

現行長期預報作業方法及其校驗

徐辛欽、林燕璋、張茂青、羅存文

中央氣象局

一、引言

台灣處於太平洋西部的副熱帶區，夏半季受副熱帶高壓控制，及在附近海面所形成之颱風所影響；冬半季為西伯利亞（蒙古）高氣壓所籠罩，受其冷氣周期性南下的東北季風影響，另梅雨季則為春夏間系統的轉換，每年因上述天氣系統的異常變化產生了異常氣候，而造成了乾旱、梅雨、颱風及寒害等四大氣象災害，長期天氣預報即是預測各種異常氣候變化，作為預測四大氣象災害之依據，以減少生命及財物之損失，並保障國家經建之成果。

二、作業簡介

中央氣象局長期天氣預報由預報中心長期天氣預報課負責，長期課成員課長一人預報員三人，另約聘一人。主要工作有四項，分別為氣候監視與資料蒐集，大氣環流追蹤與分析，長期天氣預報之發布及預報技術之改進與開發，其工作內容如以下述：

(一)氣候監視與資料蒐集

- (1)台灣地區氣候資料之監視
- (2)大陸及世界氣候之監視
- (3)氣候資料之儲存

(二)大氣環流之追蹤與分析

- (1)太平洋副熱帶高壓
- (2)大陸（蒙古）高氣壓
- (3)青藏高原
- (4)孟加拉灣氣壓場

(三)發布長期天氣預報

- (1)一個月之旬氣溫及旬雨量預報（每月二次）

(2)春雨預報

(3)梅雨預報

(4)颱風發生頻率預報

(5)寒潮（低溫）預報

(6)其他有關長期之天氣預報

(四)預報技術之改進與開發

三、目前所用的預測方法

當前世界各國所用的長期預報方法大都是天氣學統計方法，近年來有以動力學為基礎的數值預報方法，但仍屬研發階段。長期課所用之預報方法亦以統計預報法為主，其方法如下：

(一)相關與迴歸分析法：單／複迴歸，逐步迴歸及自迴歸。

(二)周期法：波譜分析（調和分析）

(三)遙地相關法：

(四)類型法

(五)其他統計方法

四、預測方法之校驗

(一)相關與迴歸分析法

(1)利用海水溫度距平(0~14N, 130E~150E)、副熱帶高壓距平(500MB, 20N~30N, 130E~170E)及南方振盪指數(S.O.I:大溪地氣壓-達爾文氣壓)三者之前2月至前11月資料作為預報因子與台北、高雄兩地每個月之氣溫/雨量距平進行複迴歸研究，共用37年(1954~1991)資料，並作誤差校驗，所得結果如表1和表2，二表顯示用逐步迴歸所得誤差和用Forward Method之迴歸誤差雷同，顯見

預報因子間接近 independent；同時用 backward Method 所得之誤差一般最小，結果較佳，但用 Backward Method 一般自變數較多，為其缺點，在冬天之台北氣溫平均誤差在 0.25~0.47°C 間，高雄之氣溫平均誤差在 0.13~0.52°C 間，夏天誤差更小。雨量誤差亦不大，台北一般在 50mm 以下，高雄於梅雨期之五月及颱風季之七、八月較大外，其他各月亦在 50mm 以下。

(2) 表 3 為用同樣方法，但雨量先開三方根再作落後相關和複迴歸，並以實際觀測值和以複迴歸求得之預測值乘三次方求得誤差值。其所得平均誤差和用雨量距平所作的平均誤差二者相差有限，仍是以 Backward Method 的複迴歸較佳。

(3) 表 4 至表 6 為用 S.O.I., 二個高雲雲量指數 (20N~10N, 110E~140E; 5N~5S, 110E~135E), 二個赤道緯向風指數 (印度洋中部, 200mb 上 5N~5S, 80E~100E; 太平洋中部 850mb 上 5N~5S, 160E~175W) 等 5 個預報因子對台北高雄二地作每個月氣溫/雨量之距平及雨量開三方根作 2~11 個月落後相關及複迴歸所得之平均誤差。資料為最近 10 年所得之台北高雄氣溫平均誤差比表 1 和表 2 誤差更小，雨量之誤差亦稍佳。所用之方法仍以 Backward Method 所作之複迴歸較佳。因所用資料只有 10 年，這些預報因子是否較穩定須進一步驗證。

(4) 表 7 為用海水溫度距平和副熱帶高壓距平與西北太平洋颱風發生頻率所作複迴歸誤差平均值，資料為最近 32 年，其全年颱風發生誤差數 Backward Method 為 3.2 個，7~9 月颱風發生之誤差數為 2.6 個。

(二) 周期法(調和分析)之校驗

利用平均氣溫、氣壓、緯流指數， V^2 等每日資料，5 日平均資料等作調和分析，找出其天氣系統影響台灣之周期，其結果 (見表 8、表 9) 如下：

(1) 失敗率較高的月份是九月份，主要原因

是鋒面在高緯度通過，沒有南下至台灣。

(2) 成功率較高的月份是 4 月份，11 月份次之。

(3) 1986 年以前，預報成功率較低，1987 年以後預報成功率昇升到 70% 以上。(見附表及附圖)

註：預報正確者，意謂預報期間內有天氣系統影響台灣地區，如鋒面，東北季風南下增強，寒潮，台灣地地區附近生波或低壓產生，颱風接近等。

(三) 類型法之校驗

類型法目前是以 500mb 高空與距平圖作主觀判斷並選擇類似年份，屬於多雨或少雨型，高溫或低溫型，多颱風或少颱風等。客觀類型判斷正在建立中。現以今年梅雨期為例，用 3 月至 5 月 500mb 高空與距平圖上判斷今年梅雨期情形。

(1) 圖 2 是 1955~1991 年間台灣北部最乾梅 (5~6 月) 4 年和最乾 7 年 500mb 高空與距平合成圖 (圖 2)，其特性是廣大正距平區涵蓋中低緯度，槽綫屬於台灣之東方槽 (130°E 附近)，且槽較弱。極圈呈二波型，主低壓在東半球，太平洋高壓強盛。這些現象在乾梅的前一個月 (4 月) (圖五) 只呈現正距平區涵蓋中緯度和弱的東方槽，太平洋副熱帶高壓並未見強盛。在乾梅的前二個月 (3 月) (圖四) 亦同樣只呈現中緯度均為正距平所籠罩及弱的東方槽型式。

溼梅年 (圖 5) 的特徵為槽綫在我國東北韓國間，整個中低緯度為負距平區涵蓋，堪察加半島東方為正距平區，另副熱帶高壓亦較弱，這些現象在其前一個月 (4 月) (圖 6) 上述之槽綫已存在，堪察加半島之正區亦形成，而負距平區只在中緯度，副熱帶高壓勢力卻強盛。再以前二個月 (3 月) (圖 7) 除了槽綫在日本海外，其他現象均不明顯。

以上顯示，乾溼梅在前一個月略有跡象可尋，但在前二個月 (3 月) 時，欲判斷乾溼梅則屬不容易。

(2)利用台灣地區西部（台北、新竹、台中、台南、高雄）月累積雨量經標準化後，所得值之前五年和後五年作類似預測，即找最類似降雨量情形的十年找其未來一個月後和二個月後之降雨情形，以今年3月降雨量來作4月5月降雨類似，其結果（表10）顯示4月份不明顯，5月則偏乾；若以4月降雨量作5月6月降雨類似和5月降雨量作6月降雨類似其結果顯示5月6月之降雨有偏少跡象。

四遙地相關迴歸預報之檢驗

使用北半球1956～1991年，500mb和700mb月平均八角網格點高度場及溫度場，500mb～700mb月平均厚度場，與台北、台中、高雄及花蓮之月平均溫度和月累積雨量作落後相關，選取高相關之區域作為單項迴歸之預報因子，即相關係數達某一標準以上所有網格點，分別計算每一點之單項迴歸後，再行加總作算術平均為最後之預報結果。（如表11～14）

(1)歷年逐月時間序列預報

(A)月平均溫度預報檢驗（表11-a）；最大誤差在 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 間，平均誤差約於 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，結果不理想，由台北逐月單迴歸預報與觀測值比較（圖15），較大誤差均出現在峯值(PEAK)附近，而預報亦有時間落後的現象，不過大體上變化趨勢仍可掌握。就台北、台中、高雄及花蓮四測站（地區）之平均誤差而言，以花蓮 1.68°C 為最小，依預報因子之差異而言，以700mb溫度場之預報平均誤差 1.73°C 為最小，但均超過該4測站之1～12月，月平均溫度標準偏差。

(B)月積雨量預報檢驗（表11-b）；最大誤差除花蓮站外餘約為500mm左右，而平均誤差則為120mm左右，而四個測站之平均誤差，以台中103.6mm最小，四種不同預報因子中，平均誤差約略相近，且均有偏多的趨勢。圖16為台北逐月單迴歸預報與觀測值間之時間變化趨勢圖，預報的趨勢並不理想，另由表11-b之相關係數，亦可發現相關亦較差，顯見

由累積雨量直接進行單迴歸分析，無法獲得良好結果。

(C)月降雨百分比之預報校驗（表11-c）；結果顯示仍未臻理想；以台北一月及二月之雨量為例，一月及二月之平均雨量分別為91.8及137.5mm，而各預報因子之預報平均誤均為55%左右，依此是故台北一月及二月之預報誤差分別如下

$$\text{一月 } 91.8 \times 55\% = 50.5\text{mm}$$

$$\text{二月 } 137.5 \times 55\% = 75.6\text{mm}$$

因除去季節變化其預報誤差有下降趨勢，但峯值附近仍出現極大誤差（圖17為台北逐月之單迴歸降雨比例預報值與實際值之比較）。

(2)歷年單月之時間序列預報校驗：

(A)月平均溫度預報校驗（表12），三種不同預報因子500MB高度場、700MB溫度場及500MB-700MB厚度場之間誤差情形相近，且於最大誤差及平均誤差上無明顯季節及區域差異，但相較於逐月單迴歸預報之結果更佳，平均誤差與各站之該月已標準偏差值相近。圖18為台北2月份之單迴歸預報值與實際值之比較，溫度之趨勢大略可作預報之參考。

(B)月降雨比率預報校驗；由表13可知經由500MB高度場，700MB溫度場及500MB～700MB厚度場，預報1月～12月平均誤差在40%～70%之間，而三種環流場對預報結果並無差異。以4個地區而言，南部高雄誤差最大，次屬中部（台中），台北之雨量預報結果，較為理想，但1月～12月亦有45%之平均誤差。圖19為台北2月份之雨量預報值與實際值之比較，預報之趨勢遠較逐月單迴歸方法為佳。

由遙地相關利用北半球高空環流場資料經過單迴歸分析後，對於月平均溫度之預報能力，以歷年單月之資料，較將歷年逐月所有資料進行迴歸分析結果稍佳，而雨量預報仍須進一步研究。

(五)指數平滑法之校驗

利用歷年來之月平均氣溫和溫度距平二種資料以指數平滑法(Exponenteal Smoothing)

作氣溫預測，表14是用近十年（1981~1990年）月平均氣溫作預報因子，預測今(80)年逐月平均氣溫，其誤差一般在0.5~0.8°C，若利用同樣方法以氣溫距平作為預報因子，其平均誤差並亦相近。

以台北、高雄、台東歷年單月月平均氣溫作指數平滑，其平均誤差（表15至表17）一般是夏秋二季較小，春季與梅雨兩季（3~5月）誤差較大，高雄由於其月平均氣溫變化小，不適合用此法分析。

註：指數平滑法：

$$\hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha) y_{t-1} \quad t = 1, 2, \dots, N$$

$\hat{y}_t$ = 預測值

y_t = 實測值

α = smoothing constant $0 \leq \alpha \leq 1$

五、結 論

(一)用S.O.I., SST距平，太平洋高壓高度距平，和用S.O.I.,高雲指數，赤道緯向風指數對台北、高雄二地作溫度與雨量之相關與複迴歸分析，其溫度平均誤差一般在0.5°C以下，雨量之誤差雖較不穩定，但誤差亦不大，但其均為對歷史資料之校驗，對於未來預報仍須進一步驗證。而複迴歸分析以Backward Method表現較佳，誤差最小，但其預報因子個數較多是其缺點。

(二)用雨量距平和雨量三方根為原始資料作迴歸分析預測，其誤差大略相同。

(三)周期法預測影響台灣之天氣系統，一般在1—4月效果較佳。

(四)利用類型法作對乾溼梅預測，在一個月（當年4月）前的大氣環流系統有跡象可尋，但二個月（當年3月）前預測不易。

(五)利用類型法作雨量類似對未來一個月和二個月定性預測，效果仍可應用。

(六)利用北半球高空環流場資料所作遙地相關和迴歸分析對月平均氣溫預報，以歷年單月資料較逐月資料佳，而雨量預報仍須進一步研究。

(七)利用指數平滑法，對月平均氣溫預報誤差在0.5~0.8°C間，夏秋預報誤差較小，春梅兩季誤差較大。

六、誌 謝

感謝本局科技中心林主任民生指導與俞教授家忠提供寶貴意見。

七、參考文獻

- 1.林茂文 時間數列分析及預測，1987，華泰書局。
- 2.Spss/pc+ Trends. Spss INC, 1987
- 3.Spss/pc+ Base. Spss INC, 1987
- 4.John Neter, William Wasserman & Michael H. Kutner Applied Linear Regression Models, 1984，華泰書局。
- 5.Outline of Fourier Analysis, Hwei P. Hsu. 黃調元、鄭柏壽譯，1990，復漢出版社。
- 6.The Fourier Transform and It's Applications, Ronald N. Bracewell. 郭仁財譯，1987，儒林圖書公司。
- 7.DaCamara, C. C., Kung, E. C., Baker, W. E., Lee, B. -C., and Corte-Real, J. A.-M., 1991: Long-term analysis of planetary wave activities and blocking circulation in the Northern Hemisphere winter, Beit, Phys, Atmos., (To be Published.)
- 8.Hastenrath, S., 1986: On the climatic prediction in the tropics. Bull. Amer. Meteor. Soc., 67, 696—702.
- 9.Kung, E. C. and Sharif, A., 1982: Long-range forecasting of the Indian summer monsoon onset and rainfall with upper air parameters and sea surface temperature, J. Meteor. Soc. Japan, 60, 672—681.
- 10.Kung, E. C. and Tanaka, H., 1985: Long-range forecasting of temperature and precipitation with upper air parameters and sea surface temperature in a multiple regression approach. J. Meteor. Soc. Japan, 63, 619—631.

表 1-a: S.S.T, SUB-HIGH and S.O.I 與台北各月氣溫距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	0.32439	0.46542	0.42927	0.21314	0.22059	0.02965	0.23030	0.09160	0.12141	0.04722	0.09039	0.25714
FORWARD	1.25579	1.08833	1.07488	0.73859		0.56177	0.54361	0.48638	0.71219	0.87068	0.80817	1.05425
STEPWISE	1.25579	1.08833	1.07488	0.73859		0.56177	0.54361	0.48638	0.71219	0.87068	0.80817	1.05425

表 1-b: S.S.T, SUB-HIGH and S.O.I 與高雄各月氣溫距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	0.16950	0.13616	0.33814	0.08637	0.03225	0.00208	0.35269	0.12438	0.04848	0.37961	0.52165	0.29533
FORWARD	0.69241		1.04375	0.64426	0.41644	0.54320	0.46293	0.39242	0.32458	0.56448	0.77804	0.87206
STEPWISE	0.69241		1.04375	0.64426	0.41644	0.54320	0.46293	0.39242	0.32458	0.56448	0.77804	0.87206

表 2-a: S.S.T, SUB-HIGH and S.O.I 與台北各月雨量距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	10.58613	39.52060	0.13061	12.85563	7.83636	0.03821	47.99487	14.51112	14.42955	1.60799	11.82405	7.22223
FORWARD	51.97325	111.26872	89.34964	71.28072	82.13458		104.09484	130.46136	104.51534	82.12394	36.56498	
STEPWISE	51.97325	111.26872	89.34964	71.28072	82.13458		104.09484	130.46136	104.51534	82.12394	36.56498	

表 2-b: S.S.T, SUB-HIGH and S.O.I 與高雄各月雨量距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	12.83723	0.00000	41.28185	2.64605	95.46054	0.53570	183.25252	60.36511	43.46457	6.34240	4.05452	2.90993
FORWARD	18.25832	20.01900	46.25310	50.40886		175.46290			137.42883	49.04543	25.74502	8.83370
STEPWISE	18.25832	20.01900	46.25310	50.40886		175.46290			137.42883	49.04543	25.74502	8.83370

表 3-a: S.O.I、S.S.T 及 SUB HIGH 與台北各月雨量開三次方根做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	2.00416	39.63702	5.97314	14.47995	4.68138	3.46637	29.19105	19.64151	18.27379	6.11981	4.96611	7.65810
FORWARD		115.99878	99.11448	79.56816	101.56878		107.98884	41.53729	104.19163	83.05360	46.58427	
STEPWISE		115.99878	99.11448	79.56816	101.56878		107.98884	41.53729	106.04981	83.05360	46.58427	

表 3-b: S.O.I、S.S.T 及 SUB HIGH 與高雄各月雨量開三次方根做複迴歸誤差平均值表 (N = 37)

	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
BACKWARD	4.95820	4.98877	16.08877	12.23239	81.83391	1.82311	195.06165	56.66709	42.13709	3.72630	11.46395	0.32932
FORWARD	18.62759	21.99973	48.03107	35.56608		179.62276		212.18981	132.01533	48.06339	26.60409	9.76959
STEPWISE	18.62759	21.99973	48.03107	35.56608		179.62276		212.18981	132.01533	48.06339	26.60409	9.76959

表 4-a: S.O.I 等與台北各月氣溫距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	0.08081	0.02964	0.11811	0.09214	0.24474	0.10493	0.13885	0.08861	0.02646	0.00632	0.32374	
FORWARD	0.24580	0.08222	0.00000			0.19588	0.41013	0.32699	0.00000	0.06481	0.51816	0.08602
STEPWISE	0.24580	0.08222	0.00000			0.19588	0.41013	0.32699	0.00000	0.06481	0.51816	0.08602

表 4-b: S.O.I 等與高雄各月氣溫距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	0.27716	0.06573	0.00009	0.40580	0.02345	0.01449	0.12700	0.43924	0.11688	0.10025	0.07266	0.03578
FORWARD	0.10991	0.72007		0.00000	0.09767	0.01049	0.37631	0.00000	0.04219	0.11602	0.00000	0.54331
STEPWISE	0.10991	0.72007		0.00000	0.09767	0.01049	0.37631	0.00000	0.04219	0.11602	0.00000	0.54331

表 5-a: S.O.I 等與台北各月雨量距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	0.16703	43.25970	27.83083	7.66116	0.25096	25.12832	7.25276	94.11706	58.31706	19.81648	0.06971	4.70126
FORWARD	11.70542	40.00022	72.69312	66.04370	0.00252		18.59525	0.00265	0.02828	0.87064	1.33926	15.10629
STEPWISE	11.70542	40.00022	72.69312	66.04370	0.00252		18.59525	0.00265	0.02828	0.87064	1.33926	15.10629

表 5-b: S.O.I 等與高雄各月雨量距平做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	6.52370	20.18504	14.03259		18.19226	0.57612	14.95200	5.08576	83.98148	0.25568	5.80493	6.21764
FORWARD	5.33699	0.00000	0.00009	3.08022	73.23885		0.00265	0.01183	0.01183	0.00100	0.00837	0.00283
STEPWISE	5.33699	0.00000	0.00009	3.08022	73.23885		0.00265	0.01183	0.01183	0.00100	0.00837	0.00283

表 6-a: S.O.I 等與台北各月雨量開三次方根做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	22.59602	46.73649	12.53636	0.35222	1.75658	66.43379	4.30146	51.33480	3.09405	60.44966	15.73785	4.81574
FORWARD	6.30136	23.71158	73.25097	3.80288	0.46799		44.07986	0.30749	0.49779	11.41052	13.45687	14.85957
STEPWISE	6.30136	23.71158	73.25097	3.80288	0.46823		44.07986	0.30749	0.49779	11.41052	13.45687	14.85957

表 6-b: S.O.I 等與高雄各月雨量開三次方根做複迴歸誤差平均值表 (N = 10)

	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
BACKWARD	0.86186	0.15678	9.25665	3.53196	29.20783	29.20783	34.71592	0.64712	76.73275	2.80071	11.01448	0.06782
FORWARD	0.05797	7.11538	27.33284	52.42062	59.73431	5.53743	0.46596	85.59403	0.35925	0.04359	10.58201	
STEPWISE	0.05797	7.11538	27.33284	52.42062	59.73431	5.53743	0.46596	85.59403	0.35925	0.04359	10.58201	

表 7: SST 及 SUB-HIGH 等與颱風各數做複迴歸誤差平均值表 (N = 32)

	全年總和	7~9月總和
BACKWARD	3.22974	2.62061
FORWARD	5.47802	3.63627
STEPWISE	5.47802	3.63627

表 8-a. 歷年各月份之預報錯誤的名次統計表

名次	01月	02月	03月	04月	05月	06月	07月	08月	09月	10月	11月	12月
名次	4	4	4	4	4	—	—	—	1	3	4	2
備註	(1) 資料: 1980年 至 1990年 (2) 名次 1: 歷年來預報落空頻率最高而且次數最多者 (3) 名次 4: 歷年來預報落空頻率較少而且次數較少者 (4) 名次 —: 月預報展望, 無預報鋒面天氣系統											

表 8-b. 歷年各月份之預報正確的優劣統計表

名次	01月	02月	03月	04月	05月	06月	07月	08月	09月	10月	11月	12月
名次	4	3	5	1	6	—	—	—	9	7	2	8
備註	(1) 資料: 1980年 至 1990年 (2) 名次 1: 考核得分最優 (3) 名次 9: 考核得分最少 (4) 名次 —: 月預報展望, 無預報鋒面天氣系統											

表 9. 預報成功率百分比統計表

年	超前二天	超前一天	預報正確	落後一天	落後二天	預報錯誤	備註
1980	4%	26%	50%	4%	4%	12%	
1981	14%	25%	50%	5%	3%	3%	
1982	4%	4%	59%	11%	4%	18%	
1983	10%	33%	33%	5%	5%	14%	
1984	6%	18%	40%	12%	9%	15%	
1985	0%	26%	42%	0%	3%	29%	
1986	14%	11%	40%	9%	3%	23%	
1987	0%	17%	66%	0%	0%	17%	
1988	0%	3%	77%	3%	3%	14%	
1989	2%	5%	71%	7%	0%	15%	
1990	0%	7%	79%	5%	0%	9%	

表 10. 臺灣地區西部月累積雨量類似預測

月	四 月			五 月			六 月		
	多雨	正常	少雨	多雨	正常	少雨	多雨	正常	少雨
西 部	2	6	2	2	5	3	1	8	1
3 月	20%	60%	20%	20%	50%	30%	10%	80%	10%
	+ : 5 - : 5			+ : 2 - : 8			+ : 2 - : 8		
西 部				3	5	2	1	8	1
4 月				30%	50%	20%	10%	80%	10%
				+ : 3 - : 7			+ : 2 - : 8		
西 部							1	8	1
5 月							10%	80%	10%
							+ : 2 - : 8		

註：

多雨： $\frac{R-\bar{R}}{S} \geq 1$

正常： $1 > \frac{R-\bar{R}}{S} > -1$

少雨： $\frac{R-\bar{R}}{S} \leq -1$

+： $\frac{R-\bar{R}}{S} > 0$

-： $\frac{R-\bar{R}}{S} < 0$

表 11. 歷年逐月時間序列單迴歸預報校驗表。(a) 月平均溫度預報校驗、(b) 月累積雨量預報校驗、(c) 月降雨比率預報校驗。

表 11(a)、歷年逐月時間序列單迴歸月平均溫度預報校驗表。

測 站	月均溫(°C) VS 500MB Z			月均溫(°C) VS 700MB Z		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	5.50	2.11	≥ .80	5.91	2.08	≥ .80
台 中	5.89	2.06	≥ .80	5.80	1.99	≥ .80
高 雄	5.04	1.77	≥ .80	5.01	1.68	≥ .80
花 蓮	5.01	1.70	≥ .80	5.05	1.68	≥ .80
平 均	5.36	1.91		5.10	1.73	

測 站	月均溫(°C) VS 700MB T			月均溫(°C) VS 厚度場		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	5.33	1.94	≥ .80	5.56	2.17	≥ .80
台 中	5.19	1.86	≥ .80	5.51	2.07	≥ .80
高 雄	4.65	1.52	≥ .80	5.16	1.84	≥ .80
花 蓮	5.22	1.59	≥ .80	5.47	1.75	≥ .80
平 均	5.10	1.73		5.43	1.96	

註：表中數值為絕對值

表 11 (b)、歷年逐月時間序列單迴歸月累積雨量預報校驗表。

測 站	月累積雨量 (mm) VS 500MB Z			月累積雨量 (mm) VS 700MB Z		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	504.09	117.78	≥ .40	494.45	115.72	≥ .40
台 中	455.11	105.97	≥ .40	452.23	99.48	≥ .40
高 雄	519.83	123.11	≥ .40	513.77	121.43	≥ .40
花 蓮	982.17	129.59	≥ .40	951.28	127.66	≥ .40
平 均	615.30	119.11		602.93	116.07	

測 站	月累積雨量 (mm) VS 700MB T			月累積雨量 (mm) VS 厚度場		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	500.70	116.56	≥ .40	494.58	117.89	≥ .40
台 中	491.13	103.75	≥ .40	480.62	105.24	≥ .40
高 雄	510.57	119.30	≥ .40	522.58	120.78	≥ .40
花 蓮	952.59	129.44	≥ .40	977.04	130.90	≥ .40
平 均	613.75	117.26		618.71	118.70	

註：表中數值為絕對值

表 11 (c)、歷年逐月時間序列單迴歸月降雨比率預報校驗表。

測 站	月降雨比率 (%) VS 500MB Z			月降雨比率 (%) VS 700MB Z		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	284.52	54.25	≥ .25	282.90	55.50	≥ .30
台 中	457.63	67.08	≥ .25	491.40	67.30	≥ .30
高 雄	569.43	97.51	≥ .25	556.70	86.50	≥ .25
花 蓮	244.95	68.57	≥ .25	250.60	65.40	≥ .30
平 均	389.13	71.85		395.40	68.68	

測 站	月降雨比率 (%) VS 700MB T			月降雨比率 (%) VS 厚度場		
	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
台 北	292.98	55.50	≥ .25	281.69	54.64	≥ .25
台 中	477.81	67.92	≥ .25	480.96	71.85	≥ .25
高 雄	556.83	84.08	≥ .18	554.85	82.10	≥ .20
花 蓮	260.06	67.05	≥ .25	257.75	67.65	≥ .25
平 均	396.92	68.64		393.81	69.06	

註：表中數值為絕對值

表 12、歷年旱月時間序列旱迴歸以不同預報因子預報月平均溫度校驗表。(a) 500 MB 高度場、(b) 700 MB 溫度場、
(c) 500 MB - 700MB 厚度場。

表12(a)、月平均溫度預報，預報因子 500 MB 高度場之預報校驗表。

月均溫 (°C) VS 500MB Z												
測站	北			中			高			花		
月分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
一月	3.79	.92	≥ .50	3.36	.81	≥ .50	2.62	.63	≥ .50	3.08	.80	≥ .50
二月	2.66	.96	≥ .50	2.71	1.07	≥ .45	3.67	1.08	≥ .45	2.55	.93	≥ .50
三月	2.18	.82	≥ .45	2.50	.79	≥ .50	2.31	.76	≥ .50	2.24	.76	≥ .45
四月	2.24	.82	≥ .50	1.78	.73	≥ .45	1.75	.60	≥ .45	1.78	.61	≥ .45
五月	2.25	.57	≥ .50	1.45	.47	≥ .50	1.23	.40	≥ .45	1.39	.50	≥ .50
六月	1.39	.69	≥ .50	1.32	.47	≥ .50	1.52	.48	≥ .50	1.44	.50	≥ .45
七月	2.71	.86	≥ .50	8.58	2.76	≥ .45	8.87	2.74	≥ .50	8.72	2.83	≥ .50
八月	1.47	.42	≥ .50	1.26	.38	≥ .45	1.15	.37	≥ .50	1.07	.41	≥ .45
九月	2.37	.60	≥ .45	1.45	.34	≥ .40	1.05	.25	≥ .50	1.12	.43	≥ .50
十月	2.48	.82	≥ .50	2.36	.70	≥ .50	1.44	.59	≥ .50	1.50	.50	≥ .50
十一月	2.07	1.50	≥ .50	1.40	.45	≥ .45	2.98	.60	≥ .45	1.84	.45	≥ .50
十二月	2.17	.82	≥ .50	1.95	.90	≥ .40	1.86	.67	≥ .40	2.46	.75	≥ .45
平均	2.32	.82		2.51	.82		2.54	.76		2.43	.79	

註：表中數值為絕對值

表 12 (b)、月平均溫度預報，預報因子 700 MB 溫度場之預報校驗表。

月均溫 (°C) VS 700MB T												
測站	北			中			高			花		
月分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
一月	2.60	.80	≥ .50	2.80	.74	≥ .50	1.91	.64	≥ .40	2.26	.77	≥ .40
二月	2.48	.98	≥ .50	2.72	1.11	≥ .45	3.22	1.02	≥ .40	2.29	.94	≥ .40
三月	2.54	.87	≥ .40	2.59	.89	≥ .50	2.37	.92	≥ .40	2.37	.78	≥ .40
四月	1.85	.75	≥ .40	2.10	.71	≥ .45	1.57	.61	≥ .40	1.60	.60	≥ .40
五月	2.94	.64	≥ .45	1.35	.46	≥ .50	1.34	.41	≥ .40	1.25	.48	≥ .40
六月	1.95	.60	≥ .50	1.50	.49	≥ .40	1.87	.50	≥ .40	1.15	.52	≥ .40
七月	2.44	.86	≥ .50	8.50	2.74	≥ .40	8.93	2.74	≥ .40	8.37	2.79	≥ .40
八月	1.51	.42	≥ .50	1.07	.38	≥ .40	1.07	.42	≥ .40	1.38	.39	≥ .40
九月	2.10	.60	≥ .45	1.45	.36	≥ .40	.87	.28	≥ .40	1.29	.38	≥ .40
十月	2.20	.84	≥ .45	1.74	.65	≥ .40	1.25	.55	≥ .40	1.34	.58	≥ .40
十一月	2.07	1.50	≥ .45	2.74	.65	≥ .40	2.87	.97	≥ .40	1.50	.38	≥ .40
十二月	2.40	.81	≥ .40	2.54	.83	≥ .40	2.14	.68	≥ .40	2.32	.70	≥ .40
平均	2.26	.81		2.82	.83		2.45	.81		2.26	.78	

註：表中數值為絕對值

表12 (c)、月平均溫度預報，預報因子 500MB - 700 MB 厚度場之預報校驗表。

月均溫 (°C) VS 500MB - 700MB 厚度場												
測 站	台			中			雄			蓮		
月 分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
一 月	2.53	.85	≥ .50	2.72	.82	≥ .40	1.84	.72	≥ .40	2.09	.78	≥ .40
二 月	2.96	1.03	≥ .50	3.10	1.06	≥ .40	4.55	1.06	≥ .40	2.64	.92	≥ .40
三 月	2.61	.94	≥ .35	2.62	.90	≥ .40	2.78	.82	≥ .40	2.17	.76	≥ .40
四 月	2.01	.78	≥ .40	1.95	.71	≥ .40	1.75	.60	≥ .40	1.61	.59	≥ .40
五 月	2.85	.66	≥ .40	1.27	.42	≥ .40	1.43	.40	≥ .40	1.16	.52	≥ .40
六 月	1.68	.66	≥ .40	1.61	.50	≥ .40	1.96	.48	≥ .40	1.22	.48	≥ .40
七 月	9.21	2.86	≥ .40	8.47	2.75	≥ .40	8.85	2.74	≥ .40	7.55	2.74	≥ .40
八 月	1.61	.44	≥ .40	1.12	.38	≥ .40	1.26	.42	≥ .40	1.20	.41	≥ .35
九 月	2.48	.59	≥ .35	1.51	.41	≥ .40	1.15	.28	≥ .40	1.48	.41	≥ .40
十 月	1.90	.84	≥ .40	1.47	.72	≥ .40	1.31	.55	≥ .40	1.45	.58	≥ .40
十一月	2.68	.70	≥ .35	1.42	.27	≥ .35	3.36	.99	≥ .40	1.78	.40	≥ .40
十二月	2.24	.77	≥ .40	2.44	.79	≥ .40	2.12	.65	≥ .40	2.24	.70	≥ .40
平 均	2.90	.93		2.48	.81		2.70	.81		2.22	.77	

註：表中數值為絕對值

表13、歷年單月時間序列呈迴歸以不同預報因子預報月降雨比率校驗表。(a) 500 MB 高度場、(b) 700 MB 溫度場、(c) 500 MB - 700MB 厚度場。

表13(a)、月降雨比率預報，預報因子 500 MB 高度場之預報校驗表。

月降雨比率 (%)				VS			500MB Z					
測 站	北			中			雄			蓮		
月 分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
一 月	135.05	44.34	≥ .35	206.20	49.24	≥ .35	332.71	71.74	≥ .35	281.30	36.50	≥ .35
二 月	243.21	55.52	≥ .35	404.59	70.30	≥ .35	381.79	72.04	≥ .35	201.27	48.96	≥ .35
三 月	131.15	41.96	≥ .35	242.55	52.26	≥ .35	331.69	96.47	≥ .35	169.47	36.85	≥ .35
四 月	251.30	47.28	≥ .35	360.13	53.25	≥ .35	329.30	79.57	≥ .25	175.91	48.67	≥ .35
五 月	78.81	36.67	≥ .35	129.24	38.92	≥ .35	129.34	59.02	≥ .35	174.49	40.24	≥ .35
六 月	147.74	36.15	≥ .35	121.01	37.60	≥ .35	162.87	38.36	≥ .35	201.93	44.83	≥ .35
七 月	121.92	47.02	≥ .35	189.94	55.25	≥ .35	160.84	61.19	≥ .35	316.57	70.68	≥ .35
八 月	140.18	40.82	≥ .35	194.30	49.97	≥ .35	112.68	47.37	≥ .35	161.74	61.73	≥ .35
九 月	112.29	39.15	≥ .35	292.06	71.05	≥ .35	350.29	56.15	≥ .35	220.55	44.92	≥ .35
十 月	127.23	63.00	≥ .35	214.63	74.51	≥ .35	373.34	94.24	≥ .35	283.63	81.29	≥ .35
十一 月	185.78	40.40	≥ .35	241.93	77.73	≥ .35	358.32	95.89	≥ .35	269.41	61.95	≥ .35
十二 月	114.41	40.21	≥ .35	239.52	75.54	≥ .35	332.45	80.01	≥ .35	156.44	47.11	≥ .35
平 均	149.09	44.38		236.34	58.80		279.64	71.00		217.73	51.98	

註：表中數值為絕對值

表 13 (b)、月降雨比率預報，預報因子 700 MB 溫度場之預報校驗表。

月降雨比率 (%)				VS			700MB T					
測 站	北			中			雄			花 道		
月 分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數
一 月	138.08	45.38	≧ .35	205.22	53.26	≧ .35	336.05	72.86	≧ .35	289.66	38.26	≧ .35
二 月	235.60	58.20	≧ .35	200.57	71.59	≧ .35	385.48	74.57	≧ .35	229.18	45.47	≧ .30
三 月	148.54	39.91	≧ .35	151.38	50.83	≧ .35	338.91	98.85	≧ .35	172.17	35.59	≧ .35
四 月	233.36	47.40	≧ .35	243.49	54.21	≧ .35	428.63	77.74	≧ .35	195.77	44.43	≧ .35
五 月	87.51	36.59	≧ .35	126.49	38.29	≧ .35	137.30	59.27	≧ .35	172.72	40.71	≧ .35
六 月	143.00	37.59	≧ .35	129.45	40.29	≧ .35	151.63	38.46	≧ .35	176.21	42.92	≧ .35
七 月	128.46	46.61	≧ .35	195.35	55.71	≧ .35	170.75	63.12	≧ .35	308.65	74.93	≧ .35
八 月	152.67	40.59	≧ .35	161.78	58.20	≧ .35	123.65	47.40	≧ .35	184.64	59.22	≧ .35
九 月	97.88	40.04	≧ .35	413.95	75.62	≧ .35	357.30	57.43	≧ .35	221.23	43.94	≧ .35
十 月	298.19	61.99	≧ .35	341.38	96.86	≧ .35	474.89	90.10	≧ .35	266.87	72.68	≧ .35
十一月	194.44	40.28	≧ .35	220.28	74.18	≧ .35	285.18	64.17	≧ .35	267.01	64.70	≧ .35
十二月	115.34	41.10	≧ .35	249.33	77.52	≧ .35	166.84	63.99	≧ .35	137.23	46.46	≧ .35
平 均	164.42	44.64		219.89	62.21		279.72	67.33		218.45	50.78	

註：表中數值為絕對值

表 13 (c)、月降雨比率預報，預報因子 500 MB - 700 MB 厚度場之預報校驗表。

月降雨比率 (%)				VS 500MB - 700MB 厚度場									
測站	北			中			雄			花			道
月分	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	最大誤差	平均誤差	相關係數	
一月	134.91	44.44	≥ .35	201.93	52.46	≥ .35	338.97	75.82	≥ .35	279.83	38.88	≥ .35	
二月	246.97	55.41	≥ .35	356.24	72.61	≥ .35	371.23	85.14	≥ .35	220.54	45.53	≥ .35	
三月	147.93	41.56	≥ .35	244.05	55.00	≥ .35	328.53	63.36	≥ .35	175.42	33.40	≥ .35	
四月	214.93	48.71	≥ .35	348.58	53.22	≥ .35	423.33	76.63	≥ .30	187.60	46.55	≥ .35	
五月	83.56	36.70	≥ .35	126.10	37.61	≥ .35	122.19	57.71	≥ .35	118.86	39.81	≥ .35	
六月	149.38	36.92	≥ .35	134.38	42.61	≥ .35	162.75	37.19	≥ .35	162.46	44.05	≥ .35	
七月	126.06	47.19	≥ .35	185.85	59.37	≥ .35	184.45	65.55	≥ .35	290.56	71.87	≥ .35	
八月	159.97	40.45	≥ .35	210.78	49.18	≥ .35	115.72	47.67	≥ .35	202.12	59.13	≥ .35	
九月	104.48	38.10	≥ .35	291.45	75.67	≥ .35	383.21	55.53	≥ .35	243.30	46.06	≥ .35	
十月	198.91	65.08	≥ .35	221.69	79.13	≥ .35	458.35	92.99	≥ .35	313.41	78.69	≥ .35	
十一月	189.84	39.32	≥ .35	211.56	74.01	≥ .35	490.30	93.10	≥ .35	256.03	65.91	≥ .35	
十二月	99.75	42.96	≥ .35	238.57	82.24	≥ .30	439.97	80.88	≥ .35	146.06	46.41	≥ .35	
平均	154.72	44.74		230.93	61.09		318.25	69.30		216.35	51.36		

註：表中數值為絕對值

表14-a：以指數平滑法(Exponential Smoothing) 利用1981年 1月~1990年12月月平均氣溫預測1991年 1月~1991年12月月平均氣溫之平均誤差值表

單位：℃

地區	台北	高雄	台東
平均誤差	0.738093	0.567658	0.652928

表14-b：以指數平滑法(Exponential Smoothing) 利用1981年 1月~1990年12月月平均氣溫距平值預測1991年 1月~1991年12月月平均氣溫距平值之平均誤差值表

單位：℃

地區	台北	高雄	台東
平均誤差	0.755310	0.598810	0.670146

表15：以指數平滑法用1897年~1986年台北站各月月平均氣溫預測1987年~1991年五年各月月平均氣溫之平均誤差值表

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
平均誤差值	※	※	0.906561	0.912067	0.753804	※	0.483060	0.516534	0.656753	0.490518	0.815155	※

表16：以指數平滑法用1932年~1986年高雄站各月月平均氣溫預測1987年~1991年五年各月月平均氣溫之平均誤差值表

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
平均誤差值	※	※	※	※	※	※	0.462018	※	※	0.513398	※	※

表17：以指數平滑法用1901年~1986年台東站各月月平均氣溫預測1987年~1991年五年各月月平均氣溫之平均誤差值表

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
平均誤差值	※	※	※	0.662521	0.68597	※	0.498715	0.49120	0.446676	0.524869	0.596507	※

註：「※」者 $\alpha=0$ 時SSE 為最小，較不適用指數平滑法，故在此不列出平均誤差值

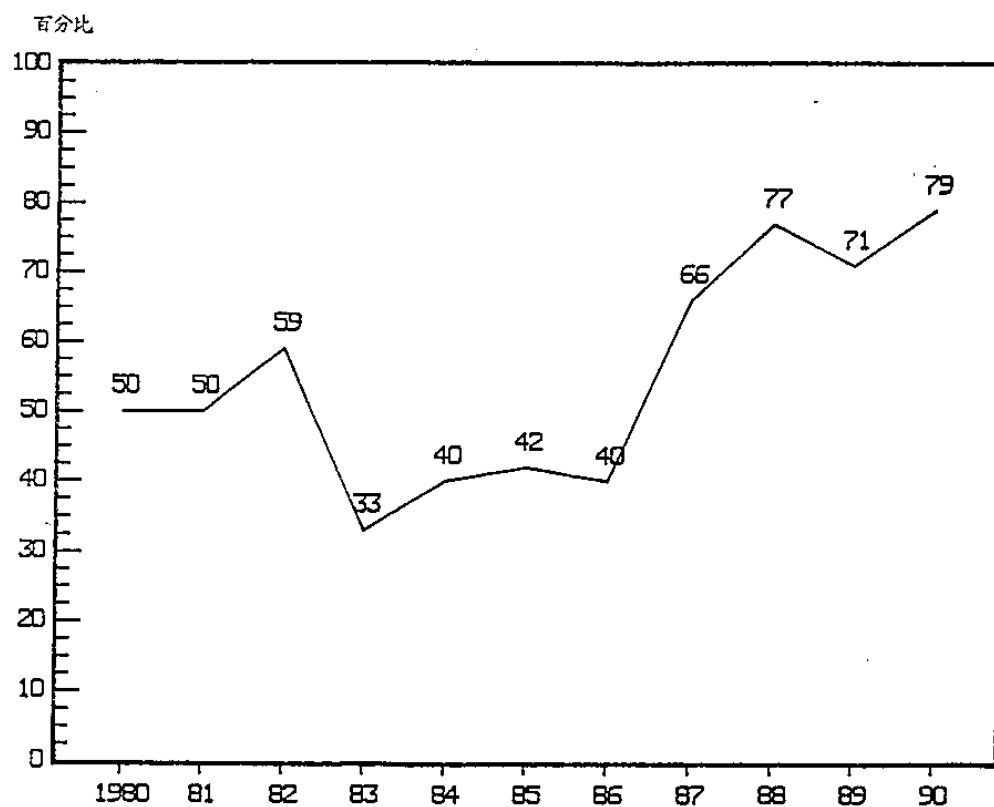


图 1-a 预报正确曲线图

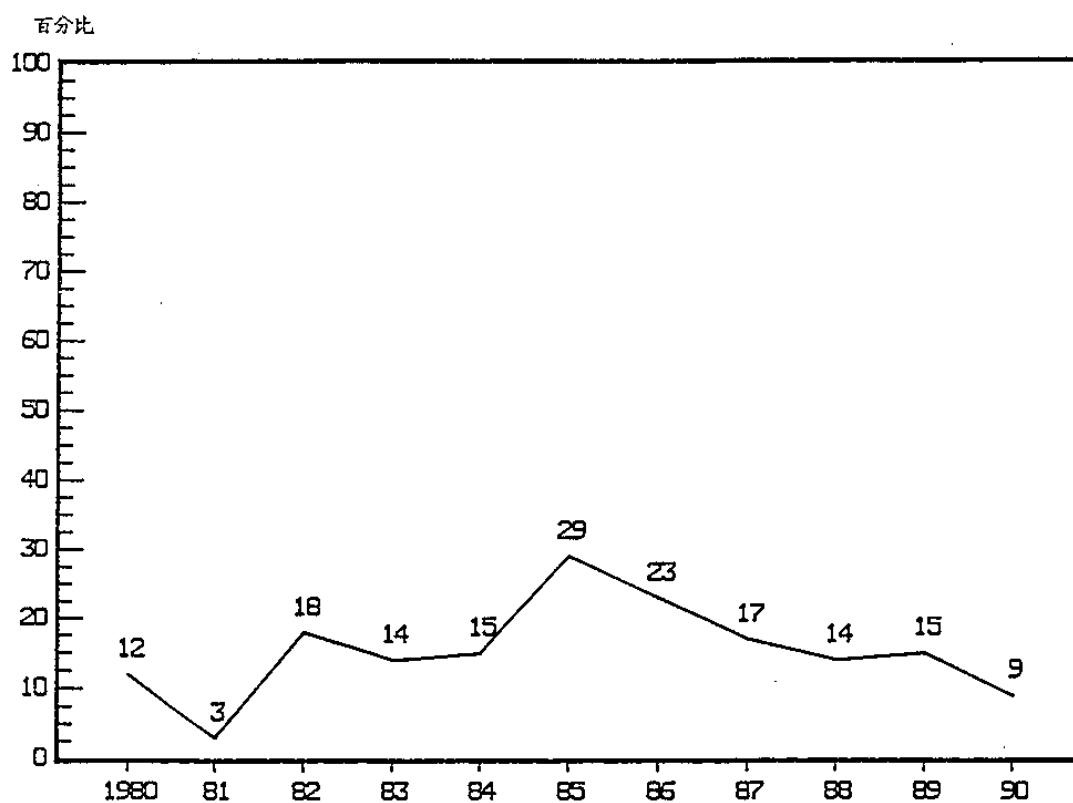


图 1-b 预报错误曲线图

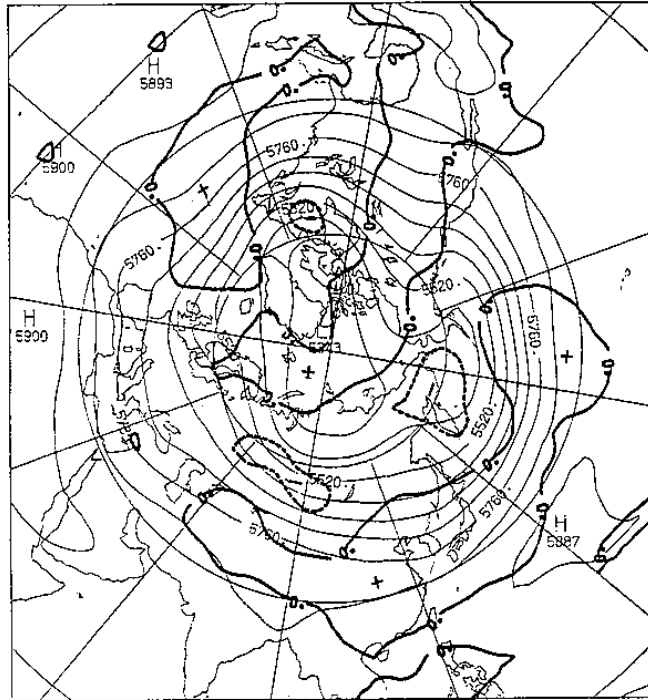


圖 2-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1971,1963,1961,1985)乾梅500mb高空與距平成圖

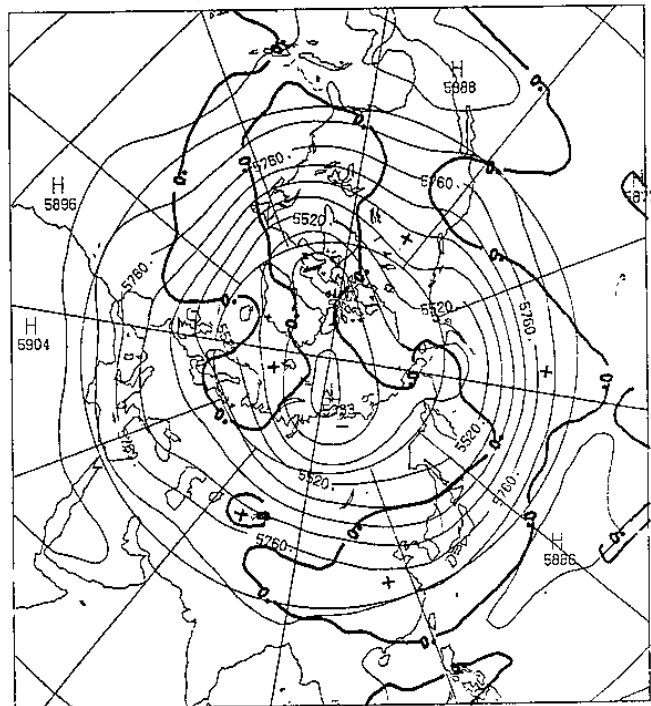


圖 2-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1971,1963,1961,1985,1980,1989,1967)乾梅500mb高空與距平成圖

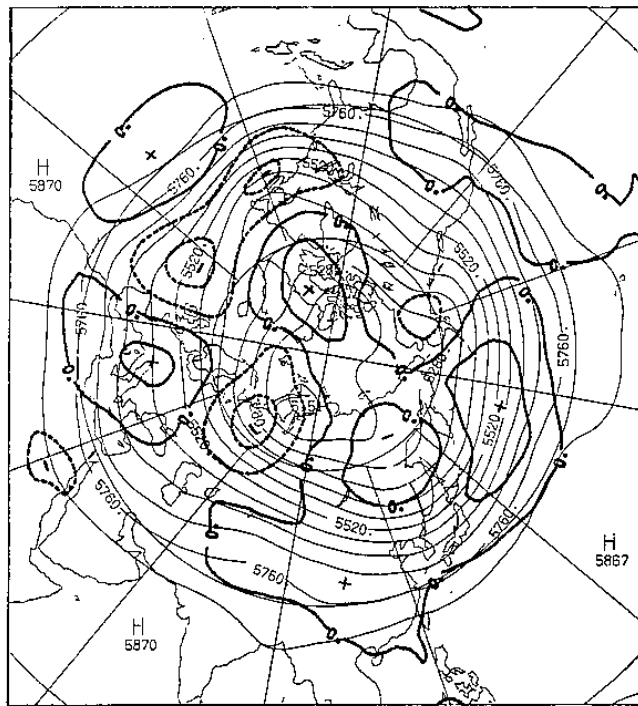


圖 3-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1971,1963,1961,1985)乾梅前一個月(四月)1500mb高空與距平合成圖

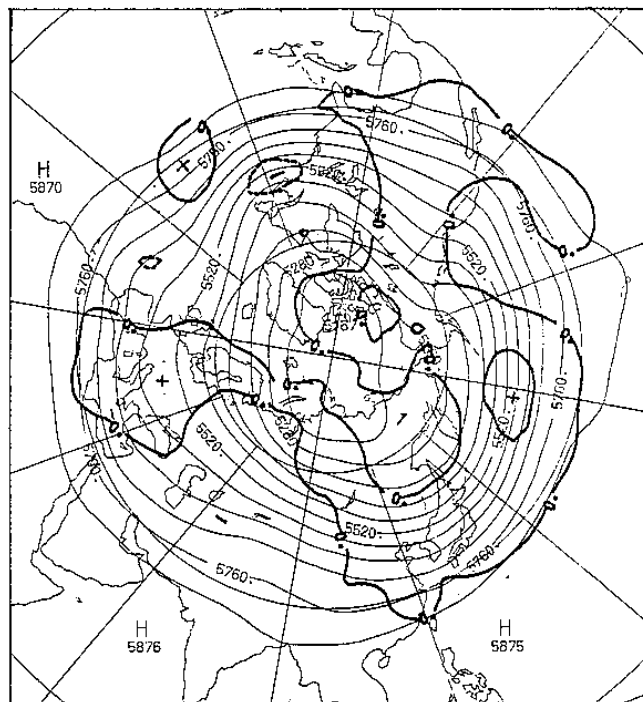


圖 3-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1971,1963,1961,1985,1980,1989,1967)乾梅前一個月(四月)1500mb高空與距平合成圖

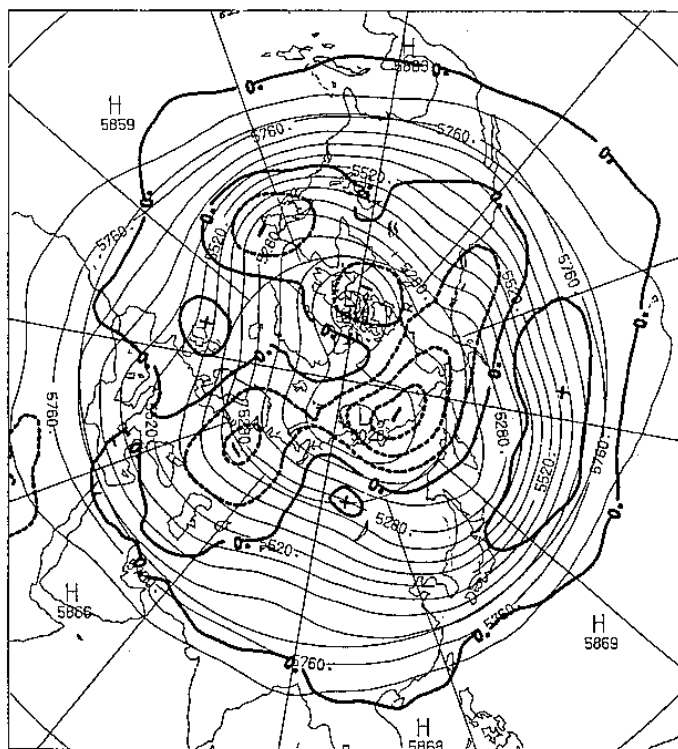


圖 4-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1971,1963,1961,1985)乾梅前二個月(三月)500mb高空與距平成圖

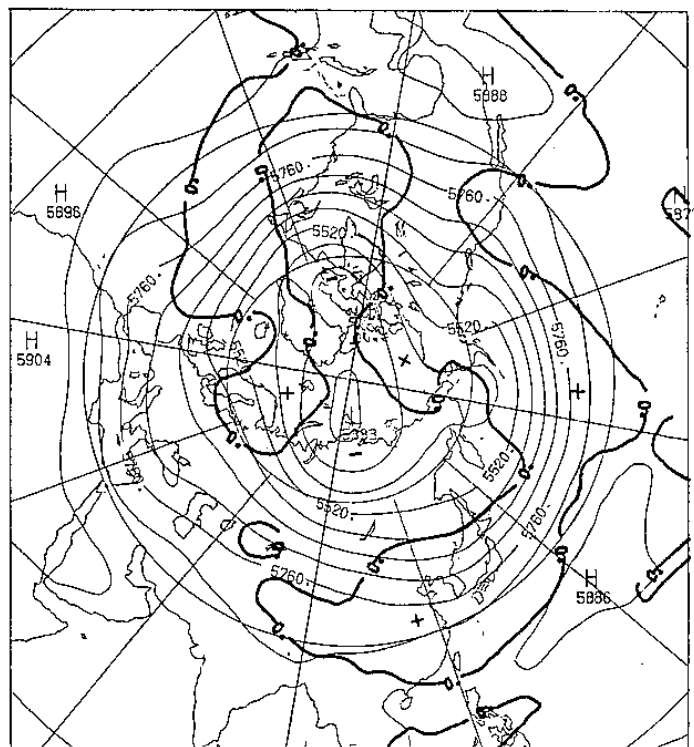


圖 4-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1971,1963,1961,1985,1980,1989,1967)乾梅前二個月(三月)500mb高空與距平成圖

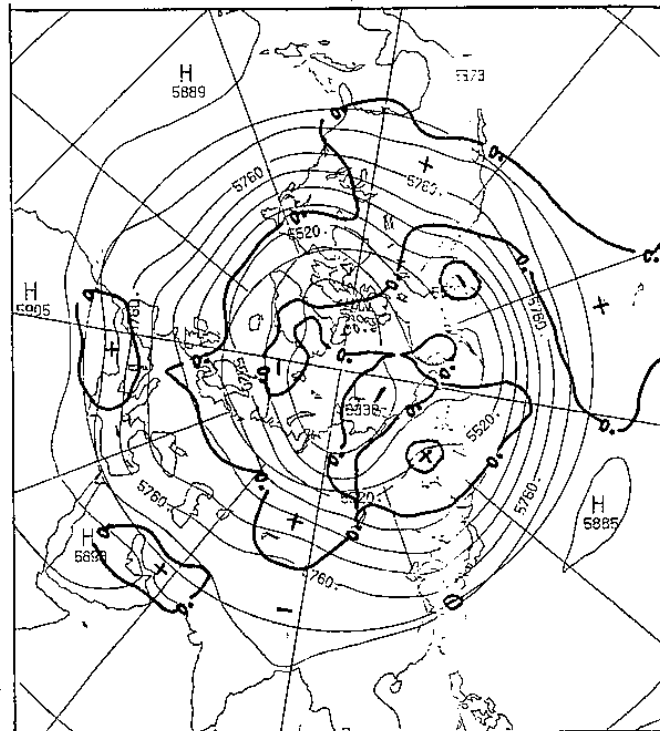


圖 5-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1981,1986,1974,1977)溼模500mb高空與距平合成圖

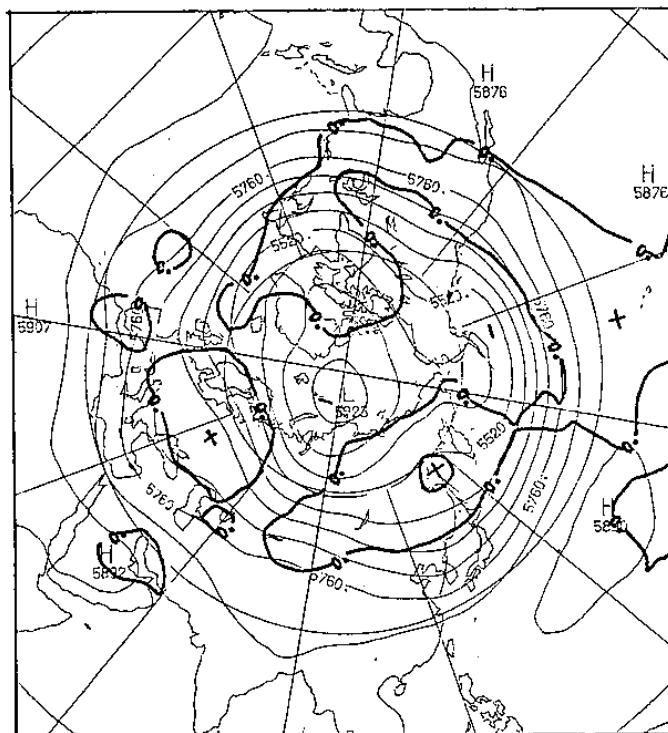


圖 5-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1981,1986,1974,1977,1975,1966,1979)溼模500mb高空與距平合成圖

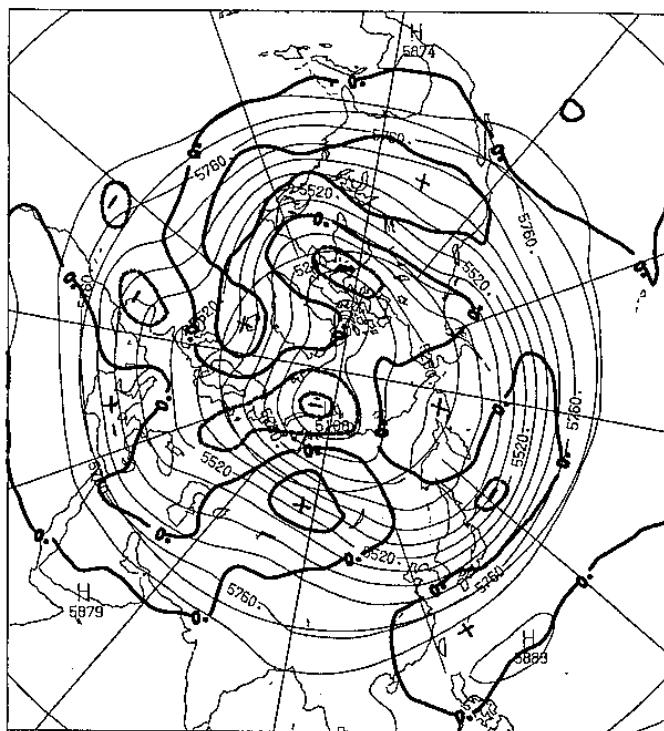


圖 6-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1981,1986,1974,1977)溼梅前一個月(四月)500mb高空與距平合成圖

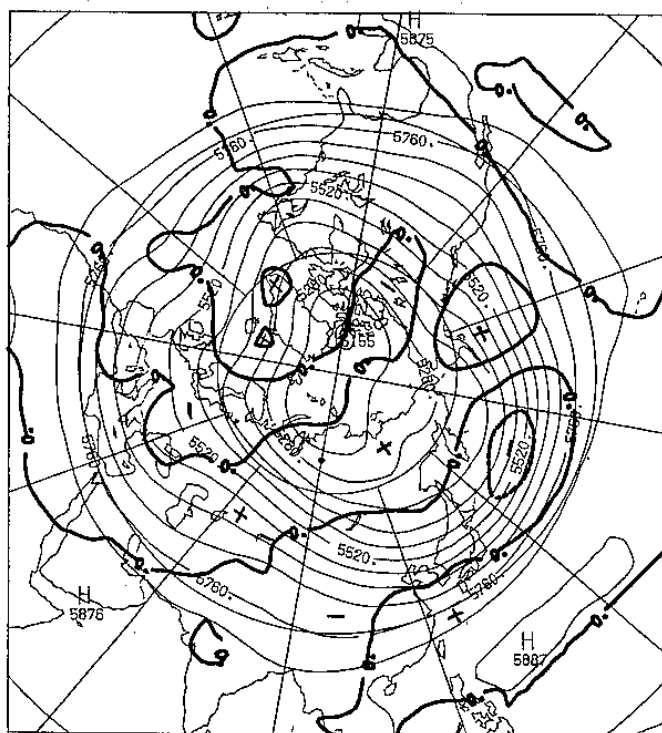


圖 6-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1981,1986,1974,1977,1975,1966,1979)溼梅前一個月(四月)500mb高空與距平合成圖

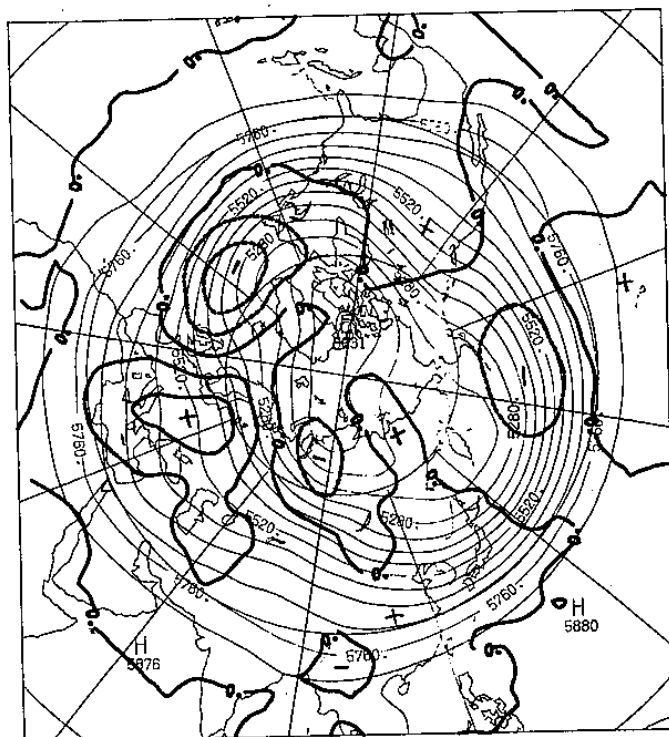


圖 7-a. 北部(基隆、台北、新竹)四年(1981,1986,1974,1977)溼梅前二個月(三月)500mb高空與距平合成圖

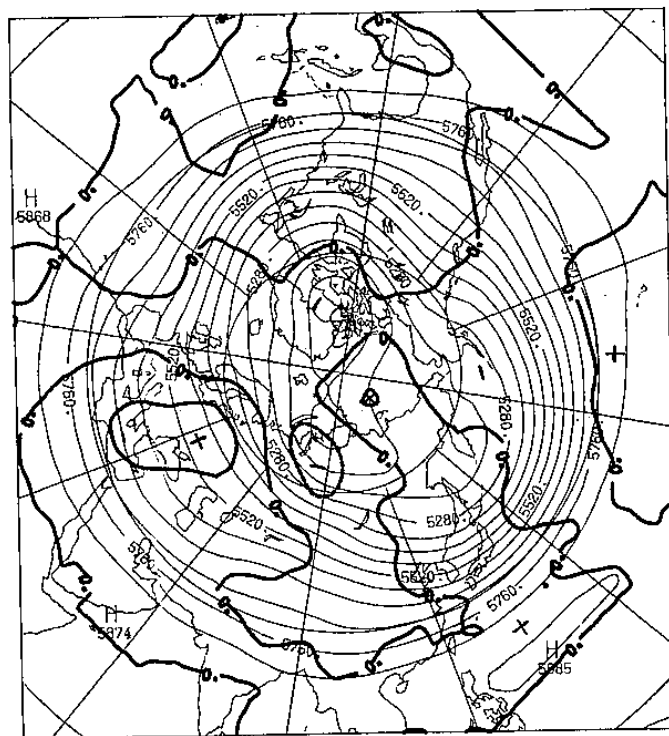


圖 7-b. 北部(基隆、台北、新竹)七年(1981,1986,1974,1977,1975,1966,1979)溼梅前二個月(三月)500mb高空與距平合成圖

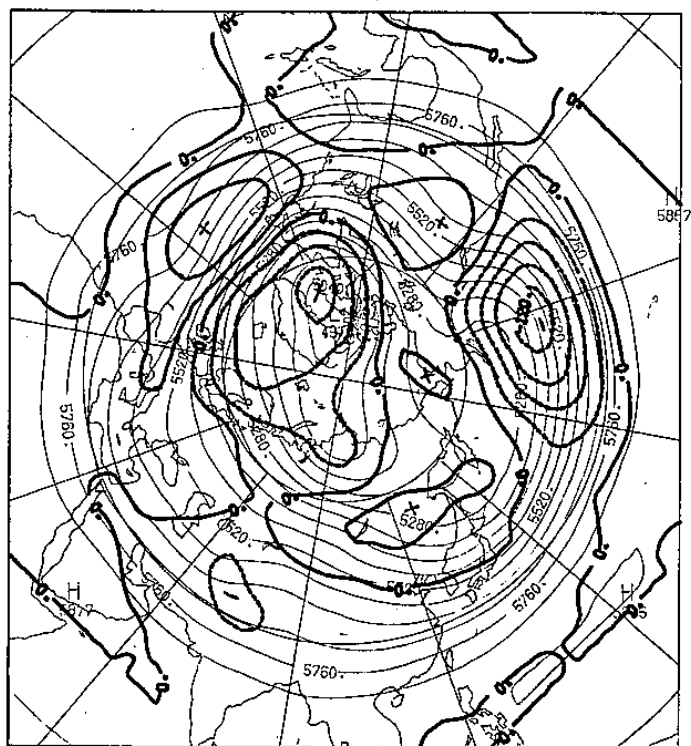


圖 8-a. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)三月份多雨年(1983,1978,1985,1968)
500mb 高空與距平成圖

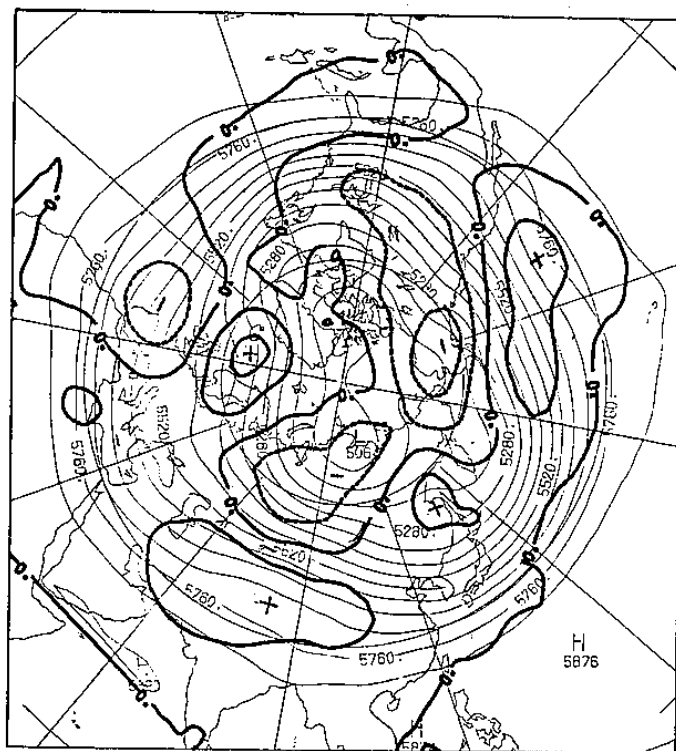


圖 8-b. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)三月份少雨年(1972,1977,1971,1964)
500mb 高空與距平成圖

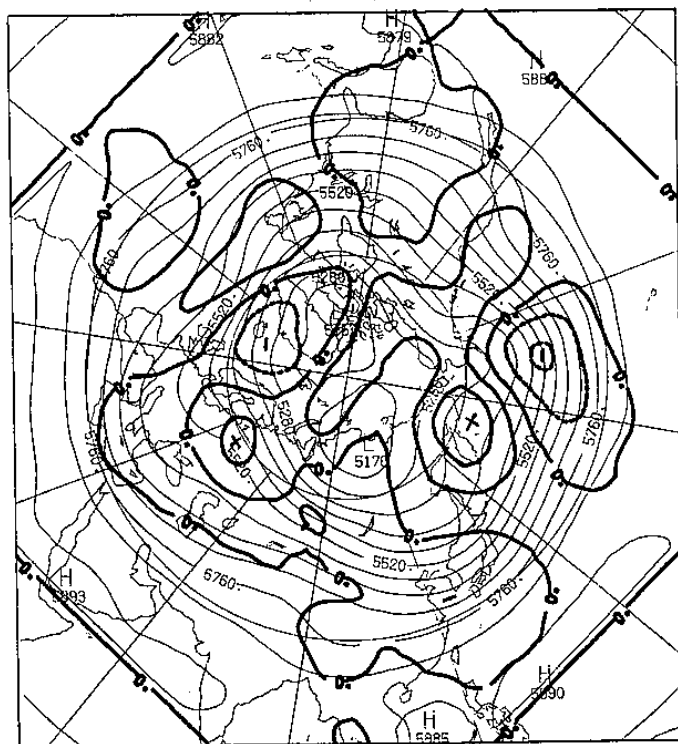


圖 9-a. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)四月份多雨年(1990,1959,1984,1973)
500mb高空與距平成圖

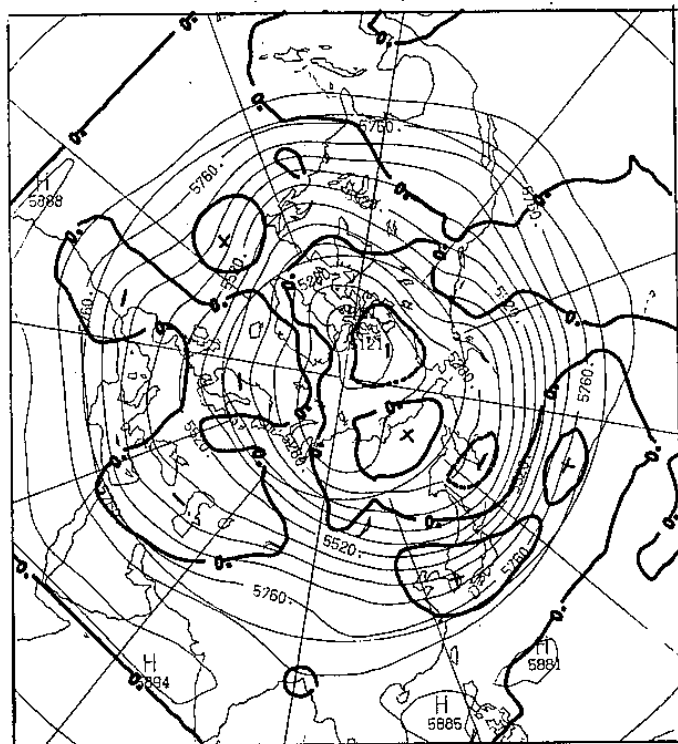


圖 9-b. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)四月份少雨年(1964,1977,1958,1971)
500mb高空與距平成圖

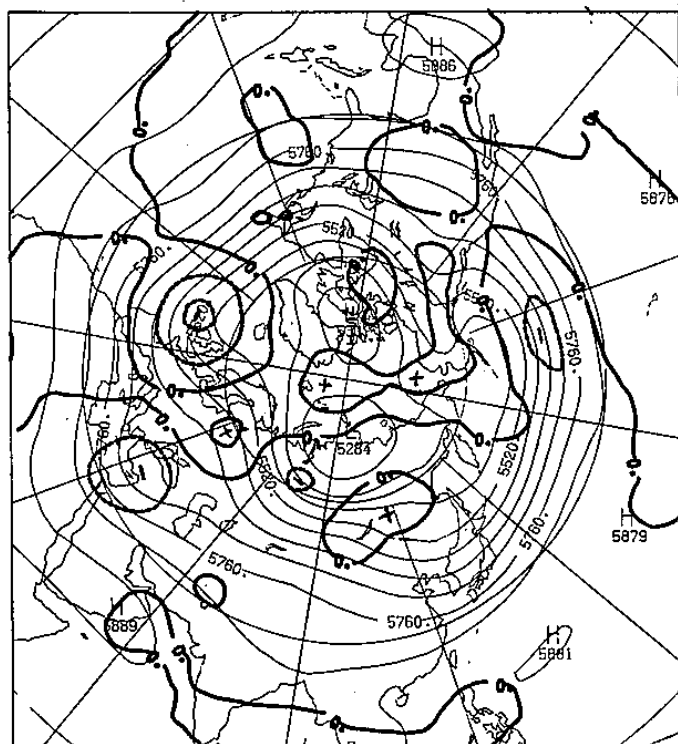


圖10-a. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)五月份多雨年(1981,1957,1986,1983)
500mb高空與距平成圖

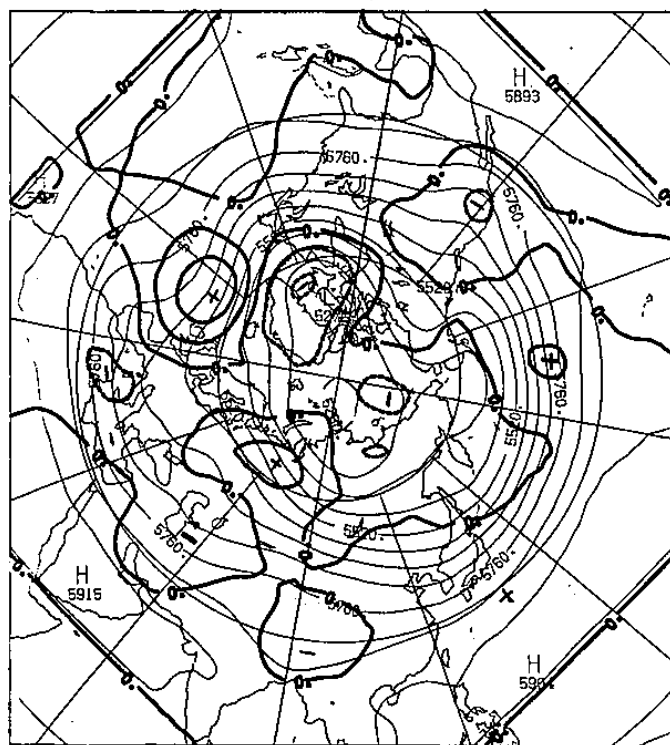


圖10-b. 西部(台北、新竹、台中、台南、高雄)五月份少雨年(1963,1971,1962,1991)
500mb高空與距平成圖

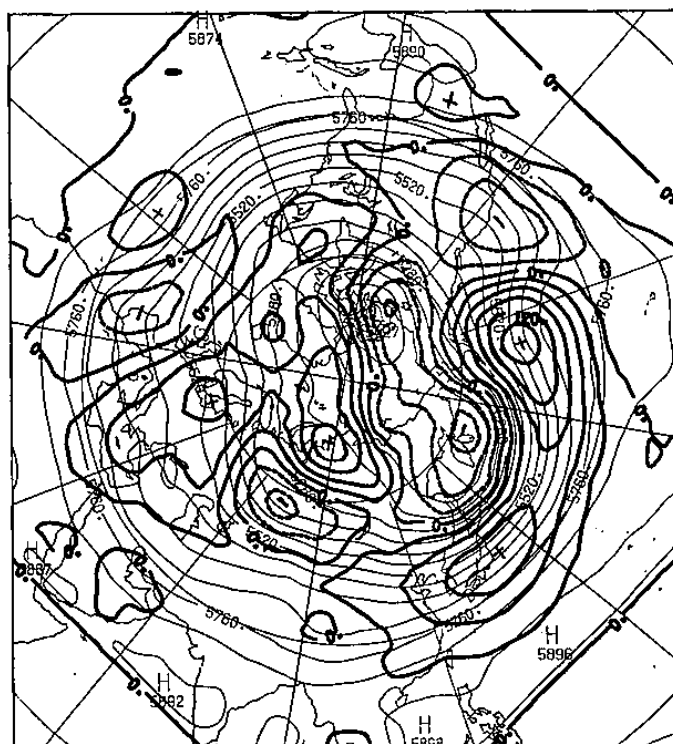


圖 11. 1991年三月份 500mb 高空與距平圖

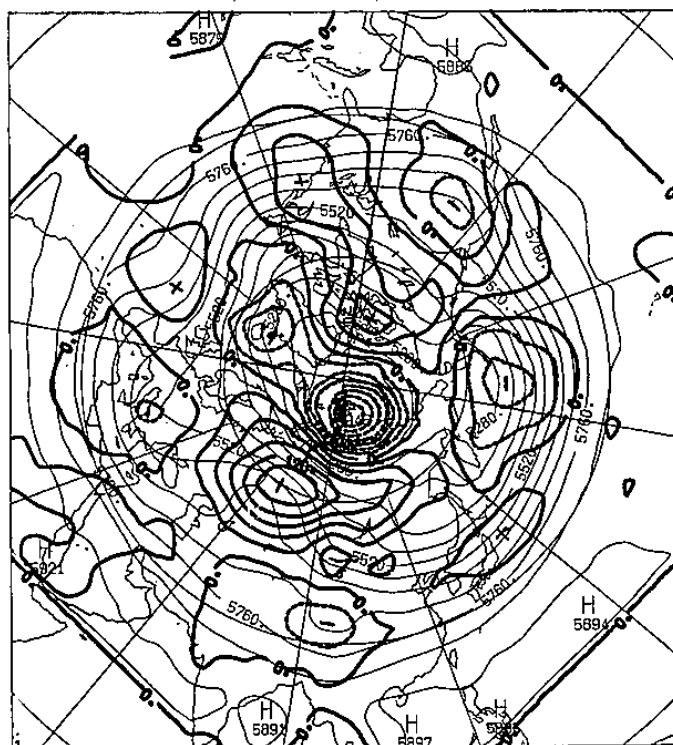


圖 12. 1991年四月份 500mb 高空與距平圖

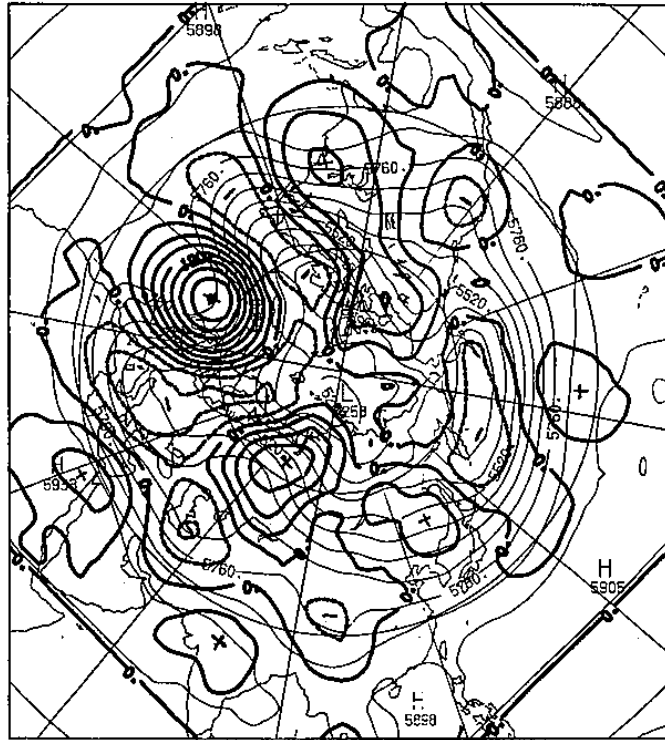


圖 13. 1991年五月份 500mb高空與距平圖

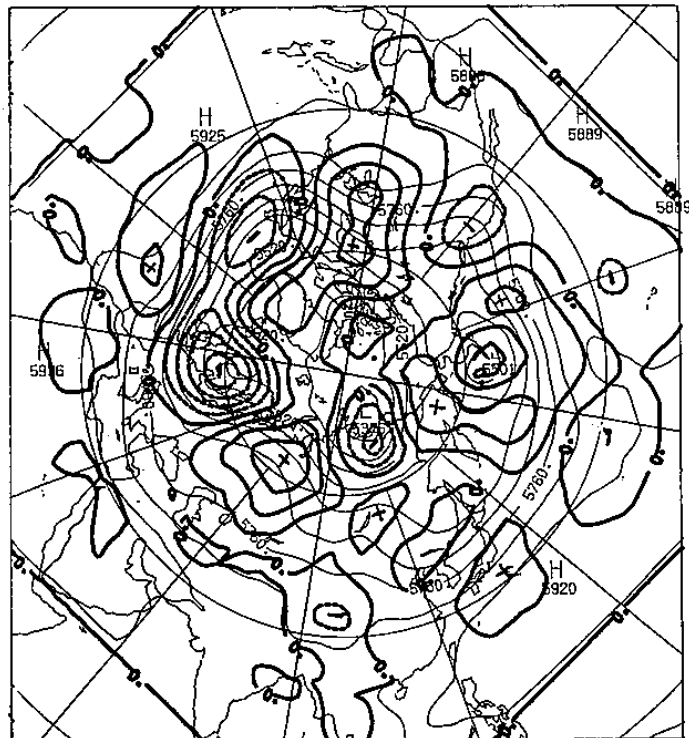


圖 14. 1991年六月份 500mb高空與距平圖

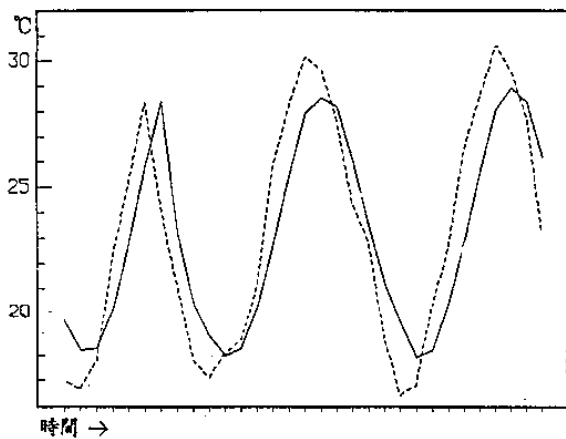


圖15、1989年1月至1991年10月台北月平均溫度旱迴歸預報，預報值與觀測值之變化趨勢圖(實線為預報值，虛線為觀測值)。

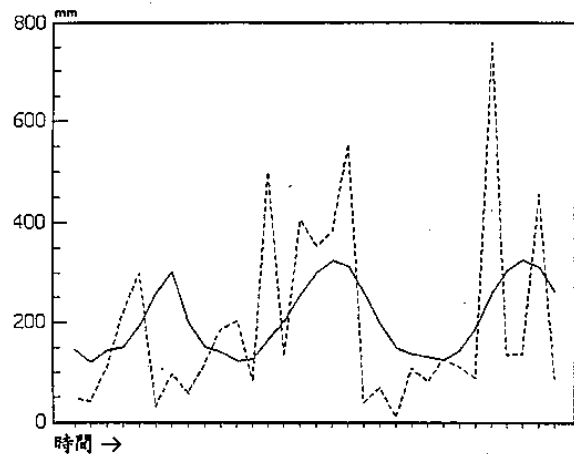


圖16、1989年1月至1991年10月台北月累積雨量旱迴歸預報，預報值與觀測值之變化趨勢圖(實線為預報值，虛線為觀測值)。

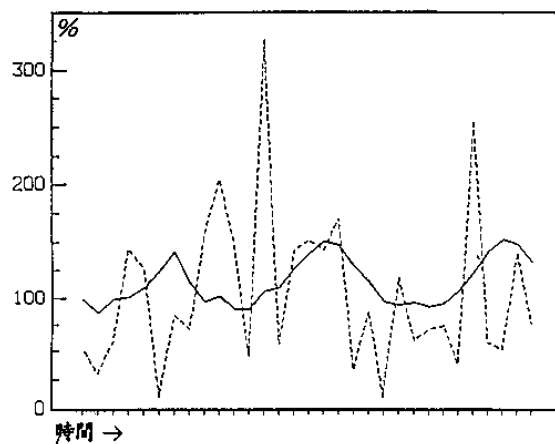


圖17、1989年1月至1991年10月台北月降雨比率旱迴歸預報，預報值與觀測值之變化趨勢圖(實線為預報值，虛線為觀測值)。

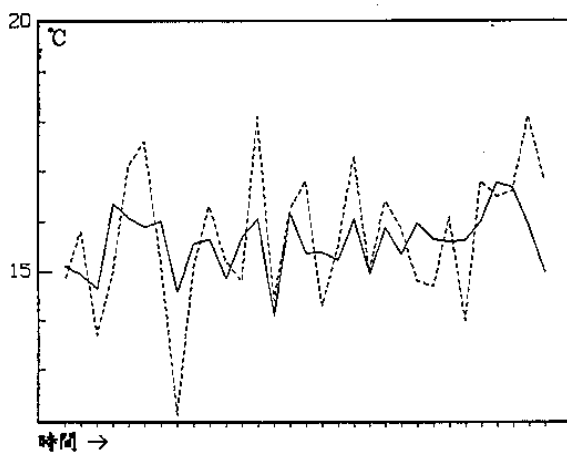


圖18、1956年至1991年2月份台北月平均溫度旱迴歸預報，預報值與觀測值之變化趨勢圖(實線為預報值，虛線為觀測值)。

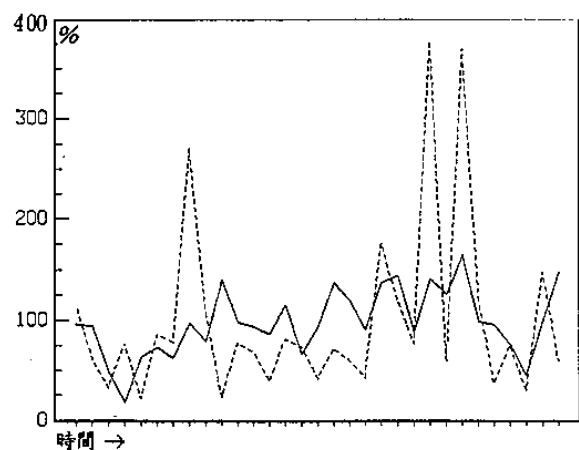


圖19、1956年至1991年2月份台北月降雨比率旱迴歸預報，預報值與觀測值之變化趨勢圖(實線為預報值，虛線為觀測值)。

中央氣象局長期天氣預報技術改進方案

曾 振 發

中央氣象局氣象預報中心

摘 要

近年來氣象界對長期天氣物理變化過程的研究，已獲得進一步的瞭解，尤其赤道地區的長週期變化，海氣的交互影響等。氣候監視方法也同由傳統的綜觀氣候學法進入利用動力氣候學的技術，海溫的變化、衛星長波輻射等方法。統計預測技術則利用多變量分析取代單變數相關法。本文配合在現有的理論基礎上，提出一些可行的預報技術，並研擬未來的發展方向，使得本局的預報技術能比擬國外先進國家的水準，俾便提高準確率，以利國家經建，社會的需求。

一、前 言：

目前長期天氣預報方法，基本上可分為天氣氣候學法、統計法和動力數值法等三大類，顯然這些基本方法和長期預報基礎理論的研究有密不可分的關係。因長期預報尚無法如短期預報，有客觀的數值預報可循，因此統計學方法目前在長期天氣預報中應用十分廣泛，它比較客觀、定量，不失為一種很有用的工具，它可以同時和天氣氣候法相溶合，形成天氣統計的長期預報法，它可以和各種大氣因子相結合，形成物理統計的長期預報法，它也可以同流體動力的方法相結合，而成為動力統計的長期預報法。長期預報基礎理論，主要來自分析與歸納歷史氣候背景資料的結果，尤其各預報區更有其特殊的氣候反應，美國氣候分析中心主任Gilman(1985)稱為分析氣候背景資料為從事長期預報者的家庭作業。

統計預報法之特性為概數預測，較遵循趨勢預測，與實際觀測值經常有些偏差，因此做定量的預測仍有相當大的困難，較可行的方式是以範疇式地對某一天氣現象預先分類，然後做類別上的機率預報之可信度較高。

動力數值預報在硬體方面的改進，配合理論在模擬上的成功，可逐漸成為未來長期天氣預報的主要工具之一。居於以上的長期預報發展趨勢為導引，配合過去十多年來本局在長期預報所累積的經驗，有必要再研討一套更可行的預報技術。

二、氣候背景的分析與研究

對背景氣候資料的診斷分析研究，雖不能直接使用於預報上，但對於理解大氣之物理過程中和區域天候衝擊的結果非常重要，尤其在物理模式尚未能成為長期天氣預測的工具時。因此美國氣候分析中心主任Gilman(1985)稱氣候分析為從事長期預報工作者的家庭作業。另一方面氣候的頻率分布可提供使用做為決策時的有力參考資訊。對於台灣地區的氣候分析，已有部份成果發表，但仍未有系統性、整體性的報告，尤其全球大氣環流的變動，大洋海水溫的異常對台灣的天候又是如何衝擊的問題更為重要，這一方面氣象局非常希望配合大學教授做非常有系統的分析與整理，提供給預報者，做為堅實的背景參考資料。

三、氣候監視方法的加強：

傳統的綜合氣候監視方法，很難以全球的大氣環流變動對各地所反應的天候現象解釋清楚，因其信息較模糊不清。近幾年來世界各先進國家利用大型電腦，很容易分析出各種時空上平均的動力氣候場，譬如各層的Stream Junction（圖1），Velocity Potential（圖2）和Divergent Wind Vector（圖3）等及赤道地區的OLR場（圖4），洋面上海水溫的監視也為重要項目之一（圖5）。

氣候監視的對象愈來愈多，處理診斷龐大的資料，非由有關單位配合不能竟其功，資訊中心可提供各種動力場的分析，衛星中心可提供雲的合成圖和OLR的資料，海象中心提供海水溫的追蹤資訊。

四、預報技術的改進：

預報技術的改進，可分為預報方法和預報表現方式兩方面言。目前長期預報方法的開發，由早先的類型，外延等綜觀氣候法，進入統計模式的應用，已朝向力學模式長期預報實用化的技術開發及氣候系統模式分析等三支柱子所構成。統計模式以發展機率預報為主。複迴歸的預測方式，雖然未達到令人滿意的水準，但由於多變量自迴歸模式的新開發，使地面氣壓場和500毫巴的高度場的預報能夠增加說明變數，以便改進預報的能力。另外對高度場、氣壓場做Cluster分析，可獲得容觀的各種類型及透過判分析，可預測未來類型出現機率(Maryor and storey, 1985)。對於氣溫和雨量的預報方面，任何模式的兩量預報準確度均比氣溫的準確度差。

力學模式的發展朝一個月數值預報的實用法，以ensemble預報實驗為主。最近英國、日本對冬季的幾個例子實驗，得到令人鼓舞的結果。該力學模式，當本局再累積更多的數值模式預報經驗後，也可著手實驗。

氣候系統的分析，研究重點著重於海水溫距平的時間變化類似性。研究ENSO對大氣環流的影響已獲得肯定的結果(Glantz, 1991)亦

可應用到實際預報上。30~60天的振動，對於梅雨的入梅，出梅也有明顯的信號。另外，中高緯度長週期變化的分析，也可計算出其時間週期，應用在預測氣候週期的變化。

歐、美、日等先進國家的長期天氣預報得分評估結果仍然不高(WAGER, 1989)，對本局做類似的評核也得到一樣的結果。基於長期預報技術仍有待突破及準確度尚不高的理由，本局亦應以機率預報為主，對氣溫和雨量分別以30%、40%、30%的氣候機率代表偏高（多）、正常（接近候值）、偏低（少）三類，對該三類做機率預報（如附表一、二）。採用機率預報的另一好處，可做確實的檢驗，瞭解誤差的來源，以便做為改進的參考數據。（如附表三）。

五、未來發展目標：

近程主要工作為有系統地整理、分析氣候背景資料，包括台灣各季節氣候系統的特性與全球大氣系統、海溫的對應關係。改進統計預報模式，提升其預報準確率，以機率預報表現氣溫、雨量的偏高（低）、正常、偏低（少）趨勢。在預報 $\longleftrightarrow$ 評核 $\longleftrightarrow$ 氣候分析的循環中，改進預報準確度。

中程目標在氣候監視上資料的自動處理化，並成為各種可行的統計模式原始資料檔，以便能迅速計算結果，配合分析即時氣候資料做出更合理、更省人力的長期預報作業環境。

遠程工作希望能成立氣候中心，擴大規模，延聘動力氣候模式人才，發展力學模式預報技術，把長期預報技術建立在物理期礎上，則預報準確度和穩定度更能提升。

參考文獻：

1. Gilman, D. 60, 1985: Long-Range Forecasting: the present and the future B. A. M. S., Vol 66, No. 2, 159-163.
2. Glantz, M. H, 1991: Teleconnections linking worldwide climate anomalies,

- Cambridge University press, 1-12.
3. Lau K. M., 1988: Seasonal and intraseasonal climatology of the East Asian Summer monsoon. M. W. R, 116, 18-37.
4. Maryon, R. H. and A. M. storey, 1985: A multivariate statistical model for forecasting and malies of half monthey mean surface pressure; J. chimatology, 5, 561-578.

表一 氣溫機率預報格式

(一)、旬平均氣溫機率預測:

(*為最高機率)

地 區	旬 別 (%)	七月上旬			七月中旬			七月下旬		
		偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
北 部		30	60*	10	60*	30	10	30	30	40*
中 部		20	70*	10	80*	10	10	10	60*	30
南 部		20	70*	10	80*	10	10	10	70*	20
東 部		30	60*	10	70*	20	10	20	40*	40*

(二)、旬平均氣溫氣候統計值(偏高、正常、偏低之範圍):

地 區	旬 別	偏 低	正 常	偏 高
北 部	上 旬	~28.3	28.4~29.4	29.5~
	七 月 中 旬	~28.7	28.8~29.2	29.3~
	下 旬	~28.3	28.4~29.0	29.1~
中 部	上 旬	~28.1	28.2~29.0	29.1~
	七 月 中 旬	~28.1	28.2~29.0	29.1~
	下 旬	~27.7	27.8~28.6	28.7~
南 部	上 旬	~28.3	28.4~29.6	29.7~
	七 月 中 旬	~28.5	28.6~29.5	29.6~
	下 旬	~28.5	28.6~28.9	29.0~
東 部	上 旬	~27.9	28.0~29.0	29.1~
	七 月 中 旬	~28.2	28.3~29.0	29.1~
	下 旬	~27.6	27.7~28.7	28.8~

表二 降水機率預報格式

(一)、旬累積雨量機率預測：

(*為最高機率)

地 區	機 率 (%)	七月上旬			七月中旬			七月下旬		
		偏多	正常	偏少	偏多	正常	偏少	偏多	正常	偏少
北 部		10	60*	30	60*	30	10	10	30	60*
中 部		0	20	80*	10	60*	30	10	20	70*
南 部		10	10	80*	10	60*	30	0	30	70*
東 部		10	60*	30	70*	20	10	10	70*	20

(二)、旬累積雨量氣候統計值(偏多、正常、偏少之範圍)：

地 區	旬 別	偏 少	正 常	偏 多
北 部	上 旬	0~11	12~39	40~
	七 月 中 旬	0~11	12~37	38~
	下 旬	0~30	31~100	101~
中 部	上 旬	0~17	18~62	63~
	七 月 中 旬	0~9	10~56	57~
	下 旬	0~31	32~127	128~
南 部	上 旬	0~16	17~91	92~
	七 月 中 旬	0~17	18~80	81~
	下 旬	0~19	20~201	202~
東 部	上 旬	0~14	15~52	53~
	七 月 中 旬	0~14	15~92	93~
	下 旬	0~8	9~163	164~

表三 長期天氣預報評核表

中央氣象局長期天氣預報評核表

NO :

測站	類別 項目	溫 度									雨 量											
		月 旬			月 旬			月 旬			月 旬			月 旬			月 旬					
		預測等級	預測機率	預測值	實測值	實測等級	偏差值	白氏得分	預測等級	預測機率	預測值	實測值	實測等級	偏差值	白氏得分	預測等級	預測機率	預測值	實測值	實測等級	偏差值	白氏得分
台北	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
台中	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
台南	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
高雄	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
花蓮	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
基隆	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
台東	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					
嘉義	預測等級	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低	偏高	正常	偏低
	預測機率	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	預測值																					
	實測值																					
	實測等級																					
	偏差值																					

FORECAST.T6L 1991/11/25

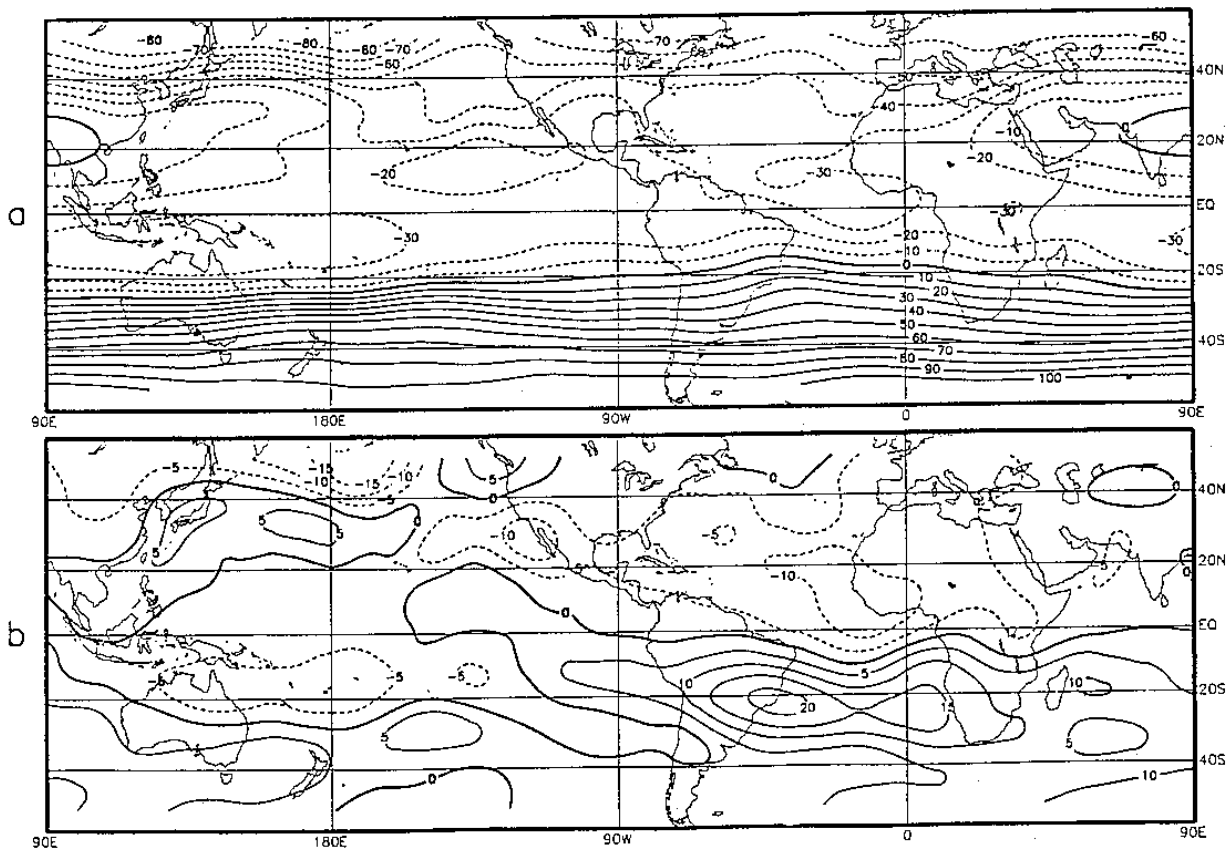


圖 1 流函數場

FIGURE 1 - 200 MB STREAM FUNCTION. a) mean and b) anomalous, for SEP 1991 (NMC final analysis). Contour interval is $10 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Negative (positive) values are indicated by dashed (solid) lines and the zero line is indicated by the heavy solid line. The non-divergent component of the flow is directed along the contours with speed proportional to the gradient. Thus, high (low) stream function corresponds to high (low) geopotential height in the Northern Hemisphere and to low (high) geopotential height in the Southern Hemisphere. Anomaly is computed from the wind departures from the 1979 - 1988 base period monthly means. Contour interval is $5 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

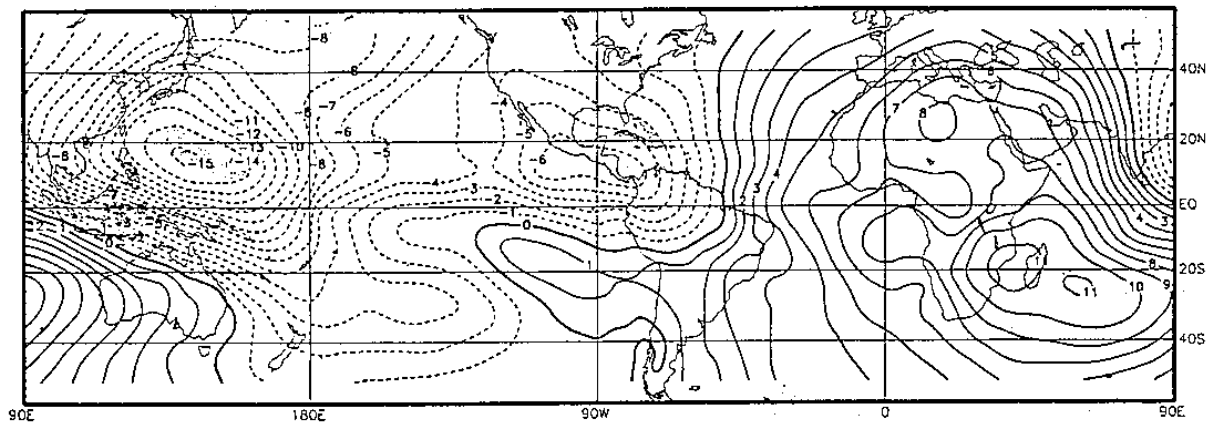


圖 2 速度勢場

FIGURE 2 - VELOCITY POTENTIAL. SEP 1991. The velocity potential is computed from the 200 mb winds using spherical harmonics truncated to R30. Contour interval $1 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Negative values are indicated by dashed lines. The zero contour is indicated by the heavy solid line. The field represents the divergent part of the wind, which is directed perpendicular to the contours with a speed proportional to the gradient. The flow is directed from low to high values.

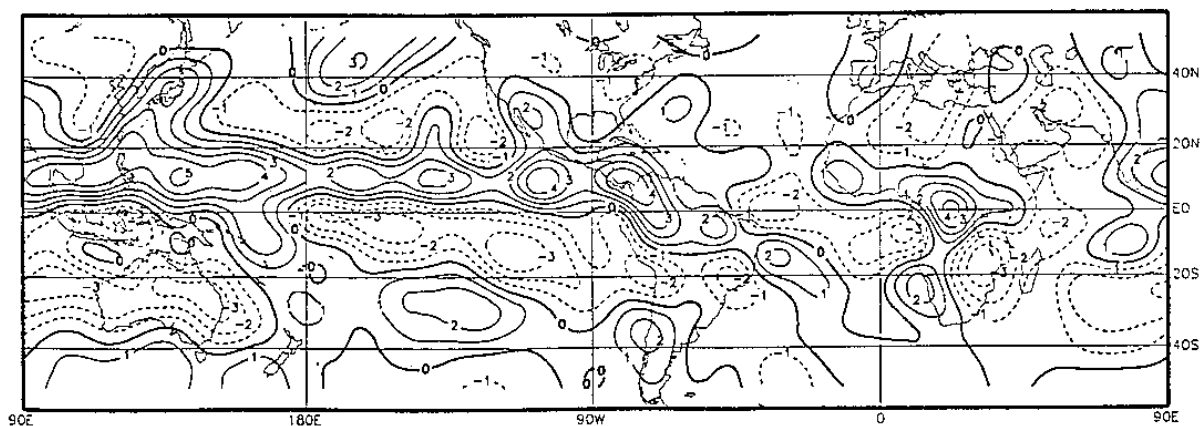


圖 3 輻散場

FIGURE 3 - 200 MB DIVERGENCE SEP 1991. Contour interval is $1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Negative values are indicated by dashed lines. The zero contour harmonics truncated to R30. Contour interval $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Negative values are indicated by dashed lines. The zero contour is indicated by the heavy solid line.

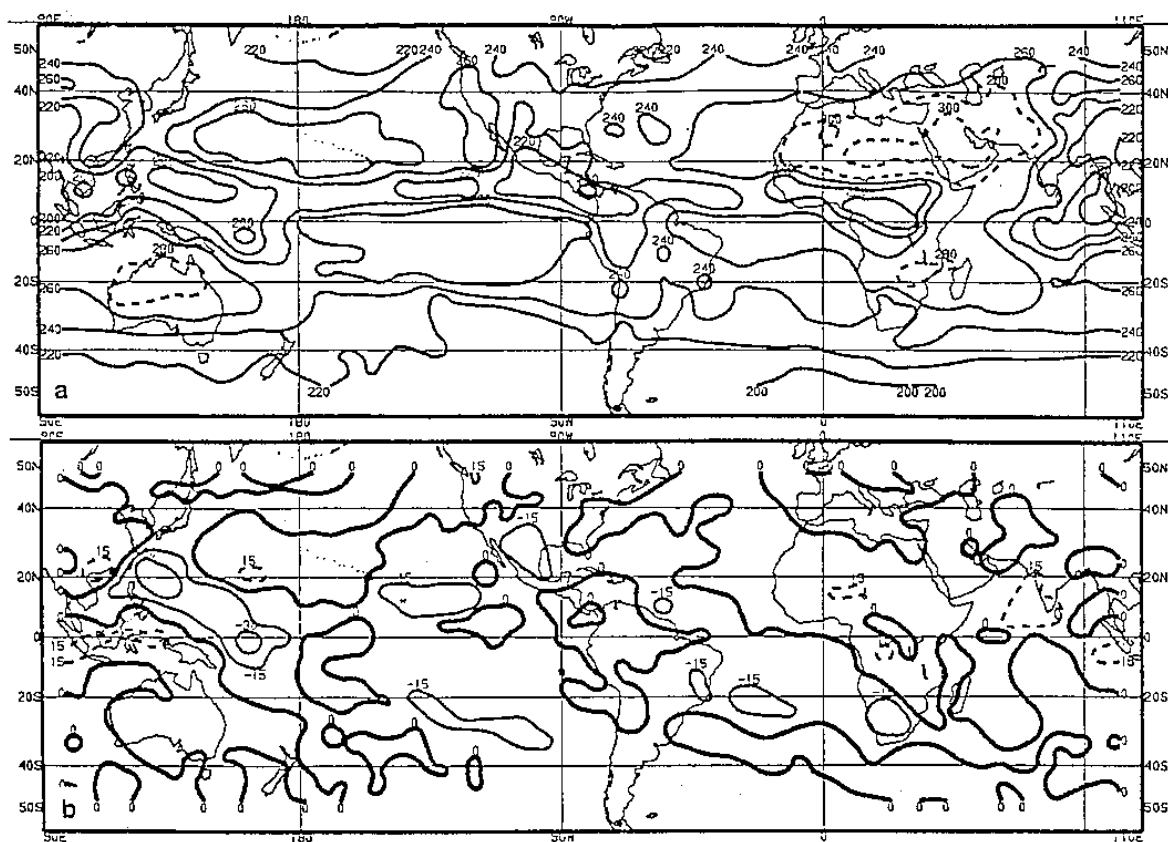


圖 4 OLR場分佈圖

FIGURE 4 - OUTGOING LONGWAVE RADIATION, a) mean and b) anomalous, for SEP 1991 (NOAA 11 AVHRR IR window channel measurements by NESDIS/SRL). Data are accumulated and averaged over 2.5° areas and interpolated to a 5° Mercator grid for display. Contour interval 20 Wm^{-2} . Contours of 280 Wm^{-2} and above are dashed. Anomalies are computed as departures from the 1979-1988 base period mean. Anomaly contour interval 15 Wm^{-2} . Positive anomalies are dashed.

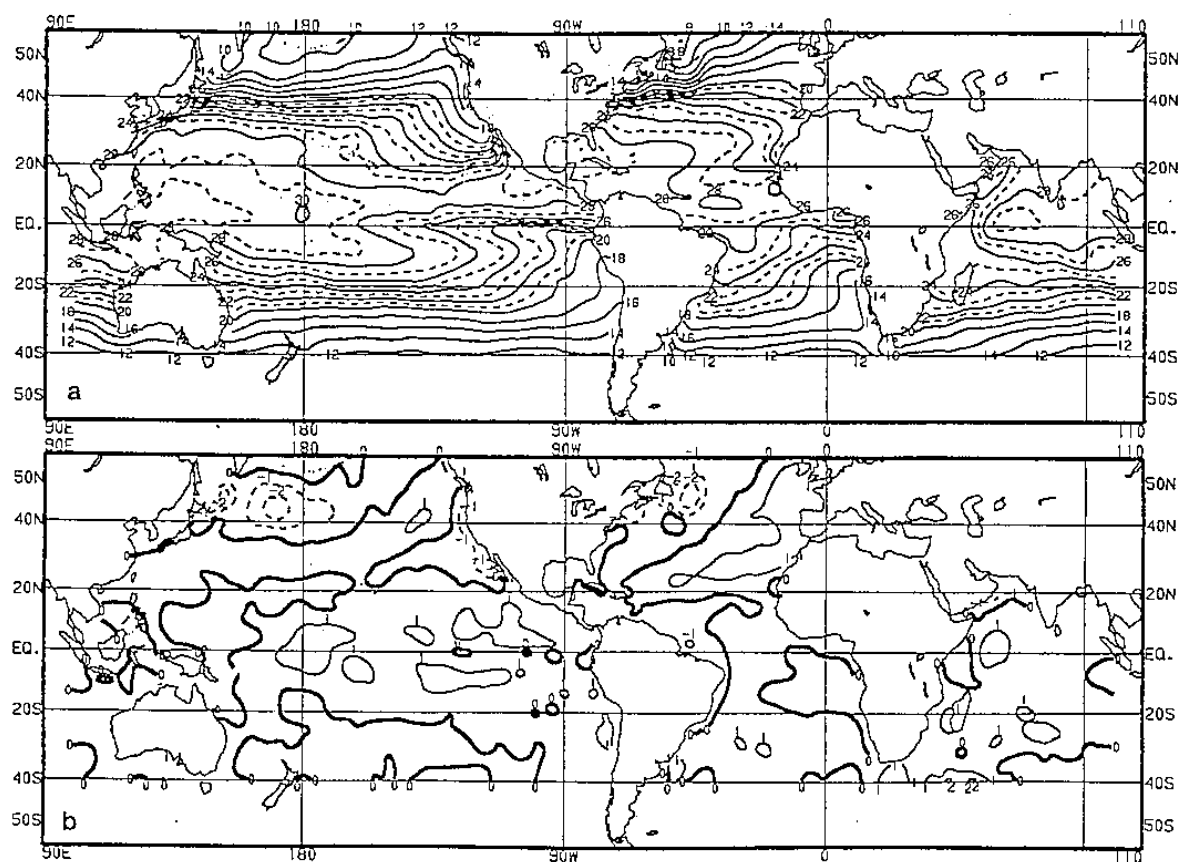


圖 5 海面水溫分佈圖

FIGURE 5 - SEA SURFACE TEMPERATURE, a) mean (blended analysis) and b) anomalous, for SEP 1991 analyzed on a 2.5° grid. SST mean contour interval is 2°C . Temperatures $>20^\circ\text{C}$ are contoured every degree with odd contours dashed. Anomalies are computed as departures from the COADS/ICE climatology (Reynolds, 1988, *J. Clim.*, 1, 75-86). Anomaly contour interval is 1°C with negative anomalies dashed.