

52年來台灣氣象乾旱年份測定

許丕詔 隋中興

國立中央大學水文科學研究所

摘要

氣象乾旱乃由降水量不足唯一決定，自是不爭之論。雖然乾旱也可因降水的下錯時候與下錯地點所引起，本文擬標定者僅止於能代表全島降水甚低於長年平均值之年份或時段。單純、直接的計算即可達成此目的，只需計算一些時空的平均值便可。台灣雖小，但由於高聳的中央山脈綿延南北，使各地有各自的雨量雨季，從較大尺度的角度來看，台灣各地的雨量變化和鄰近地域的氣候變化，應該是息息相關的。然則有些數據顯示全島的氣候變化並非一致，例如：1. 自1960左右以後，北部雨量有增加之趨勢，而中南部有減少的現象。2. 長期大尺度的氣候分析指出某些年份有利於西太平洋颱風的發生，但台灣的雨量一大部份取決於颱風是否侵台，與太平洋颱風頻次無涉，因此雨量和氣候變遷脫了節。今（2003）年至六月初，已有三颱風近肩而過（七月底加一颱風，八月初再加一颱風），但並未能為台灣帶來雨量。一個能客觀地代表一組測站所含蓋區域的時間序列，可經由簡易的平均而得。但基於地理因素或其他特性，施予計權平均將會是比較合理的做法。經驗正交函數分析法正是就各測站記錄的相關性質，決定一組計權平均係數，組成一個代表所有測站共通性的序列。此一時序的合理性可由各種簡易的統計得到驗證。諸如：1. 與石門水庫水位起落的相關係數約0.5。2. 與全島降雨五年移動平均所顯示的最多和最少兩年份完全相同。3. 與用線性回歸計算十一年降雨趨勢所顯示的乾旱年份（趨勢由減轉增之年）相同。4. 與1991至1999全台平均溪流量之變化完全相符，所顯示乾溼年之強度也一致。至於主要的變化頻率，除了全島性具有明顯的一種十年以上的長週期和準兩年振盪，另有區域性和季節性的不規則變動。

一、前言

近有朱錦紅等（2002）回顧台灣氣候和降水所得的結論：“台灣是一個典型的季風氣候區，冬季受東北季風影響，夏初受西南季風影響，夏末秋初受東南季風的影響，而台灣複雜的地形又使得同一系統影響下各地的氣候不盡相同。”一座中央山脈使得其周圍的城鄉各有不同的雨峯期，為氣候研究人員平添不少麻煩。本文的動機原為測定台灣過去50多年來的乾旱年份，但似乎不可避免地走上了長期降水變化的回顧工作之途。我們從調和分析法入手，分析了各測站月雨量的氣候值（annual cycle），所得之全島各地的年雨量及雨季，與一般所認同者並無二致。接著我們利用EOF分析方法來決定降水變遷在空間上之分布。吳明進等（1993）曾將此法同時用於氣溫與降水資料以劃分氣候區。本文將只討論此法所分析出來的首三種模式，其空間分區最少而所伴隨的時間序列具有最長的變化週期，就其波動的時空特徵，來推斷季風的消長，可用於日後討論其與大尺度環流變動的關聯。雨量的變化，並非永遠是全島一致，亞熱帶本是溫帶和熱帶氣團相會之處，副熱帶高壓的強度和位置是決定台灣降水的最大因素（見陳泰然等1989，許子乾等1990，潘琦等1996）。季風的誤時誤點，都會反映在雨量的分布上。台灣的降水至今尚未發現有任何年際變化是與ENSO有緊密關係的（陳正達，2000），研究它的年際變化，可先確定台灣的乾溼年份，再從事

每個個案及個案合成環流場的研究，如林民生等（1981a, 1981b）在若干年前所完成的工作。雨量和氣環流是有著絕對的因果關係的，但也充滿了不定數，嚴重地影響著統計數字。如同今年6月裏，高雄有一天下下了三分之一的年雨量，除了那一波梅雨，全台半年來雨量都是偏少的，現在（8月初）北區兩大水庫紛紛告急。但是夏季方興，已經有5個颱風與台灣擦肩而過，如果任何一個颱風能向台島移近100~200公里，2003年的水文故事將會是一完全不同的版本。

二、資料整理

台灣的降水資料，不知已經幾番整理分析，而仍有可觀者歟？我們取自氣象局現存最完整的20個大站，從1951年開始的雨量記錄，首先逐月算求長年平均，也就是全年12個月的氣候值，然後利用Fourier分析法對之做調和分析。第零調和代表的是年雨量，就其地理分布看來（表1），台灣西半中南部的雨量較北部與東部少，而海拔高的測站，如陽明山上的鞍部和竹子湖，以及阿里山，雨量都多於平地測站甚多。第一調和分析所提供的訊息，比前者要複雜得多，正弦函數的相位角可用以決定平均狀態下一年到頭雨量的最高峰日期。大部份測站的最多雨月是八月，其次是六月，再次是七月，這種情況下第一調和分析得的雨峰日在七月。台灣並無真正的雙雨季存在，毋須做第二調和分析。全島一年到頭雨量最早達

到尖峰的是新竹，在五月末，往南或往北雨量尖峰日都是逐漸後移（見表 2）。台北是七月上旬，淡水是七月下旬。中部是六月底，南部是七月，到了南端的恆春則是七月底。從恆春沿東岸北上，雨量尖峰日又繼續後移，花蓮是八月下旬，宜蘭則延到了十月上旬，北端的基隆則是 12 月中旬之末。鞍部和竹子湖與淡水相隔咫尺，雨量尖峰期卻相差了三個月之多，是在十月中。彭佳嶼和蘭嶼兩個小離島，其實一年四季雨量平穩，並沒有明顯的雨峰期，第一調和分析勉強替它們定在六月和九月，與環島的雨峰日循漸特性脫了節。三十餘年前戚啓勳（1969）就已明白指出，環島的這種分布完全是受盛行風的交替與地形的影響。台灣島南北兩端不足 4 個緯度，倘若沒有中央山脈縱貫其間，而是一平坦海島，則其雨量和雨季，從東岸到西岸，應不至於有明顯差異，而由南到北則可能只有輕微的連續性變化。失去了地形的舉升，年雨量可能會大幅減少，普通在 2000 公釐以下，中南部雨量較集中在夏半季，北部則四季皆有致雨的條件，而無突出雨季。但中央山脈已經屹立在那兒，分配著東西南北各方向的雨水……

三、特徵與特性

欲知這 52 年、20 個測站的台灣月雨量記錄能透露出多少降水型態，我們藉各測站間的共同變量（covariance）所構成之矩陣，求得其特徵向量。在 20 個特徵值中（表 3），為首的一個佔了總變量的 51.8%，其次是兩個各有 15% 和 12% 的特徵值，三者合佔 78.8%，其餘的皆在 4.1% 以下。根據此相對重要性之比例，以下將只討論首三個特徵向量。

第一個向量所呈現的空間分布（表 4），最為明顯的特徵是：所有測站的分量均為同一符號（正或負），其義意是：有 51.8% 的變量是全島一致地按照某一時間序列（後節將論及）而波動著。振幅最大的 5 個城鄉依序是竹子湖、鞍部、阿里山、基隆及宜蘭。我們不認為較大的振幅和地理位置有任何關係，參照表 1 可知上述 5 地也是年雨量最高的 5 個測站，而雨量高者，其變量也常比較高。第二個特徵向量的空間分布，呈現的則是北部和中南部（不分東岸西岸）的兩極化（表 5），隨著此特徵向量的時間分布，當一區之雨量高於氣候值時，另一區之雨量則低於氣候值，反之亦然。鞍部、竹子湖和阿里山的比重仍大於其他測站，基隆和宜蘭的比重則已經落到最南部的幾個測站之後。北區的重要地緣在陽明山與基隆、宜蘭一帶，均為東北風的迎風面，淡水和台北的角色就比較輕微。南區的重心則是從日月潭到恆春，加上大武。從台北到台中轉東到花蓮一線，

在此一特徵向量裏，似乎最不活躍。但是這些地帶在第三個特徵向量的空間分布（表 6）裏都吃重起來了（和第二特徵向量互補？），東西兩部，此消彼長是其空間分布的特徵，西部以阿里山和新竹之間為主與東部花蓮以南的海岸線分立。但一如前一向量，阿里山和大武仍是波動幅度甚大的兩個區域。

上述三種降水異常量的波動，都可能與某種氣候振盪有特別的關係。根據空間的分布狀態來推測，第一種型式應屬某種空間時間尺度都甚大的氣候變遷。第二和第三種由於有著明顯的南北或東西兩區，消長互見，可能與逐年季風的強弱較有關聯。我們即以此為目標，繼續探索。這三種類型的原時間序列（圖 1），非加過濾處理無以見其端倪，但若將其 Fourier 係數（圖 2）求出，此一類似光譜分析的結果顯示：第一 EOF 的主要的振盪週期是 17 年、3 年半、2 年和 1 年半，第二 EOF 的主要週期有 17 年、7 年半、5 年、2 年和 1 年（1 年以下者均從略）。至於第三 EOF 的突顯週期則有 17 年、5 年、3 年和 1 年半。

四、全島型

（一）石門水庫水位

為了對全島型波動的時間序列有最基本了解，我們做了幾種簡易的統計和比較。首先是此一序列和石門水庫的水位之相關係數是 0.53，我們認為這是個相當高的比例，似乎意味著石門水庫的水位和全島降水情況有一半以上的相關性。此處的水位是以旬末的水位記錄為準，平均而得的值做為該月之水位。有趣的是，水位本身的升降和全島各測站實際雨量的相關係數（表 7），均無超出 0.53 者，大概是由於此 20 測站無一位於石門水庫的集水區內。大致上中央山脈以西、石門以北的測站有較高的相關係數，此一地區與石門水庫的集水區地緣接近，理屬當然。

（二）全台年逕流量

石門水庫的水位，只能和其集水區的降水有最緊密結合。全島型波動的時間序列較之於全島性的水文變化又如何？在此我們將此一時間序列按年份求其總和，組成一串類似年指數的序列，再分正負號依指數值排列（表 8）。此一甚為簡易的統計，大致上能標示出過去 52 年來「登記有案」的乾旱年份和豐水年份。雨量記錄甫登入檔的 2002 年，赫然是乾旱年份之首。表 9 所示者為國立台灣海洋大學近海防災科技研究中心根據川流量所推估的台灣地區年逕流量（黃文政，2001）。表中的流量距平是各年的平均流量相對於 1949 至 1999 年全島總平均之值，並非相對於 1991 至 1999 年的 9 年平均。在我們僅有的 9 年數據裏，流量距

平和雨量指數，兩者對乾溼所做的判別不但完全一致，所表示的乾溼程度也亦步亦趨，有著完全相同的「乾溼排序」。唯 1996 是個極接近長期平均的正常年份，因此距平與指數都是 9 年中最小的。有見於流量距平與雨量指數的協調性甚高，我們遂將二者的商數列於最右行，似乎乾溼年份各有一個常值。此線性關係果然存在，則此二參數之間應可建立出一簡易經驗式，用以相互推估。當然雨量指數的絕對值接近於零（如 1996 年）或特別大（如 1998 年）時，都得有適當的調整或修訂。如果上述假設合理，則我們可大膽地認為 1999 年的平均流量約高估了 10%。最後，我們要指出，從 1991 到 2002 年，就乾溼的排序間隔來說，確有一種準兩年振盪的波動存在。表 8 也顯示接近極端乾溼的年份，很少是連續的。

（三）主要年際變化

既然 Fourier 係數指出有一種週期約 17 年的振盪存在於此時間序列中，我們擬用下述直接又簡捷的方法，試圖將之揭示。再回到初始的測站月雨量記錄，先計算出年雨量，再求其為期 11 年的線性回歸函數。此處選定 11 年的理由是：奇數才有明確的中央年份，較易於解說。另一個理由是：11 年最接近整數 10 年。每一線性回歸函數的斜率，用以代表中央年份（即第 6 年）的雨量變化趨勢，圖 3 即為 20 個測站雨量變化趨勢的綜合分布情形。最右端的部份，自 1998 年後，用以計算斜率的年份均不足 11 年，類似外推法所得，例如 1995 到 2002 年的斜率代表了 2000 年的“11 年趨勢”；2000 至 2002 年的斜率則代表 2005 年的趨勢，而 2006 年的趨勢，實際上只是 2001 到 2002 的落差。由於期限愈短，愈有可能出現較大的斜率，用不足 11 年所得之斜率，皆無條件按比例降低，但符號不變。圖 3 顯示所有的測站之雨量變化趨勢大致是調協的，粗略地來說，1965 至 1970 年，1980 至 1985 年和 1995 至 2000 年都是雨量漸增的年代。各測站的雨量變化趨勢經過平均之後，在近 50 年的時間內呈現三次類似正弦函數的週期（圖 4，下），這或許就是圖 2 內 Fourier 係數所指出的 17 年振盪週期。趨勢由負值轉成正值的年份，代表一個雨量年年遞減的漫長歲月之結束，理論上是個相對最乾旱的年份。圖 4（下）所標定的這三個年份是 1963、1980、1993 三年，也正是在表 8 名列前茅的三年（暫且放過 2002 年）。反之，1974、1988 及 1990、1998 及 2000 屬三個豐水時段，1953 及 56 也應落於零趨勢的區間附近。以上這些年份也都是表 8 所列帶頭的豐水年份。此處「豐水年」一詞，似乎並不十分恰當，由於豐水年和大旱年的出現不同，往往不一而足，在停了一年後，再度出現。巧的是，圖 4

（下）顯示每次趨勢由正轉負前，確實都出現了一次「掙扎」。

一般稱為 SSA (Singular Spectrum Analysis) 者，是以一種客觀的方法讓時間序列本身來決定過濾因子，從而找出該序列的基本振動頻率。使用此法的前例有 Vautard and Ghil (1989), Lau et al. (1991) 等。概略來說，這種過濾因子是序列自身的延遲相關係數所構成的矩陣之特徵函數。當序列的每一片段依次投影到特徵函數，如此過濾後的序列，相當於經過一種計權滑動平均。為了讓 SSA 集中於分析較長的波段，我們首先將原來的母序列重複進行三次三點的單純滑動平均（相當於 7 點的 1-3-6-7-6-3-1 計權平均），再把最大延遲數設定為 12 個月，特徵函數的長度因此而為 13 個月。投影得出的第一個子序列 (SSA1)，只保留了母序列最長的兩種波動（圖 4，上）。由於在投影過程中，首尾各損失了 6 個月，子序列是從 1950 年 7 月始至 2002 年 6 月止，共 51 年。將 SSA1 較深的波谷和較高的波峯分別連起來，畫出一段曲流似的彎帶狀，SSA1 就在此二近乎平行的封蓋曲線內進行另一較高頻率的振動。彎帶的起伏共波動三次，較高頻率波動的峯谷數各約 25，故其波長分別為 17 年及兩年。週期兩年的振盪相當穩定，有關台灣氣候的兩年振盪，Lu (2002) 有詳細的介紹與討論。但帶狀長波的週期則變化頗大，在此有限的資料年限裏，從一波峯到另一波峯或從一波谷到另一波谷的時間距離，少者 10 年，多者 18 年不等。一個極為明顯的現象是：當兩種擾動的波峯或波谷同時出現時，極端多雨或乾旱就會發生，這些年份已述於前（參閱表 8 及圖 4）。

最大延遲數設定為 12 個月時，共可得 13 個子序列，除了上述的第一子序列外，第二子序列的波動週期為 15 個月，餘依次為 10, 8, ... 個月遞減的高頻率振動，這些子序列不一定有實質上的意義。若把最大延遲數提高為 5 年，則可得 5 倍數目的子序列，但只有領先的三個子序列含有以兩年和 17 年為週期的長波。圖 5 裏的第一子序列有著鮮明的三個長波波段，其波峯波谷也與前述子序列（圖 4，上）的峯谷位置相吻合，另加上一種振幅不大但無時不有的兩年振盪。第三子序列則僅具備一種甚有規律的兩年振盪，唯其振幅並不是一成不變。子序列二是子序列一、三的中間產物，三個子序列都含有週期為兩年的振盪，它們的綜合體與圖 4（上）的子序列大抵相仿。

五、南北型與東西型

全島型的降水變遷有穩定的十年際和準兩年週期。台灣的雨季雨量受一年到頭各型季風的轉換所主導，所以當南北或東西的降水變量出現兩

極化時，極可能是季風的時令或強度失常所引起的。此二類分布型態的從屬時間序列，在轉成 SSA 後，似乎沒有任何穩定的振動週期浮現。爲了試探此二類型所強調的乾溼年份之降水特性，我們選出 10 到 11 個偏溼年份和偏乾年份，在對立的兩區內，各選出一二比較活躍的測站，算出其平均年雨量和雨峰日，這些年份並不是全數 52 年中最乾和最溼的 10 或 11 年。表 10 的最左行是第二個 EOF 所挑出的 10 年，對鞍部來講是乾早年，但對高雄而言是多雨年，餘類推。就其平均值看來，中選的年份確實都如序列所指示的偏乾或偏溼。但更值得注意的是，在諸偏乾年份裡，鞍部的平均雨峰日，竟提前了一整個月，而在諸偏溼的年份裏，其平均雨峰日則晚了半個月。氣候上鞍部雖然有一個極爲明顯的雨峰日，在十月正中，但鞍部全年多雨，沒有一個月的雨量是少於 200 mm 的，故當其雨峰日前移了一整個月時，表示其十月前的雨量增加，或十月後的雨量減少，或二者兼而有之。但這雨峰日前移的現象是發生在偏乾年份，故我們認爲是年底（也就是鞍部的正常雨季）的雨量減少。在相同的年份裏，高雄的雨量明顯偏高，但雨峰日的異動只有 5 天。在氣候值上，高雄的雨季集中在 6~9 月，雨峰日實無可挪動的空間。對上述統計結果的一個簡單解釋是：這些年份的夏季季風較旺，相對地，十月後的東北季風不但姍姍來遲，可能也較弱。

鞍部的偏溼年份，平均雨峰日後延了半個月。一般認爲（如萬寶康，1973）台灣的東北季風始於十月中旬，而鞍部的正常雨峰日也在此時，並不因爲季風交替的空檔或弱檔而少雨。但也有可能在十月前後各有一波降雨，十月只是它們的“共同重心”。求證於鞍部的逐年記錄後，其雨量最多的月份仍以十月份次數最多（33%），九，十一兩月次之（27%，21%）。把相同年份內南區普遍偏乾的實情計入，在仍不甚明瞭真相的情況下，我只能推論那些年份的夏季季風是偏弱的，而年底的東北季風是偏強的。

東西型的情況也大抵若是，阿里山的雨峰日，在偏乾年份或偏溼年份，皆少變動，與高雄的情形相仿。而新竹和大武的降水型式，和鞍部十分相似，即偏乾年的雨峰日前移半月，在大武是夏末秋初的東南季風偏弱，而西部的西南季風保持著其強度；偏溼年的雨峰日後移半月，也正是東南季風偏強之故。大武雖有半年的時間盛行東北季風，但主要雨量是落在夏半年。至於何以新竹—阿里山偏乾（溼）時大武卻偏溼（乾），仍有待進一步的檢查。以上僅就幾個代表性測站的雨量雨季變化，簡單地推測其幕後季風之偏頗。若季風與區域環流也能用一種簡單的指標來表示，則我們對降水、季風、環流三者的因果關係，

必能有更深一層的了解。

六、結論

影響台灣降水型態者，大概可以用三大因素概括之：季風，地形，颱風。東北季風盛行的時間是西南季風的二到三倍，由於中央山脈的阻隔，東北季風期成了西南平原的枯水期，雨量集中在西南季風期。地形的兩大作用——阻隔與舉升——對西南部降水的影響至大。西南季風挾有豐富水氣含量，隨時隨地能興雲佈雨。陽明山北麓遂在東北季風自低層入侵後的十月左右，雨量最多。測站的海拔高度對雨量的影響也是極其明顯的，鞍部和阿里山的年雨量遠高於其他測站，而澎湖之雨量則遠不如島內任何一個地區。颱風是台灣降雨的一大來源，今年颱風季未過半，已有十個以上的颱風形成，東太平洋想必是提供了有利的條件，同時也有 7 個颱風向著台灣附近海域而來，但只有一個襲掠四分之一的台灣，看來颱風與台灣的降水只能另當別論。

調和分析的結果，大致掌握了全島各地雨量雨季的型態。EOF 分析的結果，顯示了台灣的降水氣候有三種類型：其一是全島一致的變遷，主要的振動週期是（準）兩年和另一長可 10 至 18 年的不明擾動，這兩種波動用不同的分析方法或在不同的水文資料裡也能發現；其二是不論東岸或西岸，北部和中南部的降水量一消一長，在無定期出現的偏乾年份裏，北部的雨峰日顯著前移，偏溼年份則後移，推測是正常雨季後半期的偏乾或偏溼所致，而此現象係緣於夏季季風和冬季季風的交替或強度失常之故。其三是花東和西區的中北部消長對立，乾溼年的雨季變動一如前項，至於究竟是什麼機制使得東西消長對立，尙待追查。

七、參考文獻

- 朱錦紅，柯文雄，許晁雄，2002：臺灣降水變化研究回顧—氣候分區、降水與東亞大氣環流之關聯，國立台灣大學全球變遷研究中心—國際環境新聞回顧，12/23。
- 吳明進，陳幼麟，1993：台灣的氣候分區，大氣科學，21，55-66。
- 林民生，趙世騰，1981a：台灣地區春季乾旱之綜觀氣候分析，科學發展月刊，9，215-231。
- 林民生，吳德榮，華文達，1981b：台灣地區春季乾旱之分析，異常氣候研究會論文彙編，73-87。
- 許子乾，王作台，1990：台灣地區春夏季乾溼梅年受長週期擾動影響之研究，大氣科學，18，88-110。
- 陳正達，2000：由不同的觀測反演估計、分析與

模擬實驗檢視台灣鄰近區域降雨的長期氣候分布特性，大氣科學，28，115-142。

陳泰然，周仲島，1989：大尺度環流剖面結構之年際變化與台灣梅雨之活躍度，大氣科學，17，223-236。

潘琦，王作台，1996：東亞夏季風年際變化：江淮及台灣地區觀點之探討，大氣科學，24，89-122。

戚啓勳，1969：台灣之雨量分佈，氣象學報，15卷3期，26-47。

黃文政，2001：流量資料庫在網際網路水文模式的應用與建置，國立台灣海洋大學近海防災科技研究中心營運計畫。

萬寶康，1973：台灣分區氣候與天氣之研究(一)，氣象學報，19卷4期，1-19。

Lau, K. M., T. Nakazawa, and C. H. Sui, 1991: Observations of cloud cluster hierarchies over the tropical western Pacific. *J. Geophys. Res.*, Sp. Supplement, **96**, 3197-3208.

Lu, Mong-Ming, 2002: The biennial oscillations in Taiwan, *TAO*, Vol.13, No.4, 469-498.

Vautard, R., and M. Ghil, 1989: Singular spectrum analysis in nonlinear dynamics with applications to paleoclimatic time series. *Physica*, **35D**, 395-424.

表 1(左). 年雨量(據 1951~2002 月雨量之第零調和)。

表 2(右). 雨峰日(得自第一調和)。

站名	年雨量(mm)		站名	站名	雨峰日(月/日)		站名
鞍部	5155	3998	基隆	基隆	10/16	12/19	基隆
竹子湖	4822	2033	彭佳嶼	彭佳嶼	10/12	6/5	彭佳嶼
淡水	2272				淡水	7/20	
臺北	2393				臺北	7/07	
新竹	1864	3027	宜蘭	宜蘭	新竹	5/30	10/5
台中	1785	2328	花蓮	花蓮	台中	6/27	8/24
日月潭	2554	2438	成功	成功	日月潭	6/29	8/20
阿里山	4229	2006	台東	台東	阿里山	7/8	8/07
澎湖	1060	2609	大武	大武	澎湖	7/3	7/30
台南	1798	3360	蘭嶼	蘭嶼	台南	7/11	9/28
高雄	1880	2265	恆春	恆春	高雄	7/13	7/28

表 3(左). EOF 分析之特徵值。

表 4(中). EOF 分析之第一空間分布：全島型。

表 7(右). 石門水庫月平均水位與測站實際降水之相關係數。

排序	特徵值 (%)	站名	EOF1	站名	相關係數
1	51.8	彭佳嶼	0.1566	彭佳嶼	0.45
2	15	基隆	0.2581	基隆	0.47
3	12	鞍部	0.4551	鞍部	0.46
4	4.1	竹子湖	0.4632	竹子湖	0.46
5	3.1	淡水	0.1985	淡水	0.42
6	2.3	臺北	0.1843	臺北	0.46
7	2	新竹	0.1505	新竹	0.32
8	1.6	台中	0.1235	台中	0.44
9	1.3	日月潭	0.1408	日月潭	0.30
10	1.1	阿里山	0.2864	阿里山	0.25
11	0.9	澎湖	0.0853	澎湖	0.25
12	0.8	台南	0.1342	台南	0.41
13	0.7	高雄	0.1346	高雄	0.37
14	0.7	恆春	0.1479	恆春	0.28
15	0.6	蘭嶼	0.1209	蘭嶼	0.40
16	0.5	大武	0.1799	大武	0.25
17	0.5	台東	0.1600	台東	0.25
18	0.4	成功	0.1875	成功	0.24
19	0.3	花蓮	0.1987	花蓮	0.39
20	0.3	宜蘭	0.2480	宜蘭	0.26

表 5(左). EOF 分析之第二空間分布：南北型。

表 6(右). EOF 分析之第三空間分布：東西型。

站名	EOF2		站名	站名	EOF3		站名
鞍部	0.37	0.16	基隆	基隆	0.08	0.02	基隆
竹子湖	0.37	0.02	彭佳嶼	彭佳嶼	0.06	0.10	彭佳嶼
淡水	0.08				0.14		
臺北	0.04				0.11		
新竹	-0.05	0.12	宜蘭	宜蘭	0.21	-0.09	宜蘭
台中	-0.04	-0.05	花蓮	花蓮	0.19	-0.29	花蓮
日月潭	-0.23	-0.11	成功	成功	0.21	-0.40	成功
阿里山	-0.51	-0.14	台東	台東	0.42	-0.37	台東
澎湖	-0.11	-0.25	大武	大武	0.03	-0.34	大武
台南	-0.28	-0.09	蘭嶼	蘭嶼	0.08	-0.27	蘭嶼
高雄	-0.28	-0.20	恆春	恆春	-0.01	-0.27	恆春

表 8. 第一 EOF 時間序列之年總值。

排序	乾旱年份	年指數	豐水年份	年指數
1	2002	-7.39	1974	8.02
2	1963	-6.90	1998	7.80
3	1993	-6.51	1953	5.60
4	1980	-5.56	1956	4.82
5	1995	-4.79	2000	4.13
6	1965	-4.12	1969	4.09
7	1955	-3.54	1990	3.88
8	1976	-3.37	1984	3.61
9	1991	-3.20	2001	3.14
10	1999	-2.97	1988	2.85
11	1961	-2.93	1985	2.50
12	1962	-2.86	1951	2.49
13	1997	-2.79	1981	2.45
14	1982	-2.54	1986	2.14
15	1979	-2.33	1970	2.09
16	1954	-2.29	1975	2.08
17	1964	-1.97	1966	1.80
18	1983	-1.95	1978	1.71
19	1958	-1.89	1997	1.64
20	1971	-1.45	1959	1.36
21	1957	-1.07	1987	1.16
22	1989	-0.55	1960	1.05
23	1952	-0.55	1992	0.86
24	1967	-0.22	1972	0.78
25			1973	0.76
26			1968	0.58
27			1994	0.31
28			1996	0.17

表 9. 逕流量與第一 EOF 年序列之比較。

年份	平均流量 (10 ⁹ m ³)	流量距平(R)	年指數 (I)	乾溼排序	R/I
1991	558	-135	-3.20	D3	42
1992	834	141	0.86	W2	164
1993	419	-274	-6.51	D1	42
1994	748	55	0.31	W3	177
1995	531	-162	-4.79	D2	34
1996	669	-24	0.17	W4	141
1997	603	-90	-2.79	D5	32
1998	836	143	7.80	W1	18
1999	681	-12	-2.97	D4	4
2000			4.13	W1.1	
2001			3.14	W1.2	
2002			-7.39	D1a	

1949~1999 全島總平均 = 693 x 10⁹ m³。

表 10. 每一行爲得自相同 10~11 年之合成年雨量或雨峰日，分母爲氣候值，鞍部的乾旱年份即高雄的豐水年份，餘類推。

	EOF2		EOF3		
	D 4795 5155	W 6017 5155	W 2063 1864	D 1685 1864	
鞍部	9月17日 10月16日	11月1日 10月16日	6月13日 5月30日	5月17日 5月30日	新竹
阿里山	W 5022 4229	D 3628 4229	W 5052 4229	D 3928 4229	阿里山
	7月5日 7月8日	7月1日 7月8日	7月10日 7月8日	7月4日 7月8日	
高雄	W 2382 1880	D 1405 1880	D 2376 2609	W 3141 2609	大武
	7月9日 7月13日	7月8日 7月13日	7月16日 7月30日	8月13日 7月30日	

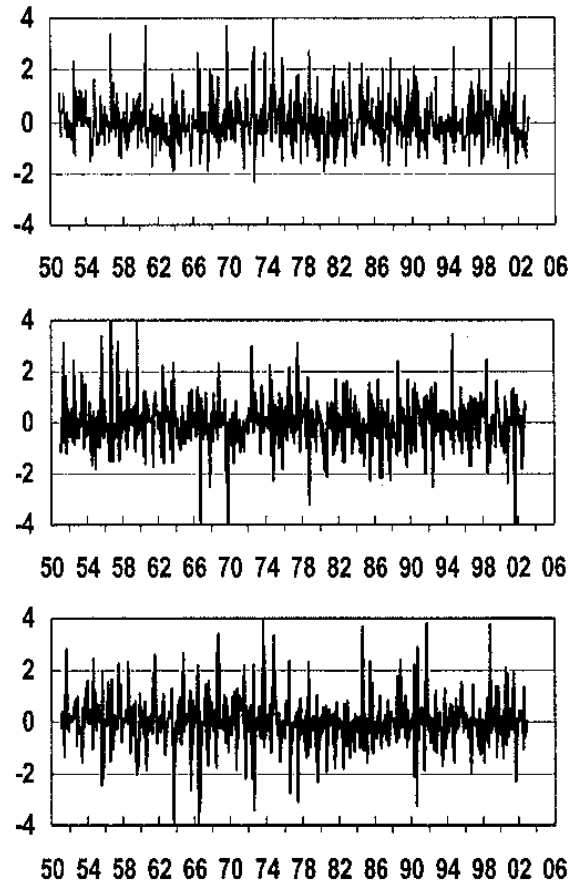


圖 1. 第一、二、三 EOF 之時間分佈，以各自的 Standard Deviation 爲單位。

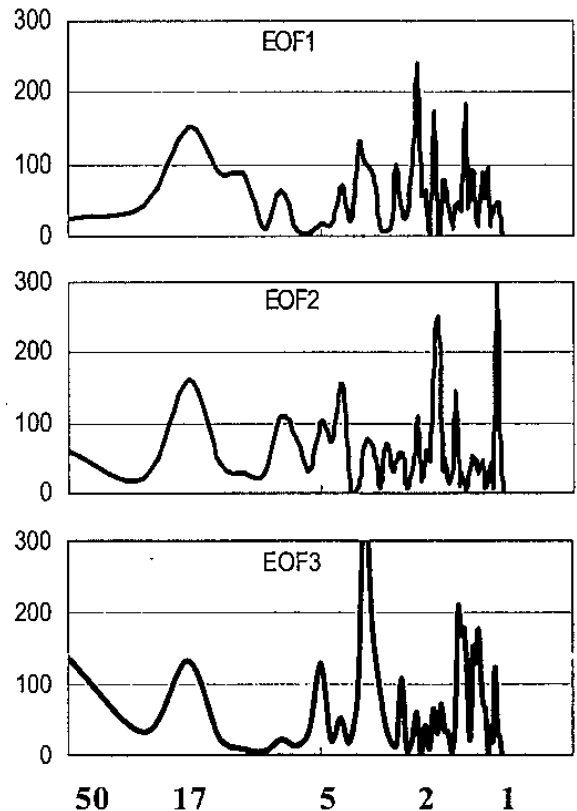


圖 2. 第一、二、三 EOF 時間序列之 Fourier 係數平方 (mm²) 值之分布。橫軸是週期以年爲單位。

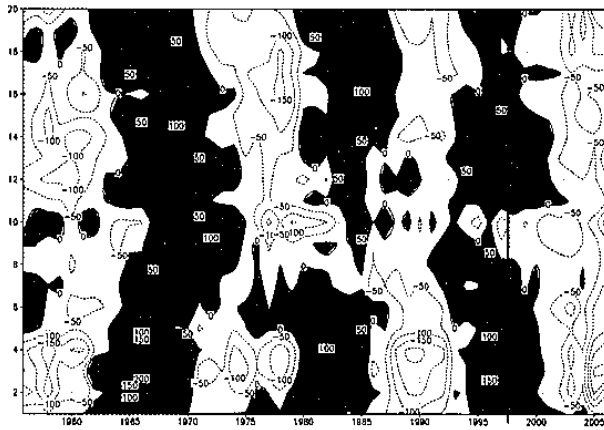


圖 3. 十一年雨量之線性回歸斜率，mm/year，
x 軸：年，y 軸：測站編號。

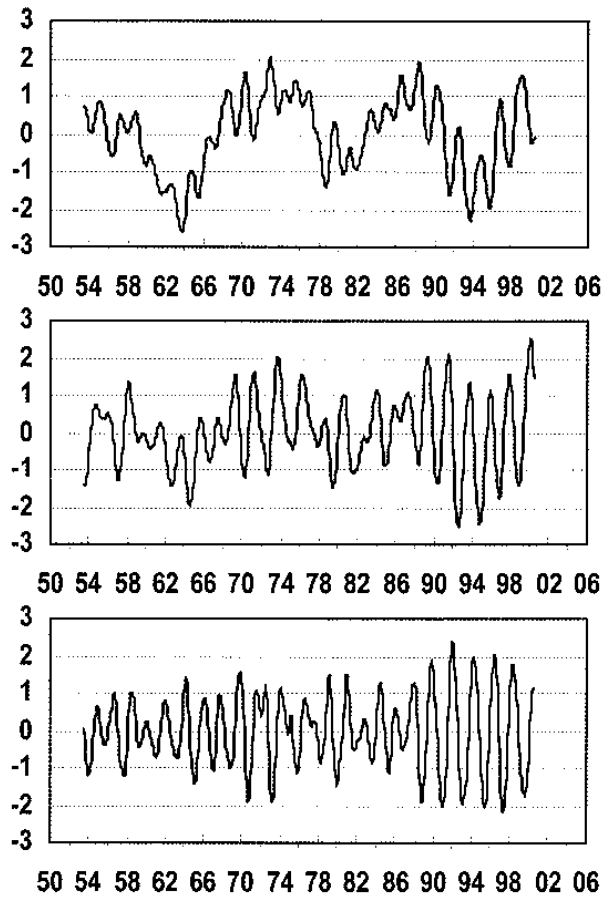


圖 5. 第一 EOF，最大延遲數為 5 年之子序列，
SSA1 (上)、SSA2 (中)、SSA3 (下)。

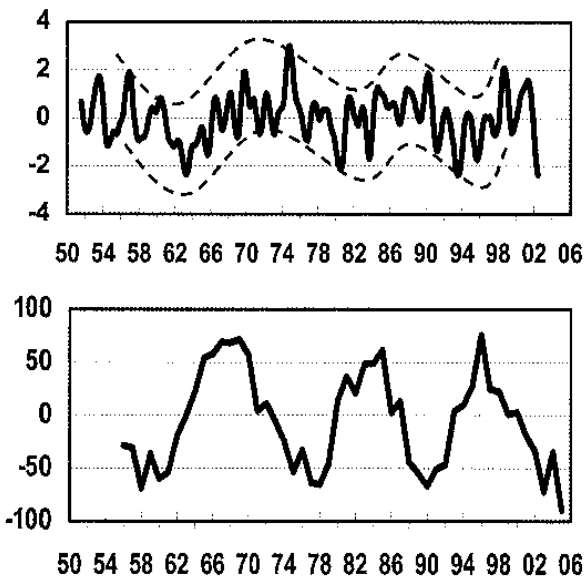


圖 4. 上：第一 EOF 之第一子序列 (SSA1)。
下：全島平均之 11 年降水趨勢，mm/year。

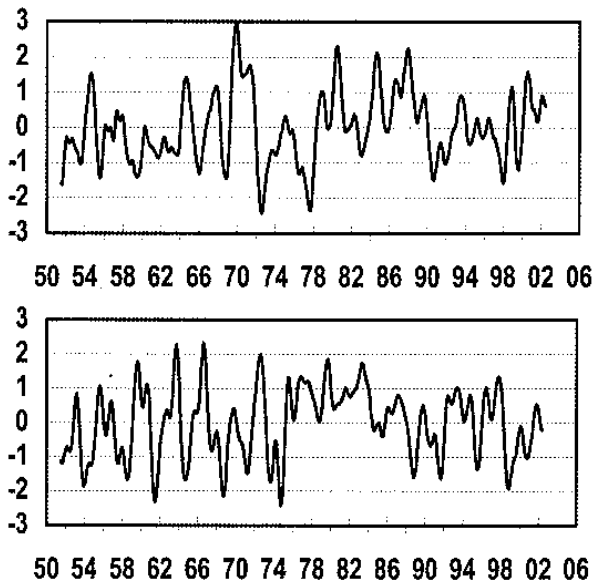


圖 6. 第二 EOF 的第一子序列 (上) 及第三 EOF
的第一子序列 (下)。