

冷季各月 500mb 高度值落後相關與 台灣天氣長期預報研究

鄭 俠 李汴軍 廖志翔 楊逢世

摘 要

台灣地區之長期異常天氣，與北半球主要環流系統間之密切相關，已為此間氣象學者所重視。近來長期預報方面儘量希望能預測若干具有操縱能力氣壓系統之消長，預測方法有類型法、和差法等，各自對預報提供助益。

在衆多方法中，迴歸法為應用最久之方法，其預報準確率在60%上下，而且具有相當穩定性。本研究在目前電子計算條件下，引進此一迴歸法，對北半球冬季各月 500mb 而每隔 10 個經緯度之網格點加以一個月落後相關計算，其結果顯示重要氣壓系統之持續性，對北半球 500 mb 面高度場之預報得一客觀之結果。

此項預報方法并曾以去年（1983）年元月至三月各月預報圖為試驗，測驗結果顯示重要氣壓系統及天氣圖型態頗能掌握，但對北緯三十度左右氣壓系統缺乏預報能力，尚需進一步探討。

一、前 言

長期預報為大氣環流運行之預報。在作業上，將氣候的變異歸因於大氣環流的變異。在研究方面，尋求影響大氣環流之各種物理原因，以明瞭氣候變化之原因。近年對長期氣候變化集中注意力於南方擾動，海面溫度，南半球環流影響，赤道上空之雙年週期等，但每一個問題研究仍都在討論之中。當影響長期氣候各個物理因子一旦都被控制，可能長期預報會比短期更可靠。

在現階段製作長期預報，仍舊以統計方法為主（WMO PROCEEDINGS OF LONG RANGE PRIDITION SEMINER GENEVA 1980）。以先進國家美國或日本言，幾乎不外於分析大氣環流型態及計算持續之機率。美國國家氣象局所屬國家氣象中心每月發布之月長期預報圖即根據持續

性法，然後配合遙地相關繪製而成。此種方法早在 1940 年代即由NAMIAS 設計製作，相沿已四十餘年。一般認為在長期預報未能應用動力學方法突破製作之前，此種簡單之持續性方法尚能維持 60% 左右之準確率，在某種程度上，對經濟活動仍有相當助益。

本文旨在引進此種觀念用在中對流層 500mb 面上氣壓系統持續性之計算。所用資料來自東京氣象廳，共計二十二個冬季（自 10 月至次年 3 月）。範圍包括全個北半球。個格點的分配為：在 80°N 上每隔二十個經度採用一個高度值，70°N 以南每隔十個經度採用一個高度值。一共採用（1 × 18 + 6 × 36）個網格點高度值計算方法採用線性單迴歸。分別計算相關係數及迴歸預報方程計算結果，

經採用 t 試驗，如顯著水準為 0.05，0.4 為可信相關係數。（本研究採用 0.3 界限。理由與 NMC 相同，因為 0.4 界限捨去資料太多）。具有相當實用性。

二、計算方法

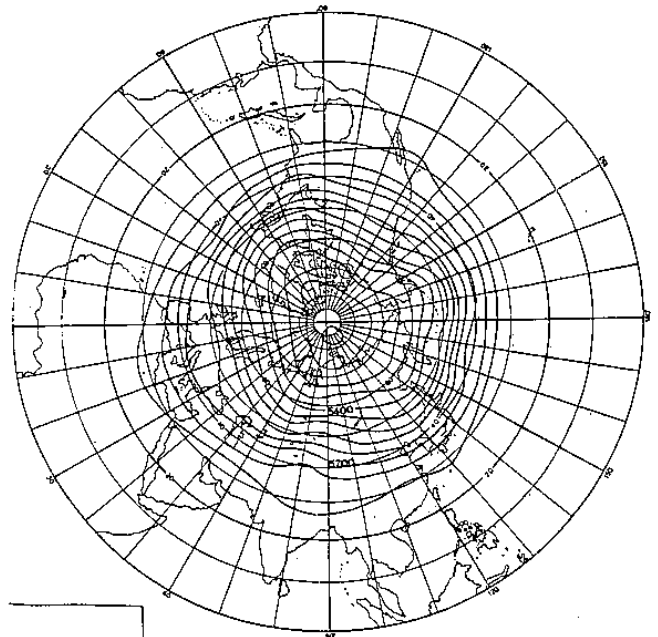
1. 所用資料為 1960 ~ 1981 共 22 年
 2. 計算十月到次年三月各月平均資料
 3. 預報目標 (Predictant) 為落後一個月 500 mb 面上各網點上之高度值， \bar{y}
 4. 預報因子 (Predictor) 為當月 500 mb 面上各網點之高度值， \bar{x}
 5. a_0 為預報月份之氣倫平均值
 6. b_0 為相鄰兩月之單迴歸係數
 7. N 為樣本總數
 8. σ_x, σ_y 為最小平方差
 9. 相關係數 r 為
- $$r = \frac{\sum_{i=1}^{22} (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N \sigma_x \sigma_y}$$
10. 共計算 20°N ~ 80°N，0 ~ 350 每隔十個經緯度 (80°N 每隔 20°) 相關係數
 11. 取 $r > 0.3$ 者再計算單迴歸方程

$$b_{0yx} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}, \quad a_{0yx} = \bar{Y} - b_{0yx} \bar{X}$$

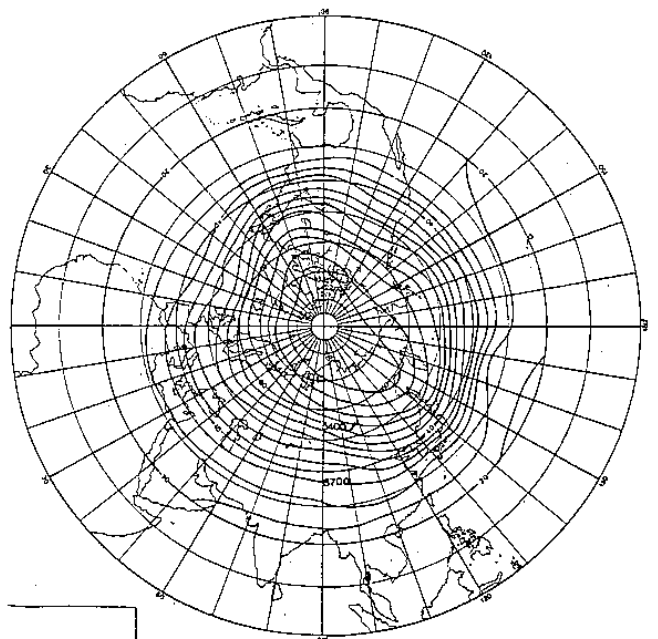
三、東亞地區冬季氣候變化機制

東亞地區冬季裏月平均圖及平均趨勢圖（圖一至圖十一）顯示其環流特徵為極地渦旋之南伸，成為副極地區渦旋，隆冬時節，長駐於日本北部。由於此一渦旋之南下，使烏拉山及喀察加兩地區之高壓脊更形顯著。此二高壓脊具有相當穩定性，而且其相對運動決定東亞地區寒流之爆發。從冬季季節變化觀點看，圖七與圖十說明十月到十二月，副極地渦旋由此向南伸展，500mb 面重力位降低顯示冷空氣南下，十一月到十二月，當時序進入冬季時，阿拉斯加脊線向西伸展至喀察加半島，500mb

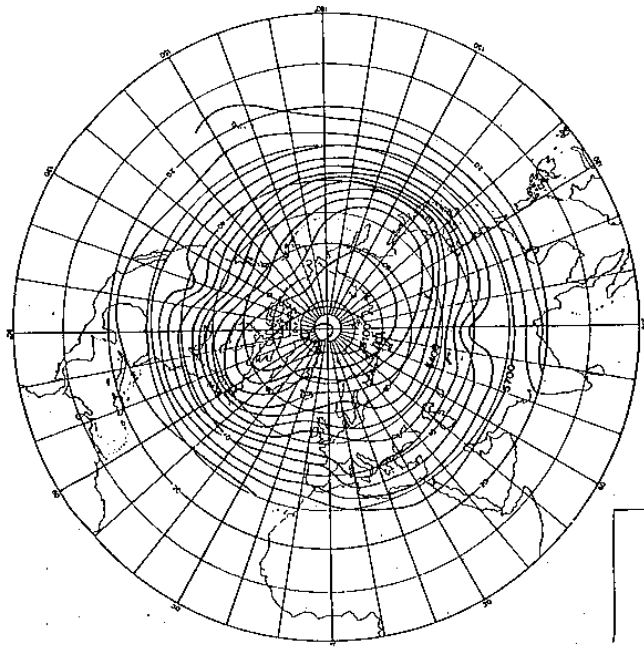
面上重力位上升，說明此脊線發展到 500mb，應屬暖脊。從綜觀觀點看，隆冬季節，高緯度之強脊支持冷空氣在高緯地區累積，如果強脊為阻塞高壓，冷空氣更停滯於高緯度，日本北方之副極地渦旋支持西風帶低壓之強化，使有能力引導冷空氣南流，而造成冬季氣候之季節特性，趨勢圖上所顯示貝加爾湖區為負區，說明西伯里亞高壓為冷性高壓，其高度及不到 500mb。



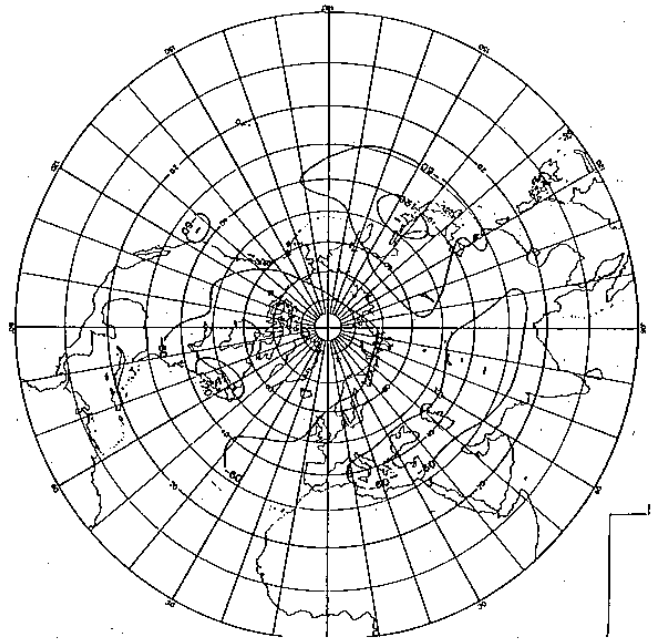
圖一 十月份 500mb 月平均圖



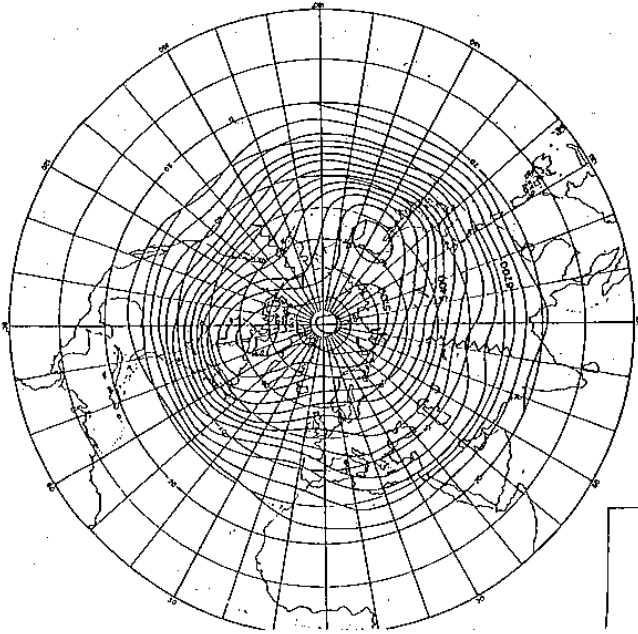
圖二 十一月份 500mb 月平均圖



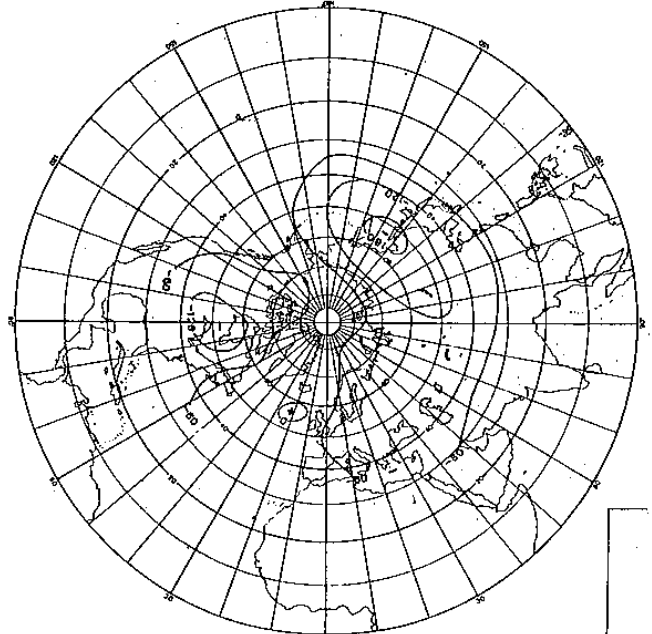
圖五 二月份500mb月平均圖



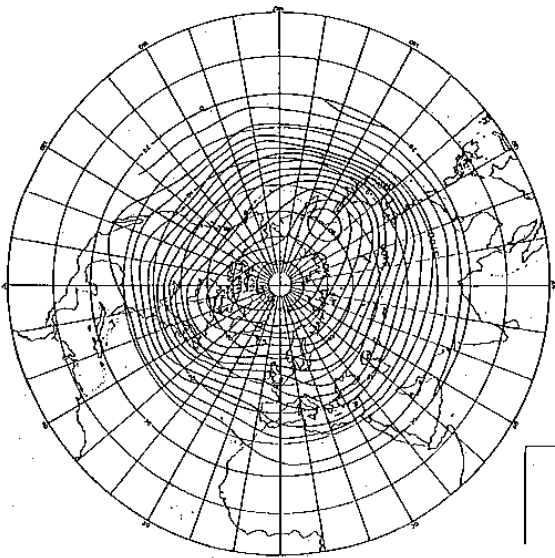
圖八 十一月至十二月500mb高度趨勢圖



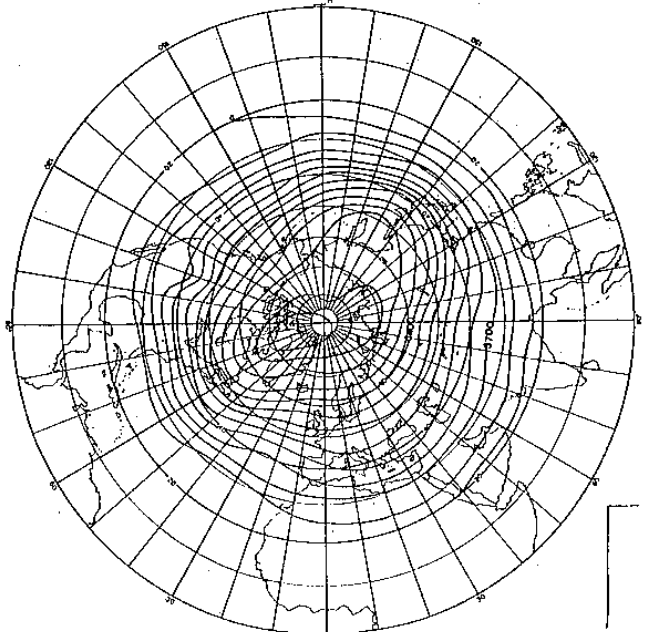
圖四 元月份500mb月平均圖



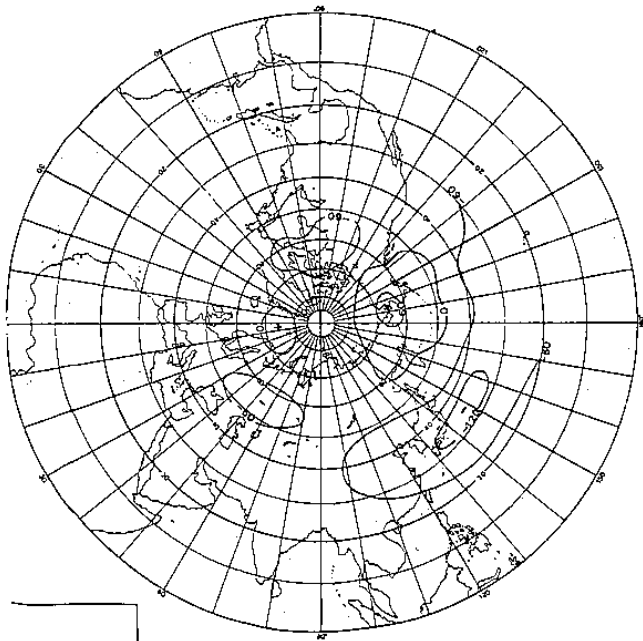
圖七 十月至十一月500mb高度趨勢圖



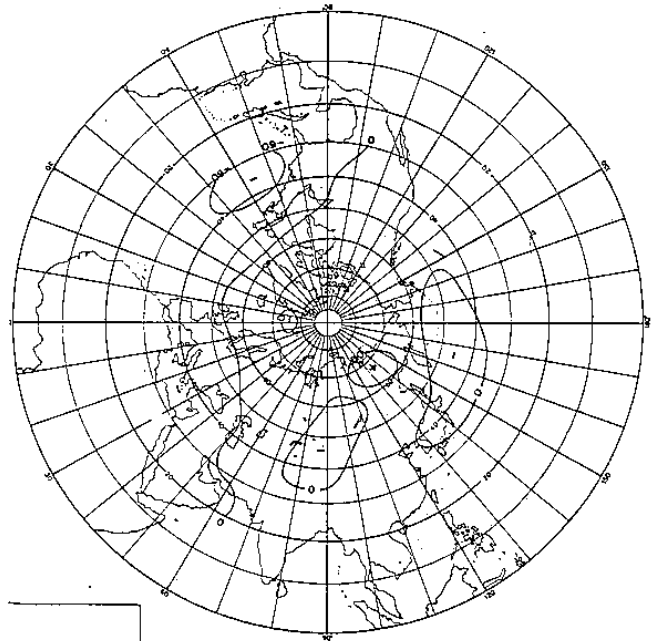
圖三 十二月份500mb月平均圖



圖六 三月份500mb月平均圖



圖九 十二月至元月 500mb 高度趨勢圖

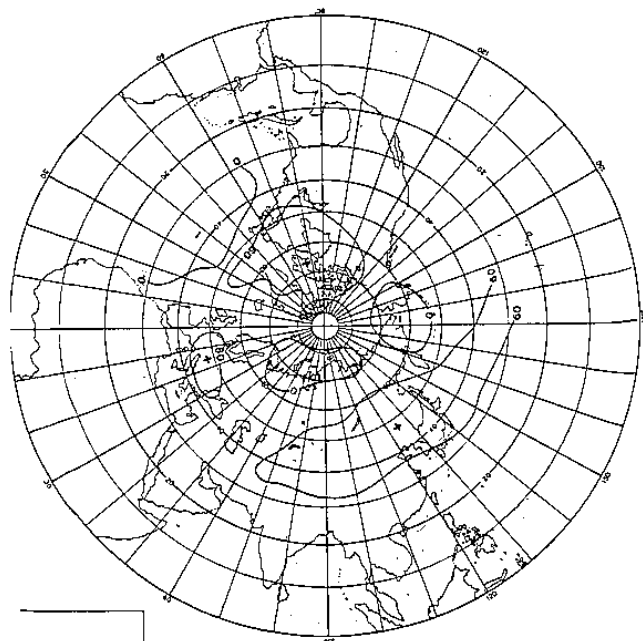


圖十 元月至二月 500mb 高度趨勢圖

四、東亞地區主要氣壓系統之落後相關

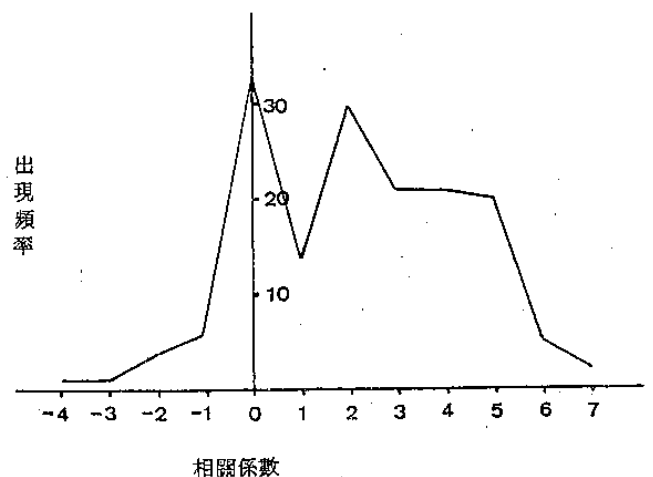
落後相關 (lag correlation) 表示氣壓系統之持續。經過仔細的 500 mb. 面資料檢查及計算，發現此項統計表現若干具有趣味的特點。雖然因為資料之年限有限，不見得具有穩定性，但仍與熟知東亞地區環流特性吻合。

1 圖 12 為各種不同等級 (以 0.1 為間隔) 相關係數出現之頻率 (計算地區為 $90^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$)。



圖十一 二月至三月 500mb 高度趨勢圖

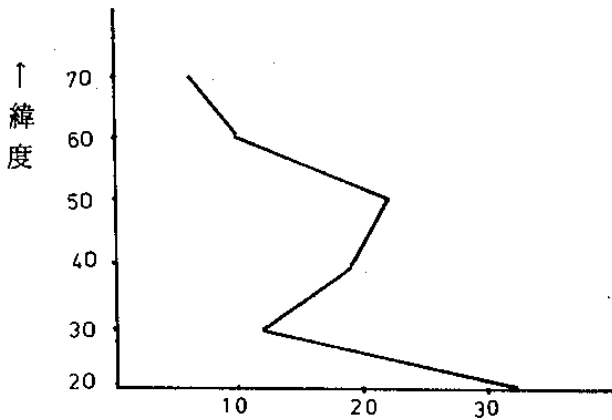
無論就那種觀點看，冬季裡在東亞地區蒙古冷高壓與日本北方低壓，喀察加半島高壓為長期預報重視之三個主要系統。至於將視野擴大到觀察副高與阿留伸低壓，可能為長期預報作業中之更長期作業。



圖十二 $90^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$ 間不同等級相關值 (以 < 0.1 為間隔) 出現頻率

大致言，此種分佈屬於常態分佈，但很明顯正區大於負區。事實上，在冬季裡，海岸槽常川駐在 130°E 左右，成為冬季北半球三大槽之一，十分穩定，持續性很大。

2 圖 13 為高相關 ($> |0.3|$) 在亞洲地區 ($90^{\circ}-180^{\circ}\text{E}$) 各緯度出現頻率。在冬季裡，西風帶 ($40^{\circ}\text{N}-50^{\circ}\text{N}$) 月平均值變化於 3—4 波之間，十分穩定，其週期亦明顯，故 40°N 與 50°N 兩個緯度帶相關值很高，但到 30°N ，因為在副高與西風兩種不同氣壓系統交綫帶上，缺乏穩定性，相關值很低， 20°N 為冬季副高所在，又重現相關高值。

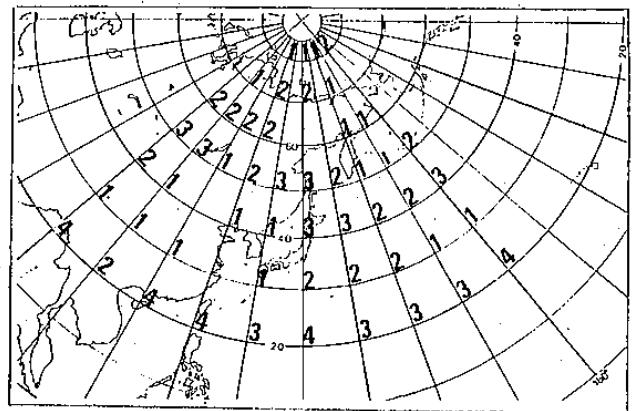


出現頻率 →

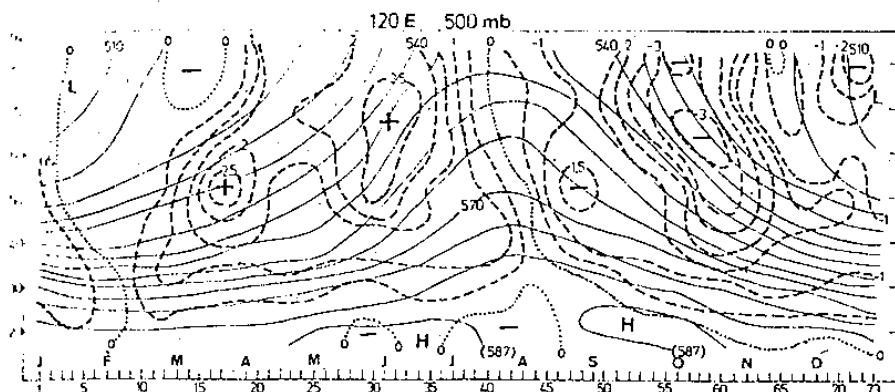
圖十三 $90^{\circ}\text{E}-180^{\circ}\text{E}$ 區域內各緯度相關係數 $> |0.3|$ 出現頻率

3 圖 14 為亞洲地區高相關出現最多地區，顯示最穩定區為貝加爾湖以西及日本北部，前者為平均西風帶所在區，後者為副極渦 (Sub polar vortex)，為世界著名鐮形槽低壓。此圖最有興趣者為兩高相關區之間，相隔約為 60 個經度，表示東亞地區基本上為超長波 3 波所主宰。根據 JMA 季節預報手冊下冊，在東亞地區，波數 3 槽綫與低指標連繫，冷空氣最易南下，因此冬季寒潮最容易爆發。

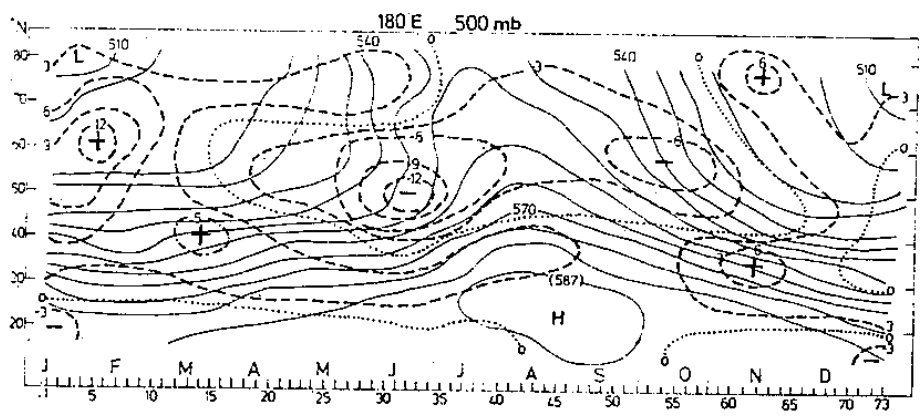
圖 14 另一有興味現象為 20°N 頻率全面偏高，證明不論高原高壓或太平洋高壓，均十分穩定，此點與台灣自然季節與各季反常天氣之研究所調查結果相同 (王，鄭，1981) (圖十五)。



圖十四 500mb 間高度值 1 個月落後相關值 $> |0.3|$ 在各網格點出現之頻率



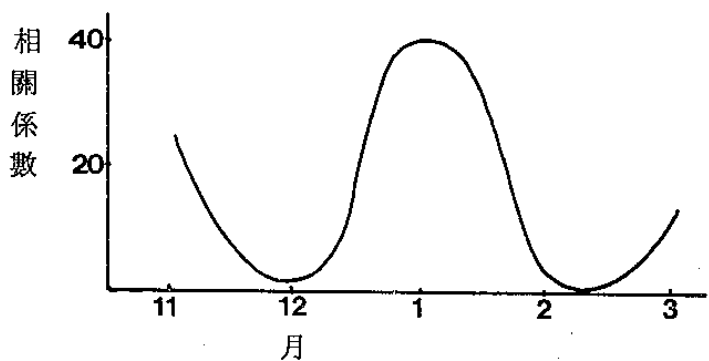
圖十五(a) 500mb 層 120°E 經線上全年 73 候平均高度值 (實線) 及其與逐候變化 (虛線) 圖。



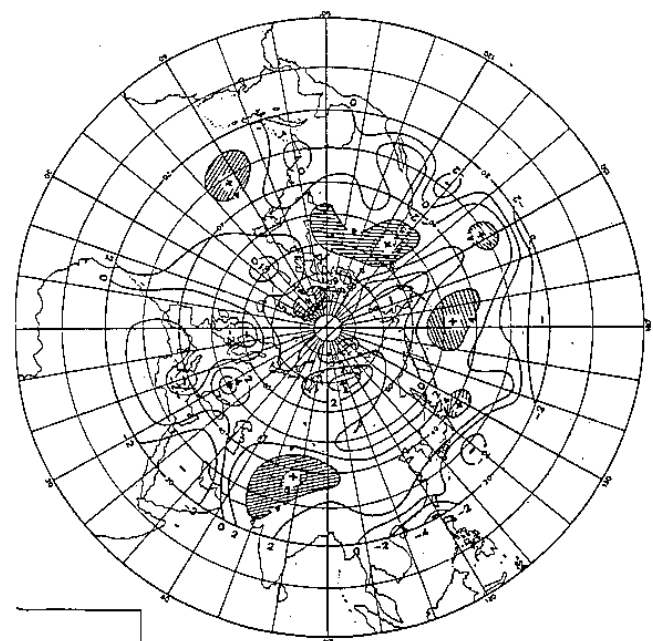
圖十五(b) 500mb層 180°E經線上全年73候平均高度值(實線)及其與120°E高度差值(虛線)圖

4. 圖16為穩定地區烏拉山脊之冬季各月相關係數時間序列，該圖示一個月之正相關，可能說明脊線變動週期為一個月，即通常所稱波數1之週期。

在冬季裡，經驗顯示西風帶波數2與波數3均屬半穩定超長波，但波數1則常有東西兩半球跳動現象，此種現象通常由極渦(Polar Vortex)之位於北美或東亞地區加以粗略估計。



圖十六 貝加爾湖西北方 500mb 高度月平均值 各月落後相關值

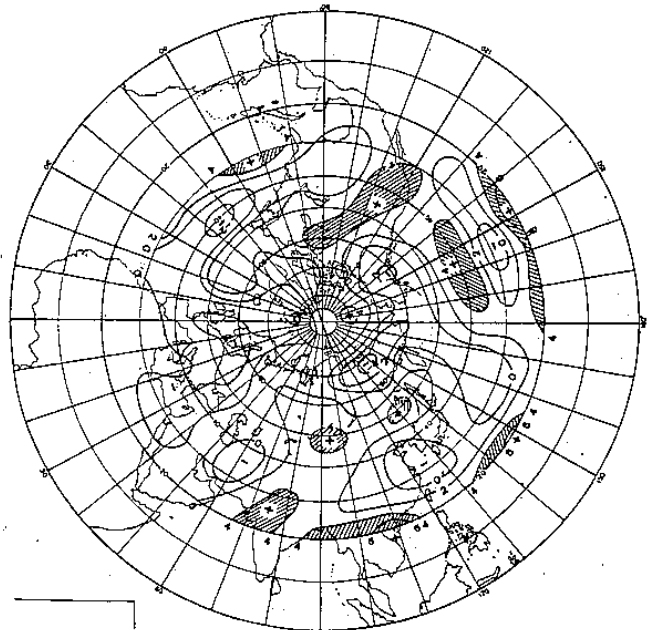


圖十七 十一月 500mb 高度月平均值 間落後相關圖

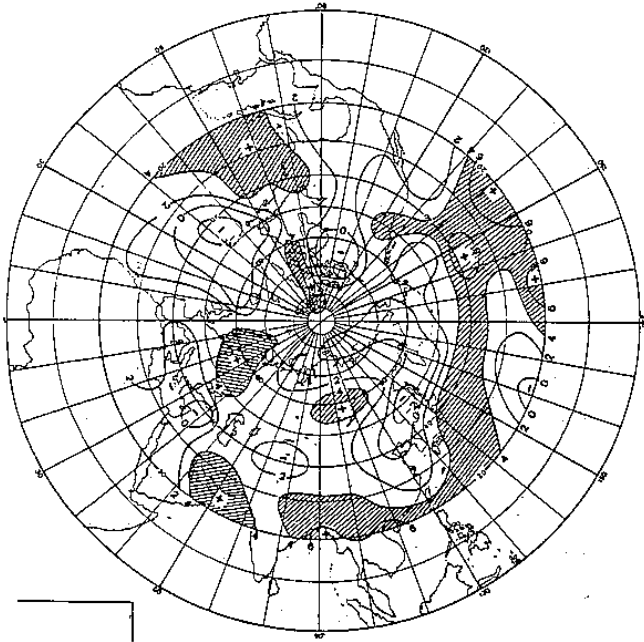
圖17至圖21為10→11月，11→12月，12→1月，1→2月，2→3月之落後相關圖。

其中有趣現象為自十月份以後，高原西端之正相關區向東北發展，到一月，此一正相關區移至貝加爾湖北方，二月後，開始向南移動。此種現象，充分反映十月後，高原西端漸形成一穩定脊，而且由南向北漸次發展，因此，使東亞地區海岸槽線益形顯著。

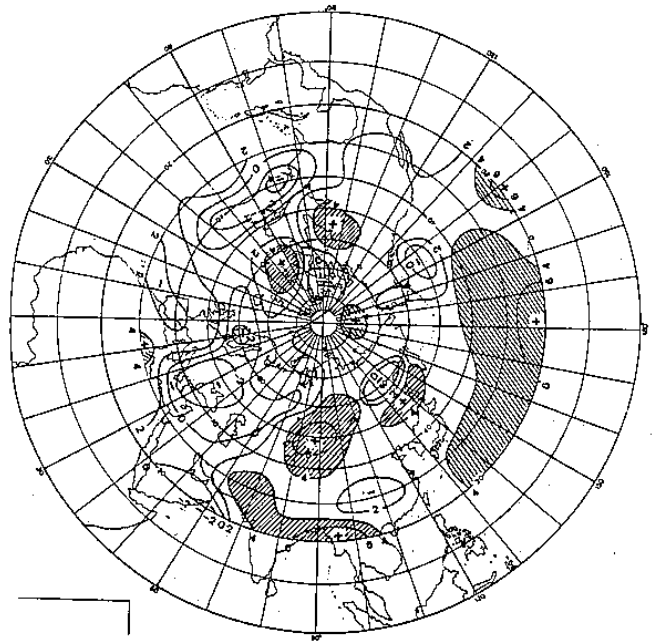
高相關地區 ($r > |0.3|$) 之各月直線迴歸計算方程式及係數列於表一。



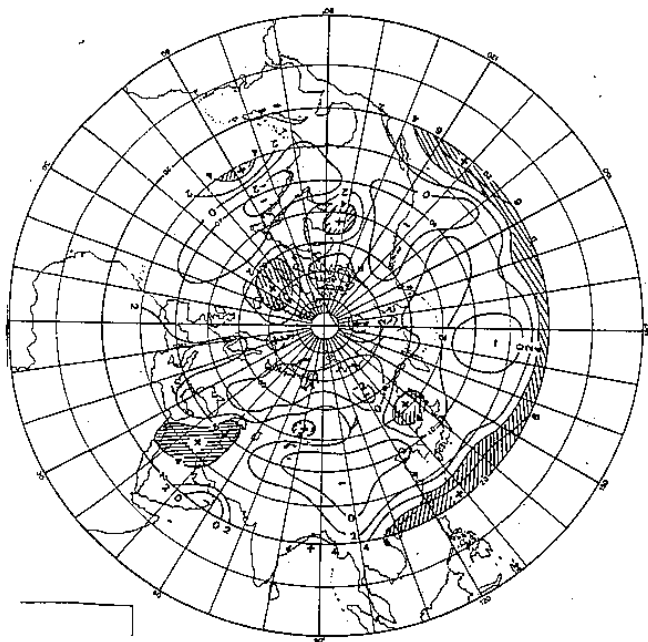
圖十八 十一月至十二月 500mb 高度月平均值間落後相關圖



圖十九 十二至一月 500mb 高度月平均值落後相關圖



圖二十 一至二月 500mb 高度月平均值落後相關圖



圖二十一 二至三月 500mb 高度月平均值落後相關圖

表一 北半球各月間高落後相關點直線迴歸係數表

1 → 2					
80N	120E	0.33	3495	0.31	
80N	140E	0.35	3559	0.30	
80N	160E	0.42	3578	0.30	
80N	180W	0.52	3538	0.30	
80N	160W	0.52	3630	0.28	
80N	140W	0.37	3959	0.22	
70N	120E	0.32	3516	0.31	
70N	140E	0.32	3805	0.26	
70N	160E	0.36	3954	0.23	
70N	140W	0.31	3857	0.25	
70N	60W	0.41	2971	0.41	
70N	40W	0.42	2841	0.44	
60N	90E	0.42	2919	0.44	
60N	100E	0.53	2438	0.53	
60N	110E	0.53	2333	0.55	
60N	160E	0.38	3511	0.32	
60N	170E	0.30	3741	0.27	
60N	140W	0.33	3908	0.26	
60N	130W	0.37	3720	0.30	
60N	120W	0.36	3706	0.30	
60N	110W	0.39	3414	0.35	
60N	100W	0.49	2438	0.53	
60N	90W	0.57	1614	0.68	
60N	80W	0.30	708	0.87	
60N	60W	0.48	2704	0.47	
60N	50W	0.41	2985	0.42	
50N	0E	0.37	3192	0.41	
50N	30E	-0.35	7092	-0.30	
50N	70E	0.32	4190	0.22	
50N	80E	0.63	2717	0.49	
50N	90E	0.72	1653	0.69	
50N	100E	0.58	2345	0.56	
50N	110E	0.32	3722	0.29	
50N	120E	0.40	3466	0.33	
50N	130E	0.42	3190	0.38	
50N	140E	0.46	2763	0.46	
50N	150E	0.40	2845	0.44	
50N	160E	0.35	3250	0.36	
50N	170W	0.30	3888	0.26	
50N	120W	0.37	3975	0.27	

五、月預報圖之製作程序及檢討

1 計算本月份之 500mb 面各網格點之 30 天平均高度值作為預報因子。該項網格點包括 80°N 之每隔 20° 經度網格點及 70°N 以南到 20°N 各緯度圈上每隔 10° 經度之網格點。

2 直接計算下月份之高度值

3 經計算所得之 500mb 高度值，與同月次之

50N	100W	0.39	4044	0.24
50N	90W	0.54	3116	0.41
50N	80W	0.39	3265	0.37
40N	30E	-0.36	7275	-0.31
40N	70E	0.35	3963	0.28
40N	80E	0.45	2911	0.47
40N	90E	0.43	2920	0.47
40N	100E	0.38	3163	0.42
40N	130E	0.33	4063	0.24
40N	140E	0.36	3814	0.28
40N	150E	0.31	3734	0.29
40N	160E	0.34	3469	0.35
40N	170E	0.40	3110	0.42
40N	180W	0.45	2667	0.50
40N	170W	0.51	2252	0.58
40N	160W	0.52	1998	0.63
40N	150W	0.41	2913	0.47
40N	130W	0.37	2998	0.46
40N	120W	0.39	2942	0.47
40N	110W	0.34	3746	0.32
40N	70W	-0.45	6944	-0.26
30N	0E	0.30	3921	0.31
30N	10E	0.45	3185	0.43
30N	20E	0.36	4121	0.27
30N	60E	0.40	3216	0.43
30N	70E	0.53	2196	0.61
30N	130E	0.38	4135	0.26
30N	140E	0.56	3289	0.41
30N	150E	0.51	3328	0.41
30N	160E	0.50	2995	0.47
30N	170E	0.51	2817	0.50
30N	180W	0.58	2248	0.60
30N	170W	0.58	2221	0.61
30N	160W	0.54	2567	0.55
30N	150W	0.41	3214	0.43
30N	140W	0.30	3489	0.39
30N	110W	0.36	2663	0.53
30N	100W	0.35	3002	0.47
20N	80E	0.54	1645	0.71
20N	90E	0.68	1506	0.74
20N	100E	0.64	1512	0.74
20N	110E	0.34	3495	0.40
20N	120E	0.32	3836	0.34
20N	140E	0.52	2986	0.48
20N	150E	0.59	2321	0.60
20N	160E	0.53	2281	0.60
20N	170E	0.68	2100	0.64
20N	180W	0.67	2319	0.60
20N	170W	0.65	2624	0.54
20N	150W	0.31	3971	0.31
20N	140W	0.69	1569	0.72

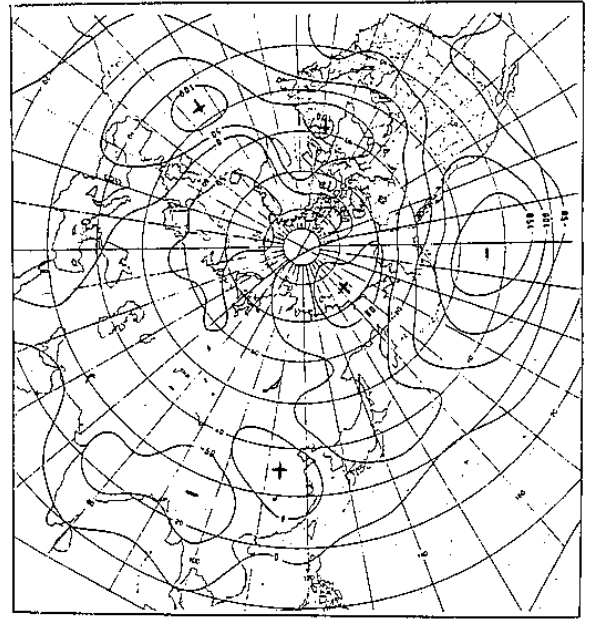
相關圖比較，挑選此等數值中，其同位置之相關係數大於 $|0.3|$ 者，填入空白圖。

4. 填地圖上之高度值減去氣候平均值，得距平值。以距平值繪製距平圖。

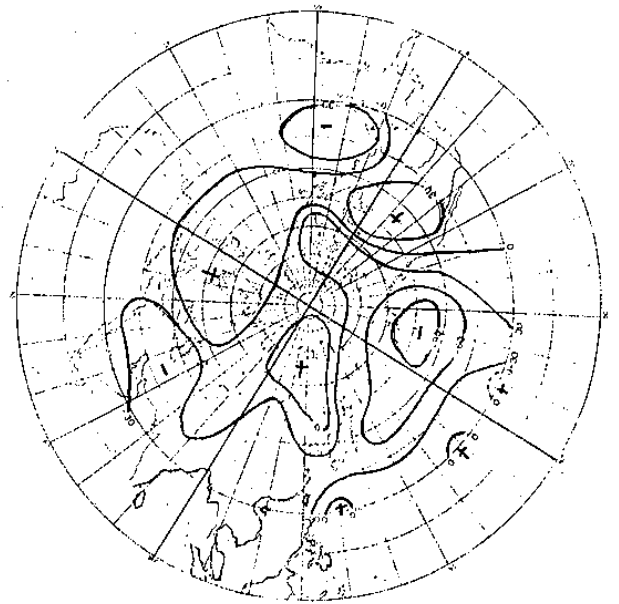
5. 將預測之距平圖加於同月氣候平均圖上，即成預報圖。

6. 圖 22 為今年二月預報三月北半球 500 mb 之平均圖，圖 23 為實際 500 mb 圖。

用上述方法預測月平均圖，曾實際應用於 1982—1983 冬季，應用結果為 40°N 以北地區距平負



圖二十二 72年三月500mb實際月平均圖



圖二十三 預測72年三月500mb月平均圖

區十分吻合，但 40°N 以南， 30°N 以北，缺乏任何有暗示性系統存在， 30°N 以南則又顯示良好預報成效，此點可能表示在中低緯度氣壓系統交綫區預報能力較低。

六、結 論

單迴歸法為簡易之預報方法，其穩定性隨著資料之增多而增大，即使將來全球長期預報數值模式研擬完成，此一方法仍將具匡正數值預報之能力，實不失為具有潛力之方法，本局目前所引進者，僅

屬初期之研究，其全部研究應該包括(1)全年之各月落後相關；(2)季節落後相關；(3)各網格點復迴歸方程之製作；(4)各地地區溫度與雨量月季距平圖之製作；(5)遙地相關圖之製作。

根據本研究10月至次年三月相關值統計及預報製作，獲得初步結果為：

1 東亞地區天氣系統持續性很大，其原因為半穩定性之阿留申低壓及太平洋高壓均在此區內。

2 經迴歸計算結果，系統愈強烈，愈有其代表性，在不能預測全部氣壓系統的情況下，利用強勢系統的遙地相關，可以繪出全部氣壓系統（目前暫借Namias 1982年繪製之700mb遙地相關圖）。

3 月預報圖本質上為長週期之預報，無法預報測逐日天氣。

七、參考資料

- 鄭 俠、李泮軍、廖志翔、楊逢世
冷季各月 500mb 高度值落後相關與台灣天氣長期預報研究
中央氣象局研究報告：095 號
- 王時鼎、鄭 俠
台灣天氣之自然季節與各季反常天氣之研究
統計學（正中書局）
- 韋從序
J. NAMIAS
Further Aspects of Month To Month persistence in Mid-Troposphere. BAMS 1954.
- NMC
Regression Coefficient Charts 1982.（作業手冊，未印刷）
- JMA
季節預報指針下冊

**The Study of Time-Lag Winter Time Correlation at 500MB
the Northern Hemisphere and Its Application
to Long-Range Weather Forecast in Taiwan**

**Hsia Cheng Beng-Chun Lee
Chin-Shiang Liaw Hong-Su Yang
Central Weather Bureau R.O.C.**

ABSTRACT

In winter the long-range weather forecast in Taiwan is related to the characteristics of general circulation in Northern Hemisphere (N.H.). Recently, meteorologist have emphasized on the following observations ; Southern Hemisphere (S.H.) oscillation, sea surface temperature, S.H. general circulation and biennial oscillation in the equator, etc. In practical point of view, statistical method is a technique for analysis of observational phenomena in the longrange weather forecast. For example, monthly forecast chart from NMC which is based on the persistence of weather system and the teleconnection chart.

This paper is to analyze the persistence of synoptic system in winter time at 500 MB of the N.H.. The data on each grid point (longitude, latitude) are obtained from the Meteorology Bureau in Japan. There are 22 cases (1961 to 1982) in our study. First, we calculated the different lag-correlation in each grid point. In these correlations, if the significant level is 0.05 on the t-test, the correlation coefficient which is above 0.35 can be accepted. Second, we selected correlation coefficient greater than 0.3 for analysis. The teleconnection chart at 500 MB can be constructed. The results have been compared and adjusted by using Namias (1982) teleconnection chart at 700 MB .

Some important results in this report and concluded in the following :

- 1 In view of mean monthly and tendency chart, it is shown that the characteristic of N.H. circulation is subpolar vortex extending from the polar vortex and standing on the North of Japan.
- 2 From the synoptic point of view, the stronger ridge is in the high latitudes, the more accumulation of the cold air mass is. Hence, the subpolar vortex is the major influence to the cyclone in the mid-latitudes and to the advection of cold air mass which is extended to the low latitude.
- 3 In winter, there are three major synoptic systems, Mongolia High, Japan Low and kamchatka High. However, the Subtropical High and Aleutian Low which are ultra-long wave dominate the change of weather system. They can be regarded as the semipermanent air mass center.
- 4 From the lag-correlation chart, we know that wave number three is very important in winter and has high persistence. Generally the high persistence is in the belt 40°N -

50°N and 20°N–30°N. The former is located at westerly and subpolar vortex and the latter is controlled by the Subtropical High. Between 30°N and 40°N, where it is a transient zone between westerly and easterly, the persistency is very low.

