

# 以臺灣分區雨量指數分析百年來降雨變化

林和駿 洪致文

國立臺灣師範大學 地理學系

## 摘要

本研究取用 1897-2010 年雨量資料，利用臺灣自然地形為分區，將臺灣島分為西北、西南、東北及東南四個區域，分別計算各區域的降雨指數以探討其雨量變化。結果顯示臺灣島整體降雨雖然集中在五月開始的梅雨季（五、六月）、夏季（七、八月）到秋季（九、十月），而冬季（十一、十二、一月）及春季（二、三、四月）屬於雨量較少的乾季，但是各分區降雨指數卻明顯有南北及東西的差異：西半部受梅雨季降雨影響大，東半部秋季降雨較多。西北區主要降雨時段為梅雨季；西南區降雨集中在夏季及梅雨季，其中颱風季較多；東南部降雨最主要是秋季及夏季；東北部降雨則全年變動幅度最小，冬季降雨冠全台；此外，四個地區到了梅雨都有顯著的季節降雨。若以年代及年代際變化來看，冬季降雨除了東半部在 1940 - 1950 年代有較多降雨，而秋季及春季在西半部有明顯的年代際變化，並與北太平洋年代際震盪（PDO）有關係。過去百年臺灣秋季降雨有緩慢增加的趨勢，而春季降雨卻是緩慢減少，這個現象是個值得水資源管理單位注意的問題。

關鍵字：臺灣降雨指數、雨量、季節、分區

## 一、前言

過去地理及大氣科學界對臺灣地區氣候分區的研究很多，如蔣丙然（1954）、劉衍淮（1963）及萬寶康（1974）使用柯本氣候分類系統，陳正祥（1957）使用桑士偉分類系統，邱祈榮等（2004）則使用崔瓦沙氣候分類系統，但多為考量植物生長所制定出來的，參酌雨量、溫度等多參數的分區研究。若單就雨量變數而言，目前最常使用的為中央氣象局預報作業使用的四分區：北區（台北、基隆、桃園、新竹苗栗）、中區（南投、台中、彰化、雲林、嘉義）、南區（台南、高雄、屏東）及東區（宜蘭、花蓮、台東）。吳與陳（1993）以 1942-1991 年 16 個氣象局綜觀測站溫度及雨量資料，用群落分析法，將臺灣地區氣候區分為七區：北部（台北、新竹、彭佳嶼），北海岸（基隆），東北部（宜蘭），中部（台中、日月潭），西南部（澎湖、台南、高雄），東部（花蓮、成功、

台東、大武、恆春），及山地（阿里山），各個季節的分區結果略有不同，其中以夏季及梅雨季大武站歸屬南部區域的差別最大。並指出此分區方法的結果顯示，大尺度環流及擾動受到地形，特別是中央山脈的阻擋形成不同的氣候區。

本研究為了強調各區域的差異，又不希望區分太多區而造成應用上的困擾，故以四區為基本分區概念，利用臺灣地形特性及降雨的空間特性來區劃。

## 二、使用資料與研究方法

(一)資料：

本研究使用與臺灣降雨指數日資料（TCCIP-TRI-dex；洪，2012）相同來源的測站資料，該資料時間為 1897-2010 年，測站數最多時達到 1182 個站，遍佈全臺灣本島。臺灣降雨分區指數以此測站資料為主，進行分區

研究。分區除了考量臺灣島地形之外，也參考降雨的空間分布。

降雨空間分布使用 TCCIP 臺灣降雨網格資料，該資料為日累積值，經過空間補遺，資料時間為 1960-2009 年，空間解析為 1km x 1km (翁與楊，2012)，作為檢視臺灣本島的降雨特性，以供分區之參考。

在分區雨量資料特性的年代際變化分析與討論時，使用了 20th century reanalysis data (Compo et al., 2011) 的環流場資料、Hadley centre 的月平均海溫資料 (Rayner et al., 2003)、及 Pacific Decadal Oscillation (PDO) Index (Mantua et al., 1997)。

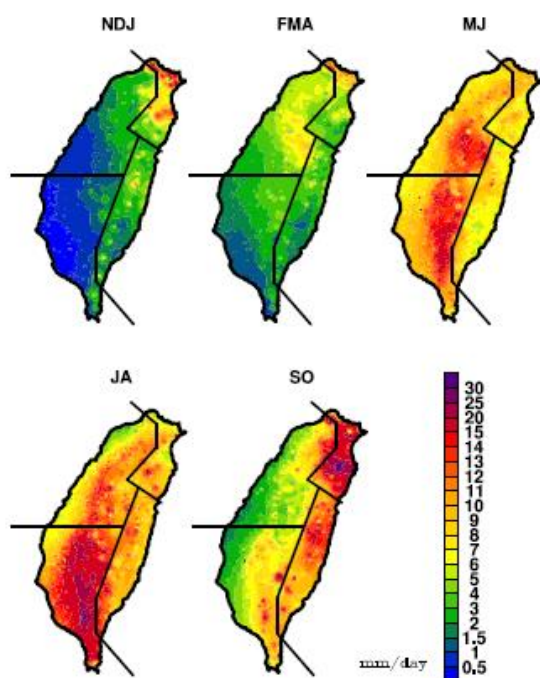


圖 1. 五個自然季節各自的台灣本島降雨空間分布 (資料取自 TCCIP-臺灣降雨網格資料)。

## (二) 分區方法：

臺灣地形陡峭，山勢起伏變化大，主要山脈走向為南北方向，且臺灣位處東亞季風區，冬季、夏季常有固定風勢，因此容易將雨水留在迎風面，形成地形雨。如圖 1 所示，冬季 (NDJ) 降雨集中在北海岸及東北地區；春季 (FMA) 則移往西北部地區；臺灣梅雨季 (MJ)

全臺雨量普遍增加，但以山地的西側增加較多；夏季 (JA) 雨量也多半出現在山的西側，極大值出現在南部山區的西側，此時西北部海岸的降雨則偏少；秋季 (SO) 雨量集中在山脈的東側，其中最大值則出現在蘭陽平原南側的山區。不同季節有不同的降雨分布，隨著冬季到夏季再到秋季的時序，大致上降雨極大區是圍繞著臺灣中央山地而逆時針繞行，而且季節性盛行風向的迎風面降雨較多，如冬季的東北部、夏季的西南部降雨都明顯多於背風面。因此，選用能將臺灣東西及南北切割的分區方法，會是比較好的方式。

我們將分區的主要分界線定在臺灣主要山脈的稜線上，切開臺灣為東西兩半，加上濁水溪雪山-中央尖山連線，切開臺灣分為南北兩區 (如圖 2 黑色線)。分區後的測站數目，西北、西南、東北、及東南區分別為 386、589、87、及 114 個站。

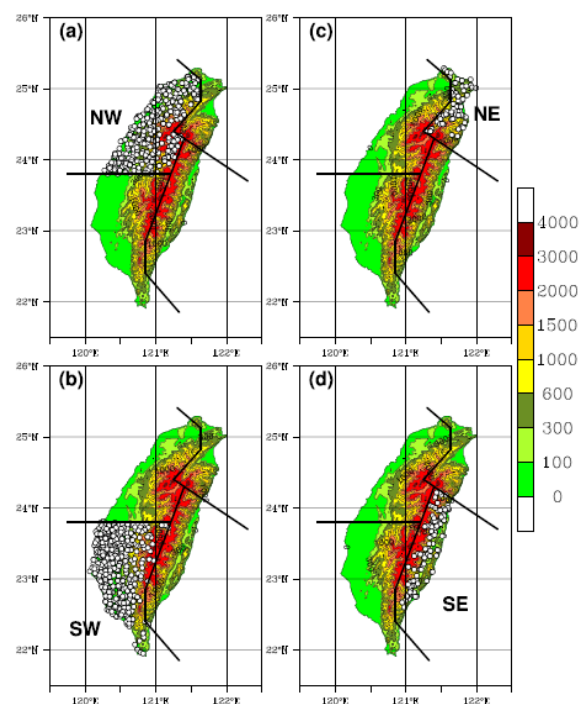


圖 2. 臺灣地形圖、四區降雨分區及其雨量測站分布圖：(a) 西北區 (NW) 386 個測站，(b) 西南區 (SW) 區 589 個測站，(c) 東北區 (NE) 87 個測站，(d) 東南區 (SE) 114 個測站。測站以白圓餅表示。

(三) 指數計算：

將上述分區方法套用於臺灣測站，每一分區雨量指數的計算比照 TRI-dex 指數（洪，2012）製作方法：單一測站日雨量除以該站的年總雨量平均值，再將該分區各站（測站分布如圖 2）的值平均起來，就完成此區當天的分區雨量指數。以下將分別就四區雨量年循環圖及分季年平均雨量圖，檢視分區雨量指數在各季不同的特性，並討論上述特性可能衍生出的科學議題。

### 三、結果與討論

(一) 分區雨量特性：

1. 年循環特性：

臺灣降雨主要來自於梅雨季及颱風雨的貢獻，本研究將颱風季前期（JA）稱為夏季，颱風季後期（SO）稱為秋季，各區降雨的年循環如圖 3 所示。

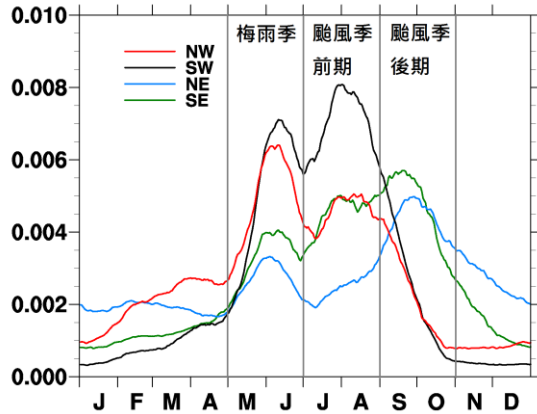


圖 3. 分區雨量指數年循環圖

2. 年代際變化特性：

檢視分區雨量指數的二十一年滑動平均變化（圖 4），發現以下的年代際變化特性為：夏季（JA）東北區及秋季（SO）各區雨量有增加趨勢；春季（FMA）各區及梅雨季（MJ）東北、東南區有減少趨勢；夏季（JA）西北、東南區雨量大致持平；春季（FMA）各區、秋雨（SO）西半部、及夏季（JA）西南區有週期性年代際

變化；而西北及西南區春雨、秋雨反相位，1960-1970 東北區的秋雨明顯增加、秋雨明顯減少。

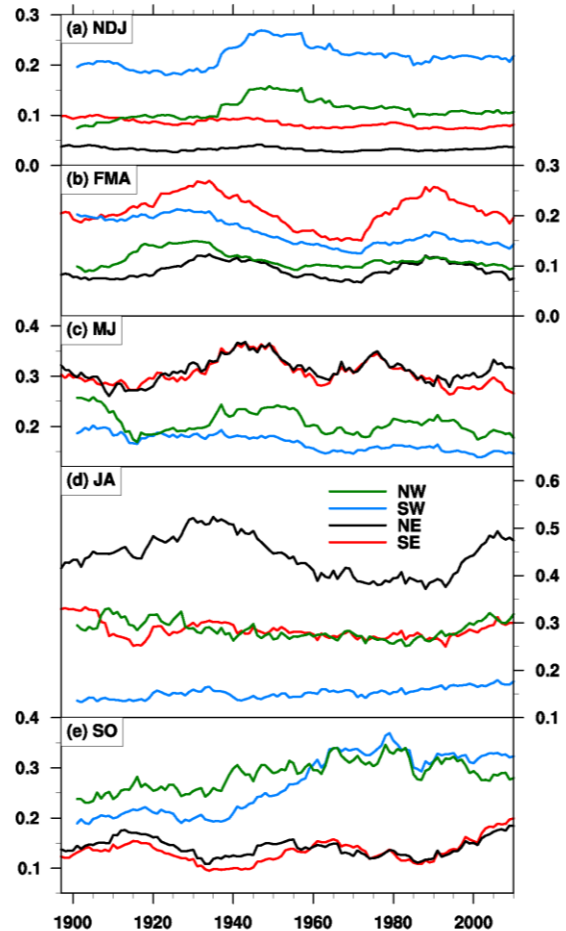


圖 4. 各季節分區降雨指數的年代際變化：(a) 冬季 (b) 春季 (c) 梅雨季 (d) 夏季 (e) 秋季。

3. 各區重要的季節降雨分別為：

西北區除了梅雨季、夏季的降雨多，春雨為全台之冠，也是重要的春耕水源，重要性不小；西南區降雨集中在夏季及梅雨季；東北區降雨季節變異最小，秋季、冬季及梅雨季示最主要的降雨季節；東南區則是自梅雨季、夏季、到秋季降雨達到最多。

以上為依據分區雨量指數所整理出的臺灣島降雨的時空分布特性，值得注意的是，西半部地區的春雨及秋雨之年代際變化呈現週期

性震盪，並有春季降雨及秋季降雨反相位的變化，下一段將討論造成此現象的大尺度環流特徵。

(二) 西半部春雨、秋雨反相位之大尺度環境場分析：

西北區及西南區的春季降雨與秋季降雨年代際變化呈現反相位，也就是春季降雨（圖 5a）較多（少）的年代秋季降雨（圖 5b）較少（多）。將秋季降雨減去春季降雨並減去簡單線性趨勢後，得到一組能凸顯此一年代際變動的指數（圖 5c），此一指數與 PDO 指數的年代際變動相仿但是反相位，兩者的相關係數為 -0.87。取圖 5c 三個極值年（1934、1965、1988）及其前後七年共十五年代表各個時期，計算後一個時期減去前一個時期（也就是 1981-1995 減去 1958-1972、1958-1972 減去 1927-1941）的環境場。結果如圖 6 顯示，春雨較多（少）的時期，赤道太平洋東側海溫較高（低），而中太平洋中緯度則海溫較低（高），這種約二十年的海溫變化，正是 PDO 影響之下的結果。

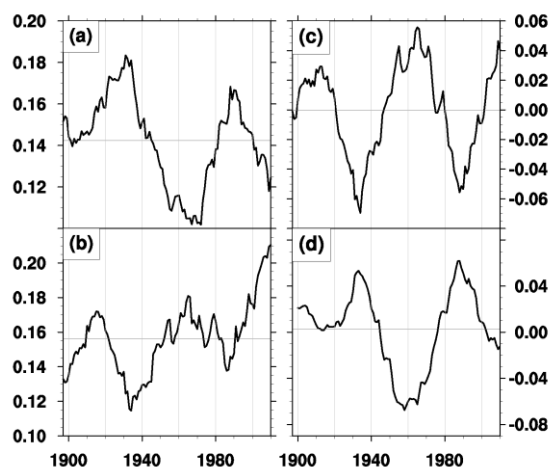


圖 5. 各項指數年代際變化 (a) 春季降雨 (b) 秋季降雨 (c) b 減去 a 之後，除去簡單線性趨勢 (d) PDO。本圖皆由年際資料取二十一年滑動平均得來。

Hung et al. (2004) 曾經探討臺灣北部氣

象局綜觀測站（鞍部、臺北、彭佳嶼及淡水）春季（FMA）降雨與 PDO 之間的關係，指出赤道東太平洋海溫較高時菲律賓海附近形成反氣旋距平，並加深臺灣附近的槽線，此一現象與圖 6c 及 6d 的結果相同。

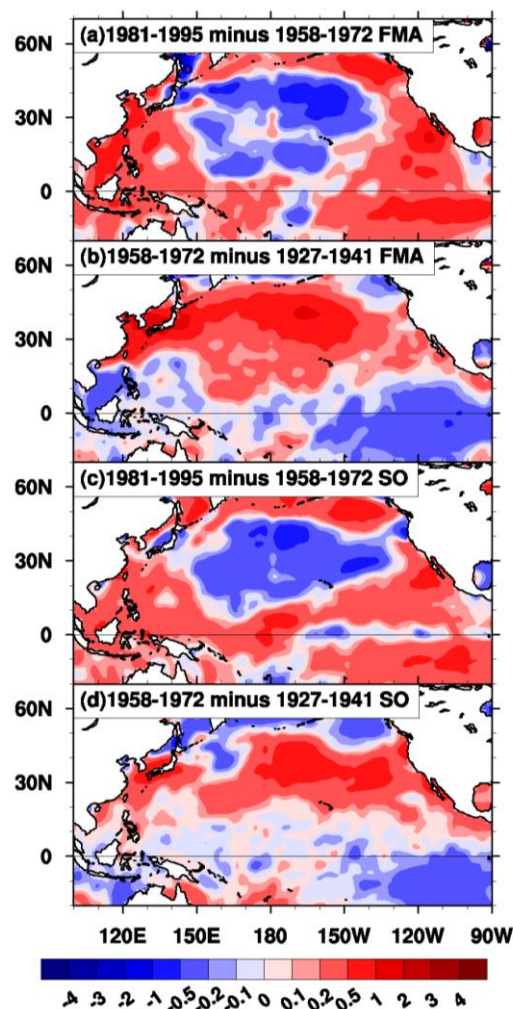


圖 6. 三個時期海溫的兩兩相減：(a) 春季 1981-1995 減去 1958-1972 (b) 春季 1958-1972 減去 1927-1941 (c) 與 a 相似，但為秋季 (d) 與 b 相似，但為秋季。

但本研究發現，檢視春季多（少）雨時期秋季的海溫距平，發現其配置與春季相當，如圖 6a、6c（圖 6b、6d），菲律賓海附近也有低層的反氣旋（氣旋）存在，如圖 7a、7c（7b、7d），但此時春季與秋季不同點，在於反氣旋及氣旋距平的位置更靠近臺灣，導致對臺灣的

影響是由反氣旋及氣旋距平本身的直接影響。而使得反氣旋距平出現的位置降雨變少，氣旋距平出現的位置降雨增加。

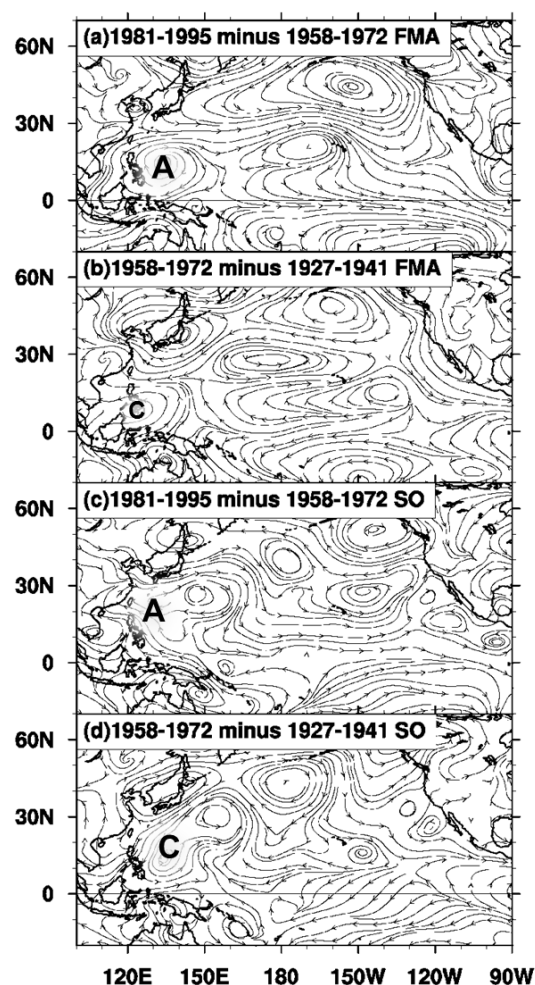


圖 7. 三個時期 850hPa 風場的兩兩相減：(a) 春季 1981-1995 減去 1958-1972 (b) 春季 1958-1972 減去 1927-1941 (c) 與 a 相似，但為秋季 (d) 與 b 相似，但為秋季。圖中以「C」及「A」標示菲律賓海附近的氣旋式及反氣旋式差距的位置。

#### 四、結語

分區雨量指數的年代際變化(圖 4)曲線顯示四區在不同季節有不一樣的關係：冬季(NDJ)臺灣東半邊(東北、東南區)的降雨有類似的年代際變化(圖 4a)；春季(FMA)

除了東南區變化不明顯之外，三者有相同的年代際變化，降雨指數大小則分為北邊與南邊兩群(圖 4b)；臺灣梅雨季(MJ)時，分為西部及東部兩群，西半部兩區不論數值大小或年代際變化都非常相似，東半部兩區數值較西半部小(圖 4c)；夏季(JA)西半部兩區年代際變化相似，東北區幾乎無年代際變化，東南區則有自己的年代際變化(圖 4d)；秋季(SO)雨量變化大致可以區分為東西兩群，1920 年之後東北區、東南區變化幾乎一致，東南、西南區變化一致(圖 4e)。

西北區及西南區的秋季及春季降雨之週期性年代際變化是反相的，而東北區的降雨則在 1960-1970 年代改變最大，春季減少而秋季增加。臺灣地區春季降雨與秋季降雨年代際變化的反相特性，與 PDO 的變化有關係，PDO 相位為正的時候，春季在菲律賓海有反氣旋距平引發臺灣附近較深的槽線，臺灣島降雨變多，而秋季原本在菲律賓海的反氣旋距平直接影響到臺灣而使此時期秋季雨量減少。

總結來說，以不同自然季節的降雨特性來看，本研究所使用的四分區的方法，大致上能區分出季節盛行風迎風面雨量較多的特性，包括：冬季東北部多雨、春季西北部多雨、梅雨季西半部多雨、夏季西南部雨特多、及秋季東部多雨等等。臺灣地形陡峭，許多降雨類型都有東西半部或是南北之分，分區雨量指數的建立除了能提供降雨氣候特性分析之外，期盼能作為非氣象界使用降雨資料的媒介，提供一個簡單使用、具長時間記錄的降雨變化資料。

#### 五、謝誌

本研究在國科會推動之「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置」(NSC103-2621-M492-001)，以及國科會計畫(MOST103-2111-M003-002)資助下所完成，特此感謝。



## 六、參考資料

- 邱祈榮、梁玉琦、賴彥任、黃名媛（2004），臺灣地區氣候分區與應用之研究，*台灣地理資訊學刊*，1，41-62。
- 吳明進、陳幼麟（1993），臺灣的氣候分區，*大氣科學*，21-1，55-66。
- 洪致文（2012），臺灣降雨指數（TRI）的建立與其分析應用，*地理學報*，67，73-96。
- 翁叔平、楊承道（2012），臺灣地區月降雨及溫度 1 公里網格資料庫之建立（1960-2009）及其在近未來（2015-2039）的氣候推估應用，*大氣科學*，40-4，349-369。
- 陳正祥（1957），*氣候之分類與分區*，國立台灣大學農學院實驗林。
- 萬寶康（1973），臺灣分區氣候與天氣之研究（一），*氣象學報*，19-4，1-19。
- 劉衍淮（1963），臺灣區域氣候之研究，*師大學報*，8，291-299。
- 蔣丙然（1954），*臺灣氣候志*，台灣銀行經濟研究室，台北。
- Compo, G. P., Whitaker, J. S., Sardeshmukh, P. D., Matsui, N., Allan, R. J., Yin, X., Gleason, B. E., Vose, R. S., Rutledge, G., Bessemoulin, P., Brönnimann, S., Brunet, M., Crouthamel, R. I., Grant, A. N., Groisman, P. Y., Jones, P. D., Kruk, M. C., Kruger, A. C., Marshall, G. J., Maugeri, M., Mok, H. Y., Nordli, Ø., Ross, T. F., Trigo, R. M., Wang, X. L., Woodruff, S. D. and Worley, S. J., 2011: The Twentieth Century Reanalysis Project. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 137, 1-28. doi: 10.1002/qj.776
- Hung, C.-w., H.-H. Hsu, and M.-M. Lu, 2004: Decadal Oscillation of Spring Rain in Northern Taiwan. *Geophys. Res. Letters.*, 31, L22206m
- Mantua, N. J., S. R. Hare, Y. Zhang, J. M. Wallace, and R. C. Francis, 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 1069-1079.
- Rayner, N. A., D. E. Parker, E. B. Horton, C. K. Folland, L. V. Alexander, D. P. Rowell, E. C. Kent, and A. Kaplan, 2003: Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century, *J. Geophys. Res.*, 108, 4407, doi:10.1029/2002JD002670, D14.