

大甲溪暴雨變化與太陽活動關聯性之研究

A Study of the Relationship between the Sunspot Activity and The Precipitation of Ta-Chia Chi.

林永禎

馬家驊

Youn-Jan Lin

Jia-Lin Ma

明新技術學院土木工程技術系副教授

經濟部水資源局助理工程司

摘要

本研究先介紹大陸方面從事太陽黑子相對數與水文關聯性方面之研究，接下來擷取其中概念並加以擴充，採用市立天文台觀測之太陽黑子相對數與大甲溪同一期距之觀測流量記錄為分析之數據，得到幾個初步看法：臺灣地區之乾旱週期平均約為12年與太陽黑子相對數之觀測數據分析所得週期大致相等。由太陽黑子之年週期性變化情形，發現乾早期、梅雨期及颱風期太陽黑子相對數有轉折性之變化。歷年之年平均雨量及豐水期雨量極大值多在太陽黑子週期之峰期，梅雨期最大雨量多在太陽黑子週期之峰期或谷期，颱風期最大雨量多在太陽黑子週期之峰期，雨量權重和極大值多在太陽黑子週期之谷期，年最大日雨量多在太陽黑子週期之谷期。

Abstract

This paper introduces the research of the relationship between the relative sunspot numbers and the hydrological data first, then extents those concepts to the Ta-Chia Chi basin data. We find the circle period of drought of Taiwan and sunspot activities are match, The maximum precipitation of year mean, flood period, rainy season, typhoon season are occurring frequently in the peak of sunspot activity.

一、研究背景

對天然災害進行預測進而減緩避免是人們普遍的期望，也是工程人員不可逃避的責任，尤其大洪水暴雨，對下游居民之生命財產影響更大，其預測更顯重要，即使其準確性及定量要求仍未達所需之精確度，事前有預測防範與否，在防洪減災的效果上仍有相當大之不同；另一方面，乾旱影響農業用水不足，造成農作物產量不足，影響人民之生計，甚至在古代因糧食不足，造成人吃人的慘劇，若能在乾旱來臨之前預先儲備糧食，規劃農產種類等防範措施，則可避免慘劇再發生。因此，重各方面尋求線索利用徵兆，以預測洪水及乾旱兩種災害之發生，實為迫切需要之事。

理論上，凡是掌握系統基本規律的事，都可以進行預測，洪水及乾旱如果在出現前存在徵兆又可以被及時觀察得知者，皆可以提高預測之準確性。地球上氣候和水文的變化，主要受太陽輻射、大氣環流和地理環境因素之影響，地理環境在短期間之變化不大，如果未受天災人禍之影響，在幾十年內相當之穩，大氣環流受到地球轉動及太陽輻射之影響，地球轉動之變化不如太陽輻射之變化為大，故太陽輻射為影響氣候和水文長期變化主要因素。經過長期觀測太陽輻射強弱波動和太陽活動基本上呈現一致性，故以反映太陽活動之太陽黑子相對數為研究氣象水文變化之依據，為方便取用之工具。本研究藉此工具以預測洪水及乾旱災害之發生以滿足事先準備之需要。

大陸方面從事此方面之研究已有相當時間，民國 47 年黃河出現特大洪水，由於不能提前數月作出預報，事先準備防範措施，造成只能被動搶救，使情況相當危急，因此更進一步探索河川水文與太陽活動之關係。大陸學者竺可楨分析長江流域雨量，指出三次大雨均相距 22 年，恰為太陽黑子週期 11 年之倍數（王湧泉，1989），王湧泉研究大陸河川水文與太陽活動之關係，提出太陽黑子相對數增加時降水增加，減少時降水減少，太陽黑子相對數極大極小時易發生大洪水或大乾旱，多重衰減易發生大乾旱等看法。王湧泉研究世界上流域最大洪水量大於等於 10,000CMS 之河流（歐洲、亞洲、非洲、美洲、西太平洋），其最大洪水量發生之時間都在太陽黑子相對數極大極小時，包括臺灣地區之卑南溪（Wang, 1993）。經濟部水資源統一規劃委員會在金紹興指示、林永楨負責、其他同仁配合下，進行太陽黑子相對數與雨量關聯性之研究。

臺灣地區雨量主要來源有季風、梅雨及颱風三種：第一為季風，東北季風主要降雨區在迎風面之雪山以北，以南則甚少，西南氣流

主要降雨區在迎風面之玉山東側，西側則甚少。第二為梅雨，梅雨季之長短常決定雨量之多寡，空梅則無雨量。第三為颱風，颱風雨主要發生在夏秋二季，是本省主要雨量來源。由雨量匯流之逕流量，在一年中豐枯流量差異極大，有甚長時間流量供應不足使用受限，其餘時間流量剩餘甚多無法利用。為避免此種情況，除了興建水庫以攔蓄豐水期多餘水量以供枯水期利用，並且在枯水期節約用水之外，如能事先推估降雨量逕流量，預先作防洪準備或蓄水供乾旱時使用，則可以進一步減少洪水及乾旱兩種災害之發生。

台灣地區每年平均洪災損失約達一百億元，以八十三年為例七、八月連續水災，損失高達五十億餘元，其他間接損失尚未計及，八十四年之賀伯颱風更造成三十幾年來最嚴重之災情，為減少損失，研究預測洪水方法，以掌握暴雨洪水之變化，實為迫切之需求；另一方面，乾旱造成農業用水不足，影響農作物產量，對人民之生計產生重大危害，八十二年旱災造成南部地區重大損失，若能在乾旱前預先儲備糧食安排防範措施，則可減輕災害之程度，故加強研究預測洪水及乾旱兩種災害之發生，避免慘劇再發生，實為迫切需要之事。臺灣之流域雖然不如大陸流域面積之大，太陽黑子相對數之觀測數據亦較之為短，但仍值得從事此方面之研究。本研究之成果除提供學術界參考外，並希望對於臺灣地區之水資源規劃、水文分析以及降雨量逕流量之推估能提供另一種方法，以利工作之推展，具有相當之重要性與實用性。

本研究之目的為研究太陽活動與雨量之關係，以期預測長期距水量進而防治災，充分運用水資源。為達到此目的，本研究整理所蒐集國內外從事太陽黑子相對數與雨量關係之研究，延伸擴充其概念，採用台北市立天文台觀測之太陽黑子相對數及大甲溪雨量資料做關聯性之分析，以統計方法研究太陽黑子相對數與流量之關係，進而求得太陽黑子相對數影響各時期流量關係之趨勢，以期對各時期雨量、流量、洪水、乾旱做出較長期距之預測，以作為水資源調配之用，提供一決策分析有用之工具。

二、研究方法

研究方法主要有物理與統計兩種：物理方法根據自然界之物理定律，掌握其物理機制，建立輸入量與輸出量之因果關係。統計方法從眾多可能相關之輸入量中，以統計分析方法，找出與輸出量較為相關之輸入量，並以統計分析方法建立輸入量與輸出量之因果關係。本研究對太陽黑子相對數與雨量關聯性之物理機制並不瞭解，因此偏向以統計方法分析，對未能定量之部份採用定性描述。

本研究採用之雨量有：

1. 年平均雨量：年雨量總和除以一年總日數。
2. 豐水期雨量：5至10月雨量總和除以5至10月總日數。
3. 梅雨期雨量：5至6月雨量總和除以5至6月總日數，5至6月雨量主要是梅雨所造成。
4. 颱風期雨量：7至9月雨量總和除以7至9月總日數，7至9月雨量主要是颱風雨所造成。

5. 雨量權重：本研究所採用不同雨量之權重定義如下：

- a. $0 < \text{日雨量} < 50$, 權重 = 0
- b. $50 < \text{日雨量} < 100$, 權重 = 1
- c. $100 < \text{日雨量} < 200$, 權重 = 2
- d. $200 < \text{日雨量} < 300$, 權重 = 4
- e. $300 < \text{日雨量} < 400$, 權重 = 6
- f. $400 < \text{日雨量} < 500$, 權重 = 8
- g. $500 < \text{日雨量} < 700$, 權重 = 10
- h. $700 < \text{日雨量}$, 權重 = 13

將一年中每日雨量之權重相加即得雨量權重和。

6. 年最大日雨量：一年中日雨量最大者。

本研究蒐集之太陽黑子相對數觀測數據有三種：

1. 中央氣象局 1957 年至 1994 年
2. 台北市立天文台 1948 年至 1994 年
3. 國際使用之 1700 年至 1994 年

三種來源太陽黑子相對數觀測數據如圖 1 所示，由於市立天文台之觀測時間較氣象局為長且臺灣本地之觀測資料，獲取較為方便故本文採之。

本研究初步以大甲溪同一期距之觀測雨量流量記錄為分析之數據，再逐步擴充雨量流量以及北、中、南、東各區域。由 1947 至 1994 年太陽黑子相對數大約經過四個週期，將四個週期由峰期至峰期分別取各月之平均值得四組值，如圖 2 所示，由太陽黑子之年週期性變化情形，發現乾早期開始之二月太陽黑子相對數有轉折性之變化（1968-79 為峰值，其餘三組為谷值），乾早期結束之四月太陽黑子相對數亦有轉折性之變化（1968-79 為谷值，其餘三組為峰值）；梅雨期開始之五月承接四月太陽黑子相對數之變化，至梅雨期結束之六月太陽黑子相對數有小轉折；颱風期中八月太陽黑子相對數有較大轉

折性之變化（1968-89 兩組為谷值，1947-68 兩組為峰值），顯示太陽黑子相對數轉折性之變化，與降雨型態可能有相當程度之關係。

將市立天文台之太陽黑子相對數值，及大甲溪之年平均雨量、豐水期雨量、梅雨期雨量、颱風期雨量、雨量權重和與年最大日雨量子以標準化以避免受不同觀測量數值大小不同之影響，其中大甲溪太陽黑子相對數值與六種雨量值標準化後數據顯示如圖 3 至圖 5。年平均流量、豐水期流量、梅雨期流量、颱風期流量與年最大日流量同樣予以標準化以避免受不同觀測量數值大小不同之影響，其中大甲溪太陽黑子相對數值與五種流量值標準化後數據顯示如圖 6 至圖 8。

大甲溪歷年之年平均雨量極大值四個中三個在太陽黑子週期之峰期，一個在太陽黑子週期之谷期，豐水期雨量極大值四個中三個在太陽黑子週期之峰期，一個在太陽黑子週期之谷期，梅雨期最大雨量四個中兩個在太陽黑子週期之峰期，兩個在太陽黑子週期之谷期，颱風期最大雨量四個中三個在太陽黑子週期之峰期，一個在太陽黑子週期之谷期，權重雨量極大值四個中兩個在太陽黑子週期之峰期，兩個在太陽黑子週期之谷期，年最大日雨量四個中三個在太陽黑子週期之谷期，一個在太陽黑子週期之峰期。年平均流量極大值四個中三個在太陽黑子週期之峰期，一個在太陽黑子週期之谷期，豐水期流量極大值四個中三個在太陽黑子週期之峰期，一個在太陽黑子週期之谷期，梅雨期最大流量四個中兩個在太陽黑子週期之峰期，兩個在太陽黑子週期之谷期，颱風期最大流量四個都在太陽黑子週期之峰期，年最大日流量四個中三個在太陽黑子週期之谷期，一個在太陽黑子週期之峰期。對照圖 3 與圖 6 顯示年平均雨量與年平均流量、豐水期雨量與豐水期流量之形態相當接近，對照圖 4 與圖 7 顯示梅雨期雨量與梅雨期流量之形態相當接近，颱風期雨量與颱風期流量之形態則略有差異，對照圖 5 與圖 8 顯示年最大日雨量與年最大日流量之形態亦略有差異。

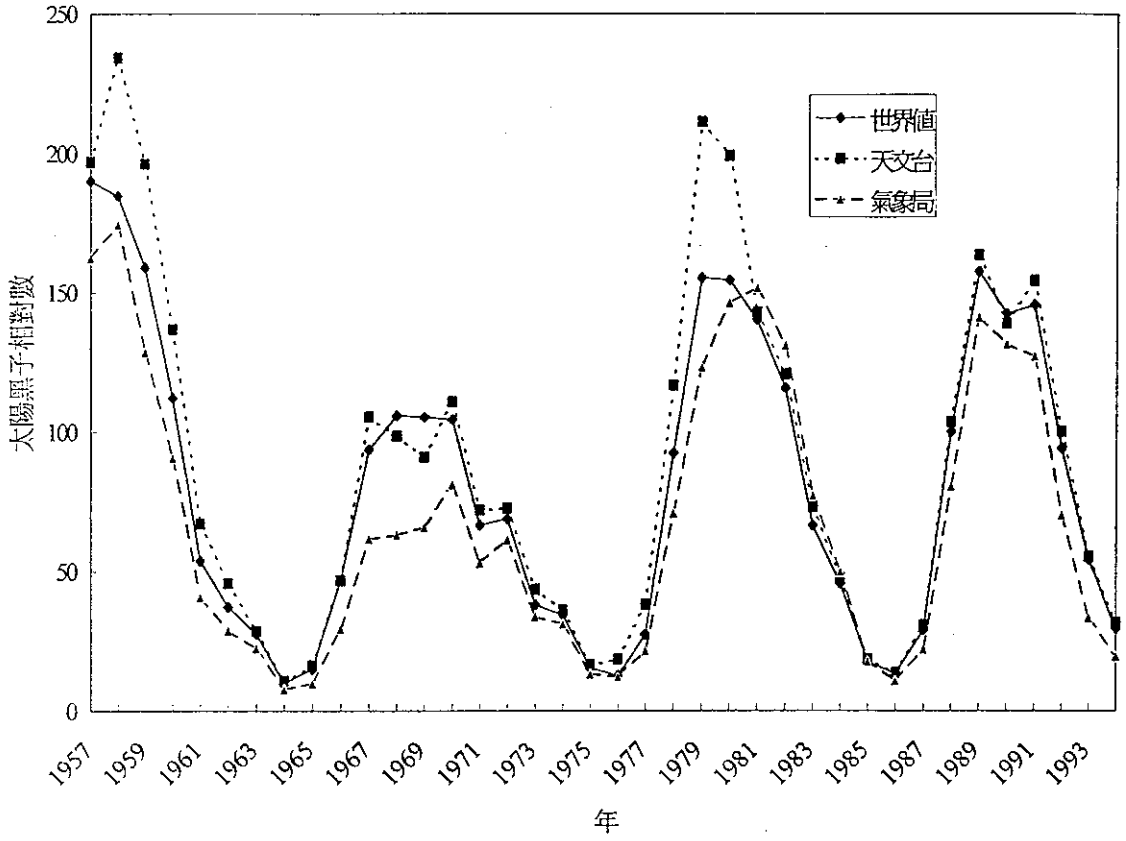
四、結論與建議

1. 由經濟部水資會之分析，臺灣地區之乾旱週期平均約為 12 年與由 1948 年至 1994 年太陽黑子相對數之觀測數據分析太陽黑子相對數之觀測數據分析所得週期平均約為 11 年大致相等。
2. 太陽黑子相對數四個週期由峰期至峰期分別取各月之平均值得四組值，由太陽黑子之年週期性變化情形，發現乾早期開始之二月太陽黑子相對數有轉折性之變化，乾早期結束之四月太陽黑子相對數亦有轉折性之變化；梅雨期開始之五月承接四月太陽黑子相對數之變化，至梅雨期結束之六月太陽黑子相對數有小轉折；颱風期中八月太陽黑子相對數有較大轉折性之變化，顯示太陽黑子相對數轉折性之變化，與降雨型態可能有相當程度之關係。
3. 大甲溪歷年之年平均雨量極大值多在太陽黑子週期之峰期，豐水期雨量極大值多在太陽黑子週期之峰期，梅雨期最大雨量多在太陽黑子週期之峰期或谷期，颱風期最大雨量多在太陽黑子週期之峰期，權重雨量極大值多在太陽黑子週期之峰期或谷期，年最大日雨量多在太陽黑子週期之谷期，顯示太陽黑子相對數轉折性之變化，與降雨型態可能有相當程度之關係。年最大日雨量多在太陽黑子週期之谷期。
4. 建議採用析頻譜分析作進一步分析。頻譜分析為研究資料週期性及關聯性相當方便之方法，其採用快速傅立葉轉換技巧，將時間域 (Time Domain) 序列資料轉換為頻率域 (Frequency Domain) 資料，以便於呈現資料之週期性，進一步則可以分析資料間之關聯性。

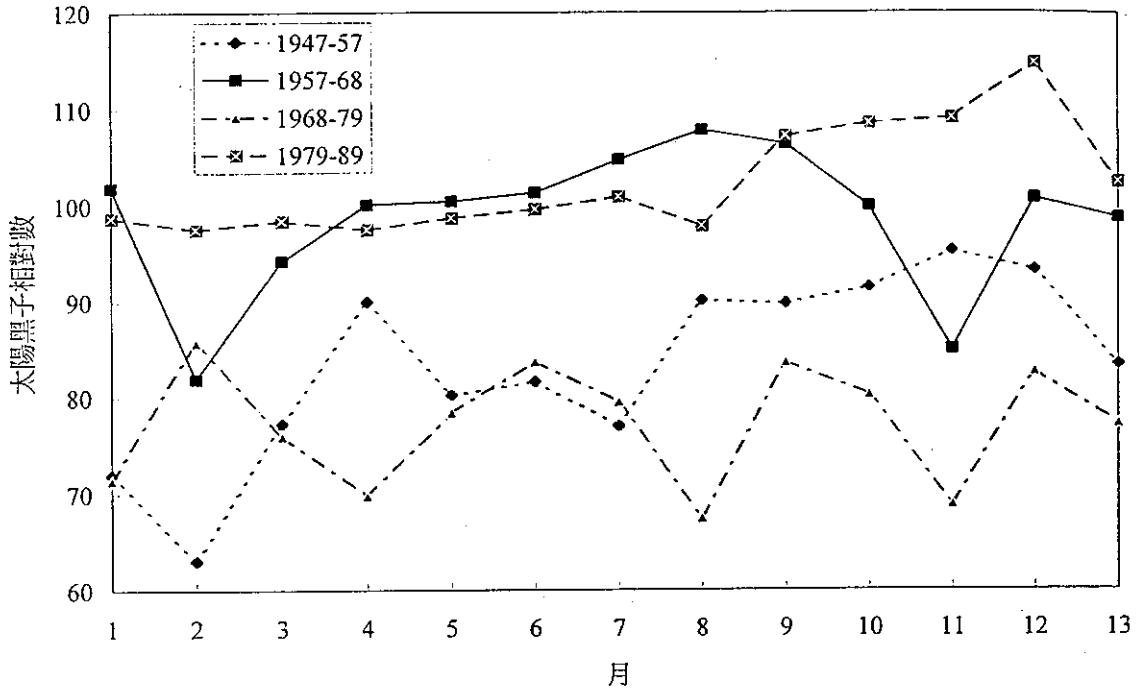
五、參考文獻

- 1 中央氣象局，「太陽黑子相對數統計表」，1996。
- 2 台北市立天文台，太陽黑子觀測報告，1994。
- 3 台北市立天文台，天文年鑑，1994。
- 4 金紹興、藍繁盛、林永禎、陳莉、馬家驊，「太陽黑子相對數與雨量關聯性之研究」，第八屆水利工程研討會，台北市，1996。
- 5 郭振泰、徐年盛、林永禎，短期距流量預測模式之研究，國科會研究計劃報告，1991。
- 6 經濟部水資源統一規劃委員會，臺灣乾旱週期之研究，1991。
- 7 經濟部水資源統一規劃委員會，雨量資料電腦檔，1995。
- 8 劉廣英、張培臣，「臺灣西南部降水及乾旱之調查分析與預報研究」，八十四年天氣分析與預報暨海象測報研討會論文，中央氣象局主辦，氣象學會協辦，1996。
- 9 Wang Yongquan，"Solar Activity and Maximum Floods in the World"，Extreme Hydrological Events: Floods and Droughts, Proceedings of the Yokohama Symposium, IAHS Press, July, 1993.
- 10 Hsu,N.S., Kuo,J.T., Chu,W.S. and Lin,Y.J. "Proposed Daily Streamflow Forecasting Model for Reservoir Operation," Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, Vol.121 No.2, March 1995.

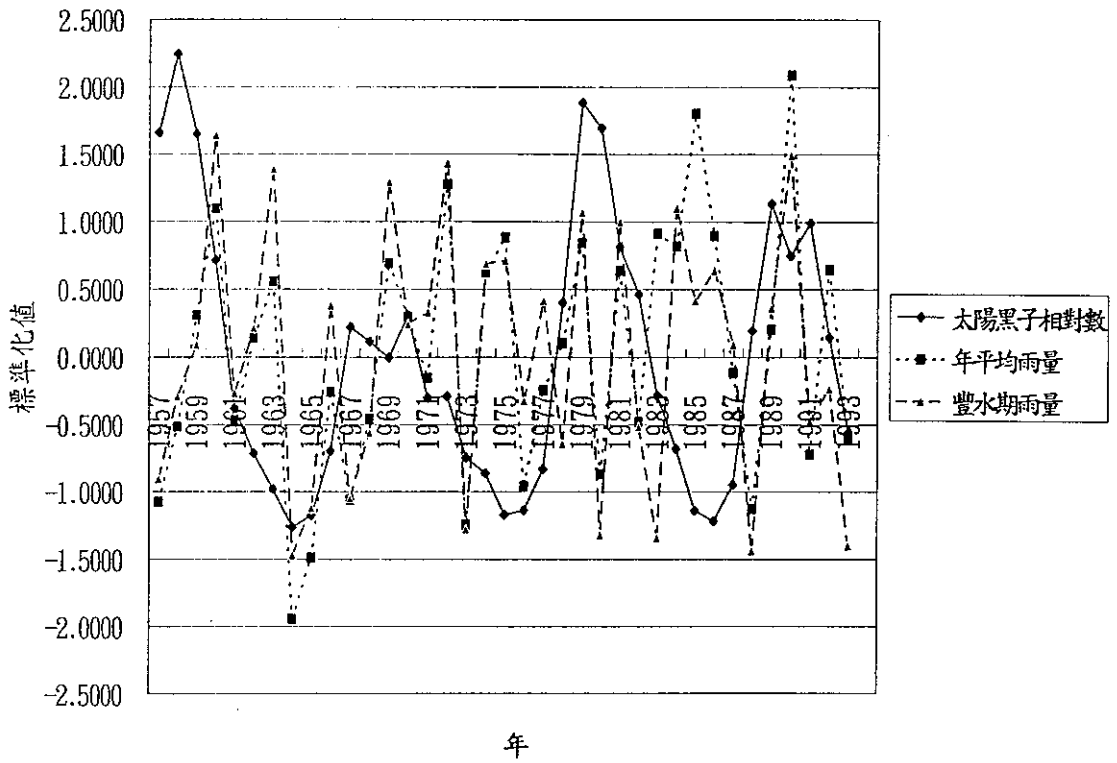
圖一、太陽黑子相對數的變異



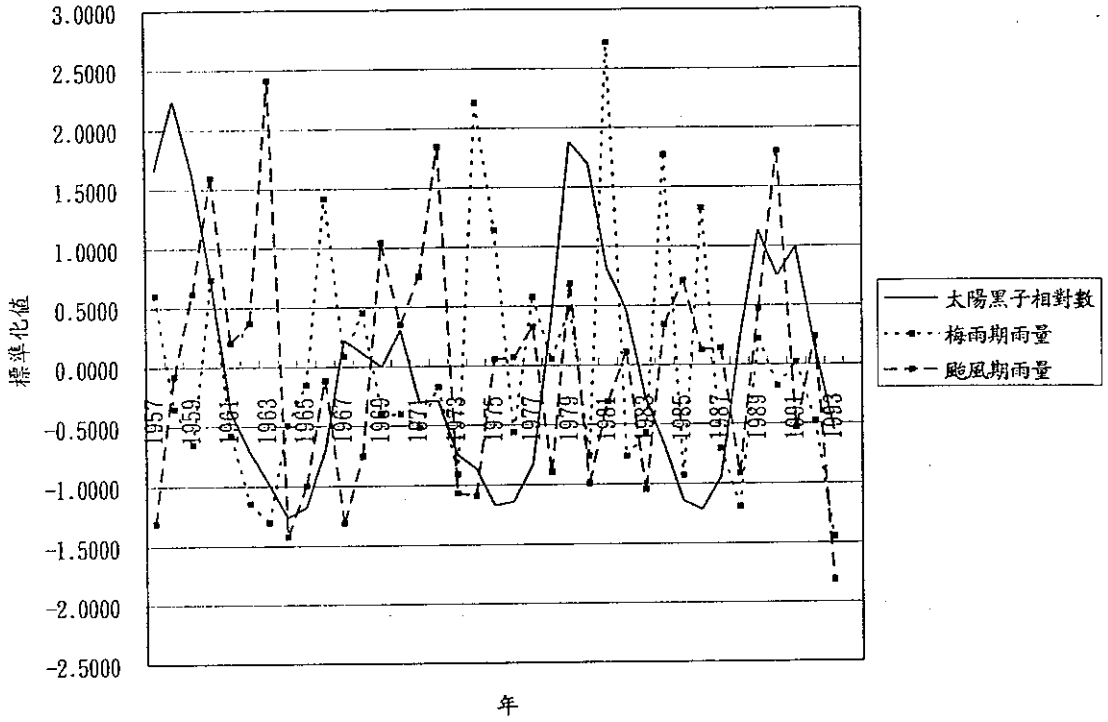
圖二、太陽黑子相對數年週期性示意圖



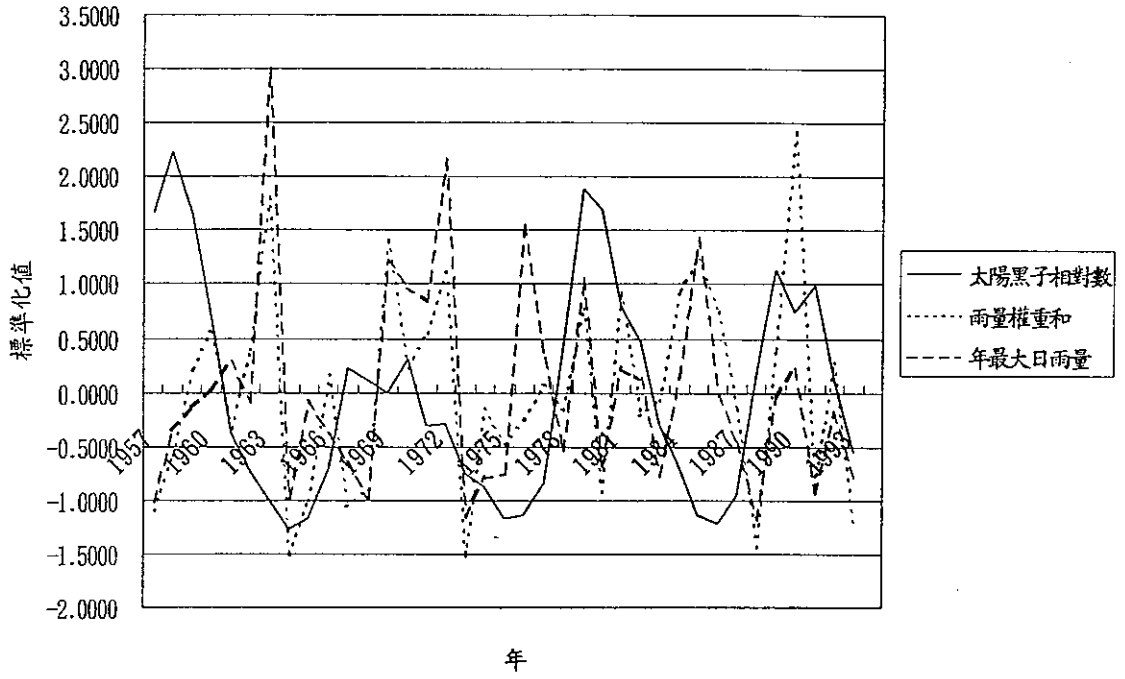
圖三、太陽黑子相對數與大甲溪年平均雨量及豐水期雨量關係圖



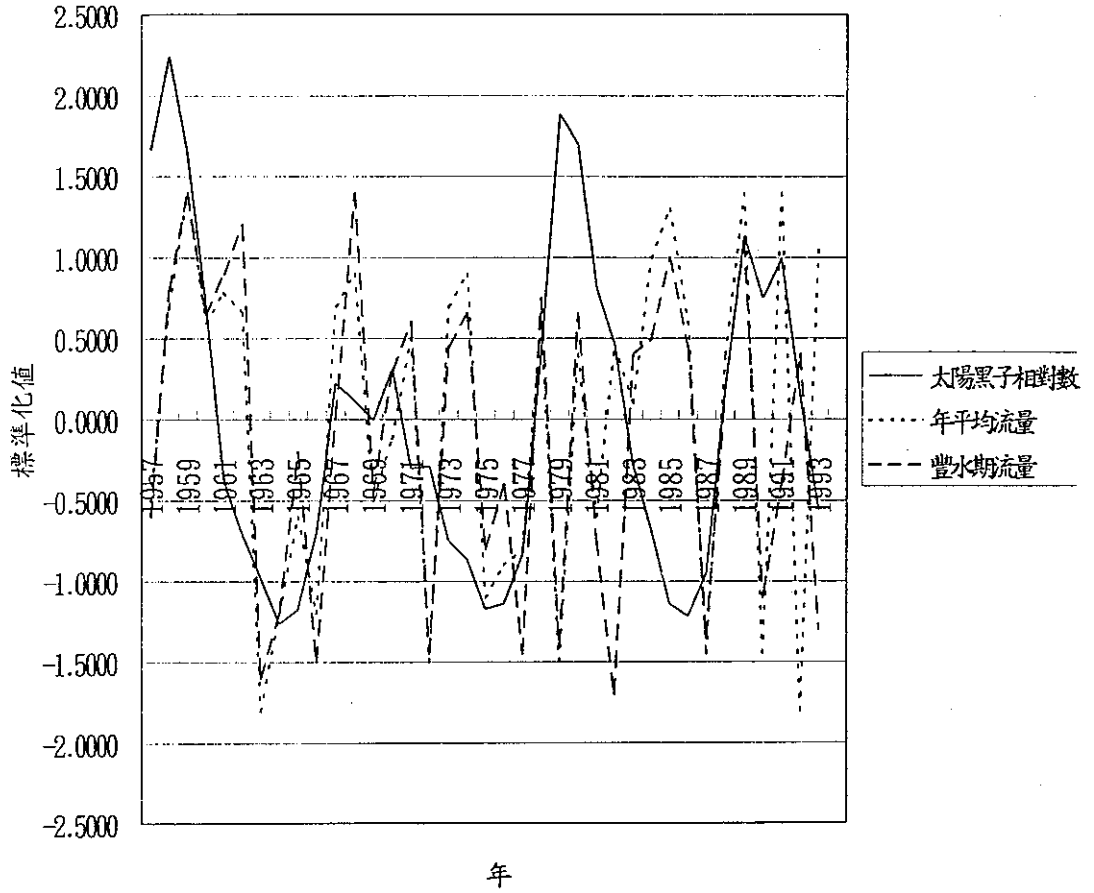
圖四、太陽黑子相對數與大甲溪梅雨期及颱風其雨量關係圖



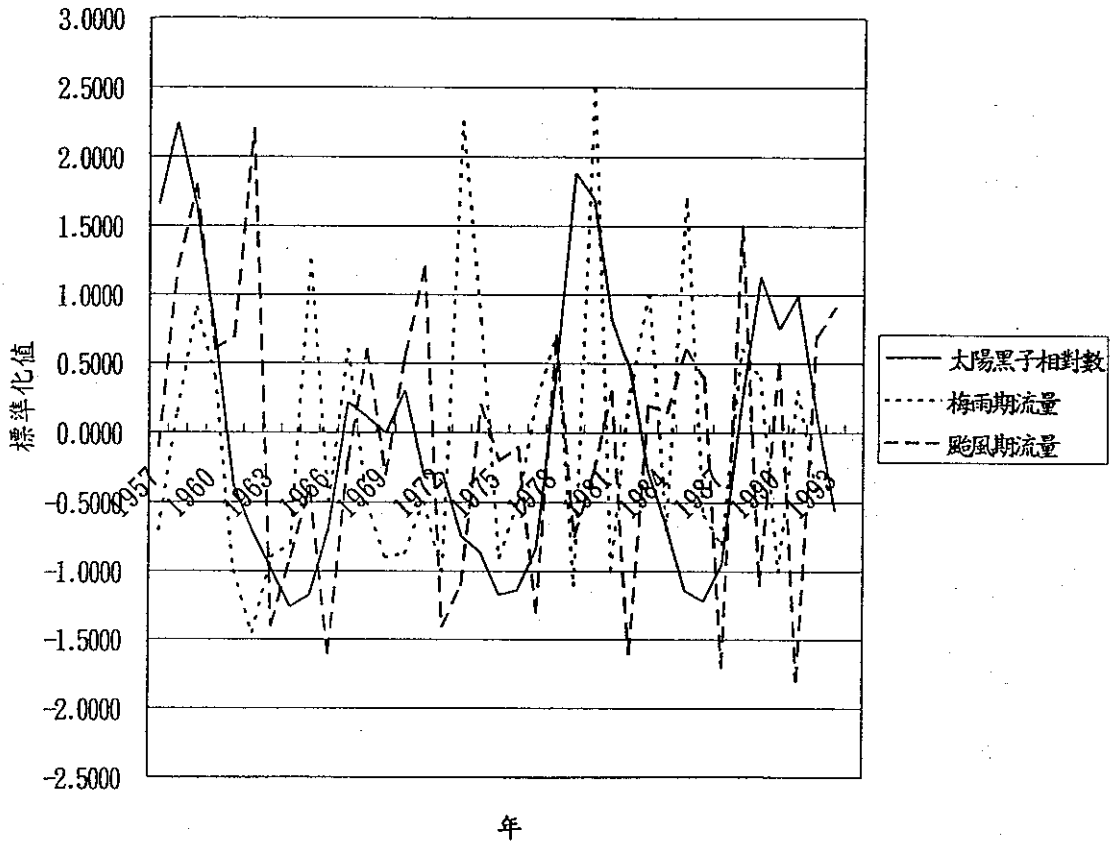
圖五、太陽黑子相對數與大甲溪雨量權重和及年最大日雨量關係圖



圖六、太陽黑子相對數與大甲溪年平均流量及豐水期流量關係圖



圖七、太陽黑子對數與大甲溪梅雨期及颱風期流量關係圖



圖八、太陽黑子相對數與大甲溪年最大日流量關係圖

