

台灣與全球雨量長期變化研究: 1920-1995 變化趨勢

盧孟明 麥如俊

中央氣象局氣象科技中心

摘要

本報告分析了 1920-95 年這段期間台灣與全球雨量變化趨勢的特徵。結果顯示，以台灣全年平均雨量而言，75 年來有減少的趨勢。若以不同季節來看，夏季(六至八月)的減少最明顯，秋季(九至十一月)反有增加的趨勢。以全球總降水量而言，最濕的年份出現在 1965 年左右，最乾的年份出現在 1935 年左右，自 1950 年以後夏半年(五至九月)降水總量有減少的趨勢，而冬半年(十至四月)降水總量是增加的。對台灣而言，1965 年左右卻是偏乾而 1935 年左右是偏濕的。台灣降水和全球平均降水距平的符號相似性在秋季和初冬(九至十二月)較高，夏季(七至九月)較低。

台灣和全球平均降雨的趨勢不盡相似顯示降雨長期變化趨勢的區域和季節性特徵是非常重要的。東亞沿海區域的夏季降雨趨勢在南北方向的差異較大，秋季則在東西方向的差異較大。我們推測台灣和南方的菲律賓與北方的江淮流域距平符號在不同季節的相似程度很可能是由西太平洋副高強度的長期變化趨勢所控制；台灣全年平均降水和太平洋海溫年代際振盪(PDO)的相位關係強烈暗示西太平洋副高強度乃隨 PDO 而變。因此，欲了解台灣氣候如何變化，必須要繼續研究東亞沿海區域的長期雨量變化趨勢和 PDO 與西太平洋副高特徵彼此之間的關係究竟如何。

一、前言

本研究工作的主要目的在於嘗試辨識出世界上與台灣降雨量的長期變化趨勢和年際變化有明顯關係的區域，並分析這些關係的可能形成原因，進而推斷出對台灣氣候變化具有控制作用的重要大尺度流場型。

二、資料

本研究所使用的資料有台灣測站與 Dai et al. (1997)所分析的全球地面測站兩組降水資料，均為逐月資料。所用的 16 個雨量測站是以資料連續長度大於或等於 50 年，並且缺資料比例小於資料全長(1900-95)的 10%為選取標準。Dai et al. (1997)分析的全球陸地降水資料解析度為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ ，資料的長度雖是從 1900 至 1995 年，但以 1951-90 年的資料較為完整。資料形式是根據 1951-79 的平均作為氣候標準所計算的距平值。關於資料的分析與品質方法在 Dai et. al. (1997)中有詳細的說明。若仍以資料長度大於或等於 50 年，並缺資料比例小於資料全長(1900-95)的 10%為選取標準，總共有 1602 個格點資料達此標準。

為了比較 Dai 降水資料與台灣測站資料的相似性，我們利用 Dai 在經度 $110^\circ-125^\circ\text{E}$ 和緯度 $20^\circ-30^\circ\text{N}$ 範圍內資料完整的 24 個格點的平均值代表台灣附近的降水量，結果發現兩組資料在冬季(一、二、三月)的相關性最好，相關性最差的是五月。總體而言，兩組資料的相關性不低，大多可達 99.9% 信心度(相關係數 >0.6)。

三、變化趨勢

1. 近 75 年台灣降水變化

圖 1a-1 是台灣 16 個測站平均降水標準化後的三個月平均距平值，顯示降水長期變化隨季節的不同差別甚大。從各個季節降水變化的 75 年線性趨勢來看，下降趨勢最明顯的季節為夏季(六、七、八月)，在 1935-65 期間約為 10mm/year ；而上升趨勢以秋季(九、十、十一月)最明顯，約為 5mm/year 。平均而言，夏季台灣雨量有下降的趨勢，秋季有上升趨勢；冬季和春季雖然線性趨勢較不明顯，週期約為 20-30 年左右的年代際變化卻是非常明顯。

以冬季和春季的降水而言(圖 1b)，三〇年代

屬多雨期，五〇與六〇年代屬少雨期，而七〇年代末期轉為多雨。因此，較為明顯的轉變期一次出現在 1940-45 年左右，

夏季降水（六、七、八月）的長期變化和春季不同，圖 1f 顯示降水趨勢的主要轉變期出現在 1950 年左右，較春季的氣候轉變期為晚。至於晚春和梅雨季（四、五、六月，圖 1d），除了有一個與夏季相同的 1950 年左右的轉變期之外，還有一個在 1975 年左右稍早於冬季轉變期的轉變，降水從之前的少雨轉為多雨。另外，秋雨（九、十、十一月）的降水趨勢主要轉變期出現在 1952-59 年左右，雖然在 1985 年左右出現了下一波的轉變跡象，但直至 1995 年還未完全進入乾期。從這些有限的資料發現，不同季節的氣候轉變期各不相同。整體而言，1950 年左右是近 75 年來台灣區域降水最主要的轉變期，梅雨和夏季雨量從 1950 年之前的偏多轉為之後的偏少，秋雨則從之前的偏少轉變為之後的偏多。從以上這些特徵我們可以看出，季節的區分對於瞭解台灣降水的長期變化甚是必要。

2. 近 75 年全球平均降水變化

全球降水的長期變化趨勢是否隨著季節而不同？我們把我們把從 1920 至 1995 年經 20 年移動平均平滑的全球（共有 2112 個格點）三個月平均降水的距平值顯示在圖 2a-1，各個季節的線性趨勢斜率也標示在圖中。首先，1965 左右偏濕的這一個特徵大致上出現在每一個季節，必且以八至十月最明顯。另外，除了在亞洲夏季季風期（六至九月）全球降水的 75 年變化是下降的趨勢以外，在其他季節都是上升的趨勢，雖然變化斜率相當小。還有一個值得注意和變化斜率季節性差異有關的特徵是，1965 年以後六至九月的偏乾現象愈見明顯，最近二十年的七、八、九月（圖 2g）偏乾的距平幾乎是前一個乾期（1930-1940）的兩倍，並且及至資料結束的時期其偏乾程度仍與 1950 年以前相當。這個現象在其他月份的降水都沒有出現。

比較圖 1a-1 與圖 2a-1 後我們發現大部分季節台灣降水的長期變化趨勢和全球平均降水變化並不相似，各個季節的台灣降水和全球平均降水之 75 年相關係數也甚低。

四、總結

我們的分析結果（詳參盧與麥 2002）簡要總結

如下。1920-95 期間台灣降雨有明顯的長期變化趨勢，這些趨勢必須分別從全年、夏季與秋季的降水特徵來探討。以全年累積降水而言，1920-95 的變化趨勢為減少。這種減少的趨勢以夏季雨量最為明顯，秋季的雨量變化反而是增加的趨勢。另外，我們發現以全球總降水量而言在 1920-95 期間最濕的年份出現在 1965 年左右，最乾的年份出現在 1935 年左右，自 1950 年以後夏半年（五至九月）降水總量為減少的趨勢，而冬半年（十至四月）降水總量是增加的趨勢。但是對台灣而言，1965 年左右是偏乾的，1935 年左右則是偏濕。從台灣降水和全球平均降水距平的符號相似性來看，秋季和初冬（九至十二月）相似性最高，夏季（七至九月）相似性最低。

台灣降水和全球平均降水距平符號的一致性檢查結果顯示，全年累積降水 1920-95 變化趨勢比較明顯的區域當中除了台灣附近的趨勢是減少的之外，其他趨勢為減少的地方還有南亞喜馬拉雅山南麓，非洲的 0°-20°N 熱帶與亞熱帶區域，和澳洲東方鄰海附近。趨勢為增加的區域較廣，有美洲大陸落磯山脈與安地斯山脈以東的廣大區域和阿拉斯加與加拿大的西北海岸阿留申群島以東區域、北歐烏拉山以西的區域以及澳洲陸地的東南與西北部。在南亞和東南亞方面從印度半島往東到西太平洋的海陸交錯區域顯示降雨趨勢在東西方向是相當有變化的，台灣以東的趨勢是減少而台灣以西的大陸東南區域則有些微的增加趨勢，使得台灣的降雨趨勢特徵和中南半島北部尤其是緬甸附近顯得有所區隔。

分季比較了全球平均乾期（1935-44）、濕期（1966-75）和濕期的差異後，我們發現在夏季六至八月東亞沿岸區域的變化趨勢南北配置和前面討論的全年累積降水的結果類似，但是九至十一月台灣和南方的菲律賓與北方的江淮平原距平符號的一致性大大提高，進一步驗證了台灣降水和全球平均降水距平的符號相似性以秋季和初冬最高的結果。Chang et al. (2000) 在分析大陸東南沿海區域和長江梅雨的年際與年代際變化時指出五、六月大陸東南沿海區域和長江流域的雨量變化是否同調主要取決於西太平洋副高的強度與脊線位置和形狀，而西太平洋副高的強度又受到赤道東太平洋海溫距平的控制。當赤道東太平洋海溫距平偏高時（1978-96）西太平洋副高的強度較強，往西擴展的範圍較大，因而比較有機會出現大陸東南沿海區域和長江流域的雨量距平相反的現象；

當赤道東太平洋海溫距平偏低時(1951-77) 西太平洋副高的強度較弱，位置比較偏東，比較有機會出現大陸東南沿海區域和長江流域的雨量距平符號相同的結果。由此，我們推測台灣和南方的菲律賓與北方的江淮流域距平符號的差異或一致性很可能是由西太平洋副高強度長期變化趨勢所造成的。

許多文獻指出類似於 ENSO 的太平洋海溫距平配置型態有十年以上稱為 PDO 的長週期變化 (Zhang et al. 1997)，1977 年之後是赤道東太平洋的 PDO 暖期，所伴隨的西太平洋副高的強度較強。西太平洋副高脊的氣候特徵在夏季可西深入亞洲大陸東岸，而秋季退出大陸東撤到西太平洋海 (LinHo and Wang 2002)。因此伴隨 PDO 的西太平洋副高的增強趨勢支持我們看到的夏季六至八月東亞沿岸降水變化趨勢在長江以南和以北符號相反，但是在九至十一月台灣和南方的菲律賓與北方的江淮平原降水距平符號相同而與日本一帶符號相反的結果。另一方面，PDO 在冬半年(十一至四月)中高緯度西太平洋海溫偏低，海平面氣壓偏高，這些特徵台灣以北的東海與日韓一帶的九至十一月降水變化均為下降趨勢也是一致的。

本研究雖然沒有分析台灣降雨變化趨勢的分區特徵，但是結果支持 Hsu and Chen (2002) 所指出的若分季節來看，東部與北部雨量的增加主要是發生在春、秋兩季，而南部雨量減少主要是發生在夏季。換言之，台灣全年平均降雨顯示的東北部有增加趨勢而南端有減少趨勢(Hsu and Chen 2002)和整個華南區域的降水變化趨勢是一致的，只是因著台灣本島的獨特地形與地理位置會因測站位置不同而加強或減弱同樣的大尺度氣候訊號。

五、參考文獻

- 盧孟明，麥如俊，2002: "台灣與全球雨量長期變化研究(一): 1920-1995 變化趨勢"。投稿大氣科學。
- Chang, C.-P., Y. Zhang and T. Li, 2000: Interannual and interdecadal variations of the East Asian summer monsoon and tropical Pacific SSTs. Part II: Meridional structure of the monsoon. *J. Climate*, 13, 4326-4340
- Dai, A., I. Y. Fung and A. D. Del Genio 1997: Surface observed global land precipitation variations during 1900-1998. *J. Climate*, 10, 2943-2962.
- LinHo, and B. Wang, 2002: The time-space structure of the Asian-Pacific summer monsoon – a fast annual cycle view. *J. Climate*, 15,2001-2019
- Hsu, H.-H., and C.-T. Chen, 2002: Observed and projected climate change in Taiwan. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 79, 87-104.
- Zhang, Y., J. M. Wallace, and D. S. Battisti, 1997: ENSO-like interdecadal variability: 1900-1993. *J. Climate*, 10, 1004-1020.

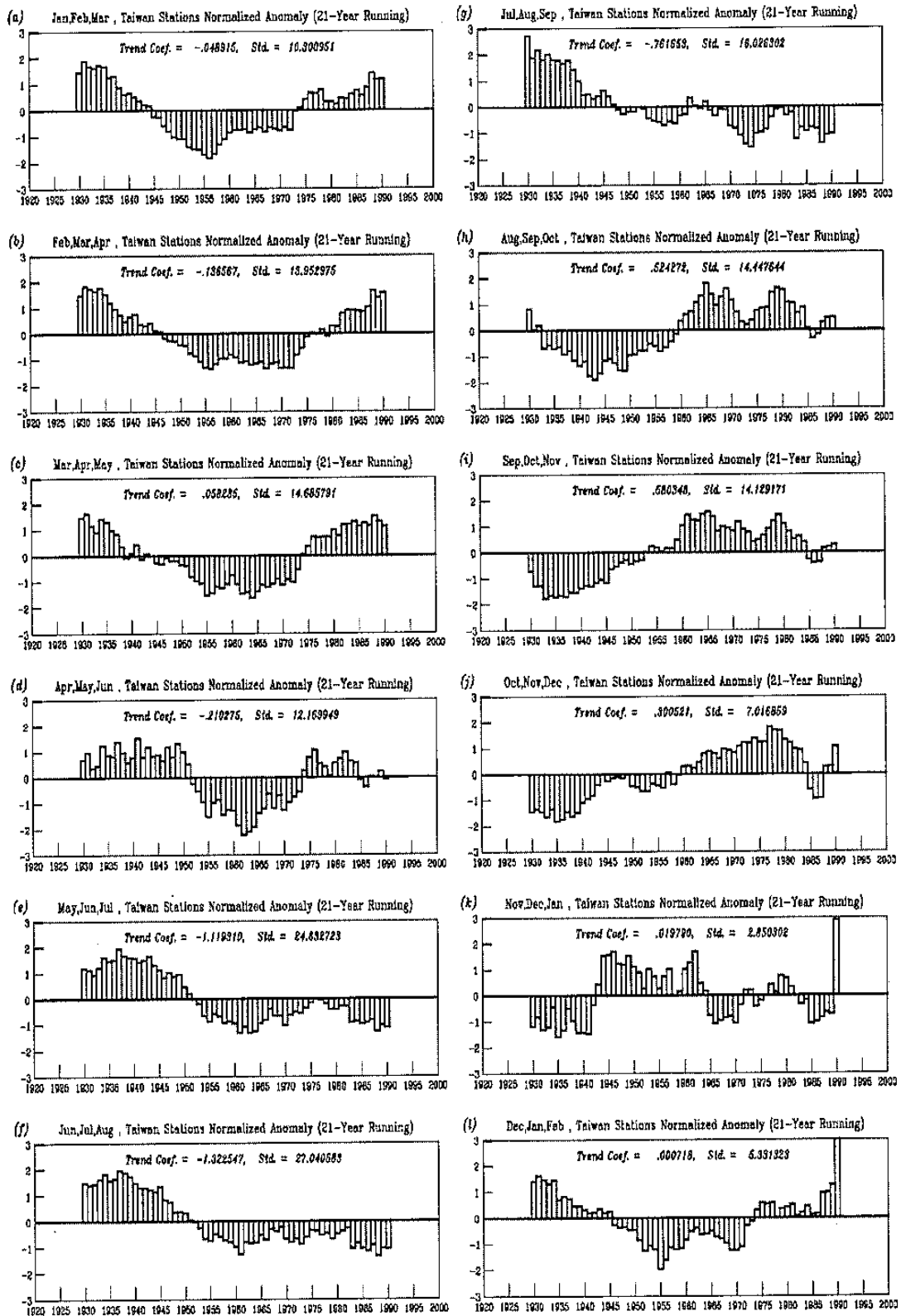


圖 1. 台灣測站平均之逐季（三個月）累積降水標準化距平長期變化趨勢，其距平值為經 20 年移動平均後之結果。

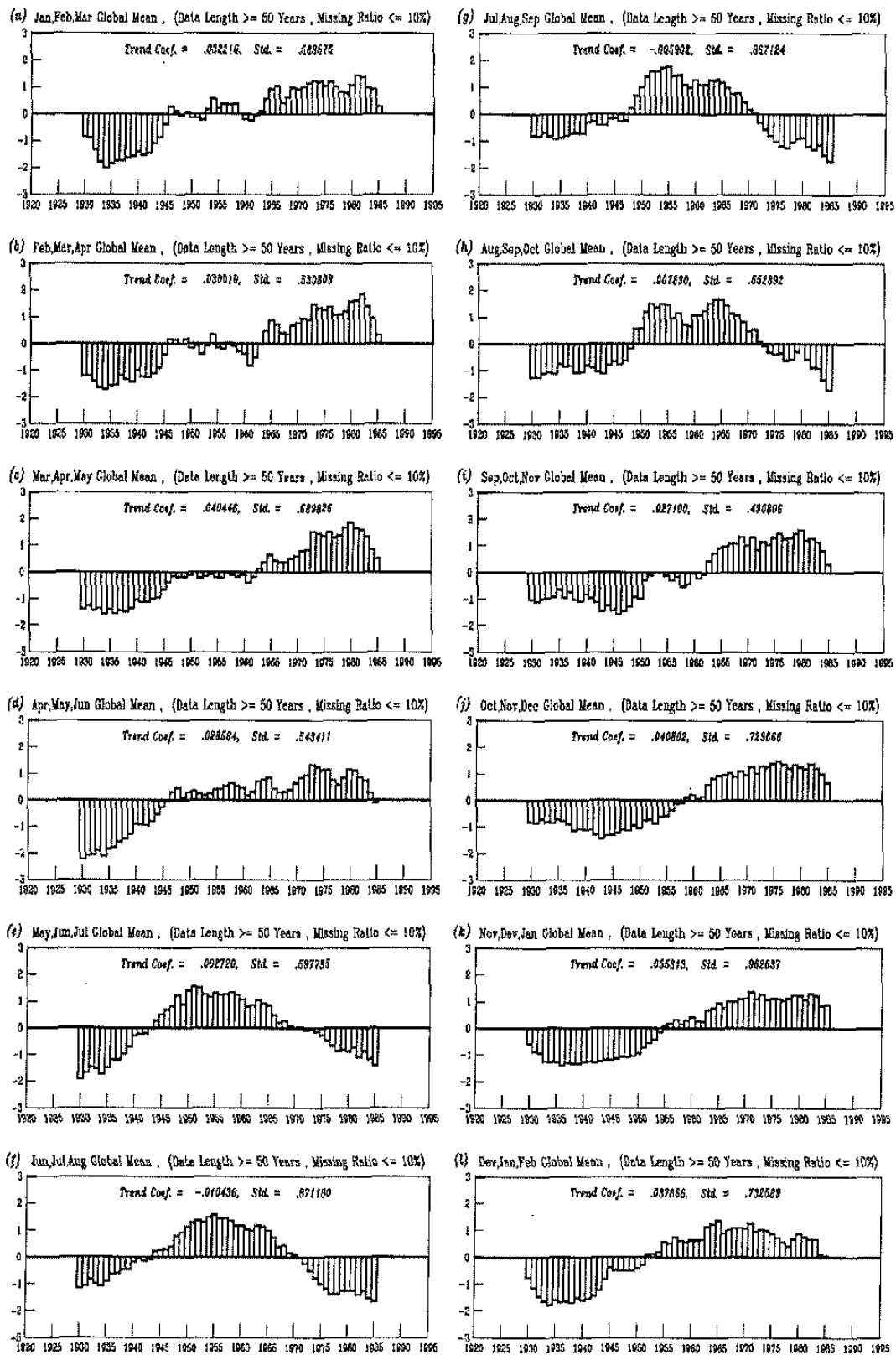


圖 2. 全球平均之逐季（三個月）累積降水標準化距平長期變化趨勢，其距平值為經 20 年移動平均後之結果。