

遙地相關與台灣地區冬春季月雨量年際變化

蔡清彥

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國七十五年二月十五日收件，二月二十日修正)

摘 要

本文利用 27 年資料，分析台灣地區每個月之月雨量年際變化，以及其與北半球各網格點上 500 mb 高度場之相關係數，得到北半球相關係數圖。然後求取遙地相關指數，計算指數正值最大 6 年的北半球合成平均圖、負值最大 6 年的合成圖、以及前者減去後者之合成差異圖。此差異圖大致上可代表多兩年與少兩年之差異圖。

分析這些合成圖，我們得到各季節之遙地相關特性。500 mb 合成差異圖在十二月及一月份，東半球及西半球均屬於負 PNA 遙地相關型式 (Wallace and Gutzler, 1981)。在二月份，北美洲及整個太平洋地區均屬於正 PNA 型式，但在 0° 至 90° E 之間仍屬於負 PNA 型式。在三月份，東半球及西半球均屬於正 PNA 型式。在四月份，北美洲及整個太平洋地區仍屬於正 PNA 型式，而在歐亞大陸地區差值很小。

一、前 言

近年來，台灣地區雨量年際變化很大，降水的異常很容易造成經濟民生的嚴重損失。例如，台灣地區 1983 年 1 月底至 3 月底的連綿霪雨，使台灣大部份測站均創下設站近八十年來二、三月份最高降雨量及降雨日數的記錄。這罕見的多雨氣候造成許多對經濟民生有嚴重影響事件。又如，台灣地區 1983 年鮮有颱風侵襲，而造成北部及中部地區 6 月至 11 月份雨量的大量減少，大約只有氣候平均值的一半。由於降水量少，造成北部及中部地區各水庫 1983 年下半年及 1984 年前四個月之嚴重水荒。此外，1984 年 5、6 月梅雨期雨勢特別強，造成北部地區的洪災。由此可知，降水異常的長期預報是防災科技及充分利用天然資源的重要研究課題，而雨量年際變化的研究則是降水異常的長期預報的基礎。

Horel and Wallace (1981) 曾經討論 El Niño / Southern Oscillation 發生時所伴隨的大尺度環流現象。Wallace and Gutzler (1981) 並曾分析北半球的各種遙地相關 (teleconnection) 的型式 (patterns)。在國內，亢、蔡與蔡 (1980)，Tsay and Jen (1981)，陳與蔡 (1981)，徐、謝與蔡 (1981) 等亦曾分別從事台灣地區春季乾旱，冬季氣溫，梅雨期雨量及颱風頻率等之長期預報研究。

由於 1983 年全球性氣候的反常，更引起氣象與海洋學家對於氣候年際變化的研究興趣，他們的研究確定了 El Niño / Southern Oscillation 與 1983 年氣候反常的關係 (NCAR, 1984)，使得科學家對氣候年際變化的了解與預報增加了信心。

本文針對台灣地區，冬春季各月份雨量年際變化及伴隨之北半球天氣系統，從事有系統的分析研究，作為台灣地區降水異常長期預報的基礎。

二、資料來源及特性

1. 北半球月平均高度場資料

本文採用由美國國家大氣研究中心 (NCAR) 購得之 1956—1982 年共 27 年的月平均 300、500 及 700 mb 北半球高度場資料。這些資料均置放在 NMC (National Meteorological Center) 的八角網格點上。在這些資料中以 500 mb 最完整，每個月最少有 27 年的資料，而我們分析發現 300、500 及 700 mb 三個等壓面之遙地相關型式相近似，因此本文只討論 500mb 之分析結果。

2. 月雨量資料

本計畫收集台北、新竹、台中、台南及高雄五個測站 1956—1982 共 28 年每年各月份總雨量資料。求取台北與新竹平均雨量代表台灣北部雨量，以台中雨量代表中部雨量，並求取台南與高雄平均雨量代表台灣南部雨量。

圖 1a、1b 及 1c 分別為台灣北、中及南部地區各月份之 28 年平均月雨量分佈圖。由圖 1a 得知，台灣北部地區雨量以 5、6 月梅雨期及 7、8、9 月颱風期雨量最多，各佔全年雨量 1916.2mm 之 27.4% 及 35.3%；2、3 及 4 月雨量次多，10、11、12 及 1 月雨量最少。一般而言，台灣北部地區雨量在各月份的分佈尚稱均勻。

圖 1b 為台灣中部之平均月雨量分佈圖。由圖得知，台灣中部地區雨量在各月份的分佈較不均勻；以 5、6 月梅雨期雨量 (佔全年雨量 1639.3mm 之 36.2%) 及 7、8、9 月颱風期雨量 (佔 45.5%) 為最多，2、3 及 4 月雨量較少，10、11、12 及 1 月雨量最少。

圖 1c 為台灣南部之平均月雨量分佈圖。各月份之分佈亦較不均勻；仍以 5、6 月梅雨期雨量 (佔全年雨量 1544.9mm 之 31.39%) 及 7、8、9 月颱風期雨量 (佔 57.0%) 為最多，其他各月份雨量較少。

為了解不同地區雨量年際變化的相關性，我們計算了相關係數。一般而言，不同地區不同月份間的相關係數很小，因此我們只討論不同地區同月份

之相關係數。表 1 為北部與中部、北部與南部、中部與南部間各月份雨量年際變化之相關係數。在表 1 中，所有相關係數均為正，即台灣北、中及南部地區之雨量年際變化大致上是同相位的。

但相關係數大於 0.7 者只有北部與中部 11、12、1、2、3、4 及 5 月份，中部與南部 1、2 及 9 月份，北部與南部 2 月份等。

我們也計算了同一地區不同月份間雨量年際變化的相關係數，相關係數絕對值絕大部份均小於 0.4，大於 0.4 者亦小於 0.5，此即說明某月份雨量與其他月份雨量缺乏直接的相關性。

三、計算方法

本計畫曾針對台灣北、中及南部三個地區，12 個月份共 36 個個案，分析每個個案月雨量之年際變化。對於每個個案，我們首先計算雨量與北半球各網格點上 500mb 高度場之相關係數，繪製相關係數圖。相關係數為正時，代表該地區之重力位高度在多雨年較高，在少雨年較低；而相關係數為負時則反之。

我們然後主觀決定每張圖中最重要的兩個正值中心及兩個負值中心。這四個中心均用粗黑點表示在各該遙地相關圖中。在相關係數較小的情形下，我們也可能只找三個較重要的中心。

我們再利用此四個 (或三個) 中心的 500 mb 高度值計算該個案各年的遙地相關指數 (Teleconnection Index)。

$$T = \frac{1}{4} [Z^*(+1) + Z^*(+2) - Z^*(-1) - Z^*(-2)] \dots \dots \dots (1)$$

其中 Z^* 代表該年 500mb 高度值減去該點 28 年平均 500mb 高度值，而 +1 代表第一個正值中心，-1 代表第一個負值中心等。假如只有一個正值中心的話，公式(1)中 $Z^*(+1)$ 改為 $2Z^*(+1)$ ；反之只有一個負值中心的話，公式(1)中的 $Z^*(-1)$ 值則需乘以 2。

對於每一個個案，我們求出各年之遙地相關指數後，計算指數正值最大六年的北半球平均圖，負值最大六年的北半球平均圖，以及兩者之差異圖，作

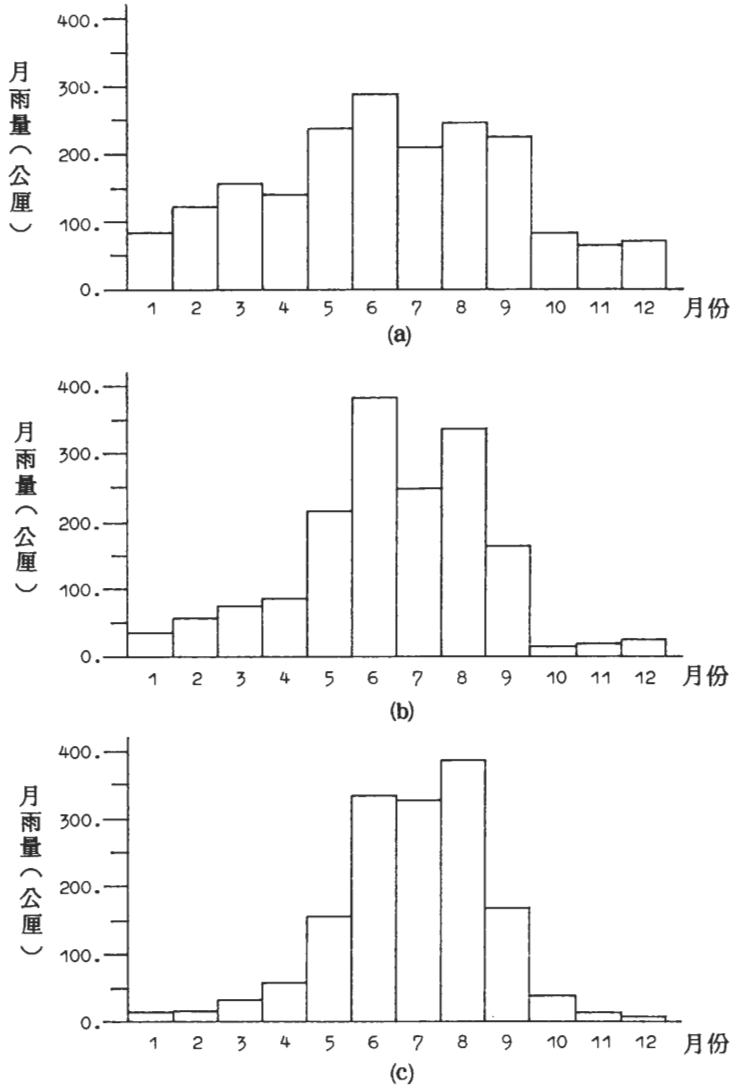


圖 1 平均月雨量分佈圖 a. 台灣北部 b. 台灣中部 c. 台灣南部

相關 係數	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	地區												
北 中 部	部	.76	.89	.83	.88	.73	.64	.67	.52	.61	.18	.71	.75
北 南 部	部	.53	.80	.30	.69	.45	.55	.63	.45	.36	.29	.58	.49
中 南 部	部	.72	.77	.69	.67	.65	.72	.59	.53	.71	.61	.66	.55

表 1 各地區間月雨量年際變化之相關係數

為討論雨量年際變化與遙地相關型式的基礎。由於公式(1)定義之遙地相關指數與月雨量有正的相關，因此指數正值最大六年的北半球平均圖應代表多雨年的平均圖，負值最大六年的平均圖則代表少雨年的平均圖。

四、計算結果

1. 十二月份

由於十二月至四月份之遙地相關型式比較明顯，而且屬於同一遙地相關型式之變化，因此本文僅討論此五個月的結果。又由於此五個月份台灣中、南部地區雨量少，而且與北部地區雨量年際變化相近似，因此我們僅以台灣北部地區為代表討論之。

在台灣北部地區十二月份雨量年際變化之 500 mb 遙地相關係數圖中，兩個較重要的正相關係數中心為 115°E ， 50°N 及 145°W ， 45°N ；兩個負值中心為 45°E ， 40°N 及 105°W ， 55°N 。將這四點的 500 mb 高度值代入公式(1)中，即可求取每年之十二月份遙地相關指數。圖 2a 為指數正值最大六年的 500mb 平均圖，圖 2b 為負值最大六年的 500mb 平均圖，圖 2c 為圖 2a 減圖 2b 所得的差異圖。

由圖 2a、2b 及 2c 得知，台灣十二月份多雨年與少雨年的 500 mb 主要差異在於：(1)東歐槽線少雨年位於 $10^{\circ}-20^{\circ}\text{E}$ 附近，而多雨年則位於 $40^{\circ}-50^{\circ}\text{E}$ 附近，因此在差異圖中形成 10°E 、 50°N 附近之正值中心及 50°E 、 60°N 一帶的負值中心；(2)在歐亞大陸東岸附近， 30°N 至 65°N 一帶為正值中心，而在 65°N 以北地區均為負差異值，形成日本、韓國一帶在少雨年 500mb 高度梯度較大，亦即西風較大的現象；(3)在西半球地區有美國東南部地區之正值中心，北美洲西岸之負值地區及北太平洋地區的正值中心。此種分佈主要是由於少雨年北美洲西岸脊線與美國東岸槽線較強，及多雨年北太平洋東部脊線較強所造成。此西半球差異圖之分佈型式屬於 Wallace and Gutzler (1981) 所定義的負 PNA 型式，但本文強度較弱。

回顧前述第(1)及(2)點的差異圖特徵，我們發現

東半球的差異圖型式屬於負 EU 型式，該區亦與負 PNA 型式十分近似。因此，圖 2c 的綜合型式屬於負 PNA 遙地相關型式。

Horel and Wallace (1981) 發現 El Niño / Southern Oscillation 較強的年份則正 PNA 型式亦較強。因此，我們似乎可以推論 El Niño / Southern Oscillation 較強的年份，台灣十二月份雨量似乎較少。

2. 一月份

在台灣北部地區一月份雨量年際變化之 500mb 遙地相關係數圖中，兩個較重要的正相關係數中心為 25°E ， 45°N 及 150°E ， 40°N ；兩個負值中心為 65°E ， 55°N 及 145°W ， 70°N 。利用此四點，則可求取正指數之 500 mb 合成平均圖(圖 3a) 與負指數之 500 mb 合成平均圖(圖 3b)，以及差異圖(圖 3c)。

分析差異圖(圖 3c)，我們發現此圖之正負區分佈情形與十二月份者(圖 2c)十分類似，均屬於負 PNA 型式。因此可以推論 El Niño / Southern Oscillation 較強的年份，台灣地區十二月份及一月份雨量似乎均較少。

3. 二月份

在二月份雨量年際變化之 500mb 遙地相關係數圖中，兩個較重要的正相關係數中心為 25°E ， 45°N 及 130°E ， 55°N ，兩個負值中心為 50°E ， 25°N 及 105°E ， 35°N 。利用這四點之 500 mb 高度值可求取各年二月份遙地相關指數。圖 4a 及 4b 分別為指數正值最大六年及負值最大六年之 500 mb 平均圖。圖 4c 則為圖 4a 減圖 4b 所得之差異圖。

分析二月份差異圖發現北美洲及太平洋地區已屬於較弱的正 PNA 型式，包括美國東南角的負值地區，北美洲西岸的正值中心以及由北太平洋中部向西延伸至我國沿海地區的負值地區等。但是在 0°E 至 90°E 之間地區仍然屬於負 PNA 型式(或負 EU 型式的西半部)，包括 20°E 、 40°N 一帶的正值中心以及裏海一帶負值中心(後者已較一月份者減弱甚多)。因此，我們也許可以推論 El Niño /

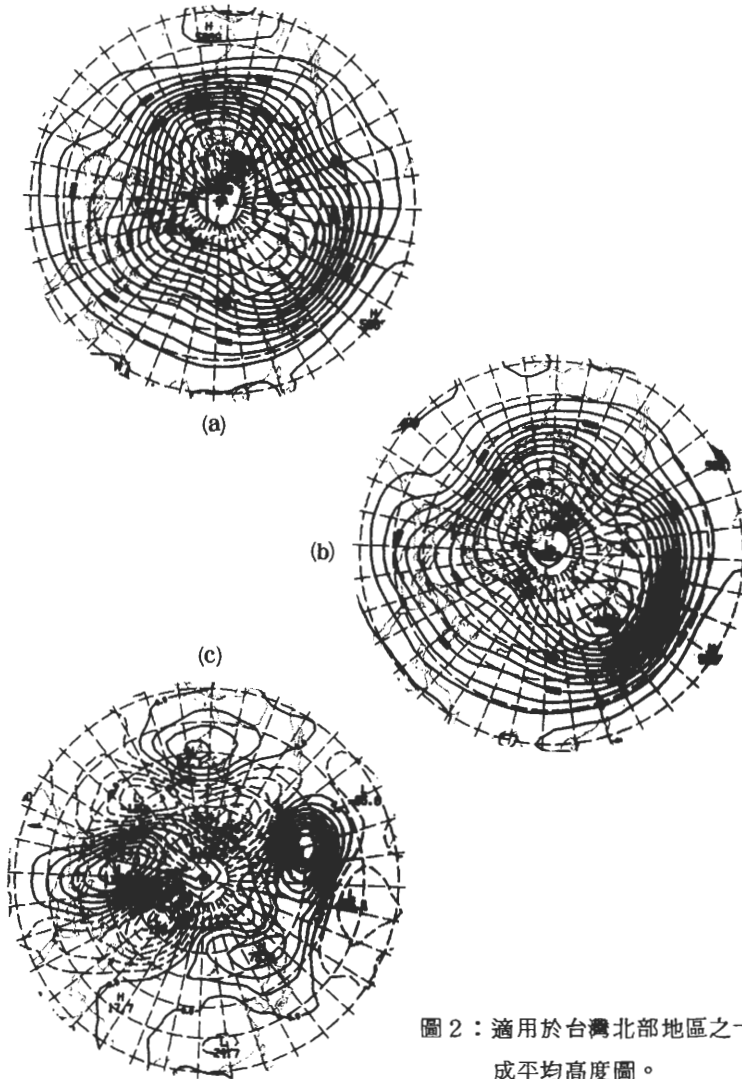


圖 2：適用於台灣北部地區之十二月份 500mb 合成平均高度圖。

(a)遙地相關指數最大六年的平均圖。

(b)指數最小六年的平均圖。

(c)合成圖(a)減合成圖(b)所得之差異圖。

等值線間距(a)及(b)為 60 公尺，(c)為 20 公尺

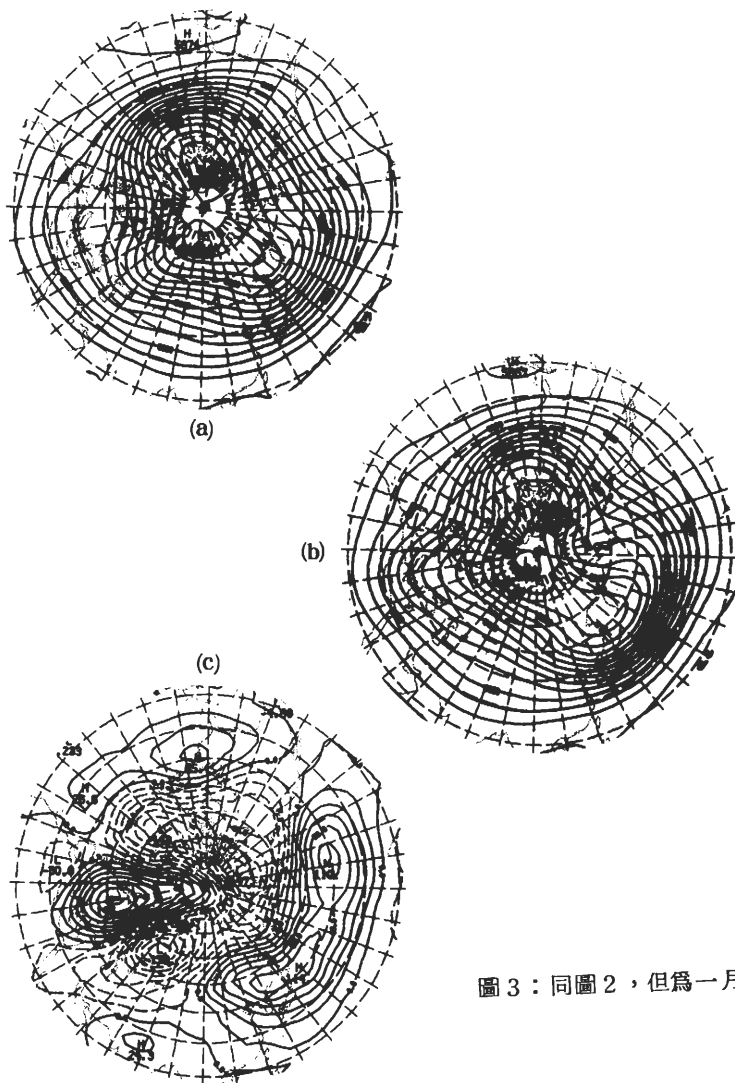


圖 3：同圖 2，但為一月份。

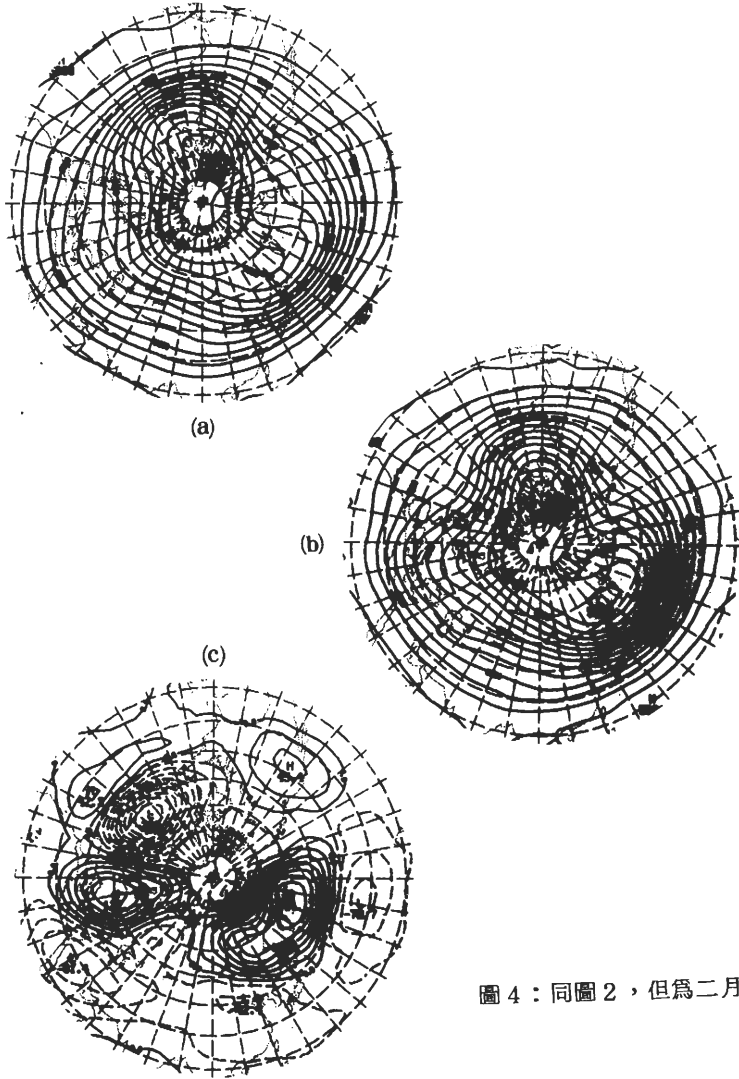


圖 4：同圖 2，但為二月份。

Southern Oscillation 較強的年份，台灣二月份雨量似乎較多。

4. 三月份

在三月份遙地相關係數圖中，我們選擇一個較重要的正相關係數中心為 140°W ， 75°N ；兩個負值中心為 15°E ， 60°N 及 110°E ， 30°N 。利用這三點之 500 mb 高度值可求取各年三月份遙地相關指數。圖 5a 及 5b 分別為指數正值最大六年及負值最大六年之 500 mb 平均圖。圖 5c 則為圖 5a 減圖 5b 所得之差異圖。

分析三月份差異圖(圖 5c)發現此圖之正值區域正好是十二月或一月份差異圖(圖 2c 或 3c)之負值區域，反之亦然。三月份差異圖無論在西半球或東半球區域均屬於正 PNA 遙地相關型式(東半球地區亦屬於正 EU 型式)。因此可以推論，El Niño/Southern Oscillation 較強的年份，台灣地區三月份雨量較多。

5. 四月份

在四月份遙地相關係數圖中，我們選擇一個正值中心為 100°E ， 75°N ；一個負值中心為 125°E ， 40°N 。利用這兩點之 500 mb 高度值可求取各年四月份遙地相關指數。圖 6a 及 6b 分別為指數正值最大六年及負值最大六年之 500 mb 平均圖。圖 6c 則為圖 6a 減圖 6b 所得之差異圖。

分析圖 6c 發現在北美洲及太平洋地區仍屬於正 PNA 型式，包括美國東南部的負值中心，北美洲西岸的正值中心以及由北太平洋中部向西延伸至我國沿海地區的負值地區等。但是在歐亞大陸地區差異值很小，沒有明顯的遙地相關型式。

綜合前述十二、一、二、三及四月份的討論，我們得到台灣地區冬季及春季期間，正指數 500mb 合成圖減去負指數 500 mb 合成圖之差異圖特性(即代表多兩年與少兩年合成圖之差異圖)。其特性包括：(1)在十二月份與一月份，東半球與西半球地區均屬於負 PNA 型式。(2)在二月份，北美洲及整個太平洋地區已屬於正 PNA 型式，但在 0° 至 90°E 之間仍屬於負 PNA 型式。(3)在三月份，東半球及西半球地區均屬於正 PNA 型式。(4)在四月份，

北美洲及整個太平洋地區仍屬於正 PNA 型式，但在歐亞大陸地區差值很小。

Horel and Wallace (1981) 發現 El Niño/Southern Oscillation 較強的年份則冬季正 PNA 型式亦較明顯。假如在 El Niño/Southern Oscillation 較強年份，正 PNA 型式從十二月份至四月份持續存在的話，則台灣地區在 El Niño/Southern Oscillation 來臨時十二月及一月份雨量較少，二月及三月份雨量較多，四月份雨量亦較多。

五、結論與建議

本文分析台灣地區每個月之月雨量年際變化，以及其與北半球各網格上 500 mb 高度場之相關係數，得到遙地相關係數圖。然後求取遙地相關指數，計算指數正值最大六年的北半球合成平均圖、負值最大六年的北半球合成平均圖、以及前者減後者之合成差異圖。此差異圖大致上可代表多兩年與少兩年之差異圖，分析這些合成圖，我們得到各季節之遙地相關特性。

從十二月到翌年四月份期間為台灣地區之冬季及春季。在十二月與一月份期間，合成差異圖在東半球與西半球地區均屬於負 PNA 遙地相關型式(Wallace and Gutzler, 1981)。在二月份，合成差異圖在北美洲及整個太平洋地區均屬於正 PNA 型式，俱在 0° 至 90°E 之間仍屬於負 PNA 型式。在三月份，東半球及西半球地區均屬於正 PNA 型式。在四月份，北美洲及整個太平洋地區仍屬於正 PNA 型式，但在歐亞大陸地區差值很小。

Horel and Wallace (1981) 發現 El Niño/Southern Oscillation 較強的年份，則冬季正 PNA 型式亦較明顯。假如在 El Niño/Southern Oscillation 較強年份，正 PNA 型式從十二月份至四月份持續存在的話，則台灣地區在 El Niño/Southern Oscillation 來臨時十二月及一月份雨量較少，二、三及四月雨量較多。這種種有趣現象的詳細了解，仍有待進一步的研究。

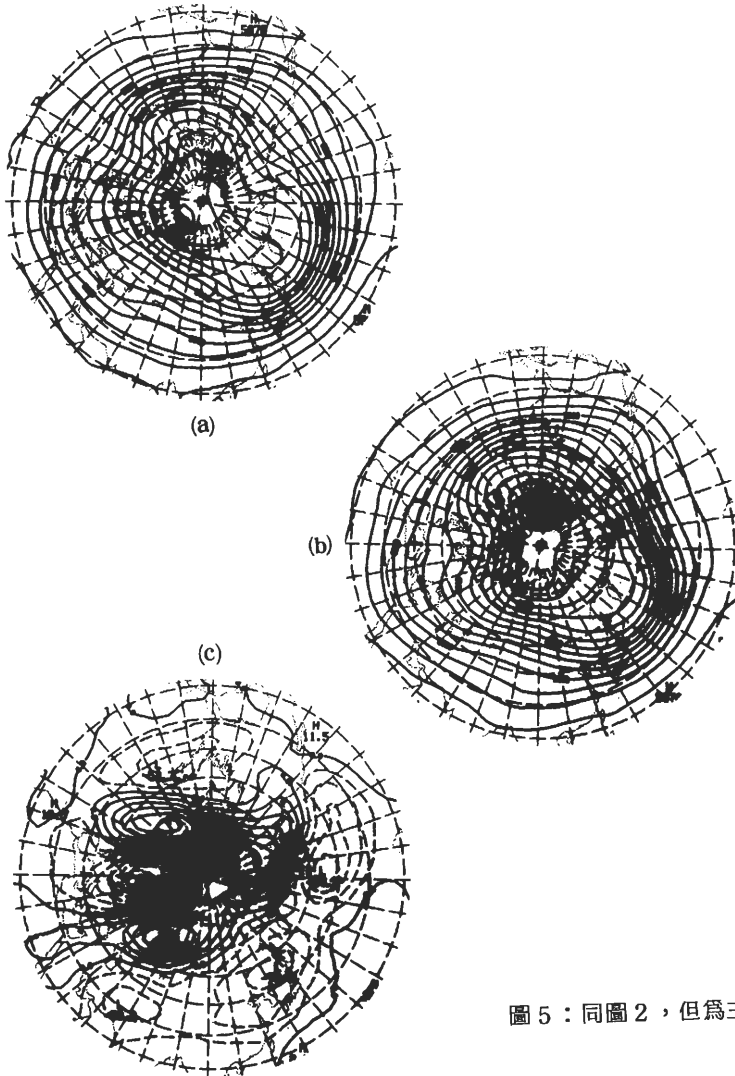


圖 5：同圖 2，但為三月份。

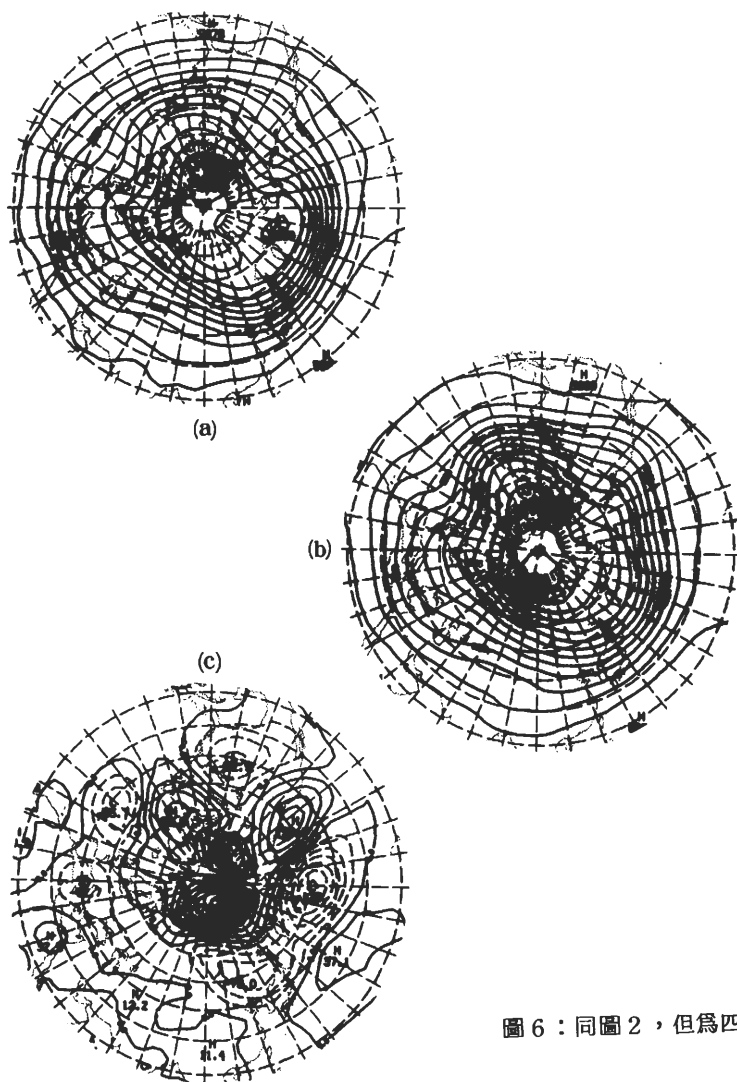


圖 6：同圖 2，但為四月份。

六、後記

本文是在國科會防災科際整合研究計畫編號 NSC 74-0414-P002-11 補助下完成的。此計畫所有計算機程式設計及上機工作均由余進義完成，廖述宏曾幫忙繪圖程式之設計，特別在此向他們致謝。

七、參考文獻

- 亢玉瑾、蔡清彥、蔡錫祺，1980：客觀長期預報方法適用於台灣春季乾旱之研究，大氣科學，7，3-12。
- 徐辛欽、謝信良、蔡清彥，1981：經過台灣附近地區颱風頻率之長期預報，異常氣候研討會論文彙編，327-336。
- 陳進文、蔡清彥，1981：台灣地區梅雨降水量長期預報之研究，異常氣候研討會論文彙編，181-208。
- Chen and Tsay, 1978：A synoptic case study of Mei-Yu near Taiwan, P. M. R., 1, 25-36。
- Horel, J. D. and J. M. Wallace, 1981：Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the southern oscillation, Mon. Wea. Rev., 109, 813-829。
- Krishnamurti, T. N., 1971：Tropical east-west circulations during the northern summer, J. Atmos. Sci., 28, 1342-1347。
- NCAR, 1984：Annual report fiscal year 1983, National Center for Atmospheric Research, PP 95。
- Tsay, C. -Y. and L. -Y. Jen, 1982：Planetary-scale waves and winter seasonal temperature forecasting in Taiwan, P. M. R., 4, 13-20。
- Wallace, J. M., and D. S. Gutzler, 1981：Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter, Mon. Wea. Rev., 109, 784-812。

Teleconnections and Interannual Variations
of Winter and Spring Monthly Rainfall
in Taiwan

Ching-Yen Tsay
Department of Atmospheric Sciences,
National Taiwan University

ABSTRACT

This paper studies interannual variations of monthly rainfall amounts in Taiwan, and their correlations with 500 mb height fields at grid points in northern hemisphere. Teleconnection indices as well as Composite northern-hemisphere 500 mb maps for the 6 month out of 27 month data with strongest positive and negative teleconnection indices are calculated. After analyzing these composite maps, we are able to find teleconnection characteristics for various time periods in a year.

The 500 mb difference map, computed by subtracting the composite map with negative index from that with positive index, has very interesting characteristics is December through April next year. In December and January, both east and west portions of northern-hemisphere belong to negative PNA pattern (Wallace and Gutzler, 1981). In February, north American Continent as well as the whole north Pacific belong to positive PNA pattern, but the area from 0° to 90° E belongs to negative PNA pattern. In March, both east and west portions of northern hemisphere belong to positive PNA pattern. In April, north American continent as well as the whole north Pacific belong to positive PNA pattern, but the difference values are small in Eurasian Continent.