

梅雨季降水之長期預報(一)

吳明進

台大大氣科學系

摘要

分析台灣地區五、六月降水資料以探究台灣區梅雨季節降水在時間及空間上分布的特徵。降水指數的計算顯示台灣梅雨在空間上有相當的一致性，而時間的前後期則差異較大。波譜分析顯示梅雨季降水有不太明顯的準兩年期及九年期振盪，六月較五月明顯。計算梅雨季降水及領先，同時，或延後的南方振盪指數趨勢的相關係數，結果顯示一個多雨的梅雨季伴隨著一個上升趨勢的南方振盪。計算梅雨季降水和領先、同時或延後的 Balboa50 毫巴緯向風速間的相關係數。結果顯示赤道平流層西風有利於梅雨季早期降水量的增加。

一、緒言

台灣地區之西部在五、六月有一降水量之氣候高峯（陳與吳，1978）這就是台灣地區的梅雨季節。梅雨季節降水量之多寡影響國計民生甚巨。因而如能了解梅雨季節降水年際變化之原因，進而對梅雨季節降水量做準確的長期預報，必將大有助於資源之利用及經濟活動規劃。

氣候資料顯示 5 月 15—6 月 15 日佔 5—6 月總平均降水量百分比（陳，1983）在中央山脈以西較山脈以東顯著。而中南部地區為梅雨最顯著區域，台灣北部為次顯著區域。陳（1981）分析梅雨系統之合成結構發現梅雨季後期（6 月 1 日—15 日）青康藏熱低壓較前半期（5 月 15—31 日）增強。但梅雨槽後高壓減弱、槽前西風範圍及強度增加、鋒面系統北退，台灣地區對流更加旺盛、積雨雲增加、降水量也顯著增加。顯見台灣梅雨不但在空間上的分佈有差異、在時間的前後期也是不同。因此本研究的前半部著重於探討梅雨季降水量在空間及時間上分佈的差異。

梅雨期的豪雨常發生於近似滯留的梅雨鋒雲帶中的中尺度對流雲系中。不過梅雨季的平均降水量則應取決於較大尺度環流的平均狀況。吳（1987a

）發現梅雨季降水的多寡和梅雨季前大尺度環流的平均狀況有關，本研究之第二部份則是探討梅雨季降水和其他大尺度環流之間的關係，做為長期預報（吳，1987b）之選擇預報因子之參考。

二、資料

本研究使用氣象局所屬 20 個雨量站之月降水資料 1950—1985。測站分佈如圖一所示。由梅雨季平均降水類型分佈（未示出）可見一般降水可以分成北部型、南部型及介於二者之間的過渡型。東部的降水則較不明顯。因此將台灣地區的梅雨分成北部、中部及南部（如圖 1 所示）及複合的西部及全省加以討論。將各分區測站逐月的降水距平（anomaly）加以標準化；然後求其算術平均則得各分區的月降水指數、計算西部（包括北、中、南三區）15 個測站的算術平均則得西部降水指數、計算全省 20 個測站的算術平均則得全省之月降水指數。把各別的五、六月降水指數加以算術平均則得五月加六月之梅雨季降水指數。

除降水資料外本研究也使用大溪地減達爾文氣壓的月南方振盪指數 1935—1985。由月南方振盪指數計算出南方振盪指數趨勢。南方振盪指數趨勢的定義為下個月的南方振盪指數與該月的南方振盪

指數之差。此外也使用了 Balboa 50 毫巴緯向平均風速的平流層準兩年期振盪指數 1950—1985。

三、降雨指數

台灣地區五月、六月、及五、六月各分區的降雨指數如圖 2 及圖 3 所示。若以正負一個標準差為濕乾年標準，則梅雨季之濕乾年如吳與傅（1986）之表四（附錄一）。由圖與表可見台灣地區梅雨季的降水年際之間的變化頗大。而各月分區的降水有相當一致性。梅雨季前後期則差異頗大。

波譜分析可以看出一個時間序列的主要週期（Bath, 1974）。分析的方法有自相關計算（即傳統波譜分析法）、快速傅氏轉換（Fast Fourier transform, FFT）和最大熵波譜分析法（maximum entropy）等（Burg, 1968；Cooley and Tukey, 1965；Panofsky and Brier, 1963）。應用自相關計算和 FFT 對五月、六月，五月加六月及全年逐月雨量進行波譜分析並對結果做顯著性統計檢定。結果顯示兩種方法所得之結論相當一致。這裏僅就傳統分析結果加以討論。傳統波譜分析步驟可參考 Panofsky and Brier（1963）。圖 4—圖 6 顯示五月、六月、五月加六月及全年逐月各地區降水量之波譜分析圖。原始波譜已經 Hamming-Tukey 窗函數勻滑（Chiang, 1986）。虛線表示 10% 或 5% 之顯著度。由圖可見梅雨季降水比較明顯的週期為 9 年和準兩年期的 2、1—2、3 年、六月較五月明顯，而五月加六月則近於六月。這兩個週期並不出現在全年逐月的降水距平中。

四、降雨指數與南方振盪

南方振盪長久以來即被認為是世界氣候變化的一個關鍵（Berlage, 1966, Bjerknes, 1966, 1969, Hastenrath 1978, Wu and Hastenrath, 1986）。南方振盪與台灣梅雨季降水的關係，吳（1987a）已曾經論及。相關係數顯示正相的南方振盪（南太平洋高壓增強）伴隨著梅雨季降水之減少

。梅雨季的降水量和南方振盪指數趨勢之間的關係則可從分區降水指數與逐月南方振盪指數趨勢之間的相關係數（表一）看出。南方振盪指數趨勢的定義為下個月的南方振盪指數與這個月的南方振盪指數之差。由表一可見梅雨季的降水是與五月的南方振盪指數趨勢成明顯的正相關。顯示一個多雨的梅雨季伴隨一個上升趨勢的南方振盪。這種梅雨降水量和南方振盪之間複雜的關係有待進一步的研究。

五、梅雨指數與準兩年期振盪

平流層之準兩年期振盪（Quasi-Biennial Oscillation）為現在所知除年變化以外唯一明顯的週期變化現象（Reed et al., 1961, Dunkerton and Delisi, 1985），由其可預測之特性即被用來做長期預報之預報因子（Grey, 1984）。表二所示為 Balboa 50 毫巴逐月緯向風速和台灣區梅雨季降水指數之相關係數。由此表可見赤道平流層之準兩年期振盪和五月降水的關係較為明顯。大體上來說赤道平流層吹西風時較有利於梅雨季早期降水量之增加。

六、綜合討論

本研究報告是台灣梅雨季降水量長期預報研究的第一部分。主要是探討台灣地區梅雨季降水量在空間及時間分布上的特徵及梅雨季降水和其他大尺度環流指數的一些關係。希望可以由此指引預報方法之選擇及預報因子之選取。結果發現台灣地區梅雨季的降水年際之間的變化頗大。雖然同月各分區的降水有相當的一致性，但梅雨季前後期則差異頗大。由降水指數時間序列波譜分析的結果發現，台灣地區梅雨季的降水週期比較明顯的只有 9 年和準兩年期的 2、1—2、3、六月較五月明顯，而這兩個週期並不出現在全年逐月的降水指數序列中。由於週期的不明顯推想週期性外延的長期預報也許不太可行。長期預報也許該尋求比較有物理背景的預報方法。由降雨指數和南方振盪指數趨勢的相關係

數分析顯示一個多雨的梅雨季多伴隨著一個上升趨勢的南方振盪。而梅雨季的降水和其他時期的南方振盪指數趨勢關係並不明顯。東亞季風的增強減弱可能是造成南方振盪的原因而不是結果。這種複雜的關係則有待於做更進一步的研究。由分析梅雨季降水指數與 Balboa 50 毫巴緯向風速間的相關可見赤道平流層吹西風時較有利於梅雨季早期降水量的增加。由於準兩年期振盪的可預測性，應相當有利於梅雨季降水的長期預報。

致 謝

作者感謝台大傅達颺先生在資料處理、分析及計算機程式設計工作方面所作的努力及中央氣象局提供的降水資料。本研究計畫在氣象局專案計畫支援下完成。

參考文獻

- 陳泰然，1981：台灣鄰近梅雨系統之合成結構研究。國科會研究報告。NSC-69M-0202-01(01)，106頁。
- 陳泰然，1983：梅雨系統分析及其在飛航天氣預報作業上之應用(I)。民航局與台大大氣系研究報告 NAUATM-1983-08。73頁。
- 陳泰然、吳清吉，1978：台灣五大城市氣候特性分析。大氣科學，5、2，1-16。
- 吳明進，1987a：台灣梅雨之年際變化。國科會研究報告 NSC.75-0202-M002-12.41頁。
- 吳明進，1987b：梅雨季降水之長期預報(二)。中央氣象局科技中心研究報告。
- 吳明進、傅達颺，1986：台灣梅雨季降水之年際變化。大氣科學，15，1，31-42。
- Both, M., 1974: spectral analysis in geophysics. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Oxford, New York, 563p9p.

- Berlage, H.P., 1966: The Southern Oscillation and world weather. Karinklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Mededelingen er Verhandelingen No.88, 152 pp.
- Bjerkues, J. J., 1966: A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, 4, 820-828.
- Bjerkues, J.J., 1969: Atmospheric teleconnection from the equatorial Pacific. *Mon. wea. Rev.*, 97, 163-172.
- Burg, J. P., 1967: Maximum entropy spectral analysis. paper presented at the 37th annual international meeting, society of exploration geophysics, Oklahoma city, Oklahoma.
- Chiang, S.H., 1986: A Climatological study of Taiwan's Mei-Yu (plum rain). University of Hawaii Ph.D. dissertation, 169pp.
- Cooley, J.W., Tukey, J.W., 1965: An algorithm for machine calculation of complex Fourier Series. *Mathematical computation*, 19, 297-301.
- Dunkerton, T. J., Delisi, D.P., 1985: Climatology of the Equatorial lower Stratosphere. *J. Atmos. Sci.*, 42, 4, 376-396。
- Grey, W., 1984: Atlantic seasonal hurricane frequency. part II. forecasting its variability. *Mon. wea. Rev.*, 112, 1669-1683.
- Hastenrath, S.H., 1978: On modes of tropical circulation and climate anomalies. *J. Atmos. Sci.*, 35, 2222-2231.
- Panofsky, H.A., Brier, G. W., 1963: Some applications of statistics to meteorol-

ogy. Pennsylvania State University,
224pp.

Reed, R. J., W. J. Campbell, L. A. Rasmusson and
D. G. Rogers, 1961: Evidence of the
downward-propagating annual wind reversal
in the equatorial stratosphere,

J. Geophys. Res., 66, 813-818.

Wu, M. C., Hastenrath, S. H., 1986: On the in-
terannual variability of the Indian mo-
soon and the Southern Oscillation. Arch
Meteor. Geoph. Biocl. Ser. B. 36, 239-
261.

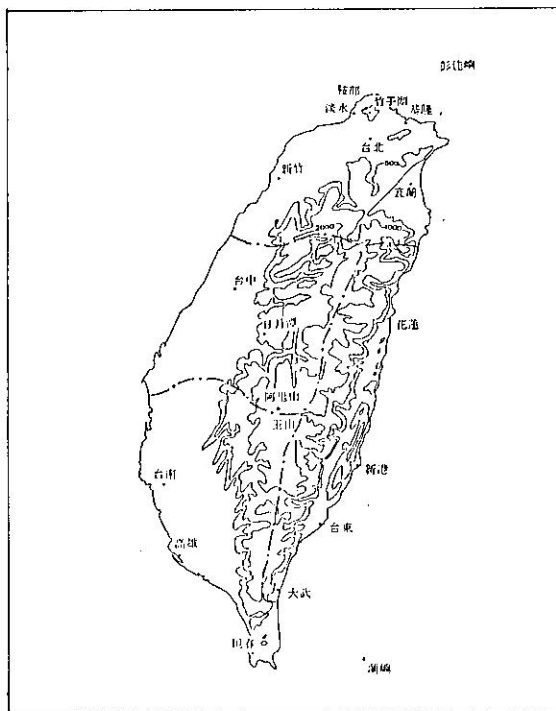


圖1 台灣區雨量站之分布圖及分區。

北部八站：台北、彭佳嶼、基隆、宜蘭、竹子
湖、鞍部、新竹、淡水。

中部四站：台中、日月潭、玉山、阿里山。

南部三站：台南、高雄、恒春。

東部及東南部五站：花蓮、新港、台東、大武
壠、蘭嶼。

等值線表示高度。

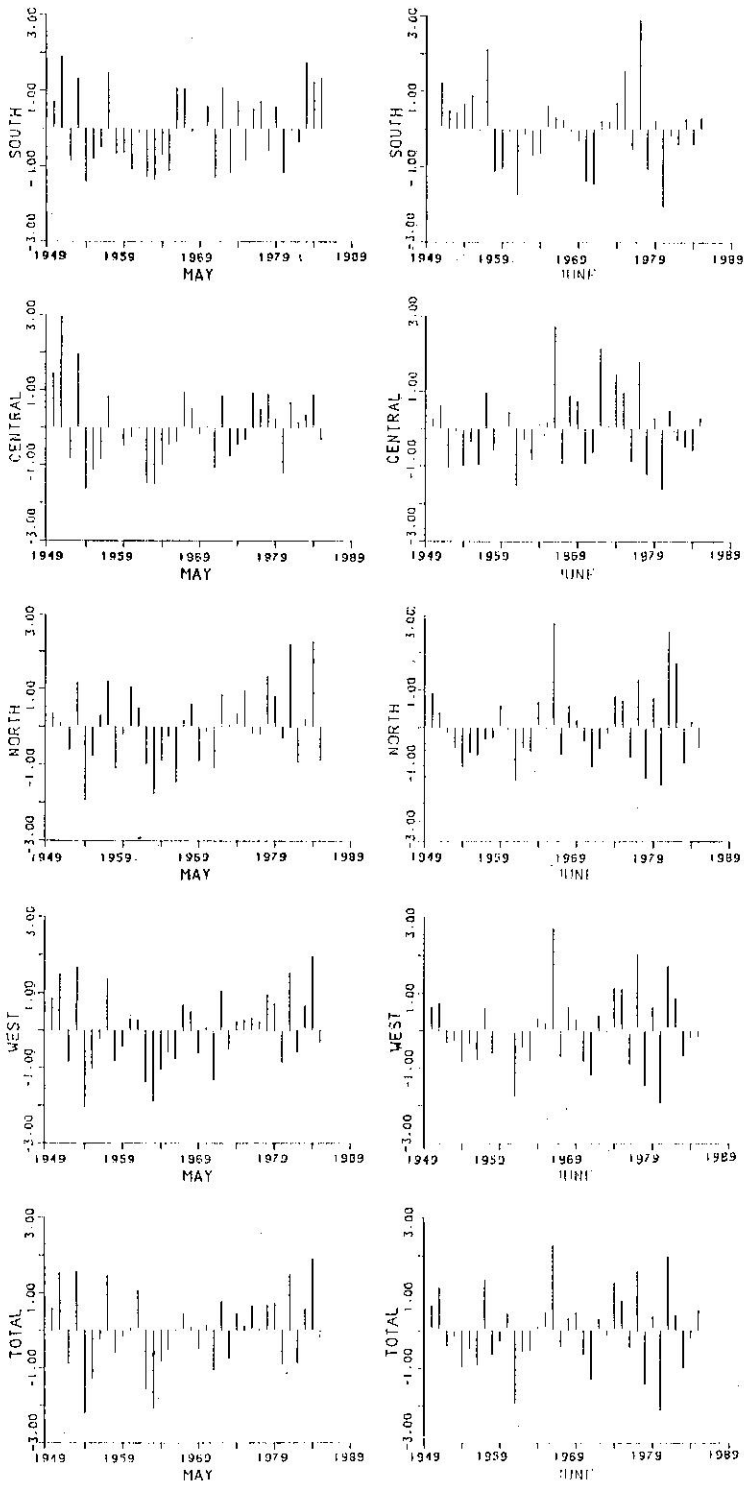


圖 2：標準化之台灣地區(A)五月，(B)六月降水指數時間序列。

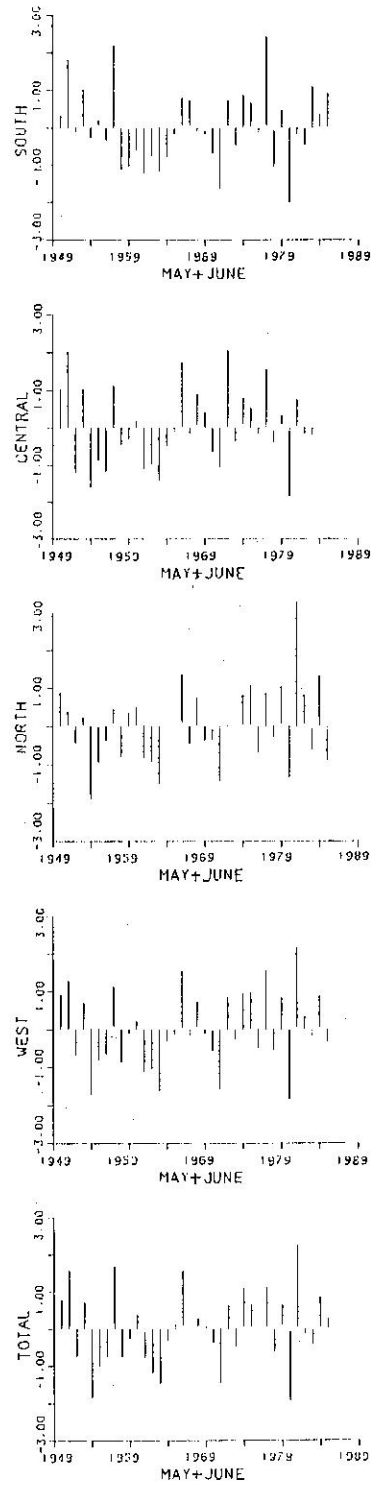


圖 3：標準化之台灣地區五、六月降水指數時間序列。

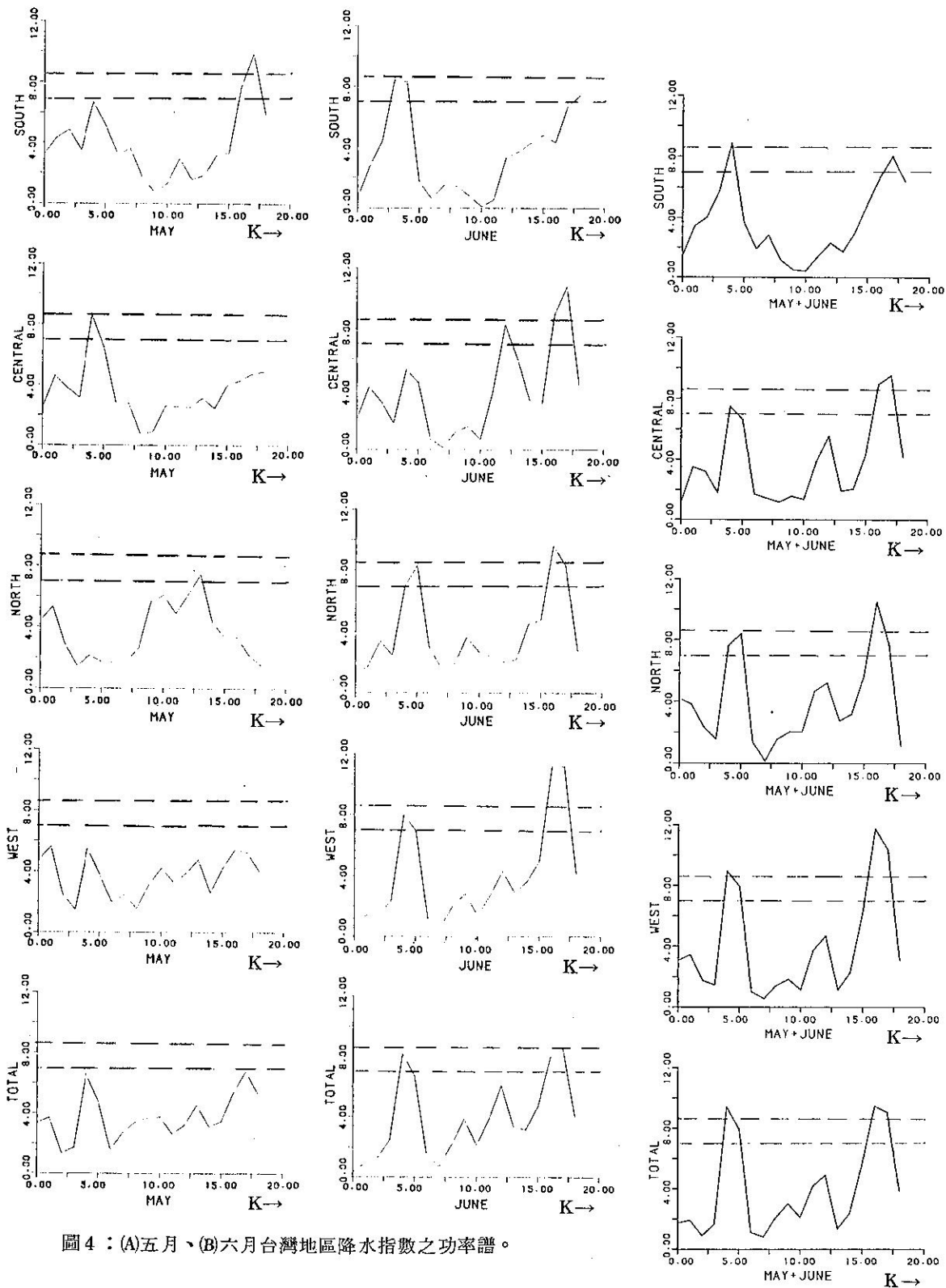


圖 4：(A)五月、(B)六月台灣地區降水指數之功率譜。

圖 5：五、六月台灣地區降水指數之功率譜。

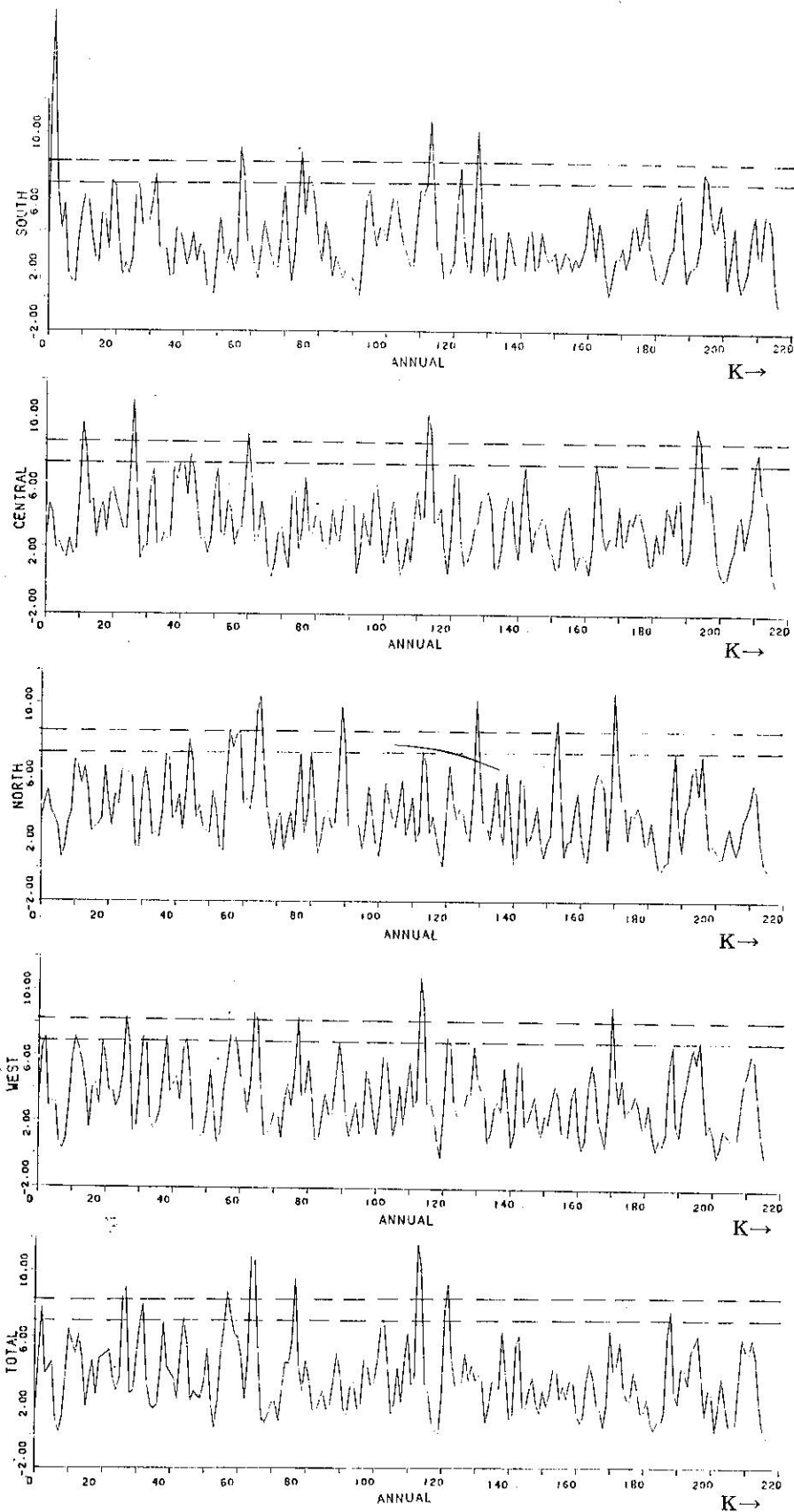


圖 6：台灣地區全年逐月降水指數之功率譜。

表一、五月、六月及五+六月台灣地區的降雨指數和逐月 Tahiti-Darwin 氣壓的南方振盪指數之趨勢間的相關係數 × 100。南方振盪指數趨勢之定義為次月之南方振盪指數減該月之南方振盪指數。數字下之一個、兩個及三個 * 記號表示顯著性為 90 %、95 % 及 99 %。

月份		月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
全 台	五月	+ 2	-29	+20	-15	+41**	-16	-37**	+15	+ 6	+12	+ 6	+ 9
	六月	+13	-16	- 5	-11	+24	- 5	-16	+ 5	-16	- 2	+ 5	+ 2
	五、六月	+10	-25	+ 7	-15	+36**	-10	-30*	+11	- 8	+ 5	+ 7	+ 5
西 部	五月	- 6	-24	+ 9	- 8	+42**	-15	-41**	+15	+ 4	+11	+ 8	+ 2
	六月	+22	-19	+ 1	- 9	+19	- 2	-12	+ 8	-17	- 5	+ 4	+ 8
	五、六月	+13	-26	+ 6	-10	+34**	- 9	-30*	+14	+ 1	+ 2	+ 8	+ 7
北 部	五月	-10	-13	+16	+ 7	+22	+ 3	-41**	+28	- 7	+10	+15	- 3
	六月	+17	-13	+ 7	- 2	+13	- 4	-14	+16	-23	- 5	+ 5	+ 8
	五、六月	+ 7	-18	+14	+ 2	+23	- 2	-33*	+28	-22	+ 1	+12	+ 5
中 部	五月	- 5	-21	+ 3	-22	+46***	-28	-33*	- 3	+13	+13	+ 3	+ 0
	六月	+26	-19	- 4	-20	+20	- 1	+ 2	- 5	-11	+ 3	- 4	+ 8
	五、六月	+16	-25	- 2	-26	+39**	-16	+ 6	- 5	- 1	+ 9	- 1	+ 6
南 部	五月	+ 8	-33*	+ 0	-29	+51***	-25	-26	+ 2	+17	+ 2	- 7	+14
	六月	+14	-24	-13	-11	+20	+ 7	-18	+ 3	+ 4	-19	+11	+ 0
	五、六月	+15	-33*	- 9	-22	+38**	- 7	-25	+ 3	+11	-12	+ 4	+ 8

表二、五月、六月及五月加六月台灣地區的降雨指數和逐月 Balboa 50 毫巴緯向風速距平間的相關係數 × 100

。數字下的一個及二個 * 記號表示顯著性為 90 % 及 95 %。

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
全	五月	+ 9	+ 6	+11	+14	+25	+42 **	+36	+32	+13	+14	+ 1	- 0
	六月	- 6	- 7	- 4	+ 1	- 6	+ 8	+10	+15	+ 8	+12	+ 5	+ 6
台	五、六月	+ 2	- 2	+ 3	+ 8	+ 9	+28	+26	+28	+13	+16	+ 3	+ 4
西	五月	+21	+19	+24	+27	+32	+39 *	+28	+22	+ 2	+ 3	-11	-11
	六月	-10	-13	-11	- 5	-15	+ 0	+ 8	+17	+ 9	+12	+10	+10
部	五、六月	+ 5	+ 2	+ 6	+12	+ 8	+22	+22	+25	+ 8	+10	+ 1	+ 1
北	五月	+12	+10	+17	+19	+18	+16	+16	+12	- 2	- 3	-14	-16
	六月	-13	-15	-17	-14	-21	- 7	+ 7	+19	+14	+19	+21	+18
部	五、六月	- 2	- 5	- 2	+ 2	- 5	+ 5	+17	+23	+10	+13	+ 8	+ 4
中	五月	+26	+26	+26	+28	+38 *	+49 **	+31	+25	+ 6	+ 8	- 8	- 4
	六月	-10	-13	- 5	+ 2	- 5	+ 8	+14	+17	+ 5	+ 5	+ 1	- 1
部	五、六月	+ 7	+ 5	+11	+17	+17	+32	+26	+25	+ 6	+ 7	- 4	- 4
南	五月	+15	+12	+15	+18	+26	+42 **	+29	+25	+ 6	+11	- 2	+ 1
	六月	+ 3	+ 3	+ 6	+11	- 3	+ 7	- 3	+ 2	- 2	+ 1	- 7	+ 2
部	五、六月	+10	+ 8	+11	+17	+12	+28	+15	+16	+ 3	+ 7	- 5	+ 2

附錄一

以正負一個標準差為準所訂出來的台灣梅雨季的濕年和乾年（1900 +，即 51 表示 1951 年）

	五 月		六 月		五月 + 六月	
	濕 年	乾 年	濕 年	乾 年	濕 年	乾 年
全省	51,53,57,61,81	54,55,62,63,71	51,57,66,74,77 81	61,71,78,80	51,57,66,74,77 81	54,62,63,71,80
西部	51,53,57,72,81 84	54,55,62,63,64 71	66,74,75,77,81	61,71,78,80	51,57,66,77,81	54,61,62,63,71 80
北部	53,57,60,78,81 84	54,58,62,63,66 69,71,82	66,77,81,82	54,61,71,78,80	66,75,79,81,84	54,63,71,80
中部	50,51,53	54,55,62,63,71 80	66,72,74,77	61,78,80	50,51,53,57,66 72,77	52,54,56,60,61 62,63,71,80
南部	51,53,57,66,67 72,83,84	54,60,62,63,65 71,73,80	51,57,75,77	58,59,61,70,71 78,80	51,53,57,77,83	58,71,78,80

Long-range Forecasting of the Taiwan Mei-Yu rainfall (I)

Ming chin Wu

Department of Atmospheric sciences

National Taiwan University.

Analyzing Taiwan Area May and June rainfall record to examine the spatial and temporal characteristics of the Taiwan Mei-yu was carried out. The rainfall index shows that the Mei-yu appear to be quite coherence in the north-south spatial distribution, but quite difference in the early-late stages of the season; the rainfall spectrum shows that the periodicity is not significant except the quasibiennial and the 9-year oscillations for June. The correlation coefficients of the Mei-Yu rainfall with the preceding, concurrent and lag-after Southern Oscillation index trend show that a wet Mei-Yu season come with a upgoing Southern Oscillation index trend. The correlation coefficients of the Mei-Yu rainfall with the preceding, concurrent, and lag-after Balboa 50mb zonal wind speed show that the equatorial stratospheric westerlies are favor for the increasing of the rainfall in the early Mei-Yu season.