



EJ095198006037

臺灣地區年降水量的長期變動

A Study of Long Range Variation of Annual Precipitation in Taiwan Area

國立台灣師範大學地理學研究報告第六期 (1980)

陳國彥*
Kuo-yen Chen

SUMMARY

In this study, precipitation data obtained at 5 site in Taiwan from 1897 to 1978 were used to investigate the possible relationships between the annual precipitation and sunspot cycles in Taiwan.

The solid lines in Figure show the variation of the annual mean Zürich Wolf relative sunspot number (1897-1978) and annual precipitation for each station in Taiwan, respectively. Graphs of both data indicate clearly climatic cycle of about 80 years, and their phase are almost positively correlated with each other.

Comparison with Singapore case (Fig. 1, line a and b), the correlation between the 80 years sunspot cycle and annual precipitation exhibit remarkable opposite phase. In this figure also shows the years of Halley's Comet passing by the perihellion, these years are just coincide with the bottom of the graph line of sunspot cycle.

An analysis of the current cycle shows that the tendency of annual precipitation in Taiwan area should be coincide with those of sunspot cycle and the activity of Halley's Comet.

Based on studies of these relationships, the future weather of a place could be anticipated. Therefore, it would be useful for the long range weather forecasting in Taiwan area.

一、引 論

筆者曾利用新加坡的百餘年降水觀測資料與數百年太陽黑子觀測資料，分析過新

*國立台灣師範大學地理系客座教授

Visiting professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University.

加坡降水量的長期變動與太陽黑子的變動，發現兩者之間有一定的關係。^{1) 2) 3)} 現在筆者利用台灣的八十餘年降水觀測資料加以分析，希望從中研究出台灣地區降水量的長期變動與以新加坡為代表的低緯度地區有何異同之存在。

二、太陽的活動

太陽為地球上一切能源現象之主宰，其變化可導致高層大氣之氣溫變化與氣壓變化，從而演變成改變接近地面的對流層大氣環流的動態。

表示太陽活動最常用的方法就是採用太陽常數，太陽常數 (Solar Constant) 是假設當地球外沒有大氣，太陽光線正射於地球上，而日地距為平均距離時，地面上每一平方公分面積接受一分鐘時間的太陽熱量，以 $\text{Cal/cm}^2/\text{Min}$ 表示。但此常數苦於無長期觀測值以供研究太陽的長期活動。

關於太陽活動最早而最長的記錄是有關太陽黑子變動的觀測記錄。全球以周黎希 (Zürich) 天文台的觀測為準。它的觀測自 1749 年開始，並且可以上溯推算至西紀 1600 年。太陽黑子是指太陽表面的黑影以及包圍它的灰黑色半陰影而言，陰影的溫度因為比其周圍溫度低 1500°K ，故呈黑色。太陽黑子的活動以沃爾夫太陽黑子相對數 (Wolf Relative Sunspot Number) R 表示：

$$R = K (10g + f)$$

f 為黑子總數， g 為黑子羣之數， K 為觀測精度常數。太陽黑子的變動相當有規律，曾見有 7, 8, 11, 21, 25, 45 與 68 個月的週期，而 68 個月的兩倍即約 11 年的週期最為明顯 (圖 1a)。倘若配合以磁場的變動，又可以發現有平均 22 ~ 23 年之週期。

筆者利用周黎希天文台的 1749 年以來的沃爾夫太陽黑子相對指數的年平均值，作年距平三年滑動平均累積積分曲線，其作法為：先求全期間平均值，再求各年值對此平均值的距平，然後求此距平值的三年滑動平均值，最後按年代先後求其累積代數和，點成曲線即得 (圖 1a)。此曲線表示太陽黑子的活動有很明顯的約 80 年週期。

三、太陽黑子與氣候的變動

太陽的活動自然帶動太陽放射的變動，此種變動不可能不影響氣候的變動⁴⁾。布

1) 陳國彥 (1971) : "新加坡的降水變化" 南洋大學學報第五期 pp.101 ~ 111

2) 陳國彥 (1973) : "太陽黑子與新加坡年降水量的關係" 南洋大學學報第七期 pp. 52 ~ 56

3) 陳國彥 (1974/1975) : "新加坡乾兩年之初步分析" 南洋大學學報第八及第九期

4) 高橋浩一郎 (1961) : "氣候變動與太陽活動" 氣象研究ノート vol.12 No. 3 pp. 271 ~ 285

魯克 (Brooks, 1923)⁵⁾ 求得黑子數量和東非維多利亞湖水面高度的相關係數為 0.87, 河流量也按黑子週期而變。山本 (1951)⁶⁾ 認為日本的氣溫變化與太陽黑子 11 年週期有平行性變動。威烈 (Willet 1951)⁷⁾ 認為北半球各地的氣溫長期變動與太陽活動有平行性變化, 太陽活動盛時, 高緯度的氣溫即上升, 冰河即後退。金氏 (King 1975)⁸⁾ 研究 7 月的英國中部氣溫與太陽黑子的 22 年週期有振動性相關。

最先研究降水量與太陽黑子之間的關係者是羅克耶 (Lockyer, 1901)⁹⁾, 他認為印度的降水量在太陽黑子數極大與極小時較多。這種現象以後亦有多位學者加以證實。諸如季利 (Chree, 1924)¹⁰⁾ 的蘇格蘭研究認為在 1856~1921 年之間, 每 11 年的降水量都與太陽黑子數有相關, 太陽黑子在極大值時, 降水量亦較多。柯雷頓 (Clagton, 1946)¹¹⁾ 亦做了全球性的調查, 認為在 30°N~30°S 之間, 太陽活動盛時降水量豐富; 其他的地區則出現相反的結果。山本 (1967)¹²⁾ 也認為韓國漢城的初夏降水量及降水日數之 11 年移動曲線與太陽黑子的相對數有正相關的趨勢。桑大基 (Xanthakis, 1973)¹³⁾ 在其研究中指出高緯度的年降水量與太陽黑子 11 年週期有正相關關係; 然而在 60~70°N 的地區則出現負相關, 再低的緯度則於 1915 年以後為正相關。金氏 (King, 1973)¹⁴⁾ 在降水量方面亦指出在 35°N~55°N 之間受太陽黑子負相關的影響。南半球方面波恩 (Bowen, 1974)¹⁵⁾ 指出在 4.3°S~17°S 之

-
- 5) Brooks, C.E (1923) : Variation in the level of the central African Lakes Victoria and Albert. London, Met. Office, Geo, Mem. 20.
- 6) Yamamoto, T (1951) : On the secular change of the climate in Japan (II).
Geophys Mag. 22. 35-70, (III), 249-268.
- 7) Willet, H.C. (1951) : Extrapolation of Sunspot Climate relationship. J. Met. 8. 1
- 8) King, J. W (1975) : Sun-Weather Relationship, Aeronautics & Astronautics, 13, 10-19.
- 9) Lockyer (1901) : Sunspots and Rainfall. Q. J. 28 160
- 10) Chree, C (1924) : Periodicities, Solar & Meteorology. Q.J. 50 89-97
- 11) Clayton, H.H. (1946) : Sunspot Changes and Weather Changes. Smith Miss Coll 104, 19.
- 12) 山本武夫 (1967) : 歴史の流れに沿う日本とその周遊の氣候の變遷, 地學雜誌, 76(3) 115-141
- 13) Xanthakis J. (1973) : Solar activity and Precipitation. Solar Activity and Related Interplanetary and Terrestrial Phenomena. Edit. J. Xanthakis. Springer-Verlag. pp. 22-47.
- 14) King, J. W. (1973) : Solar radiation changes and the weather. Nature, 245, 443-446.
- 15) Bowen, E.G. (1974) : Kidson's relation between sunspot number and the movement of high pressure systems in Australia. Proceedings of Symposium on Possible Relationships between Solar Activity and Meteorological Phenomena.

間有負相關關係。馬坎 (Markham, 1974)¹⁶⁾ 在巴西的富塔利利 (Fortaleza) 與非洲三個地點的調查亦報告其年雨量與太陽黑子間有正相關的關係。由此可知，全球各地區的降水量，不管其為正或負均與太陽黑子的變動有關。

四、太陽黑子與新加坡的年降水量

筆者曾利用新加坡百餘年 (1869~1970) 的年平均降水量值，配合 (圖 1 a) 所述太陽黑子相對數年距平三年滑動平均累積積分曲線，用同樣的方法求得新加坡年平均降水量距平三年滑動平均累積積分曲線 (圖 1 b)。

對照此兩條曲線時可以看出，自 1880 年開始至 1900 年間是降水量較少的年份，此時期與太陽活動增強時期恰好為同一期間。相反地，1930 年前後在新加坡為降水量特多時期，在此期間又恰好是太陽活動減弱時期。1960 年以後新加坡降水量再度跌入最低期，而太陽活動却進入最強時期。

由此可知，新加坡年降水量的長期趨勢，恰好與太陽活動的強弱成負相關。由太陽黑子相對數為代表的太陽活動的盛衰，似可預告新加坡將來的降水量長年趨勢。

五、太陽黑子與臺灣的降水量

關於太陽黑子的週期變化與其影響台灣的降水量的問題，劉衍淮 (1964)¹⁷⁾、魏元恒等 (1968, 1975)^{18) 19)} 及萬寶康 (1975)²⁰⁾ 等諸氏均有論及太陽黑子對台灣的各種氣象要素之長期變化有相關性可尋。筆者為了加強其相關之絕對性，作如下的研究：

1. 資料來源與處理方法

a. 太陽黑子方面

本研究利用周黎希天文台的資料²¹⁾ 與台北天文台所提供之年平均沃爾夫相對太陽黑子數 (1749~1978)，配合台灣的氣象觀測站 82 年 (1897~1978) 的長期記錄為基礎，計算出距平累積積分值，並點成一曲線 (圖 2)。

¹⁶⁾ Markham, C.G. (1974): Apparent periodicities in rainfall at Fortaleza, Ceara, Brazil, *J. of Applied Met.* 13 176-179

¹⁷⁾ 劉衍淮 (1964): 台灣氣候變化之趨勢與週期 *氣象學報* vol. 10 No. 3 p. 48

¹⁸⁾ 魏元恒 (1968): 太陽黑子影響台灣氣象變化之研究 *氣象學報* vol. 14 No. 1 pp. 1~12

¹⁹⁾ 魏元恒等 (1975): 台灣極端雨量與氣溫之分析及預測 *氣象學報* vol. 21 No. 3 pp. 1~12

²⁰⁾ 萬寶康 (1975): 台灣分區雨量之頻率分佈及其頻率 (一) *氣象學報* vol. 21 No. 1 pp. 1~14

²¹⁾ 東京天文台編 (1979): 理化年表 東京

b. 降水量方面

本研究利用台灣省氣象所所出版的台灣累年氣象報告 1897~1952²²⁾，及其續編 1951~1960²³⁾，以及中央氣象局所印行之氣象報告彙編(台灣)第三篇 1961~1970²⁴⁾，並由 1971~1978 年間各年之中央氣象局年報²⁵⁾等所載台灣各氣象測站中，選出記錄完善之台北、台中、澎湖、台南、恒春等五個測站作為研究對象。這些測站大致順着同一經度南北分佈，很符合本研究之要求。

(表一) 觀測站之位置與記錄年限

Observation Station List

| 測 站 Station | 位 置 Location | | 海拔高度 (m) Elevation | 記 錄 年 限 Record period | 備考 Re- mark |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| | 北 緯 North Lat. | 東 經 East Long. | | | |
| 台 北 (Taipei) | 25°02' | 121°37' | 8.0 | 1897~1978 | 1971 以 後管制 中 After 1971 under control |
| 台 中 (Taichung) | 24°09' | 120°41' | 83.8 | 1897~1978 | |
| 澎 湖 (Penghu) | 23°32' | 119°33' | 9.4 | 1897~1970 | |
| 台 南 (Tainan) | 23°00' | 120°13' | 14.3 | 1897~1978 | |
| 恒 春 (Hengchun) | 22°00' | 120°45' | 22.3 | 1897~1978 | |

筆者將各站的年降水量計算出各該站年平均降水量距平累積積分，並繪其曲線如圖 2)。

2. 分析

由(圖 1 a)與(圖 2)可知，太陽黑子數有很明顯的週期性存在，平均週期約為十一年。由長期記錄觀察，則存有 76~100 年，即大約 80 年之週期。從 1749 年開始，太陽活動已經有了三次最活動時期，一為 1790 年前後，其次為 1875 年左右

22) 台灣省氣象所出版(1953)：台灣累年氣象報告 1897~1952

23) 台灣省氣象所出版(1964)：台灣累年氣象報告續篇 1951~1960

24) 中央氣象局(1974)：氣象報告彙編(台灣)第三篇 1961~1970

25) 中央氣象局(1972~1979)：中央氣象局年報 1971~1978

，現在可能是第三次最活動時期。同時並可以看出，1835年與1935年前後為太陽活動最弱期。

關於降水量部分由（圖2）中可以窺視，五測站都在一個位相中，並與（圖2）太陽黑子相對指數曲線有着強烈的平行性，可知台灣的年降水量與太陽之活動有着相同程度的週期性存在。大致在今世紀開始年雨量即在減少中，1910年有一相當清楚的槽出現，差不多拖至1930年前後才次第抬頭，1960年有一個峯，之後大致就走下坡了。這在實際上的氣候中表示的是年降水量有趨於減少的預兆。同時圖上之各站變化曲線較為緩和，同屬一個位相，台南與恒春的變化曲線則較為劇烈，屬於另一種位相。

與新加坡的情形相比較，新加坡的年降水量與太陽的活動的關係由曲線的位相來判斷，是屬於負的相關，相反的，台灣的情形則是正的關係。

六、哈利彗星的近日點通過週期

筆者將哈利彗星（Halley's comet）的近日點通過週期試點在（圖1a）之中，發現這些年份（1758，1835，1910）恰好落在太陽黑子相對指數年距平三年滑動平均累積積分曲線中的最低點。我們知道哈利彗星的近日點週期為76年出現一次，因此最近的將來即1986年2月初旬會再度接近地球的軌道而經過近日點，差不多將有半年的時間會非常地接近地球與太陽。它的週期與上述太陽黑子的活動乃至於氣候要素的週期可以說非常接近，值得我們密切注意。

七、討 論

任何一個長期的氣候變動，均可找出週期之存在。因為大氣中的物理現象非常複雜，不止單樣因素影響氣候的變動，故在同一期間內有很多長短不同的週期摻在其間，造成紊亂的現象。不過在本文中已可看出，不只台灣一地，另有新加坡的資料都顯示出，太陽黑子，甚至於哈利彗星的週期都與降水量有着明顯的相關關係。筆者相信，再追蹤其餘的氣候因素，搜集更長期的資料，擴大調查空間的範圍，一定可以發現更清楚的週期。

謝 辭

本文承中央氣象局徐晉淮專員，本系吳信政講師及鄭勝華、周詠真兩位助教等的幫忙乃得完成，特此申謝。

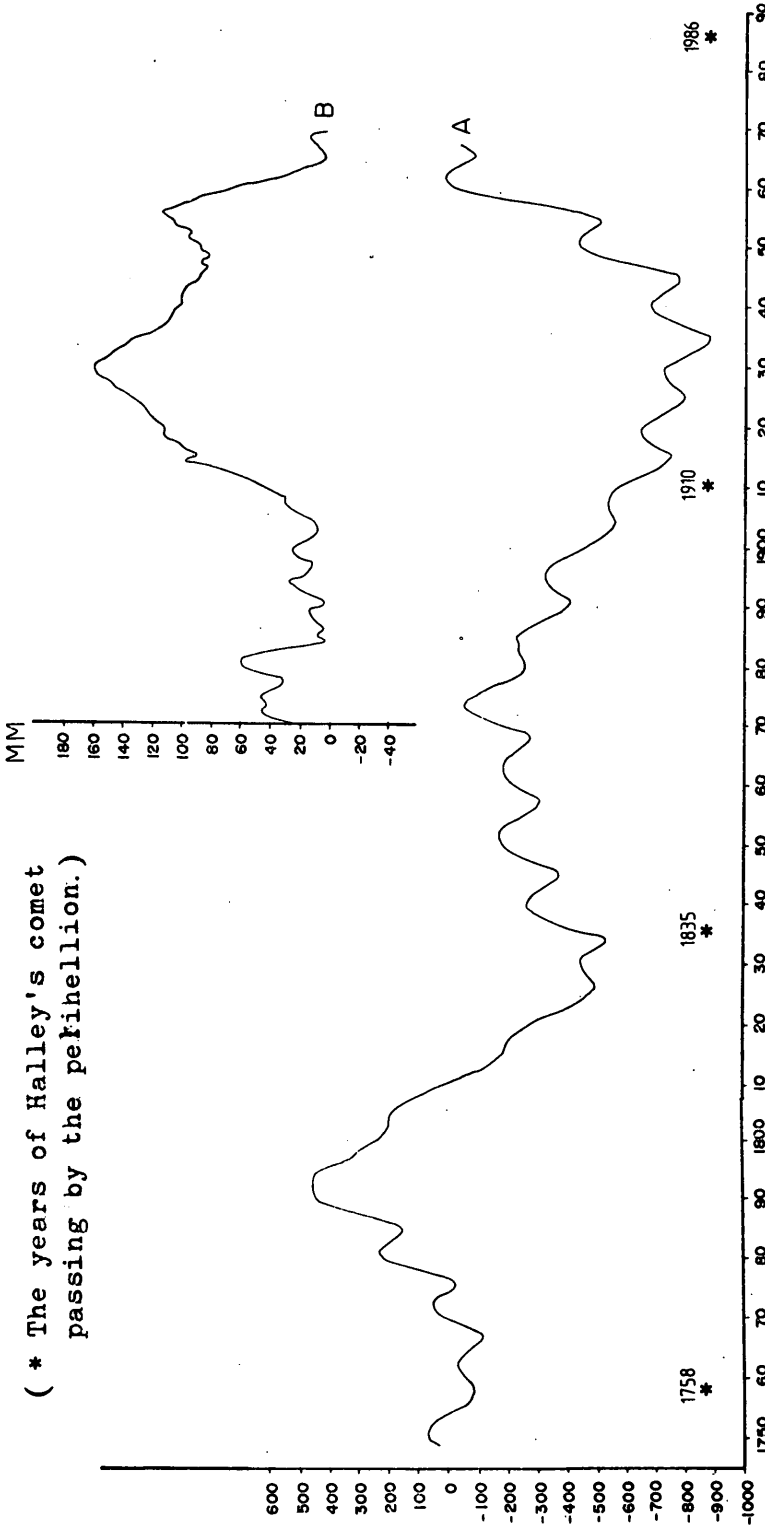


圖 1：太陽黑子與新加坡年降水量的關係
 A：沃爾夫太陽黑子相對指數年距平 3 年滑動平均累積積分曲線
 B：新加坡年降水量年距平 3 年滑動平均累積積分曲線

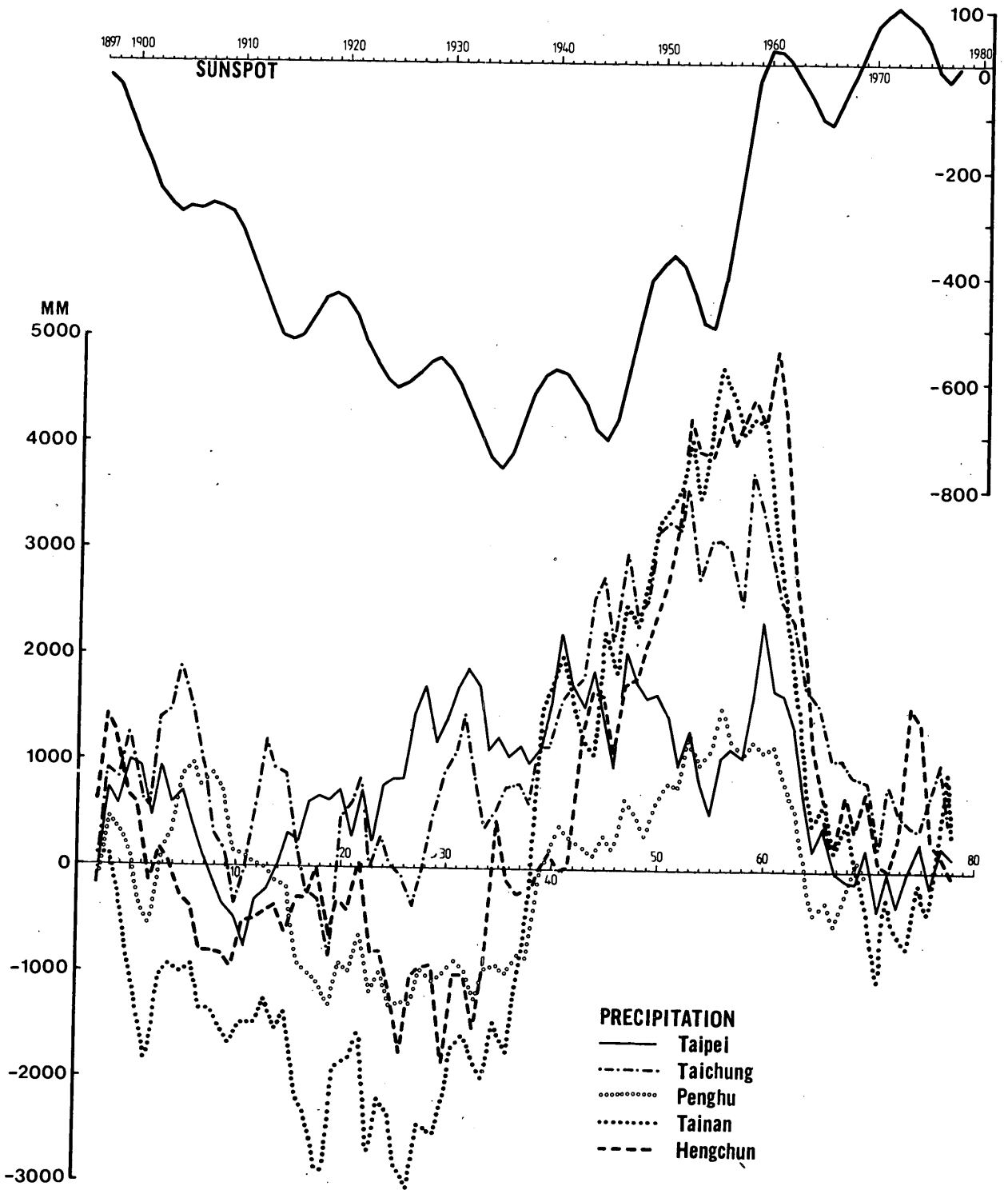


圖 2 上 年平均沃爾夫相對太陽黑子數 (1794 ~ 1978) 距平累積積分曲線
 下 臺灣的五個站年平均降水量距平累積積分曲線