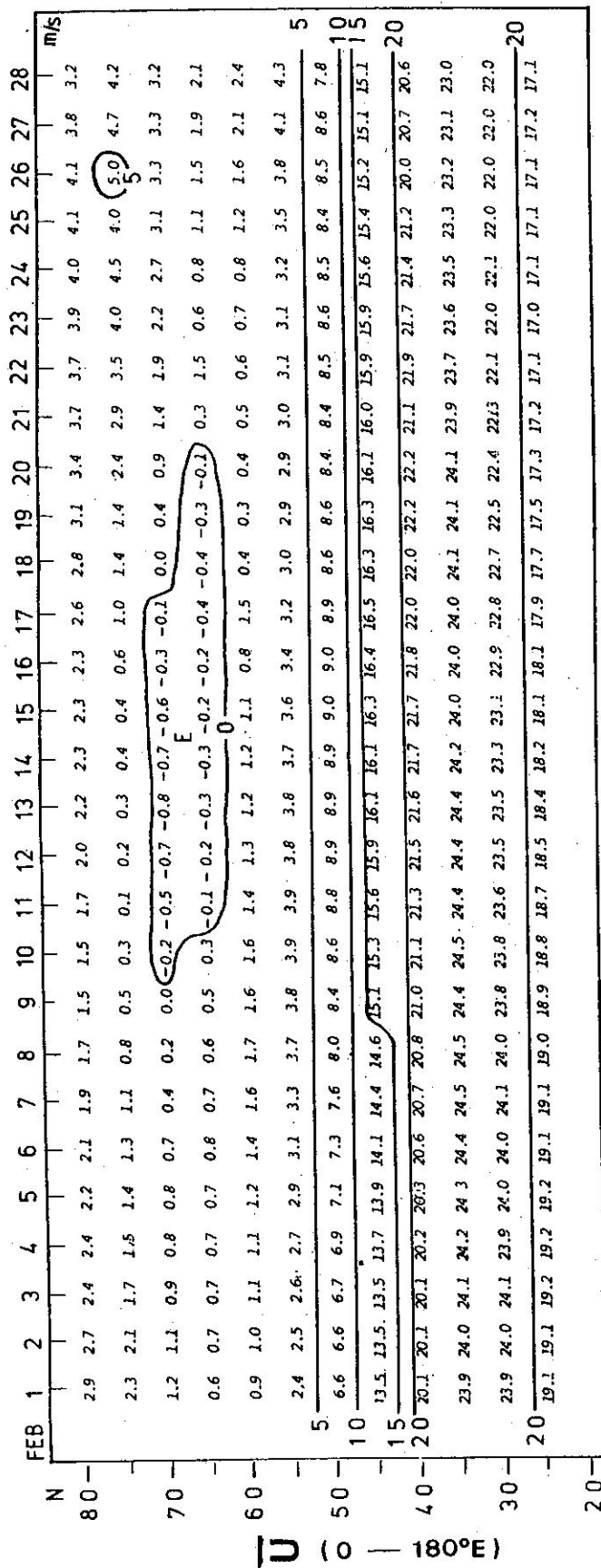


圖五 1983年2月北半球平均地面氣壓距平圖
Fig. 5 Departure from normal sea level pressure(mb) in February 1983

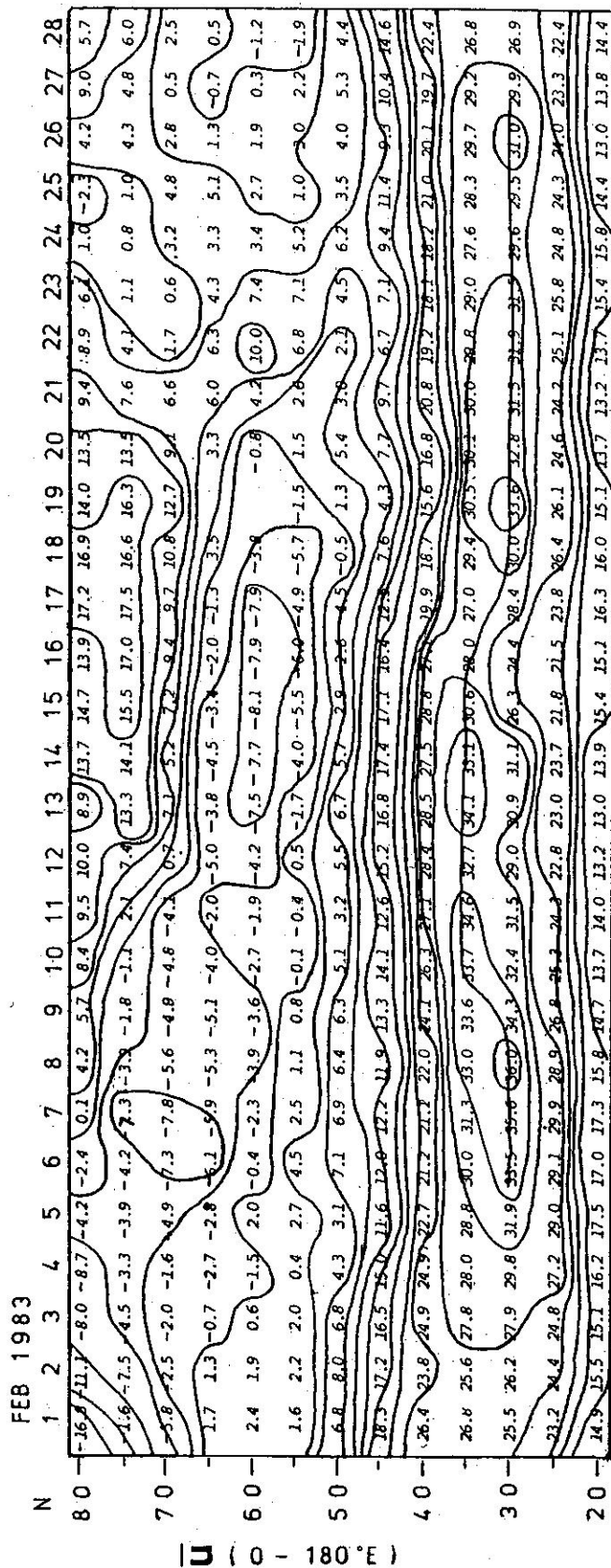


圖七 1983年2月500 MB北半球平均高度距平圖

Fig. 7 Departure from normal of mean 500-mb
height(gpm) in February 1983

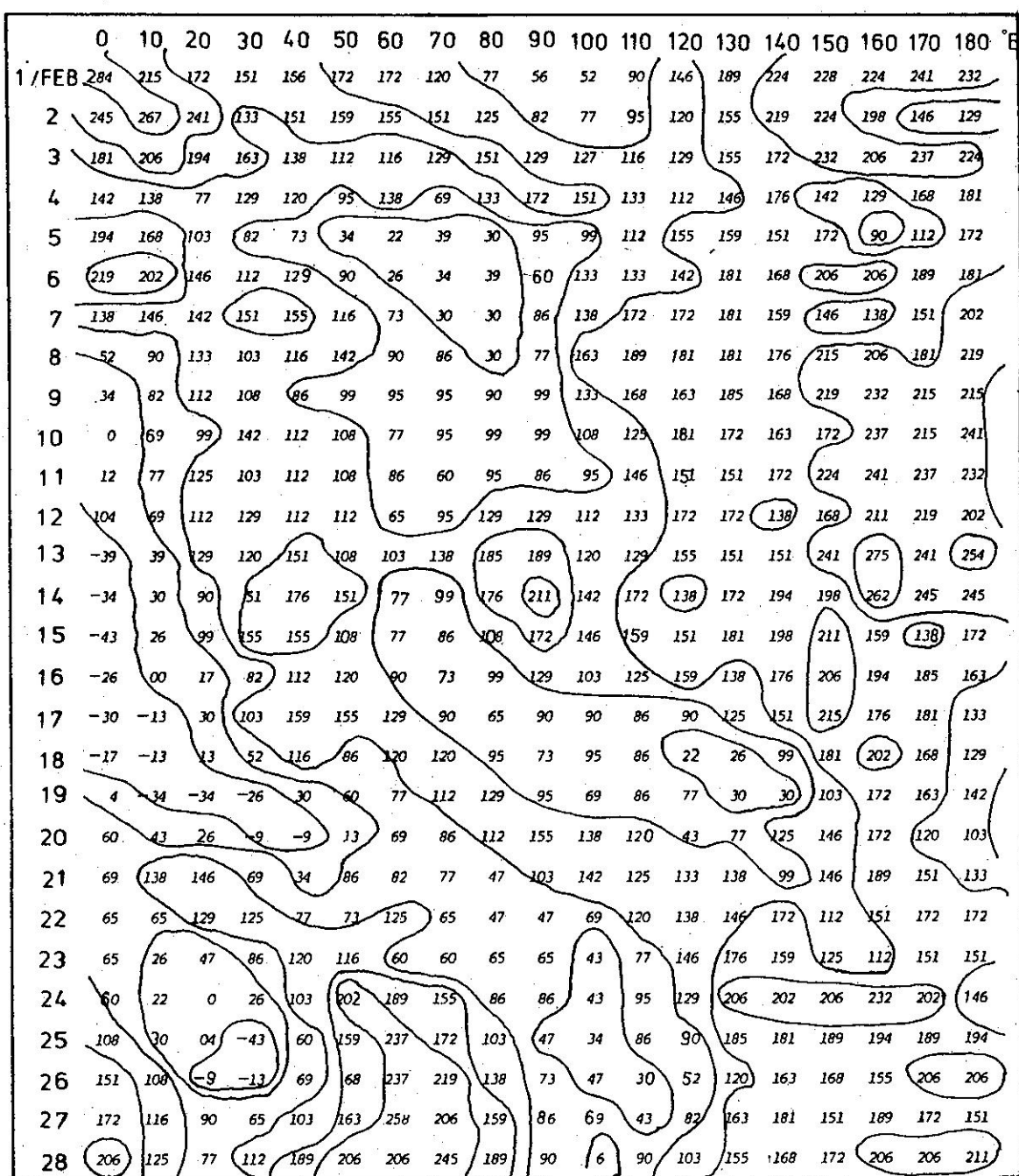


圖八 北半球東部各緯度的2月正常西風逐日變化
 Fig. 8 Normals of mean zonal wind components ($\bar{U}$) over the eastern N. H. for February (unit: m/s)



圖九 1983年2月北半球東部各緯度的西風逐日變化

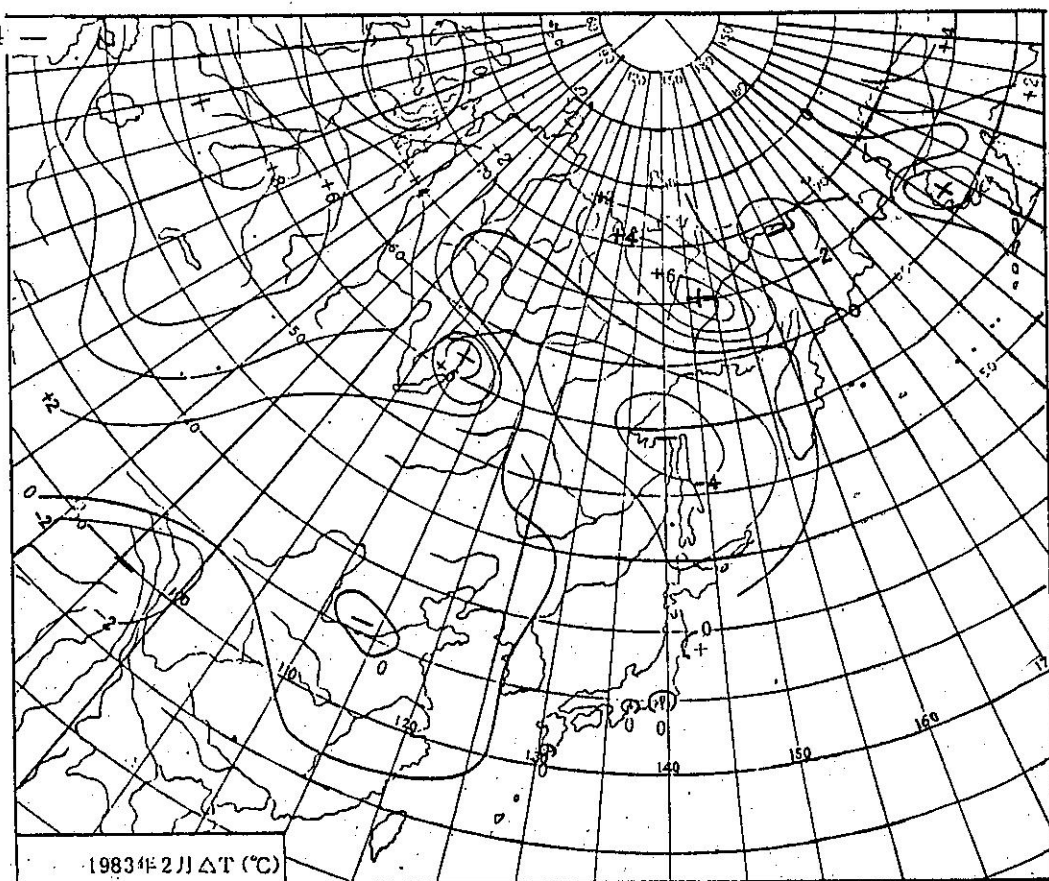
Fig. 9 Daily mean zonal wind components ($\bar{U}$) over the eastern N. H. for February 1983 (unit: m/s)



圖十 1983年2月北半球東部各經度的逐日緯流指數

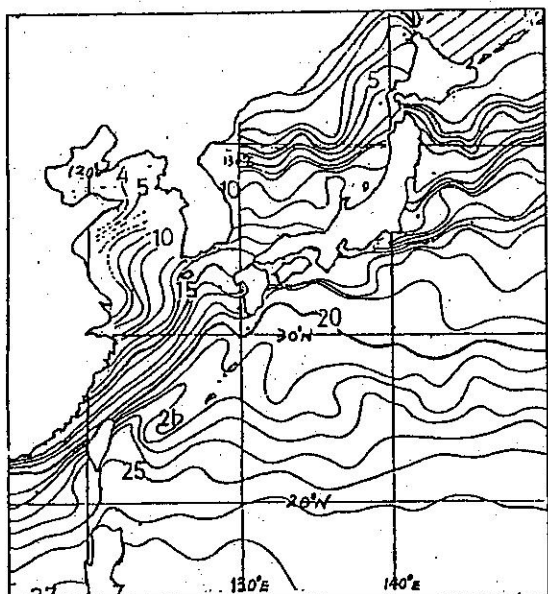
Fig. 10 Daily zonal index over the eastern N. H.

for February 1983 (unit: 1×10^{-1} m/s)



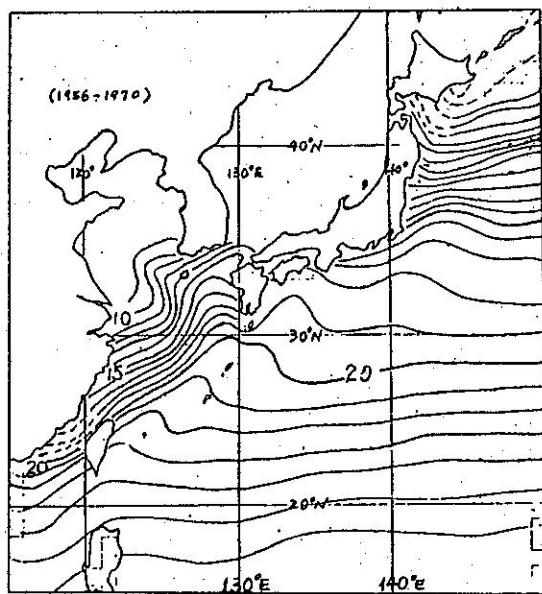
圖十一 1983年2月地面溫度距平值(ΔT)圖

Fig. 11 Departure from normal of mean surface temperature for Feb. 1983 (From JMA)



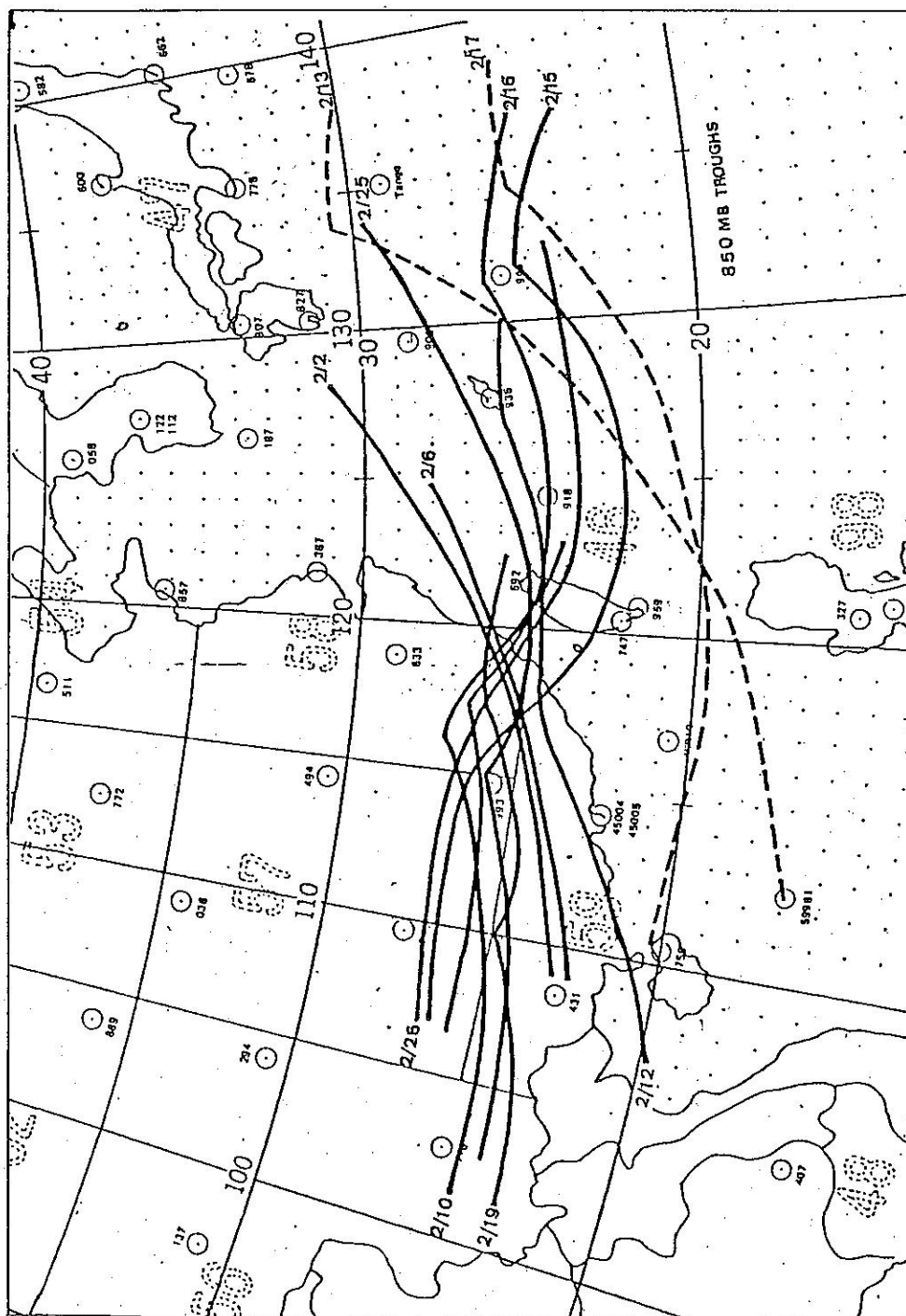
圖十二 1983年2月北太平洋西部平均水溫分佈

Fig. 12 Mean sea surface temperature distribution over the western N. Pacific ocean for Feb. 1983



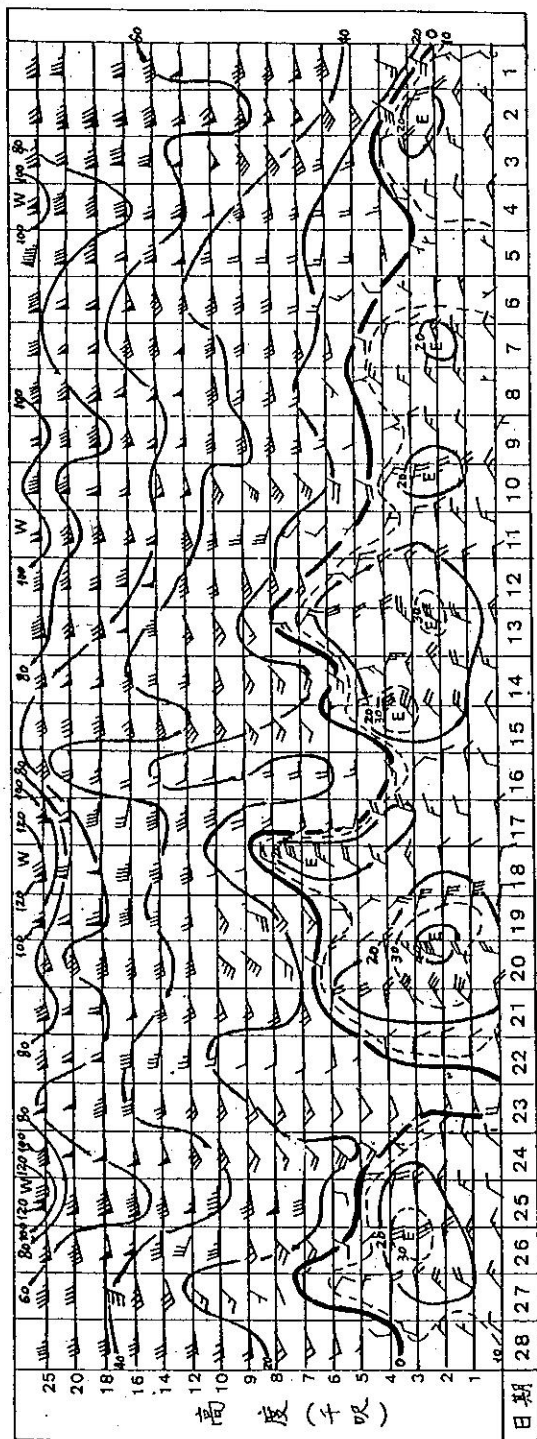
圖十三 北太平洋西部2月多年平均水溫分佈

Fig. 13 Distribution of sea surface temperature normals over the western N. Pacific Ocean for February. (From JMA)



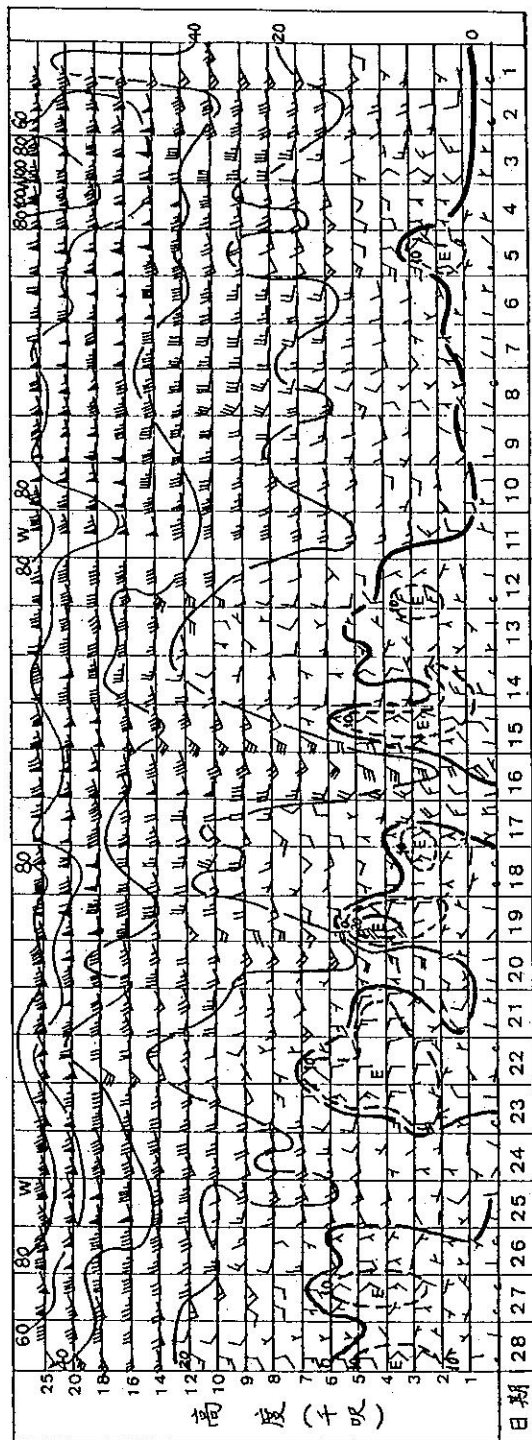
圖十四 850 MB 槽綫 (或風切綫) 位置分佈圖 (實綫表伴有大雨, 虛綫無大雨發生)

Fig. 14 Troughs or shear lines at 850 MB on the selected dates.



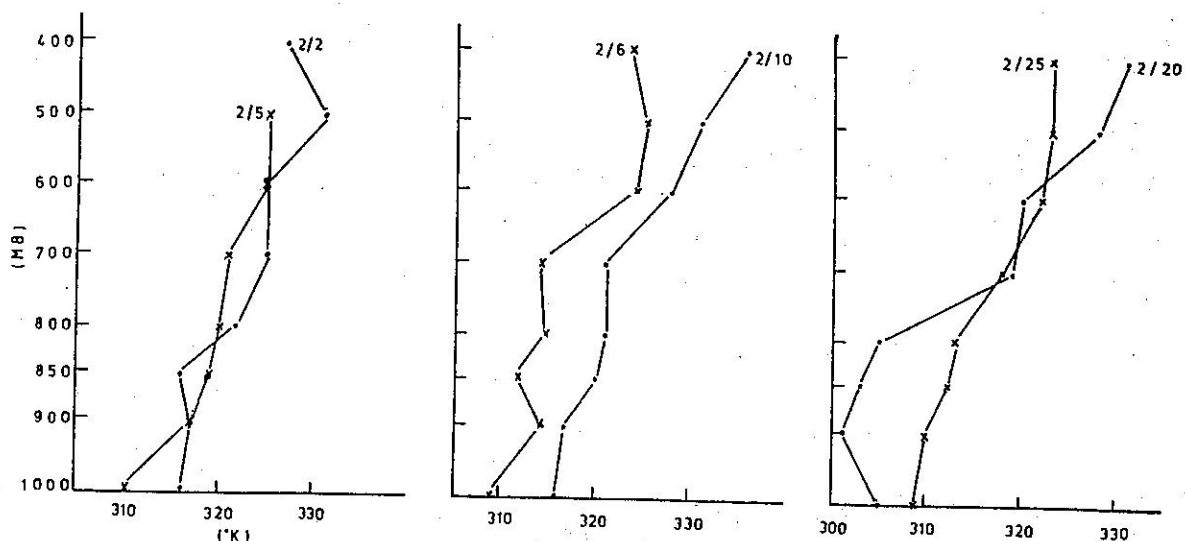
圖十五 1983年2月桃園(46697)風場的垂直時間剖面圖

Fig. 15 Vertical time cross-section of winds at Taoyung (46697) in February 1983



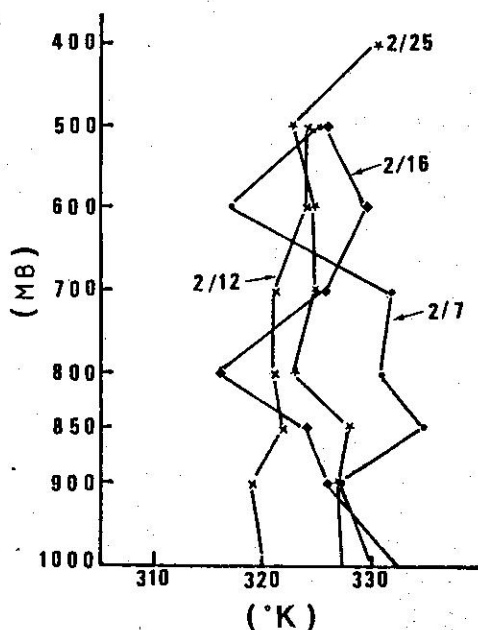
圖十六 1983年2月東港(46747)風場的垂直時間剖面圖

Fig. 16 Vertical time cross-section of winds at Tungkong in February 1983



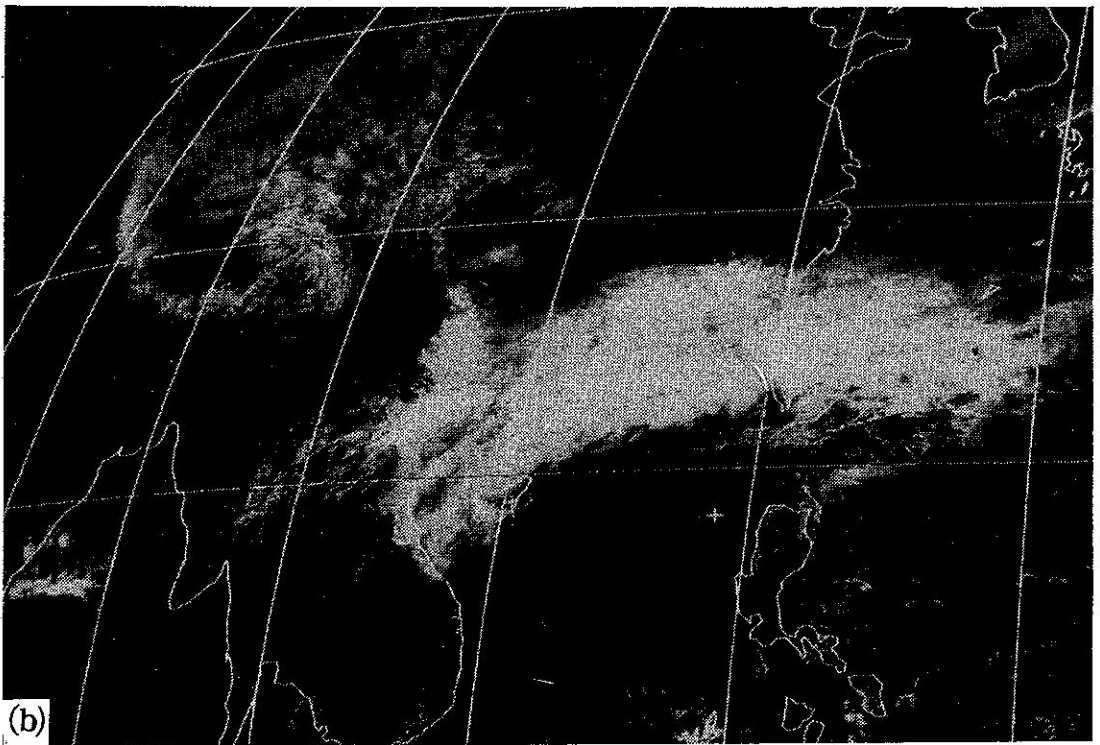
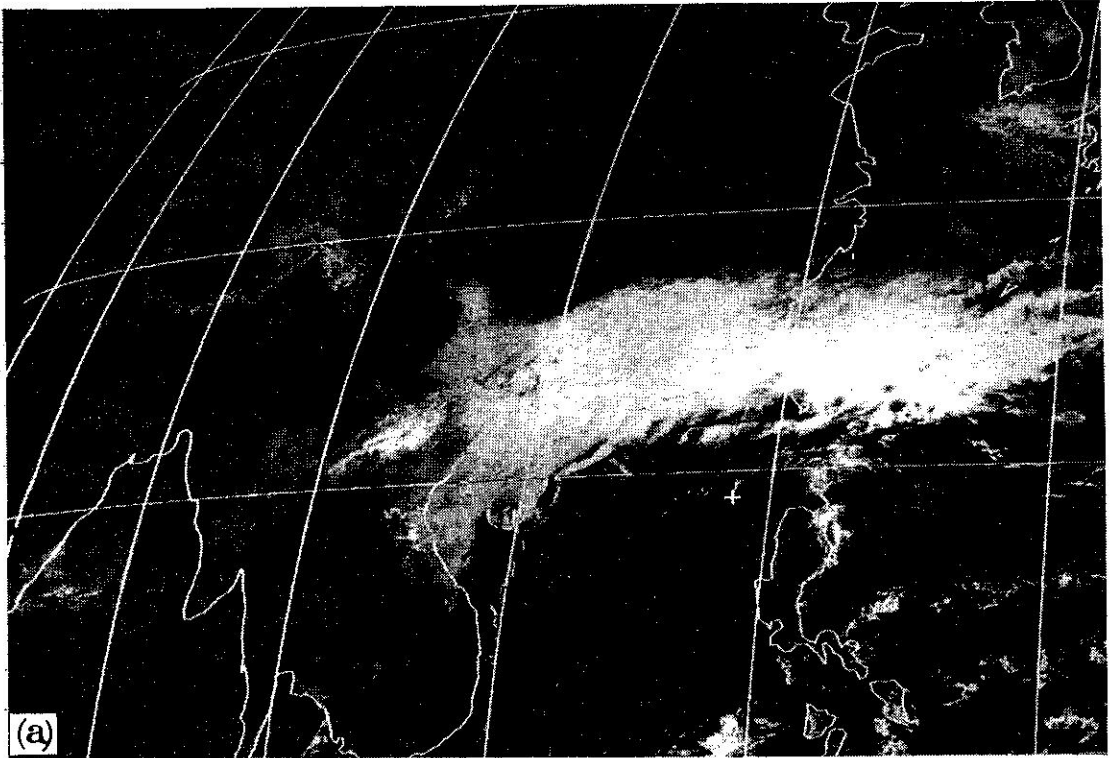
圖十七 1983年2月北部大雨時台北相當位溫的垂直分佈

Fig. 17 Vertical distributions of equivalent potential temperature (θ_e) at Taipei (46692) during that heavy rainfall occurred.



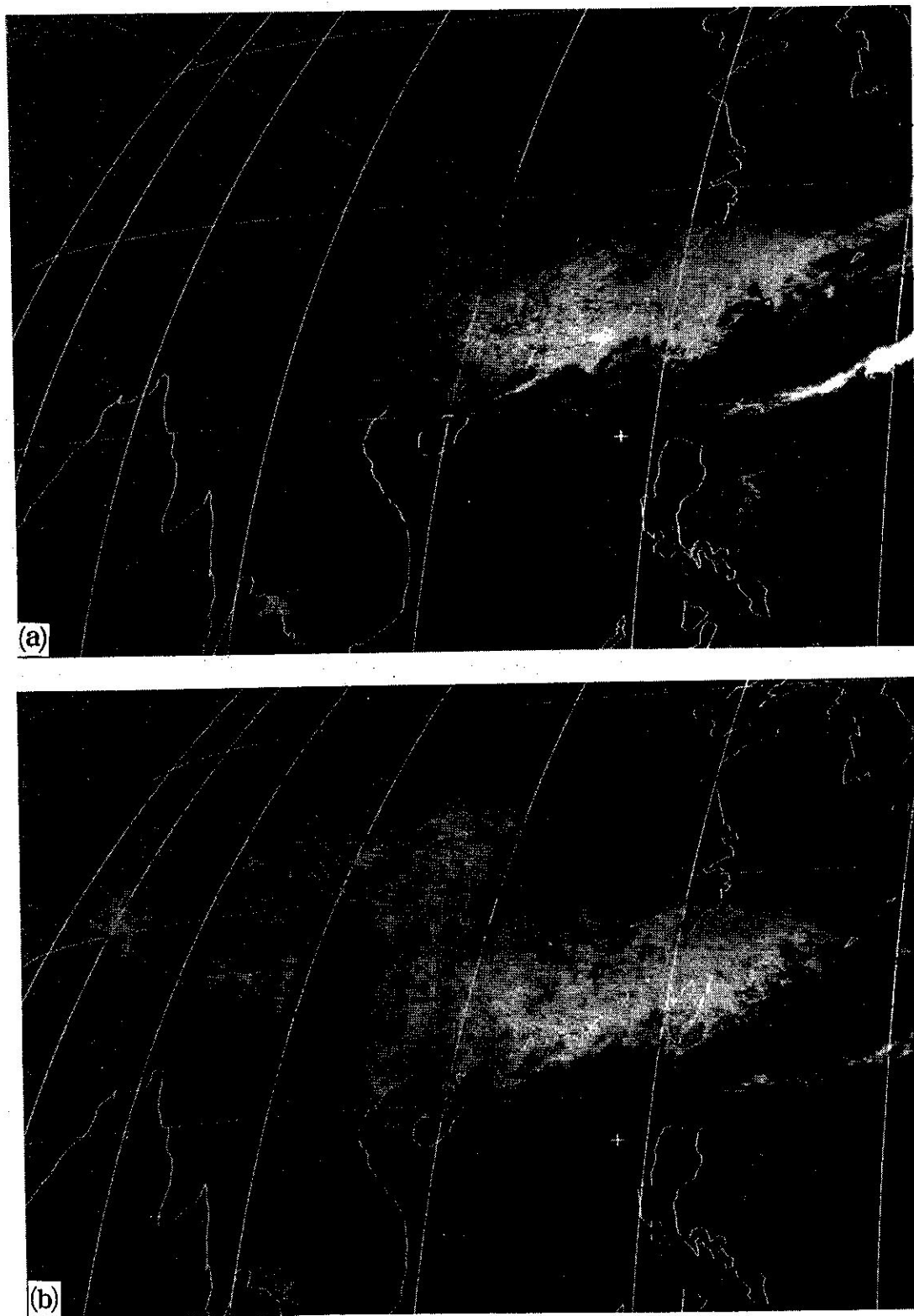
圖十八 1983年2月南部大雨時東港相當位溫的垂直分佈

Fig. 18 Vertical distributions of equivalent potential temperature (θ_e) at Tungkong (46747) during that heavy rainfall occurred

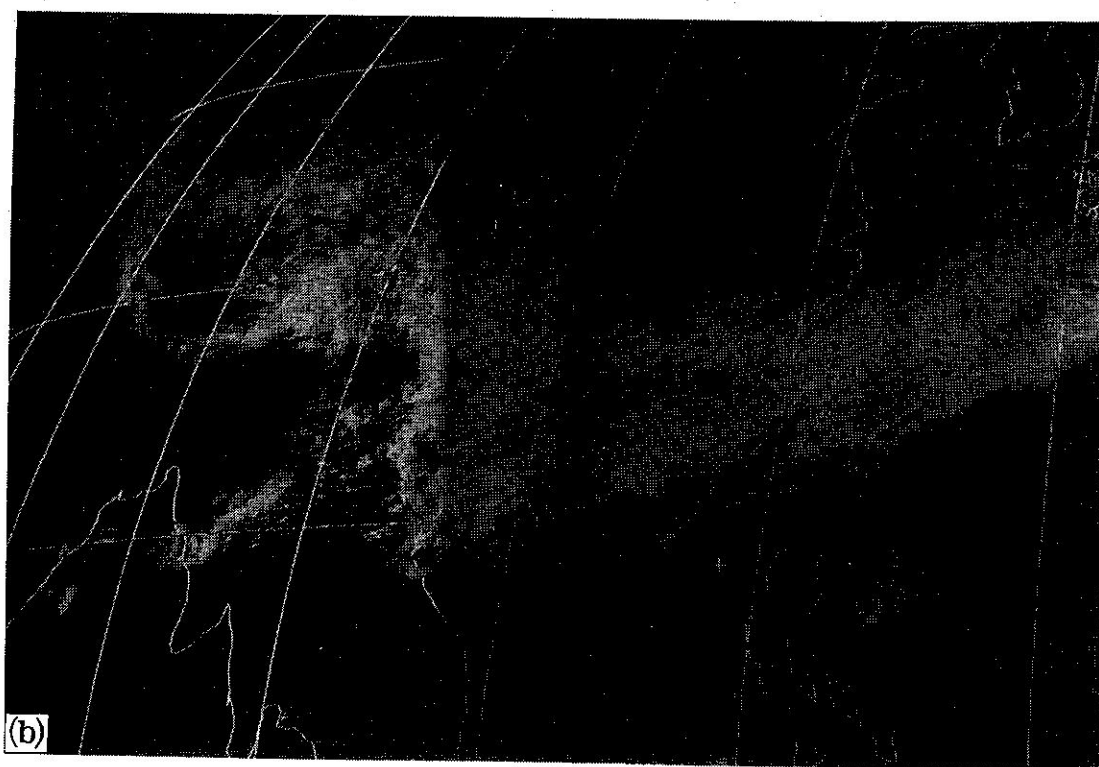
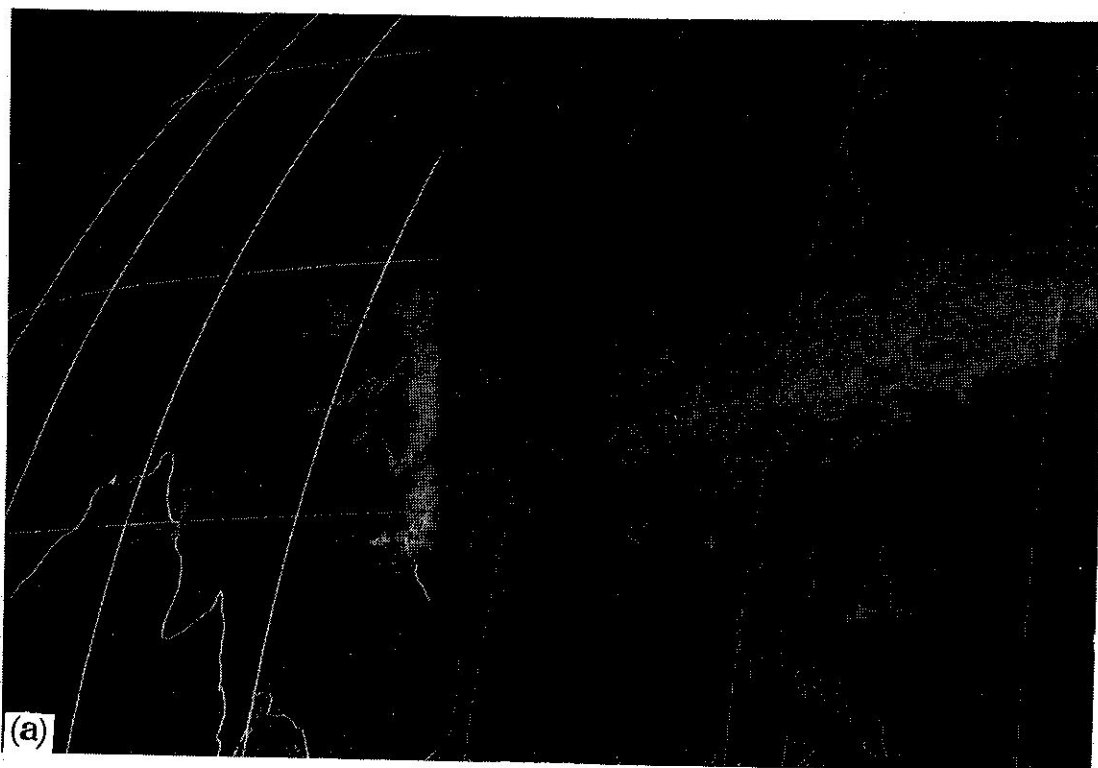


圖十九 1983年2月5日GMS-Ⅱ拍攝之可見光雲圖(a)爲0300z (b)爲0600z

Fig. 19 GMS-Ⅱ visible imageries at 0300z (a) and 0600z (b) , 5 Feb. 1983.



圖二十 1983年2月15日GMS-Ⅱ拍攝之可見光雲圖(a)爲0300z (b)爲0600z
Fig. 20 GMS-Ⅱ visible imageries at 0300z (a) and 0600z (b), 15 Feb. 1983



圖二十一 1983年2月20日GMS-Ⅱ拍攝之可見光雲圖(a)爲0300z (b)爲0600z

Fig. 21 GMS-Ⅱ visible imageries at 0300z (a) and 0600z (b), 20 Feb. 1983