

台灣西南部降水及乾旱之調查分析與預報研究

劉廣英 張培臣

中國文化大學大氣科學系

摘要

台灣西南部(嘉南地區)為本省重要糧庫,但雨水及其分布狀況影響產量至大。本文利用嘉義、台南與恆春三氣象站長期降水資料,與本省梅雨及颱風狀況,探討當地乾旱問題,以提昇防範能力。研究中主要以綜觀診斷與時間數列分析為主要手段。研究結果顯示(一)區內80%年雨量集中在五至九月間,即梅雨與颱風所帶來之降水對當地旱澇有決定性影響;(二)兩主要降水系統之穩定性均不足;區內有42%機率出現乾梅,而侵台颱風之平均數為3.5次/年,但其標準差為1.6次/年。加以兩系統個案間降水差異甚大,致降水時空分布甚不均勻,旱災及局部性水患時見;(三)雖然有些特徵,但梅雨與颱風間的關聯性並不高;(四)平均約三年就有一年五、六月會有颱風侵襲台灣,但受到颱風路徑及結構影響,期內總雨量與是否有颱風之關聯性並不高;(五)由時間數列分析可看出降水有明顯之跨年相關。以上結果對研究乾旱之掌握有相當貢獻。

一、前言

在國科會主辦的「災變天氣研討會」中所討論之重點,除寒流外,颱風、豪雨與乾旱都與降水有關。多年來(陳,1983)鑽研豪大雨災害之專家學者甚多,TAMEX後更有突出表現,但對乾旱問題著力者不多。本文針對台灣西南部降水分析結果顯示,當地乾旱問題實際上蠻嚴重,值得大家關注。

基本上說,台灣全省雨量時間分布不均勻;平均70%以上集中在每年的五至九月間,而研究區之比值更高達80%左右(見表一)。此顯示欲研乾旱問題,首應對梅雨與颱風作詳細之分析。本文即使用近百年(1897至1995)之相關資料而完成。

表一 台灣各地主要降水成因及雨量(公釐)

項目	累積雨量或測百分比	台北	新竹	台中	嘉義	台南	恆春
颱風	累積雨量	762	440	734	1,133	977	1,313
(7,8,9月)	佔年雨量%	36	28	43	55	55	60
梅雨季	累積雨量	517	409	448	521	566	405
(5,6月)	佔年雨量%	24	26	26	25	31	18
平均年雨量(公釐)		2,116	1,577	1,729	2,048	1,782	2,198

二、梅雨之年變化

本省梅雨屬夏季東亞季風移至我國大陸之過渡期,結構自有其特徵(陳,1981),穩定性亦較標準的長江梅雨差很多。由於梅雨緊接研究區冬半年乾

期之後,每逢乾梅或梅雨遲到,即有明顯旱情發生,是水資源調度必須注意的問題。

圖1為嘉義、台南及恆春五、六月雨量逐年分布圖,及嘉義、台南及恆春三地過去二十五年(1970至1994)五、六月份總雨量與同期平均值之比較分析圖。若以±30%為多雨與少雨區分之上下限,亦即將氣候值±30%以上者視為多(少)雨(分別為130%以上及70%以下),則:1.台南約有一半(12/25)年份梅雨季雨量偏少;嘉義及恆春狀況較佳,只有近三分之一(7/25與8/25)的年份少雨。2.多雨年份嘉義、台南均只有五分之一(5/25);而恆春則有近三分之一(7/25)的年份。3.1987、1988及1989年嘉義、台南均連續三年為乾梅;後二年恆春亦為乾梅。4.1980年三地均有近百年來最乾旱之梅雨季,1977年梅雨則嘉義、台南最多雨。5.除1980年外,嘉義只有1989年比值低於50%;但台南共有1971、1978、1988、與1989,及恆春有1971、1980、1982、1992各四年低於50%;即梅雨季缺水機率向南增加。6.將5及6月分開來看,嘉義、台南與恆春(1970-1994)之平均月雨量五月份分別為185、184、及171公厘;六月份則為323、353、與321公厘,顯示本省西南部梅雨季降水多集中於季末。另值得注意的:(1)台南6月份平均雨量變動甚大。(2)1977年6月台南累積雨量達1861.1公厘(該月日雨量>100 mm者有八天之多,16-26日更連續有雨),達平均值的5.3倍,是該測站自1897年以來之極端值。(3)台南站自1897至1970年5及6月之平均雨量分別為180mm及386mm,1971年至

1994年之平均值為184mm及353mm，顯示近25年來當地6月份平均雨量已降低約9%，頗值重視。

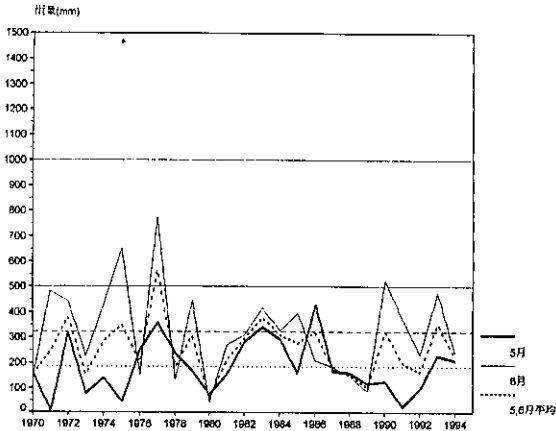


圖1-1 嘉義歷年五、六月雨量分布(五月平均:185mm 六月平均323mm)

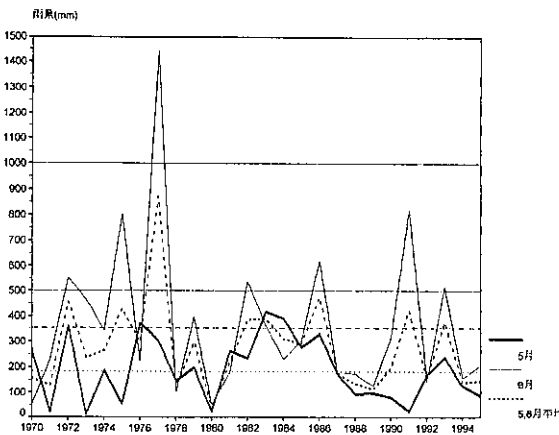


圖1-2 同圖1-1,但為台南者(五月平均:184mm 六月平均:353mm)

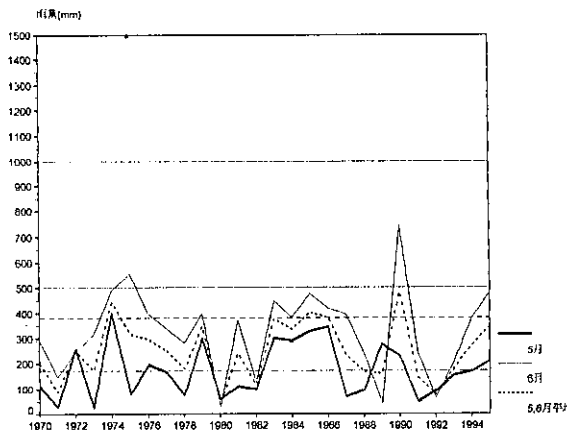


圖1-3 同圖1-1,但為恆春者(五月平均:170mm 六月平均:382mm)

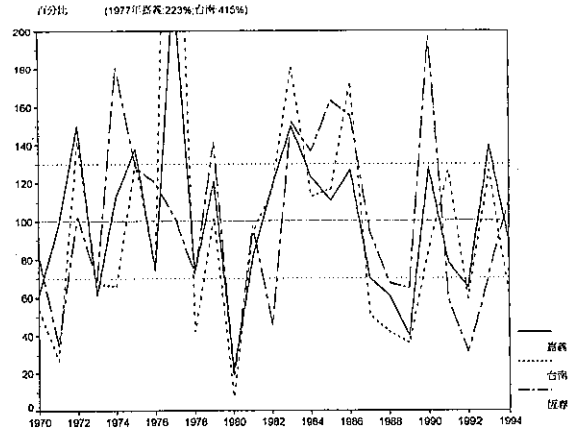


圖1-4 近25年(1970-94)嘉義、台南、恆春五、六月降水量與氣候值比較分析

三、颱風之年變化

由表一可見，研究區年平均雨量之55%由颱風所帶來。圖2則為侵台(含登陸及台灣某地區或全省在半徑內之颱風)颱風之統計圖。由圖可見：(一)每年平均有3至4(平均值3.5)個颱風侵襲本省，標準差為1.6；如以平均值加減一個標準差為準，則每年會有2至5個颱風直接影響本省。(二)自1897至1995期間，無颱風影響本省者有五年(1941、1964、1987、1989及1993)，只有一次者有九年，兩者合計佔全部資料年數的12.2%年。(三)每年有六次或以上者佔17.4%年。(四)五、六兩月有颱風侵襲者佔35%年，即約三年中就有一年五、六月間會有颱風來臨，而來臨次數約佔全年總平均次數的10%。(五)七、八、九月間有颱風侵襲者佔94.4%年，侵襲次數則佔全年平均總次數之78%。由此可知，颱風之變動性亦很大，而所帶來之降水變化亦甚明顯；在過去25年中，七、八、九三個月嘉義之月雨量平均值分別為295、409及178公厘，標準差則分別為±178、±236、±116公厘；台南310、429、155公厘，標準差為±176、±309、±145；而恆春則為387、499、311公釐，與±242、±254、±215。變動之大可見一斑。

四、梅雨、颱風間的關聯性

由以上分析可知，颱風與梅雨是研究區最主要的降水系統。兩者個別不穩定狀況已如上述，而曲(1981)認為上半年如西北太平洋有太多颱風生成或有颱風經過本省附近洋面，會造成本省梅雨季缺水。將圖1-4與圖2比對分析，由而可見上述推論並

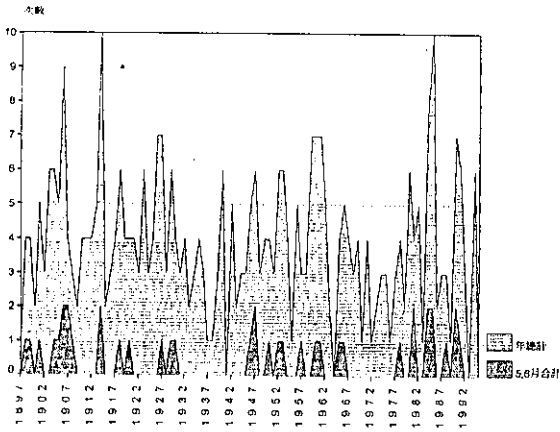


圖2 歷年(含五、六月)及五、六月侵台颱風次數分布

不很明確；只有在梅雨期內發生六次或以上颱風時，台南梅雨雨量偏少較顯。其次，還有二點值得注意：(1)除1973年外，四--六月份如果西北太平洋及南海地區只有2個或以下颱風生成時，梅雨累積雨量均較多。(2)1970年以來梅雨累積雨量多的年份(前三名依序為1972、1977及1983年)，是由華南沿海中尺度對流系統、中尺度低壓以及熱帶雲系與梅雨鋒合併而成(Chi & Chen, 1982；陳等，1982；劉，1980；Liu & Shyu, 1992)，並無颱風侵襲所造成者。

五、台灣西南部降水之時間數列分析

為進一步瞭解研究區降水量長期變化狀況，特以月雨量紀錄進行時間數列分析。有關模式(Box et al., 1994)如下：

自相關AR(p)模式：

$$Z_t = C + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

自迴歸移動平均ARMA(p,q)模式：

$$Z_t = C + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

自迴歸整合動平均ARIMA(p,d,q)模式：

$$Z_t = C + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_{p+d} Z_{t-p+d} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

以時間域(time domain)分析一物理量之變動，可得到四種變量，即長期區勢、季節變化、循環變化，以及不規則變動。基本上說，研究區月降水量的長期趨勢是略有下降(過去98年平均相比，

近25年年平均雨量約下降9%)，季節變化及不規則變化很明顯，至於循環變化則不易確定。圖3、圖4、及圖5為利用嘉義、台南與恆春降水紀錄所求得自相關函數分布。其中圖3-1、圖4-1及圖5-1分別為三地取12個月動平均之自相關(AR)模式所得結果；圖3-2、圖4-2與圖5-2則分別為三地取12個月之自迴歸整合動平均(ARIMA)模式的結果；圖5-3及圖5-4則為恆春取6個月動平均之AR與ARIMA模式的結果。由此可見，恆春與嘉南之降水特性略有不同；颱風對恆春之影響要大於梅雨。但三地降水均有明顯之跨年同月(如五月與五月)相關性；而一次差分(即 $Z_t = R(t-12) - R(t-24)$)，亦即新的時間數列 Z_t 由跨年同月雨量差構成)模式所得之自相關函數，只有少數自相關函數值比較大，顯示新時間數列穩定性甚高。但值得注意的是隔一年後函數增加，此顯示跨年差值 Z_0 除與延後一個差值有高相關外，與其他 Z_t 間仍有關連，這正與降水量的多變相符合。

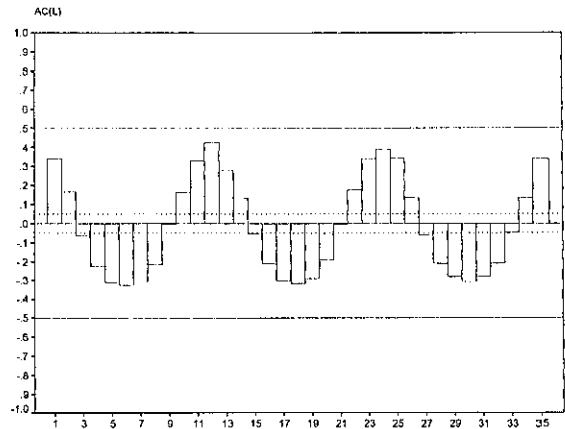


圖3-1 嘉義月雨量AR模式自相關函分布圖

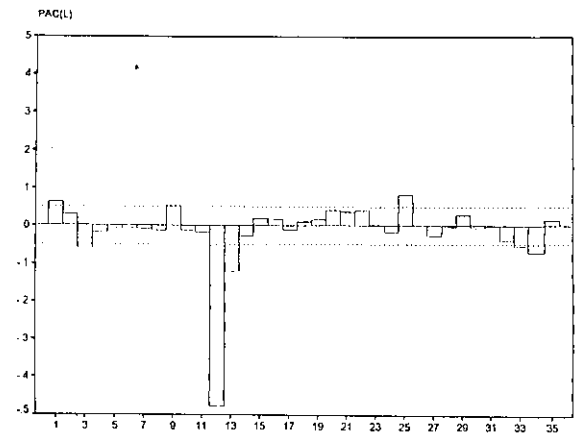


圖3-2 嘉義月雨量ARIMA模式自相關函數分布圖

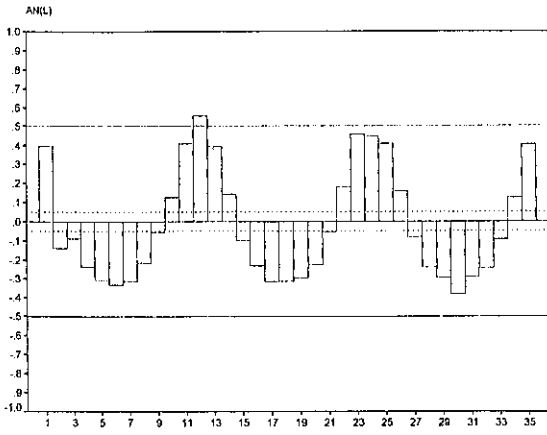


圖4-1 同圖3-1,但為台南者

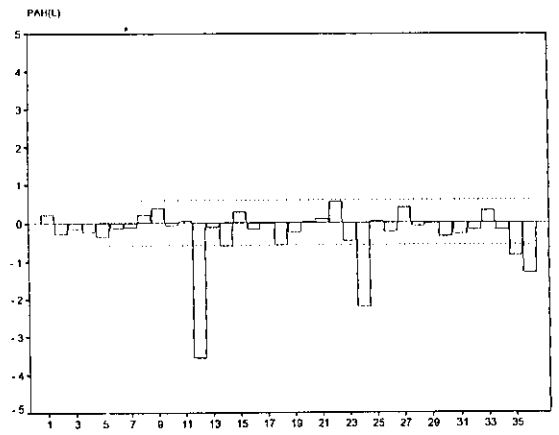


圖5-2 同圖3-2,但為恒春者

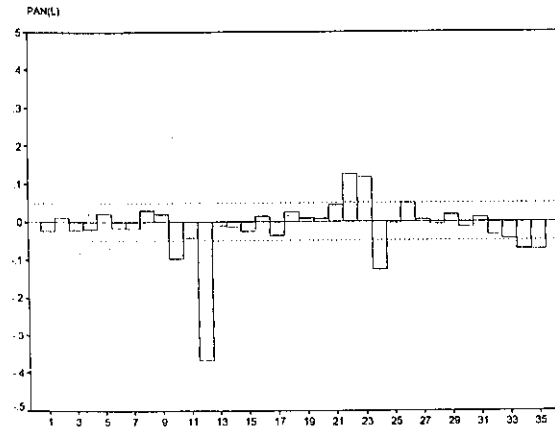


圖4-2 同圖3-2,但為台南者

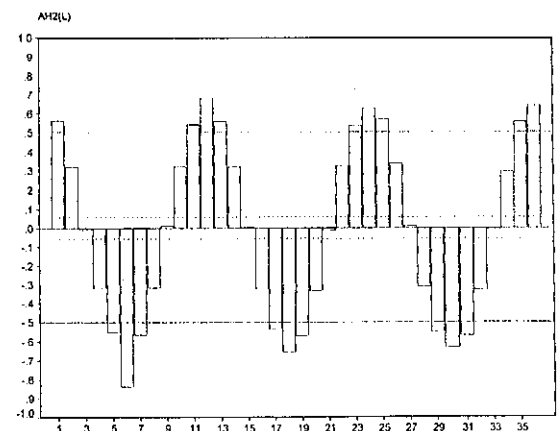


圖5-3 同圖5-1,但為6個月動平均

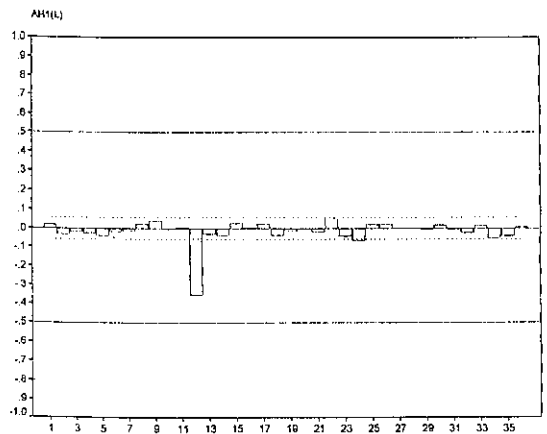


圖5-1 同圖3-1,但為恒春者

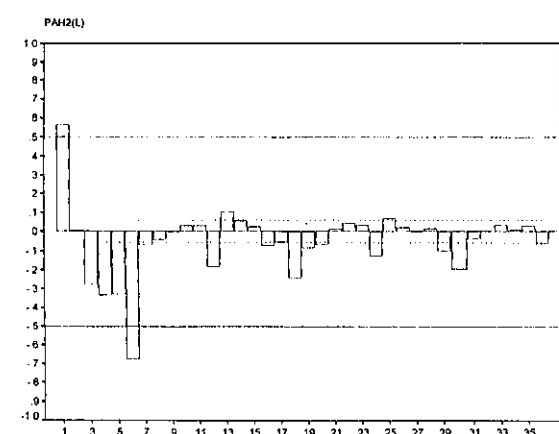


圖5-4 同圖5-2,但為6個月動平均

六、結論

台灣西南部降水及乾旱發生狀況以及預報可能性，已如上述。歸納言之，當地降水集中於五至九月，即多由梅雨系統及颱風所帶來，但兩者穩定性均不足，致局部豪雨及區域性乾旱時生。本研究所得結論如下：

- 1、梅雨及颱風失常為研究區發生旱災之惟一原因。由於梅雨季緊接在東北季風影響下區內降水稀少的冬春季之後，因而每逢乾或空梅就會發生冬旱後的春旱，而影響農業甚鉅。
- 2、每當六月及以前西北太平洋即生成六個颱風之年份，梅雨量銳減，而僅有一個颱風生成年份之梅雨降水量則大增。
- 3、由時間數列分析可見，月平均降水量跨年同月間相關性頗高，但其他月份的影響仍然存在。但就長期或季以上之雨量預報而言，ARIMA具發展為有預報能力模式之潛力。
- 4、最近25年中5與6月累積雨量最大之前三名均非颱風所引起，而係梅雨鋒與中尺度對流系統、中尺度低壓或熱帶雲系合併而起。在上述配合狀況下，鋒前強暖濕平流與旺盛上升運動區相重疊，大雨於焉生成。

總之，透過以上分析，我們可掌握一些研究區的降水及旱災問題，但待解決問題仍多，有待進一步努力。

致謝：本文為國家科學委員會支助專案研究(計畫編號NSC83-0414-P-034-0018)之一部份。作者除向參與工作之同仁致謝外，並感謝中央氣象局提供此發表機會。

參考文獻

- 曲克恭，1981：台灣梅雨之可預測度。異常氣候研討會論文彙編，中央氣象局。
- 陳正改，1980：台灣北部地區梅雨期之環流型式與降水特性。第二屆大氣科學研討會論文彙編，國科會。
- 陳正改及蔡清彥，1979：台灣地區梅雨系統之降水特性及天氣型式。台大大氣科學系研究報告，Mei-Yu-003。
- 陳泰然，1981：影響台灣地區八個梅雨系統平均結構之初步分析，大氣科學，8。

陳泰然，1983：國內近年大氣科學研究成果納入實際氣象預報作業可行性之研究。國科會防災研究報告72-09號。

陳泰然、紀水上及謝維權，1982：初春華南中尺度對流複合系統之個案研究，中範圍天氣系統研討會論文彙編，中央氣象局。

劉廣英，1980：梅雨季中極端天氣之研究，國科會研究報告，空軍氣象中心研究報告第19號。

劉廣英，1985：台灣地區人工造雨的先導研究。防災研究報告73-49號，國科會。

劉廣英，1993：青藏高原熱力效應對台灣梅雨之影響。華岡理科學報，11期。

Box, George E.P., Gwilym M. Jenkins & Gregory C. Reinsel, 1994: Time series analysis forecasting and control, Prentice-Hall, inc.

Chi, S.S. & G.T.J.Chen, 1982: Case study of mesoscale convection complexes over subtropical China. Proc. 3rd. Conf. Atmos. Sci., Nall. Sci. coun. c.

Liu, K.Y. & Shyu, T.Y. 1992: Heavy rainfall under the combined influence of the tropical and Mei-Yu frontal systems. Proc. 2nd Intl. Conf. on East Asia and Western Pacific Met. & Climate, 581-525, Hong Kong.