

北半球五、六月500毫巴高度場之 經驗正交函數分析

曾振發、呂文智、高溫溫

中央氣象局

吳明進

台灣大學大氣科學系

摘要

對北半球和北東半球五、六月500毫巴高度場做經驗正交函數分析，結果顯示，五月的前11個和前8個固有向量分別解釋80.86%和80.86%之變異，而第一個主要向量可能與南北的差異有關。第三個固有向量可能與台灣梅雨季降水量之多寡有關。六月的前12個和前9個固有向量分別解釋了81.27%和81.64%之差異。而第一個固有向量可能和南北的差異有關，第二和第三個固有向量可能與台灣梅雨季降水量多少有關。

一、緒論

時間-空間序列的經驗正交函數(Empirical orthogonal function, EOF)展開，具有濃縮資料訊息的效果(Lorenz, 1956; Essenwanger, 1976)因而早被引進到天氣及氣候學之研究(Kutzbach, 1967; Kidson, 1975)。台灣方面在這方面的研究也很多(馬, 1985; 吳與傅, 1987; 吳, 1987)。實際將這統計方法應用到天氣或氣候預報，早已在進行(Bauer, 1971; Maryon and Storey, 1985)。英國氣象局使用一套的統計模式做長期預報(Gilchrist, 1986)。在這些模式中對預報因子和預報元(地面天氣圖)皆經經驗正交函數分析來濃縮資料(Maryon and Storey, 1985)。目前作者們正在進行英國氣象局之統計預報模式之引進。由於缺乏長期的地面資料，故本研究採用500毫巴高度場作為可能的預報因子和預報元。本研究即為對北半球五月及六月500毫

巴高度場經驗正交函數分析之結果。

二、北半球500毫巴環流之年際變化

本計劃所使用之高空資料為日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, J. M. A.)所製作之北半球500毫巴等壓面高度逐月平均資料。資料為從1946年1月至1986年12月， $10^{\circ}\text{N}\sim 80^{\circ}\text{N}$ 的北半球 $10^{\circ}\times 10^{\circ}$ 網格資料。對此五月和六月梅雨季節的高度資料進行以下的分析：(a)分析整個北半球資料，作為選擇預報因子之參考。(b)分析北東半球資料，作為選擇預報元之參考。

2-1 北半球500毫巴環流之年際變化

對北半球($180^{\circ}\text{W}\sim 180^{\circ}\text{E}$)五月和六月500毫巴高度場做經驗正交函數分析，其前20個固有值和解釋變異的百分率如表一所示。五月的前11個固有量解釋了80.86%之變異，其前六個固有向量分量空間分佈如圖1所示。五月的平均環流-第零個固有向量(吳, 1987圖9)顯示北半球

表一 五月及六月北半球500毫巴高度距平經驗正交函數的前20個固有值和百分率

	五月		六月	
	固有值	百分率	固有值	百分率
EOF1	3652791	22.54	2618802	19.32
EOF2	1713433	10.57	1546371	11.41
EOF3	1366058	8.43	1162875	8.58
EOF4	1325091	8.18	981193	7.24
EOF5	1119749	6.91	846993	6.25
EOF6	1002038	6.18	823954	6.08
EOF7	740919	4.57	697462	5.15
EOF8	689923	4.26	647995	4.78
EOF9	553837	3.42	531599	3.92
EOF10	498186	3.07	465066	3.43
EOF11	443374	2.74	382463	2.82
EOF12	404654	2.50	311524	2.30
EOF13	348408	2.15	290550	2.14
EOF14	270759	1.67	273983	2.02
EOF15	230595	1.42	237915	1.76
EOF16	209373	1.29	207508	1.53
EOF17	179535	1.11	178287	1.32
EOF18	162927	1.01	151373	1.12
EOF19	150086	0.93	145217	1.07
EOF20	128123	0.79	136167	1.01

槽脊線已經不像冬季明顯，東太平洋的脊線也已東移至美洲大陸中部。第一個固有向量解釋了22.54%之變異，主要之特徵為北極與中亞地區和其他中緯度地區呈方向相反的變化，即第一個固有向量可能和南北梯度有關。第二個固有向量解釋了10.57%之變異，主要之特徵為除了西歐和北美洲西部和南部外，從北極往南成正區，負區，正區的分布。第三個固有向量解釋了8.43%之變異，主要特徵為太平洋北部向西延伸到中國華中華北的正值區和美洲北部延伸到西伯利亞及西歐的負值區，比較五月的乾溼年距平圖（吳，1987圖9），可見這個向量可能和梅雨季降水量多寡有關。第四個固有向量解釋8.18%之變異，第五個向量解釋6.91%之變異，第六個固有向量解釋6.18%之變異，有很明顯的四波結構。六月的前12個固有向量解釋了81.27%之變異，其前六個固有向量之空間分布如圖2所示。六月的平均環流 - 第零個固有向量（吳，1987圖10）特徵為短槽出現於海洋及陸地交界處，而槽脊線皆不明顯。第一個固有向量（EO

表二 五月及六月北東半球500毫巴高度距平經驗正交函數的前20個固有值和百分率

	五月		六月	
	固有值	百分率	固有值	百分率
EOF1	2631608	31.91	1440385	21.76
EOF2	977084	11.85	949922	14.35
EOF3	821335	9.96	789068	11.92
EOF4	609616	7.39	637272	9.63
EOF5	528392	6.41	479775	7.25
EOF6	421405	5.11	367057	5.55
EOF7	342965	4.16	334237	5.05
EOF8	334985	4.06	229698	3.47
EOF9	257965	3.13	175721	2.66
EOF10	193649	2.35	166908	2.52
EOF11	153241	1.86	160995	2.43
EOF12	120180	1.46	131749	1.99
EOF13	102980	1.25	96962	1.47
EOF14	92230	1.12	80032	1.21
EOF15	87212	1.06	75636	1.14
EOF16	71586	0.87	65860	1.00
EOF17	59522	0.72	61581	0.93
EOF18	52489	0.64	50750	0.77
EOF19	42927	0.52	42297	0.64
EOF20	40588	0.49	35123	0.53

F1) 解釋了19.32%之變異，主要特徵為除西歐及東太平洋外，高緯度和中低緯度反方向變化，顯示其可能和南北梯度有關。第二個固有向量解釋11.41%之變異，主要特徵為北太平洋延伸至日本、北極及大西洋的正值區，亞洲大陸北部及北美東北部則為負值區。第三個固有向量解釋了8.58%之變異，主要特徵為從北太平洋經日本延伸至中國東南的正值區，而亞洲北部延伸至北美洲則為負值區。比較梅雨的溼年減乾年合成圖，顯示第二、三個固有向量和梅雨降水量多少有關。第四個到第六個固有向量分別解釋9.63%，7.25%，5.55%之變異。

2-2 北東半球環流之年際變化

對北東半球（0-180E°）五月和六月500毫巴高度場做經驗正交函數分析，希望可以找出高度場變化之主要成分，以製作合成距平圖，作為長期預報之預報元。經驗正交函數之前20個固有值和解釋變異之百分率如表二所示。五月的前八個固有向量解釋了80.86%之變異，其前六個固有向量之

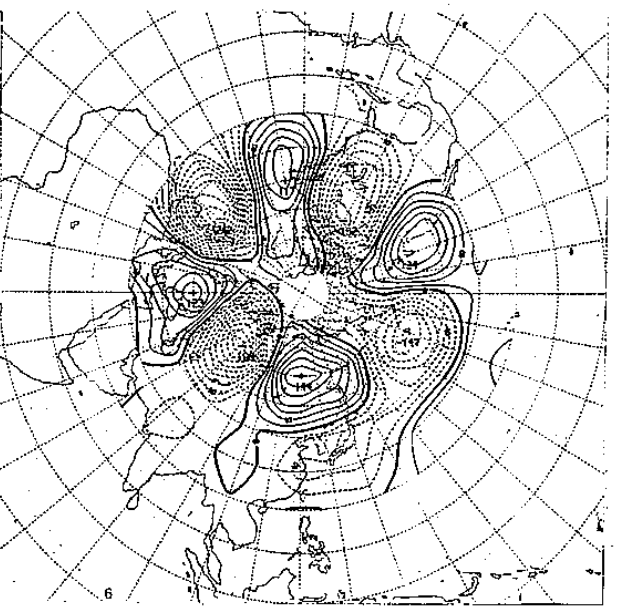
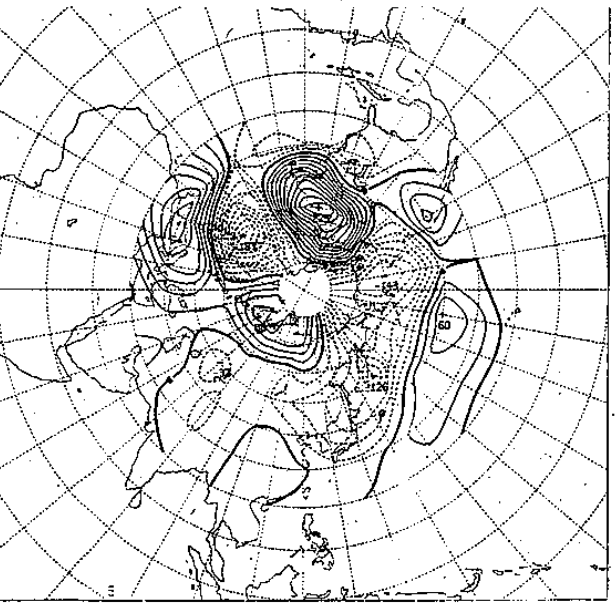
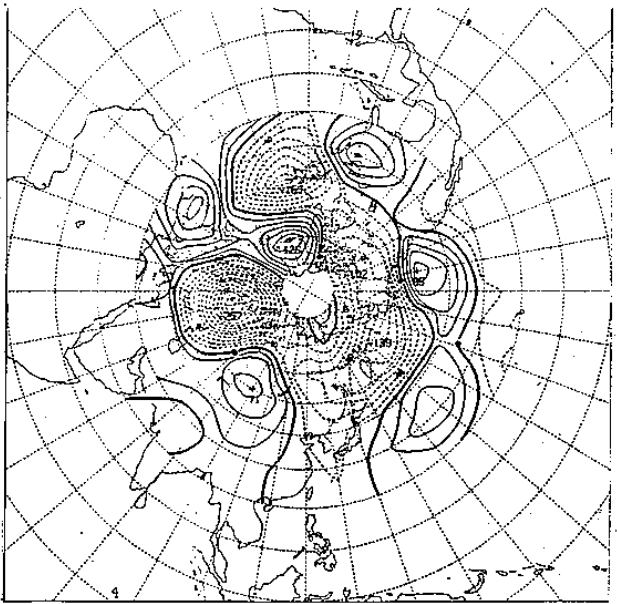
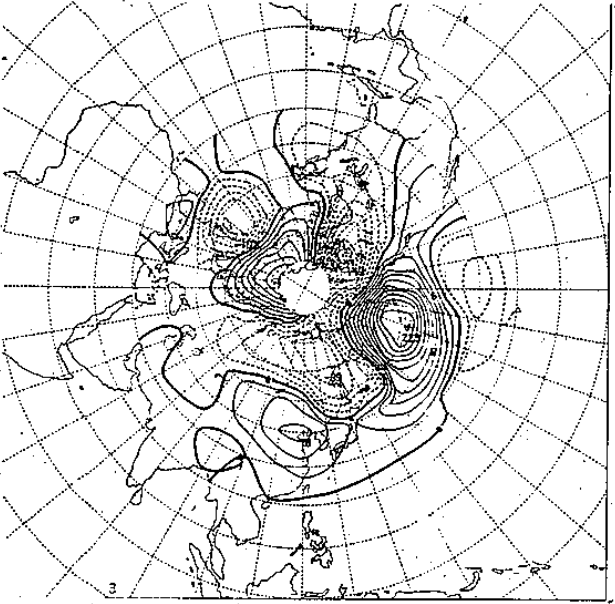
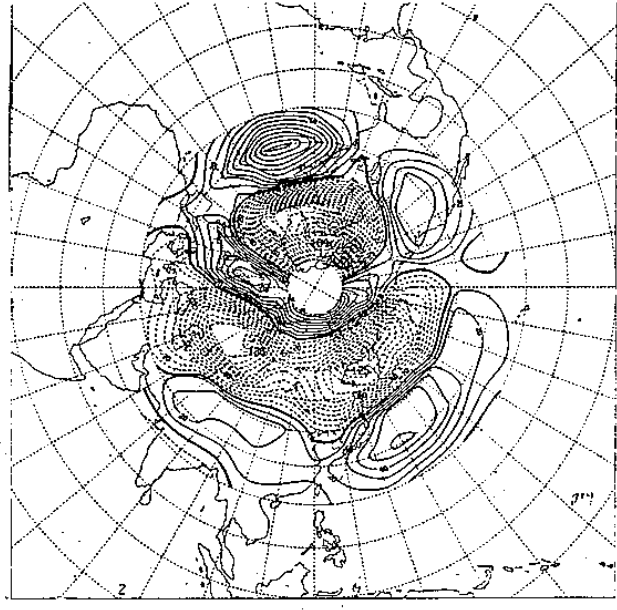
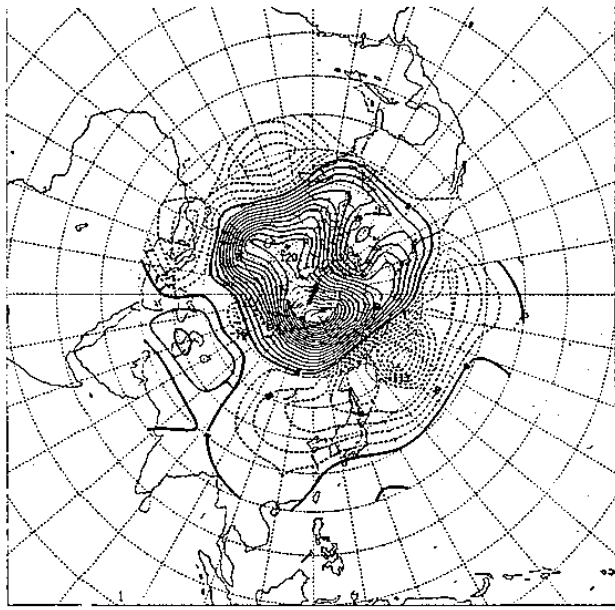


圖1. 北半球五月 500 毫巴高度之前六個固有向量之空間分布

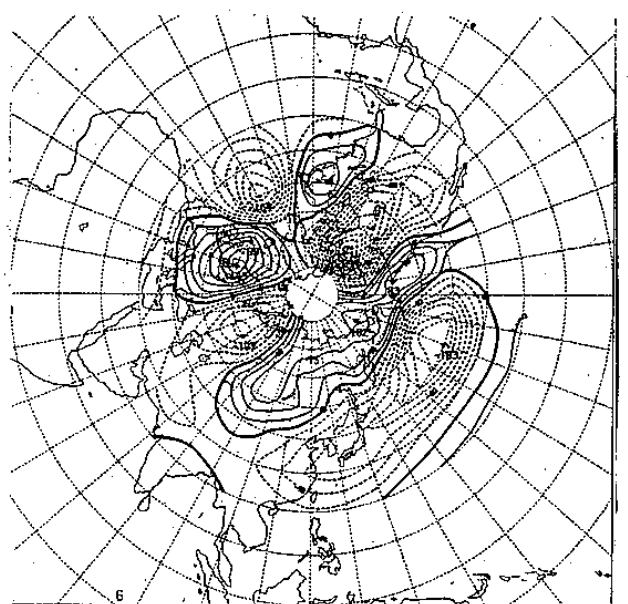
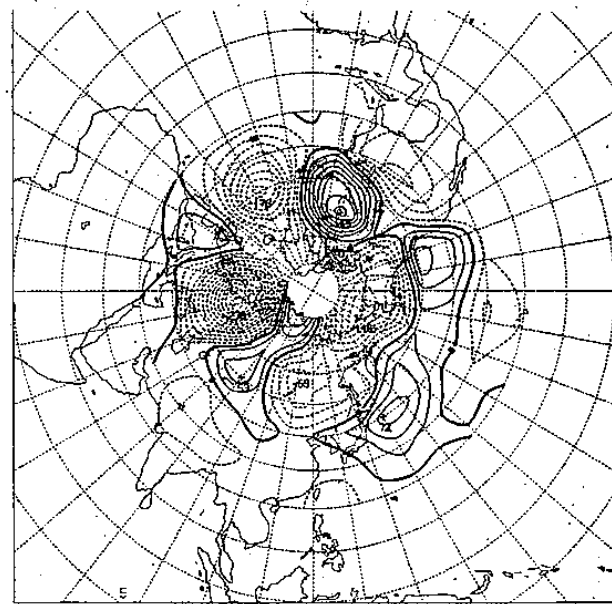
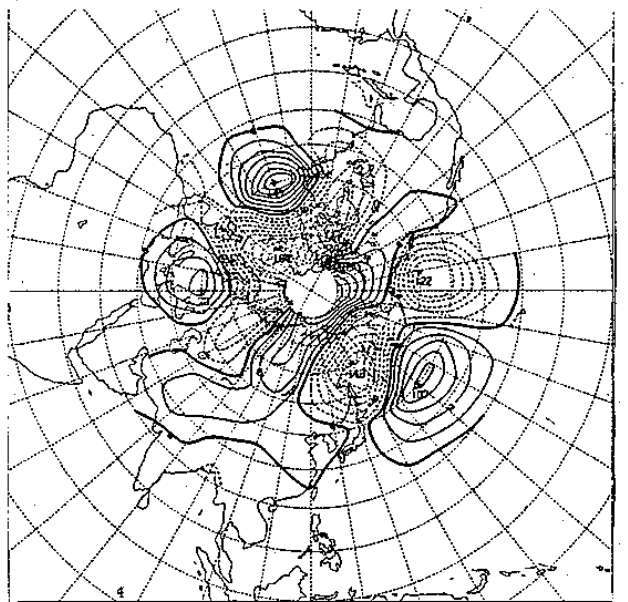
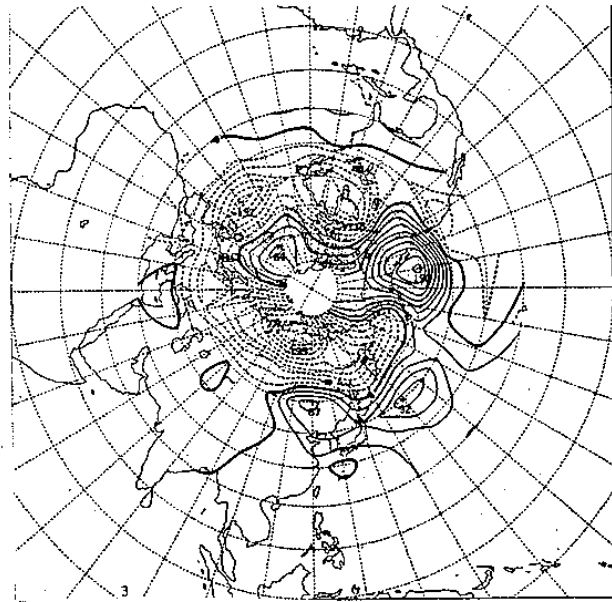
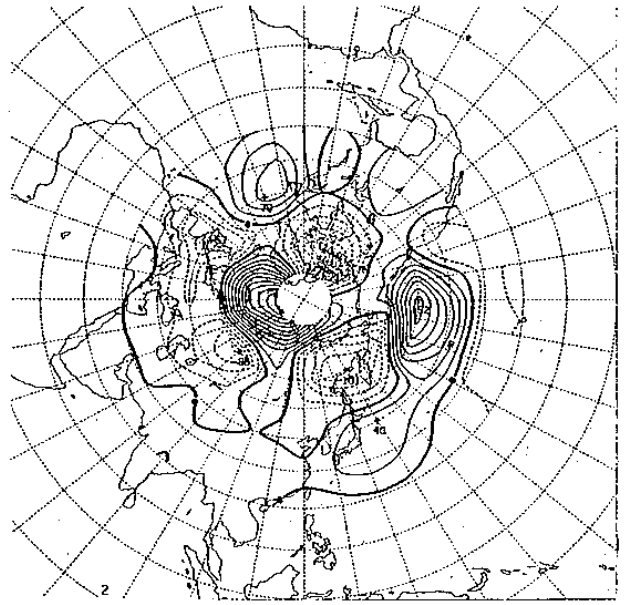
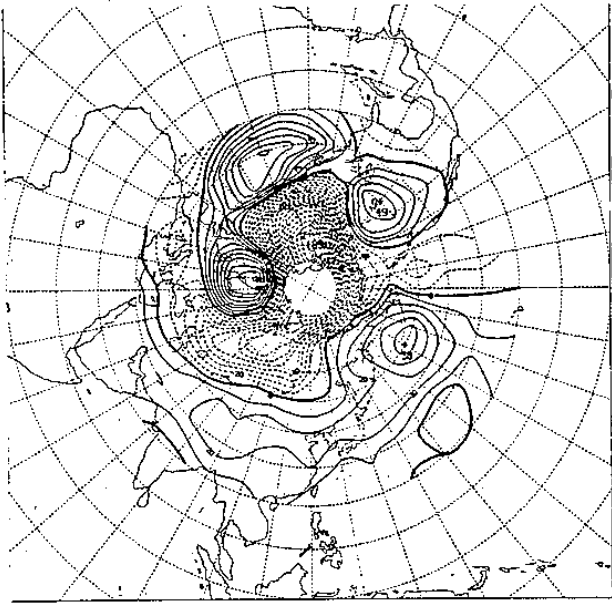


圖 2. 同圖 1, 但為北半球六月

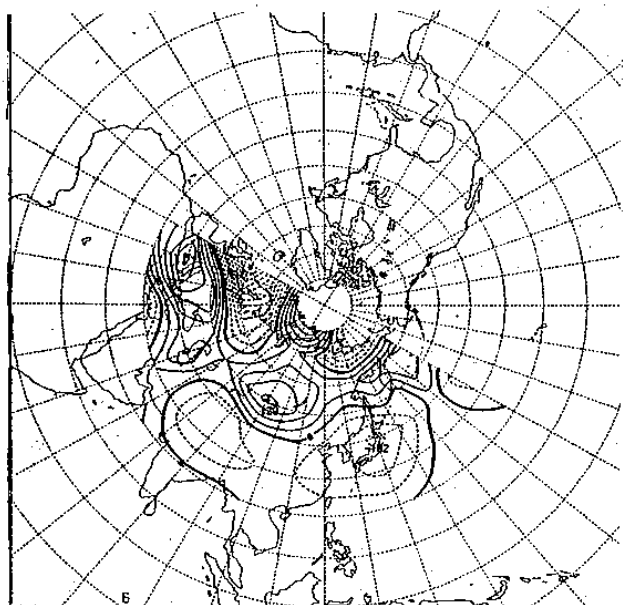
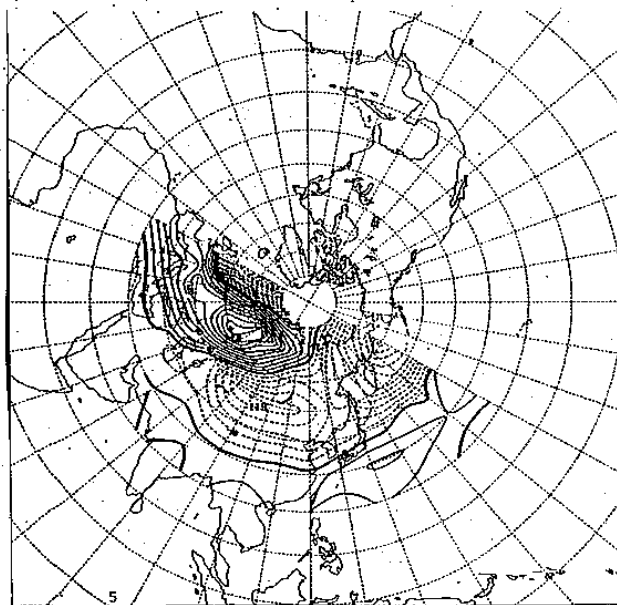
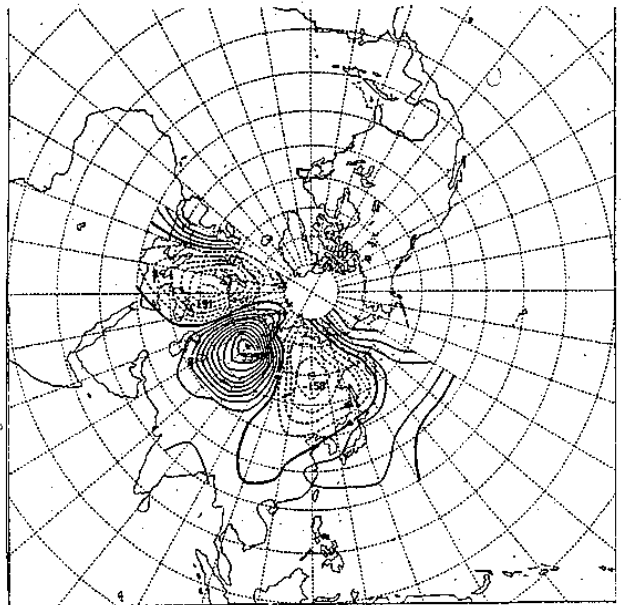
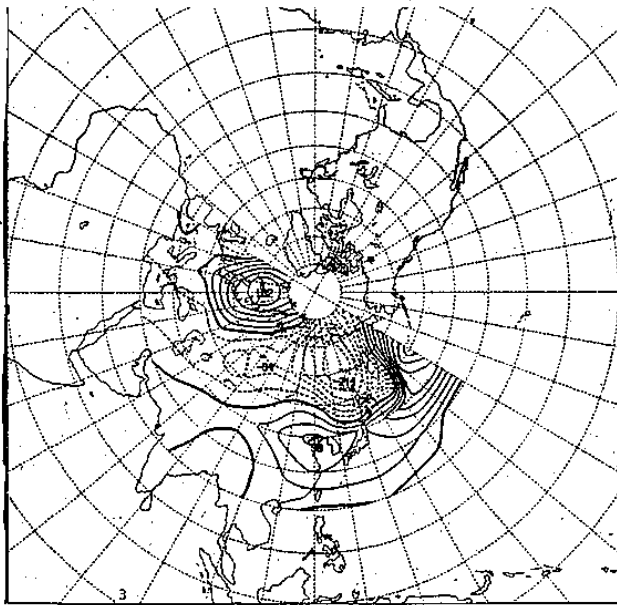
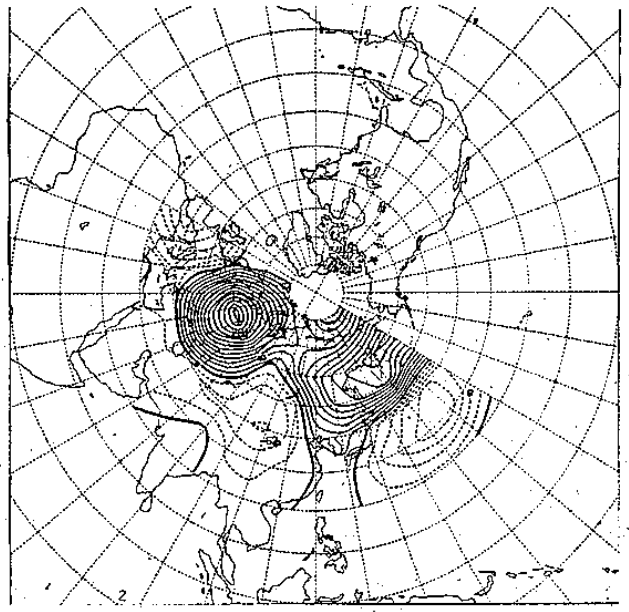
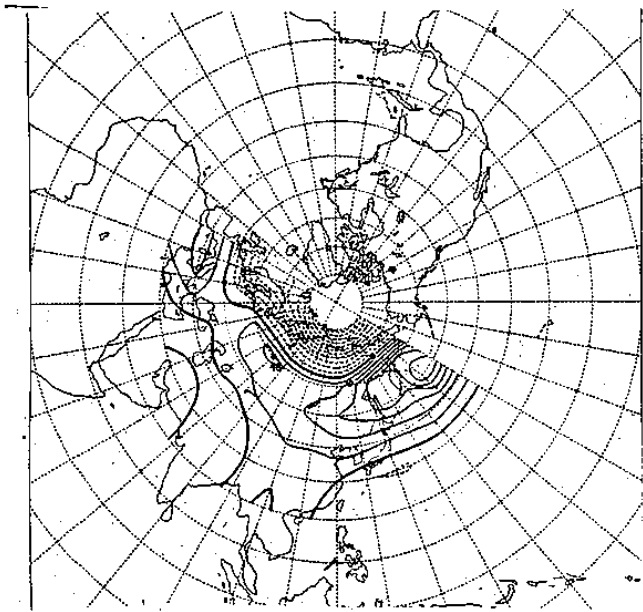


圖 3. 同圖 1，但為北東半球五月

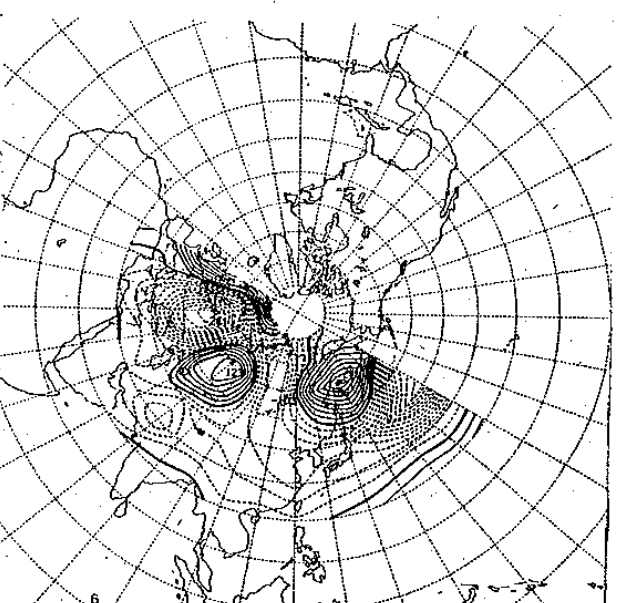
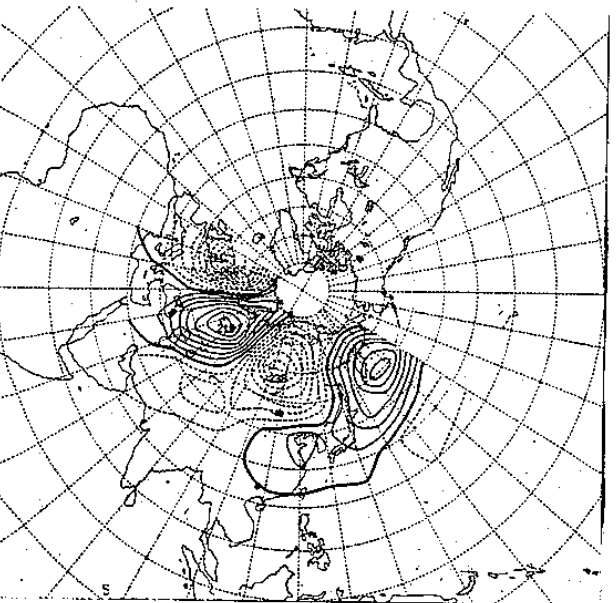
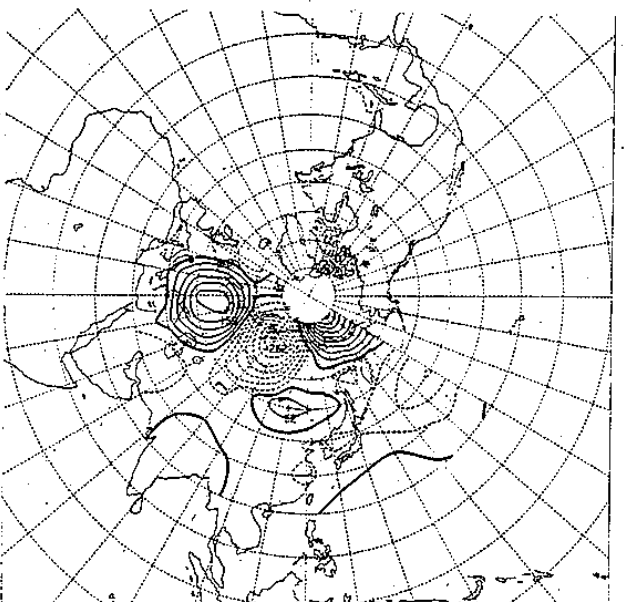
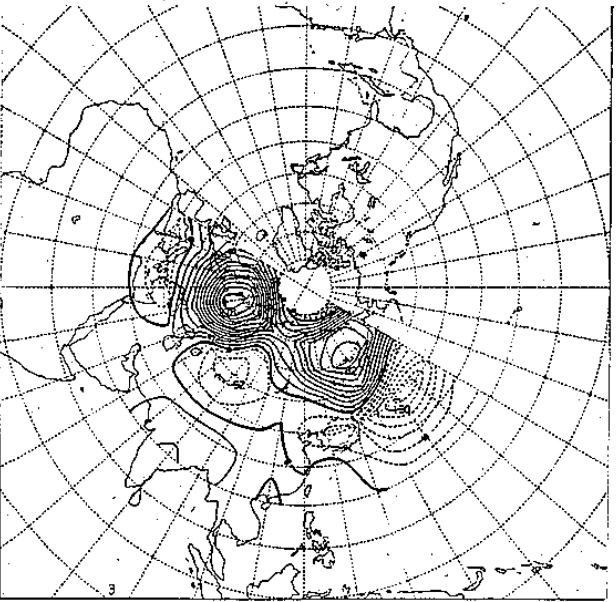
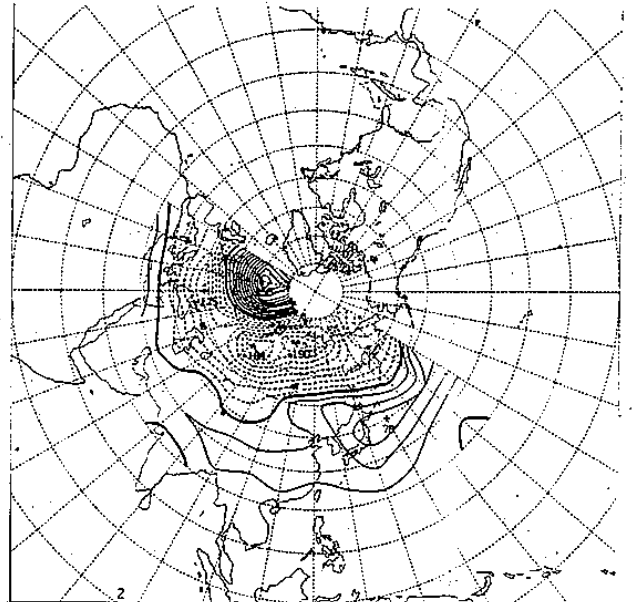
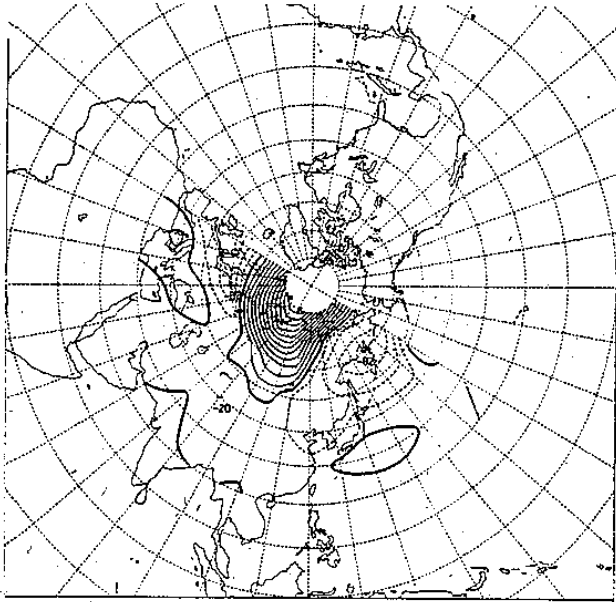


圖 4. 同圖 1，但為北東半球六月

空間分布如圖 3 所示。第一個固有向量解釋了 31.91% 之變異，主要的特徵和北半球第一個固有向量之特徵相同，即顯示明顯的南北梯度。可見行星尺度（緯度）之影響，東、西半球大致上相同，第二個固有向量解釋 11.85% 之變異，主要特徵為北太平洋延伸至亞洲北部之正值區，北太平洋南部和中國大陸隔開之負值區。第三個固有向量解釋 9.96% 之變異，主要特徵為從北太平洋經日本延伸至中國東南之正值區和堪察加半島為中心之負值區，和北半球之第三個固有向量相似，此固有向量可能與梅雨季的乾溼有關。第四、五個固有向量解釋 7.39% 與 6.41% 之變異，主要特徵和北半球之第四、五個特徵類似，第六個固有向量解釋 5.11% 之變異。

六月的前九個固有向量解釋了 81.64% 之變異，其中前六個固有向量之空間分布如圖 4 所示。第一個固有向量解釋了 21.76% 之變異，主要特徵顯示南北梯度。第二個固有向量解釋 14.35% 之變異，主要特徵為太平洋經日本延伸至中國大陸以及西北歐之正值區和亞洲大陸北方之負值區。第三個固有向量解釋了 11.92% 之變異，主要特徵為從太平洋延伸至中國北方之負值區和亞洲大陸北方之正值區。第二個和第三個固有向量顯示可能和台灣梅雨季的乾溼有關。第四、五、六個固有向量分別解釋了 9.63%、7.25% 和 5.55% 之變異。

三、綜合討論

利用經驗正交函數分析北半球和北東半球五、六月 500 毫巴高度場，顯示五月的前 11 個和前 8 個固有向量分別解釋 80.86% 和 80.86% 之差異，而第一個主要向量可能與南北（緯度）的差異有關。第三個固有向量可能與台灣梅雨季降水之多寡有關。六月的前 12 個和前 9 個固有向量分別解釋了 81.27% 和 81.64% 之差異。而第一個固有向量可能和北（緯度）的差異有關，第二和第三個固有向量可能和台灣梅雨季降水量多寡有關。

由此結果顯示不管五月或六月南北的梯度變化皆佔變異之主要成分，而這固有向量顯示並非台灣梅雨季乾年減溼年合成圖之主要類型。這結果暗示

，台灣的梅雨季降水，並非是全球氣候變化的一個完美指標。和台灣梅雨季降水有關的變異類型，只佔變異之 10-20%，從此推論，要預測台灣梅雨季之降水量，除了要能預測高空環流類型外，尚須考慮其他地面或低層大氣的情況。

致 謝：

作者感謝洪淑芬小姐在打字方面之協助，中央氣象局研究計劃 CWB77-01-10 支助，一併致謝。

參考文獻：

1. Bauer, K. G., 1971: Linear prediction of a Multivariate time series Applied to Atmospheric Scalar fields. Thesis. University of Wisconsin, 180pp.
2. Essenwanger, C., 1976: Applied Statistics in atmospheric science. part A. Frequencies and curve fitting. Elsevier Scientific publishing company, Amsterdam-Oxford-New York, 412pp.
3. Gilchrist, A., 1986: Long-range forecasting, Quart. J. Roy. Meteor. Sec. Vol. 112. No. 473, 567-592.
4. Kutzbach, J.E., 1967: Empirical eigenvectors of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complex over North America. J. Appl. Meteor. 6, 791-802.
5. Kidson, J. W., 1975: Tropical eigenvector analysis and Southern Oscillation, Mon. Wea. Rev., 103, 181-196.
6. Lorenz, E. N., 1956: Empirical orthogonal functions and statistical weather prediction. Rep. 1. Statist Forecasting project., MIT.
7. Maryon, R. H. Storey, AM. 1985: A multivariate statistical model for forecasting anomalies of half monthly mean surface pressure. J. Clim. 5. 561-578.
8. 馬汝安, 1985: 利用經驗正交函數分析亞洲區域冬季 500 毫巴高度場空間分布之研究。台大大氣研究所碩士論文, 99 頁。
9. 吳進明, 傅達颺, 1987: 台灣梅雨季降水之年際變化。大氣科學 15, 1, 31-42。
10. 吳進明, 1987: 台灣梅雨之年際變化(-), 國立台灣大學大氣科學研究所研究報告。NTUA TM-1987-03, 41 頁。

Empirical Orthogonal Function Analysis of the Northern

Hemispheric 500mb Height Fields in May and June

**Cheng-Fa Tseng,
Wen-Wen Kao,
Wen-Chih Lu**

Ming-Chin Wu

Central Weather Bureau

Department of Atmospheric Science
National Taiwan University

ABSTRACT

Empirical orthogonal function analysis is applied to the Northern hemispheric and Northeastern hemispheric 500mb height fields in May and June. The results indicate that: the primary eleven and eight eigenvectors explain 80.86% and 80.86% variance of the field in May respectively; the first eigenvectors could be connected to the North-South contrast; the third eigenvectors are probably related to the amount of rainfall during Taiwan Mei-Yu season; the primary twelve and ninth eigenvectors explain 81.27% and 81.64% variance of the field in June respectively; the first, eigenvector could be connected the North-South contrast; the second, the third eigenvector probably related to the amount of rainfall during Taiwan Mei-Yu season.