

太陽活動海洋溫度與災害預測之研究

林永禎¹ 陳柏蒼² 蘇鴻杰¹ 徐元棟³

1：明新科技大學土木工程系

2：逢甲大學土木及水利工程研究所

3：新竹水利會

摘要

台灣地區幾乎年年有重大洪水災害；而 82、91、92 年乾旱造成全省工商業不便。故應加強研究預測洪水及乾旱兩種災害之發生，提早安排防範措施。太陽輻射為影響氣候和水文長期變化之要素，太陽黑子活動可以反映太陽輻射的變化，溫度為影響氣象之重要因素，對海島地區氣象有相當程度影響，故宜結合太陽輻射與海面溫度兩者變化，研究其與水文現象之關係，以期預測水文量進而防治災害，充分運用水資源。以太陽輻射與海面溫度，與臺灣北中南東四個區域各取一代表性流域之雨量、流量資料做關聯性之分析，以祈對各時期雨量、流量、洪水、乾旱做出較長期距之預測。初步發現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，颱風期最大雨量多在太陽黑子週期之峰期，年最大日雨量多在太陽黑子週期之谷期。當海面溫度持續達到或超過 29 度時，約有七成機率發生颱風暴雨。臺灣 7-10 月期間，海水溫度持續 3 旬達到或超過 29°C（南區為 29.4°C）後發生 400mm 以上颱風暴雨對應比率北區為 0.80 西區為 1.00 南區為 0.75 東區為 0.67。長期乾旱與大氣環流異常海水面平均溫度負距平有關。如能經此定性、定量之研究加強水土保持和排水工作，對防災科技甚為有益。

關鍵字：洪水、乾旱、太陽活動、海洋溫度、災害消滅

The Flood and Droughts Forecasting by Solar Activity and Sea Surface Temperature

Youn Jan Lin¹ Bor Tsang Chen² Hung Jay Sue¹ Yuan Tung Hsu³

1 : Department of Civil Engineering , Minghsin University of Science and Technology

2 : Graduate Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Feng Chia University

3 : Hsin-Chu Irrigation Associations

Abstract

There is almost flood damage every year. Because The Damage of flood and Drought in Taiwan are very frequently, the research of forecasting flood and Drought are important. The research finds the following primary result. The Relative Sunspot Numbers (RSN) is get from Taipei Astronomical Museum, it takes the ten-day mean RSN from report on sunspot observation, and it shows the Sunspot activity. Data was analysis by statistical methods to find the correlation between Sunspot activity and hydrological data. We find the circle period of drought of Taiwan and Sunspot activity are match, The Maximum precipitation of year mean, flood period, rainy season Typhoon season are occurring frequently in the Peak of Sunspot activity. We got the 1993-1999 ten-day mean Sea Surface Temperature (SST) data from map of the Weather Center of Taipei Airplane, then compare this data with the typhoon happen of the same period. It finds that typhoon number is increase when sea surface temperature is equal or greater than 28.5°C through 3 ten-day. In primary data analysis, the probability of 240mm rainfall typhoon happen after 28.5°C is about 86% in north Taiwan, about 57% in west Taiwan, about 73% in south Taiwan, about 100% in east Taiwan. The probability of 400mm rainfall Typhoon happen after 29°C (29.4°C in south Taiwan) is about 80% in north Taiwan, about 100% in west Taiwan, about 75% in south Taiwan, about 67% in east Taiwan. This relationship can give some information to Typhoon rainfall happen forecast. This study will provide information that can be used to improve the water resource management.

Keywords : Flood, Droughts, Relative Sunspot Numbers, Sea Surface Temperature, Damage mitigation

一、緒論

大洪水暴雨常造成下游居民之生命財產重大損失，台灣地區每年平均洪災損失約達一百四十二億元(民國八十年幣值)。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。

八十五年賀伯颱風造成神木村土石流災害，颱風造成死亡 51 人，失蹤 22 人，重傷 47 人，輕傷 416 人，房屋全倒 503 間，半倒 880 間，農業損失約 200 億，後續復建需要 500 億元。八十六年溫妮颱風林肯大郡災害，一夕之間奪走二十餘條寶貴人命，造成生命財產嚴重的損失。其他如八十七年瑞伯颱風造成汐止水患、長江亦發生嚴重之災情、八十九年象神颱風造成汐止水患，九十年納莉颱風台北捷運大淹水，顯示幾乎每年皆有重大洪災損失[8, 14, 15]。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[34]，而九十一年乾旱造成全省工商業不便，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。

大流域之氣候和水文長期變化主要受太陽輻射、大氣環流和地理環境決定。地理環境在短期間之變化不大，如果未受大地震洪水等天災或開挖山頭填平凹谷等人禍之影響，在幾十年內相當之穩定。前蘇聯 A. A. Г н п c 在分析大西洋歐亞地區與太平洋北美地區緯向型環流與經向型環流長期變化，發現太陽活動增強期經向型環流盛行，太陽活動衰減期緯向型環流盛行，證實大氣環流受到地球轉動及太陽輻射之影響[3]。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之一，在二十世紀後期三個衛星太陽輻射計，持續觀察分析 20 年資料後，證明太陽輻射量有 11 年周期性波動，並且與太陽黑子周期一致[26]，因此證實太陽黑子活動可以反映太陽輻射的變化，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。

此外，地球上熱量的來源是從太陽而來，地球上熱量的變化主要受太陽影響，海洋溫度變化亦主要受太陽影響，海水表面溫異常增暖的聖嬰現象影響全球氣候。「聖嬰現象」發生在耶誕節前後，原指中、東熱帶太平洋海水表面溫度異常增暖的現象。但如今泛指中、東熱帶太平洋海水異常增暖、赤道貿易東風異常減弱及全球氣候的異常。與聖嬰相反，赤道太平洋也會變冷，而且會變得特別冷，對全球氣候的影響也完全相反，此為「反聖嬰現象」。「反聖嬰現象」泛指中、東熱帶太平洋海面水溫異常減溫及赤道貿易東風異常增強的現象。「聖嬰現象」是週期性發生的，其週期大約二至五年[10, 12, 13, 32]。

聖嬰對全球影響最大的就是天氣與氣候，它讓該下雨的地方不下雨，不該下雨的地方卻出現大洪水。當聖嬰出現時，中太平洋，甚至東太平洋的海水增加溫度，而西太平洋的海水降低溫度；因此，平時雨量少的東太平洋（如，秘魯一帶）出現豪雨大雨，多雨的西太平洋（如，印尼、馬來西亞一帶）不僅雨量變少了，還可能出現乾旱。相反的，反聖嬰現象發生時，西太平洋的海水增加溫度，東太平洋的海水降低溫；因此，西太平洋下更多雨，東太平洋的雨量則減少。聖嬰現象與反聖應現象發生時，都會使全球氣候產生變異，只不過其結果大致是相反的。聖嬰現象對台灣天氣與氣候的影響，最明顯的影響是春雨。聖嬰年（如，1997年）隔年的二、三月，台灣的雨量偏多。

聖嬰現象造成全球性的氣候影響，較明顯的是：a. 旱災與水災：聖嬰現象發生時，太平洋西岸的降水較平常的年份少而太平洋東岸降水則較平常的年份多，因此分別於太平洋的東、西兩岸形成水災與旱災。b. 颱風：聖嬰現象發生時，熱帶海洋形成的颱風則轉向太平洋的東岸行進。在1982/1983年，聖嬰現象曾在世界各地引發極端異常之氣候變化，包括北美洲的暴風雨與澳洲、印度的大旱與饑荒，損失金

額高達 80 至 130 億美元，與聖嬰現象有關之極端天氣形態在 1998 年造成的經濟損失，已經從 1980 年代每年平均 550 億美金，增加至 890 億美金，加上美國加州 1998 年 12 月的暴風雪，另外造成 60 億美金損失，總計損失將近 900 億美金，更嚴重的是，1998 年天災共奪去五萬多條人命，造成 900 億美金損失，遠超過 1997 年的一萬三千條人命與 300 億美金損失[32, 36]。

由前述可知溫度為影響氣象之重要因素，臺灣為海島型氣候，海水溫度影響海面蒸發，不均勻蒸發氣流造成水氣流動，對沿海地區氣象有相當程度影響。海洋上的水氣被陽光蒸發上升，冷空氣填補其空間，過程中形成氣流旋轉，水氣越多氣旋越強，越容易形成颱風，海洋溫度越高越容易蒸發水氣，其對颱風形成有相當之影響。國內甚少關於海水溫度影響之研究，故嘗試進行此方面研究。如能經此定性、定量之研究估計颱風數量與雨量、流量大小程度，則對加強水土保持和排水工作，減少災害損失，充實防災科技甚為有益。

本文之目的為研究太陽輻射、海面溫度與水文現象之關係，以期預測水文學量進而防治災害，充分運用水資源。

二、國內外相關研究

大陸方面從事太陽輻射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[4]，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,包括臺灣地區之淡水河、濁水溪、高屏溪及卑南溪[3]。經濟部水資源統一規劃委員會在金紹興指示、林永禎負責、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,由經濟部水資會分析,臺灣地區之乾旱週期平均約為 12 年[26, 34],此與林永禎由 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[26]。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。例如鎮西堡、白石及玉峰三站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,年最大日雨量多在太陽黑子週期之谷期,顯示臺灣地區太陽黑子相對數與降雨型態具有相當程度之關聯性。

另一方面,目前從事海溫對降雨量逕流量影響方面之研究似乎不多,筆者僅發現臺灣大學大氣系柳中明、許晃雄兩位教授及民航局氣象局中心主任預報員劉昭民先生有發表相關看法與短文[32],尚未發現較為詳細量化之相關文章,故而從事此方面之研究,希望提供氣象預報上更多線索,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有所幫助。林永禎研究採取自民航局氣象局中心主任預報員劉昭民所管理,由日本觀測之太平洋地區 1993-1999 年十日海面溫度平均值等溫線圖[7],經由判讀臺灣北中(西)南東四端之海面溫度,再將缺漏資料,對照不同年同一期間海面溫度變化之趨勢以內差法補充,得十日海面溫度平均值,再將此十日海面溫度平均值平均得月海面溫度平均值,將之繪圖,由圖表上發現北區月海溫值

與中(西)區月海溫值數值型態甚為接近，與平均值比較皆偏低，而東區月海溫值與南區月海溫值數值型態甚為接近，與平均值比較皆偏高。南區較中(西)區東區海溫值高，北區則較低，可能因距離赤道遠近不同所致，而東區較中(西)區海溫高，則可能是[聖嬰]現象所造成。亦即，東赤道附近太平洋吹起的東風，會將東赤道太平洋秘魯等地溫度較高的海水往西吹送，在質量平衡因素下，海底溫度較低的海水會上升。當東風變弱，高溫海水不再西移，此為[聖嬰]現象。有許多學者認為[聖嬰]現象會使颱風變多變大，亦有學者認為會造成天氣異常，不是大旱就是濕涼。有人認為1998年3月4日美國加州水淹10郡，千人被迫遠離家園是[聖嬰]現象引起，亦有人認為1998年5月4日巴西、越南、馬來西亞、菲律賓諸國久旱、作物歉收，民眾缺水缺糧，是[聖嬰]現象所引起[36]，但似未有較為量化之相關文章，故本研究從事海溫與雨量、流量關係之研究。

三、研究方法

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，可保持相當之穩定，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之主要因素。太陽輻射造成地球上溫度上升，地面上溫度在一天中隨時間之變化較快，而且隨地形高低起伏溫度變化甚大；海面上溫度在一天中隨時間之變化較慢，而且不似地面溫度會隨地形高低起伏溫度變化甚大，有相當程度之穩定性，海溫影響海水之蒸發，蒸發之水氣，又會被海風吹送到陸地，成為陸地降

雨之來源，故太陽輻射與海洋溫度對降雨具有相當之影響，臺灣為一海島地形，四面環海，海溫對降雨之影響，自然較大陸地形為大，若降雨太大形成暴雨侵襲，降雨太小則形成乾旱缺水。暴雨造成洪災損失，乾旱減少糧食生產，皆對國計民生有重大影響。本文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。本研究比對海溫圖、海溫數據、太陽黑子圖、太陽黑子數據與颱風、梅雨、旱災的發生時間以期發現其相關因素。期間並與民航局氣象局中心主任預報員劉昭民先生交換許多意見。本文中流量累積距平值指持續與平均情況之比較，累積距平值可了解數值相對於平均值之變化，並避免受不同觀測量數值大小不同之影響。累積距平值之計算公式如下[9]：

$$K_1 = \frac{Q_1}{\bar{Q}} - 1$$

.....

$$K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}} - 1 + K_{i-1}$$

.....

$$K_n = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{\bar{Q}} - 1 \right) = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{\bar{Q}} - n = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\bar{Q}} - n = n - n = 0$$

其中 K_i 為第 i 年之累積距平值， n 為記錄年期， \bar{Q} 為 n 年之 Q_i 平均值， Q_i 為第 i 年之流量（7-9月流量、年最大日流量、年最小日流量）。累積距平值波動大表示旱澇差異大，累積距平值波動小表示旱澇差異小，累積距平值上升表示相對於平均值處於豐水狀況，累積距平值下降表示相對於平均值處於枯水狀況。將流量累積距平值中之資料，改為太陽黑子相對數值，即成為太陽黑子相對數值之累積距平值。將流量累積距平值中之資料，改為海水面平均溫度，即成為海水面平均溫度之

累積距平值。海水面平均溫度負距平，指海水面平均溫度之累積距平值為負值之時期，亦即海水面平均溫度偏低之情況，此時海面蒸發之水蒸氣比平常為少，長期乾旱與大氣環流異常海水面平均溫度負距平有關。

四、結果與討論

1. 太陽黑子相對數資料

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[5]。
- (2) 台北市立天文台 1947 年至 1994 年[6]。
- (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。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，圖中第 13 月值代表年平均之週期平均值（例如 1948 年 12 個月之年平均為 113.7，1949 年平均為 135，將 1948-1957 年 10 個年平均值得週期平均值 83.4），由太陽黑子之年週期性變化情形，發現乾旱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），乾旱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。由於地球上各月份雨量的變化亦相當程度上受到地球公轉之影響，故以下探討太陽

黑子相對數與降雨型態之關係時主要探究年度尺度之關係。

2. 流量資料

本研究採用之流量種類[35]有：

(1) 7-9月流量：7-9月流量總和除以7至9月總日數，7至9月雨量主要是颱風雨所造成。

(2) 年最大日流量：一年中日流量最大者。

(3) 年最小日流量：一年中日流量最小者。

本研究採用之流量站：淡水河為本省北部區域最重要的河川，本研究採用之流量站由其選擇記錄時間較長、較不受外來因素影響者，以期選站較具有代表性。

3. 累積距平值方法應用

淡水河秀巒、玉峰、高義三站7-9月流量、年最大日流量、年最小日流量與太陽黑子相對數值之累積距平值計算結果如圖3至圖5。由圖3發現太陽黑子相對數值之累積距平值在1966年之前太陽黑子相對數相對於歷年平均值偏大，1966年之後則呈現週期性之減弱增強變化。淡水河颱風期7-9月平均流量累積距平值在1980年之前偏大，1980年之後則呈現減弱增強變化，表示颱風期7-9月平均流量在1980年之前處於豐水狀況，三站中高義站累積距平值最大，其原因為高義站之集水面積最大故水量最豐沛。由圖4淡水河年最大日流量累積距平值在1962年之前偏小，1978年之前偏大，1963年上升非常大，顯示有發生大流量，由歷史記錄發現，1963年有發生巨大之葛樂禮颱風，三站中高義站累積距平值最大，其原因亦為高義站之集水面積最大故水量最豐沛。由圖5淡水河年最小日流量累積距平值在1971年之前偏小，顯示枯水時期，1971年之前相對於平均值處於枯水狀況，比平均枯水水量更為不足，三站中秀巒站累積距平值最小，因為秀巒站之集水面

積最小故蓄水量能力最不足。由圖3至圖5比較三站中，顯示玉峰站累積距平值大多介於秀巒站高義站之間，較能代表淡水河流域之特性。

4. 探討

經與天文教育館及氣象局天文台人員討論，對太陽黑子影響氣象之時間差距，未有清楚之研究，太陽輻射之變化與氣象之本應存在時間延遲之效應，但因物理機制不明確，太陽輻射以到達大氣層表面所需之時間甚短不到1天，本研究之時間間距太陽黑子為月資料，不能顯示，太陽輻射經過大氣層所需之時間延遲不明，直接由數據觀察時間延遲，因數據尚未十分充足，未能清楚判斷，但若假設間延遲之效應為15天以內，則對本研究之影響不大。詳細時間延遲之效應，將蒐集更多資料後進一步研究。

5. 海溫資料

本研究蒐集之海面溫度數據，取自民航局氣象中心主任預報員劉昭民所管理，由日本觀測之十日海面溫度平均值等溫線圖[7]，經由筆者判讀臺灣北西南東四端之海面溫度，再將缺漏資料，對照不同年同一期間海面溫度變化之趨勢以內差法補充，以得到十日海面溫度平均值，目前僅得1992年10月上旬至2000年12月下旬資料，資料上發現北端旬海溫值與西端旬海溫值數值型態甚為接近，與平均值比較皆偏低，而東端旬海溫值與南端旬海溫值數值型態甚為接近，與平均值比較皆偏高。南端較西端東端區海溫值高，北端則較低，可能因距離赤道遠近不同所致，而東端較西端海溫高，則可能是「聖嬰現象」所造成。

6. 雨量資料

本文以北區旬海溫值與淡水河玉峰站旬雨量，中區旬海溫值與濁水溪集集站旬雨量，南區旬海溫值與保力溪恆春(2)站旬雨量，以及

東區旬海溫值與秀姑巒溪苗圃站旬雨量做初步分析[35]。雨量與海溫資料較多本文暫律略。以旬雨量 240mm 為判斷發生災害颱風之標準以此計算颱風個數。

7. 分析

由資料中發現北端超過 240mm 雨量者有 8 個，其中 1994 年 8 月有 3 個，是在 1994 年 7 月連續 3 旬發生 29°C 海溫之後產生，為同一原因之連續三旬降雨，在此筆者認為可以將其視為同一個，1996 年 7 月下旬暴雨(賀伯颱風)在 1996 年 7 月連續 3 旬發生 29°C 海溫之後產生，1998 年 8 月連續 3 旬發生 29°C 海溫之後隔 4 旬產生暴雨(瑞伯颱風)，這 3 次連續 3 旬發生 29°C 海溫之後所產生之暴雨都在 600mm 以上(622mm, 815mm, 699mm)，1997 年 8 月中旬溫妮颱風(857mm)為 1997 年 7 月下旬至 8 月中旬連續 3 旬海溫發生 28-29°C 之後產生，僅 1994 年 10 月上旬暴雨在 29°C 海溫之後隔 6 旬產生，1998 年 10 月中旬之瑞伯颱風在 29°C 海溫之後經過 4 旬產生，在時間距離上較久，但也是在颱風暴雨前有發生高海溫，將北端較高海溫、旬數與颱風暴雨整理如表 1，6 個颱風暴雨前皆發生高海溫，故對應機率約為十成。海溫有 7 次高溫，其中 6 次對應颱風暴雨，對應機率約為八成六。發生 240mm 以上暴雨之前之平均海溫大約為 28.5°C 經過 3 旬，整理如表 5 第 2 欄所示。西、南、東三端結果如表 2、表 3、表 4 所示。將表 1 至表 4 中超過 400mm 暴雨加黑顯示，如同表 5 之整理方式得表 6，表 6 顯示較大暴雨較多在 29°C 以上海溫後發生，其中西端臺灣海峽可能海洋水面較小需要較高之海溫才能發生較大暴雨，東端太平洋地區可能海洋水面較大不需要較高之海溫即能發生較大暴雨。此外南端因為緯度關係本來偏向比較熱故需要更高海溫後才發生，如果以 29°C 為限，只有一個颱風暴雨相對應，對應機率只有 17%，重新查看

資料發現有 4 次 29.4°C 高溫，其中 3 次對應 400mm 暴雨，對應機率約為七成五。重新整理 400mm 以上颱風暴雨與不同高海溫對應機率表如表 6 所示。

8. 檢討

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。臺灣海面溫度之觀測數據較缺乏所保存資料亦較短，但仍值得從事此方面之研究。

五、結論與建議

(一) 結論

1. 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。
2. 太陽黑子相對數值之累積距平值在1966年之前太陽黑子相對數

- 相對於歷年平均值偏大，1966年之後則呈現週期性之減弱增強變化。
3. 集水面積較大者，蓄水量能力最強，颱風期7-9月平均流量及年最大日流量累積距平值偏大。集水面積較小者，蓄水量能力最不足，最小日流量累積距平值偏小。
 4. 颱風期7-9月平均流量及年最大日流量累積距平值在1963年之前上升非常大，表示葛樂禮颱風影響北部甚大。
 5. 長期乾旱與大氣環流異常海水面平均溫度負距平有關（地形上迎風將風面形成季節性乾旱）。
 6. 當平均海水溫度持續3旬達到或超過 28.5°C 時，很容易發生颱風暴雨，持續3旬達到或超過 29°C 時，累積水氣有可能隔幾旬後下降暴雨。
 7. 臺灣7-10月期間，240mm以上雨量之前都有海溫較高值相對應，海水溫度持續3旬達到或超過 28.5°C 後發生240mm以上颱風暴雨對應比率北區為0.86西區為0.57南區為0.73東區為1.00，海水溫度持續3旬達到或超過 29°C （南區為 29.4°C ）後發生400mm以上颱風暴雨對應比率北區為0.80西區為1.00南區為0.75東區為0.67；南區可能由於本來溫度較高，需要更高溫度才能達到增加大量水氣效果。
 8. 北西南東四區海溫與暴雨關係中以東區之對應率最高，似可推論「東區受海溫影響最顯著」。

（二）建議

1. 本研究所採用的雨量歷史紀錄仍嫌太短，從分析的觀點而言，必須再繼續研究更多早期與近期的資料，以祈能預測模擬未來的趨勢。建議作更多區域、更多雨量站、更長期間之驗證。

2. 本研究所採用的颱風發生之次數尚不足以廣泛推斷台灣地區颱風、乾旱發生之情況，需要蒐集更多颱風、乾旱資料以資驗證。
3. 對本研究所使用的太陽黑子相對數資料及雨量資料，可依據台灣各地區需要的情形，增加最近資料再詳細的作研究分析。
4. 太陽黑子、海水溫度影響氣象之時間差距，蒐集更多資料後進一步研究。

六、參考文獻

1. Hsu, N. S., Kuo, J. T., Chu, W. S. and Lin, Y. J. (1995) "Proposed Daily Streamflow Forecasting Model for Reservoir Operation," Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, Vol.121 No.2, , pp.132~143.
2. Lin, Y. J. (2000), "The rainfall range forecasting in typhoon period by solar activity typhoon rainfall range probability," Proceedings of the 12th Congress of the Asian and Pacific Regional Division of the International Association for Hydraulic Research, Bangkok, Thailand.
3. Wang Yongquan (1993) , Solar Activity and Maximum Floods in the World, Extreme Hydrological Events: Floods and Droughts, Proceedings of the Yokohama Symposium, IAHS Press, July.
4. 王湧泉主編 (2005) , 日地水文學與災害預測, 茂昌圖書。(印製中)
5. 中央氣象局 (1992) , 颱風預報單, 1947-1992 年。
6. 台北市立天文台 (1994) , 太陽黑子觀測報告。
7. 民航局氣象局中心 (1998) , 十日海面溫度平均值等溫線圖, 1992

- 年 11 月至 1996 年 12 月。
8. 林永禎 (1997)，賀伯颱風所造成之災害與檢討，明新學報第 19 期。
 9. 林永禎 (1998)，以累積距平值方法探討淡水河太陽黑子相對數與流量關係，中國農業工程學會農業工程研討會論文集，臺灣大學，台北市。
 10. 林永禎 (1998)，海溫與氣象關係之研究，第九屆水利工程研討會論文集，中央大學，新竹市，I45-I53 頁。
 11. 林永禎 (1998)，臺灣四周旬海面溫度與降雨量之關係，第二十二屆海洋工程研討會論文集，海洋大學，基隆市，30-38 頁。
 12. 林永禎 (1999)，海洋溫度變化對氣候之影響：談聖嬰現象，航空氣象第 12 期 51-61 頁。
 13. 林永禎 (1999)，聖嬰現象對氣候與人類之影響，明新學報第 23 期 91-100 頁。
 14. 林永禎 (1999)，都市暴雨排水原理與案例，水利技師公會會訊第五期 68-86 頁。
 15. 林永禎 (1999)，全球變遷與環境保護，明新土木學刊第 28 期 52-57 頁。
 16. 林永禎 (2001)，臺灣地區 7-10 月海洋溫度與颱風暴雨關係之研究，第一屆海峽兩岸森林水文學與集水區永續經營研討會論文集，廣州市，中國大陸，pp. 31~40。
 17. 林永禎、王琮美、黃寶慰 (2002)，台灣地區太陽活動與雨量關係之探討，第十三屆水利工程研討會論文集，雲林科技大學。
 18. 林永禎、周家慶、陳柏蒼 (2002)，台灣南北部區域不同深度海洋溫度對雨量影響之研究，第十三屆水利工程研討會論文集，雲林科

技大學。

19. 林永禎、林碧亮 (2001)，以太陽活動颱風降雨強度機率法進行颱風降雨量預測，第十六屆技職教育研討會論文集，花蓮縣，pp. 11~20。
20. 林永禎、林碧亮、周家慶 (2001)，台灣南北區域不同深度海洋溫度對氣象變化影響之研究之研究，二十一世紀土木工程技術與管理研討會論文集，明新技術學院，新竹縣，pp. D-19~D-28。
21. 林永禎、徐貴新 (1998)，實用水文學，高立出版社。
22. 林永禎、馬家驊 (2000)，從九二一地震談缺水，水資源工程研討會論文集，萬能技術學院，中壢市，pp. 4-1~4-14。
23. 林永禎、馬家驊、陳柏蒼 (2000)，臺灣地區 7-9 月海洋溫度與雨量關係之研究，水資源管理 2000 研討會論文集，台中救國團，台中市，pp. 102~110。
24. 林永禎、陳柏蒼 (2001)，臺灣地區颱風時期海洋溫度與雨量關係之研究，第十二屆水利工程研討會論文集，成功大學，台南市，pp. I-14~I-20。
25. 林永禎、張謝淵、王琮美 (2001)，台灣地區 1-3 月太陽黑子相對數與雨量關係之研究，二十一世紀土木工程技術與管理研討會論文集，明新技術學院，新竹縣，pp. D-5~D-18。
26. 金紹興、藍繁盛、林永禎、陳莉、馬家驊 (1996)，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論文集，台北市。
27. 金紹興、藍繁盛、馬家驊、陳莉、林永禎 (1996)，臺灣各河流域水資源潛能評估之研究，第八屆水利工程研討會論文集，臺灣大學水工所，台北市。

28. 郭振泰、徐年盛、林永禎 (1991)，短期距流量預測模式之研究，國科會研究計劃報告。
29. 戚啟勳(1978 再版)，氣象，科學月刊社。
30. 戚啟勳(1981 左右)，颱風，季風出版社。
31. 戚啟勳、關壯濤(1966 左右)，颱風的理論與預報，交通研究所。
32. 許晃雄 (1998)，冰雹、聖嬰現象與氣候變遷，全球變遷通訊雜誌，第十七期，臺灣大學全球變遷中心。
33. 劉復誠(2000)，臺灣的颱風，稻田出版社。
34. 經濟部水資源統一規劃委員會 (1991)，臺灣乾旱週期之研究。
35. 經濟部水資局(1999)，雨量流量資料電腦檔，1993-1999 年。
36. 聯合報 (1998)，1997 年 10 月 6 日與 1998 年 5 月 5 日。
37. 劉廣英、張培臣 (1996)，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集，中央氣象局主辦，氣象學會協辦。

圖1 太陽黑子相對數觀測值

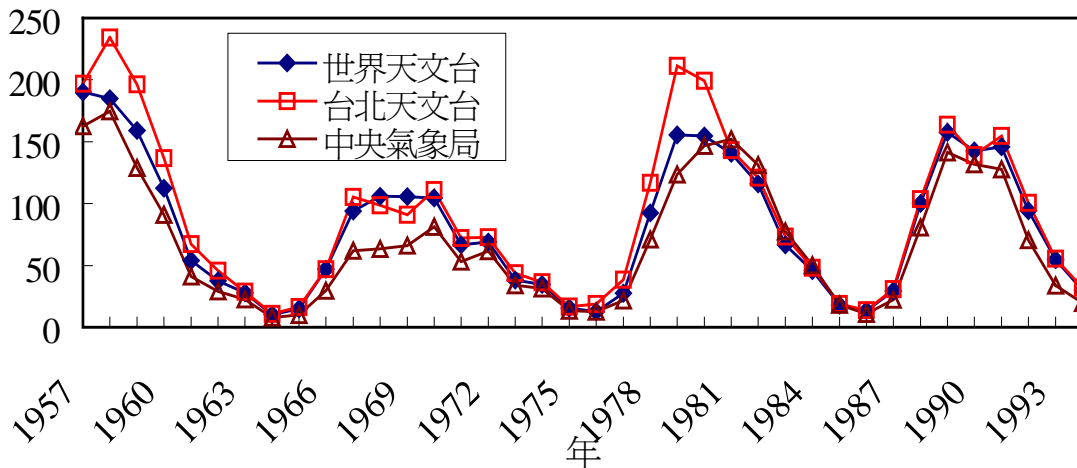


圖2 太陽黑子相對數年週期性示意圖

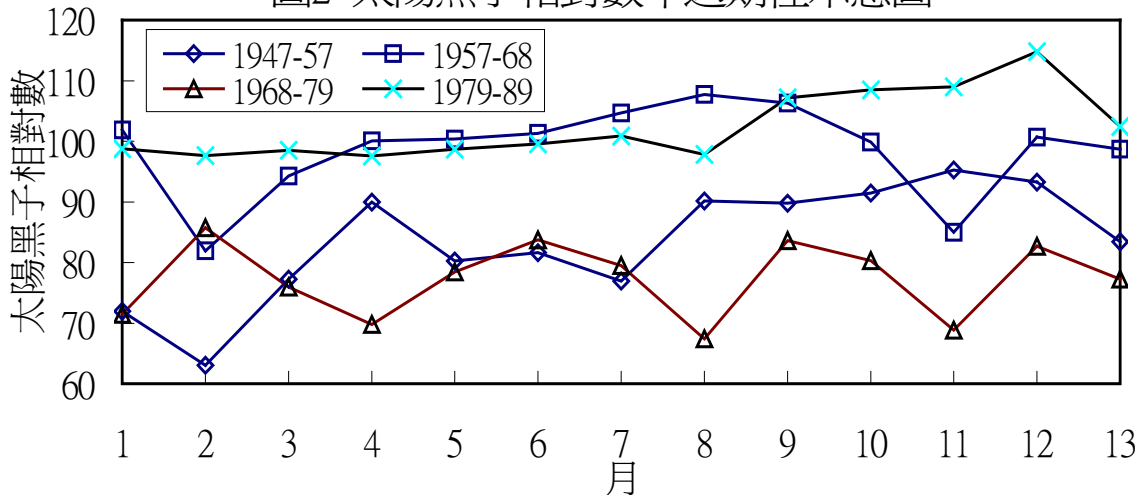


圖3 淡水河太陽黑子相對數與7-9月流量關係

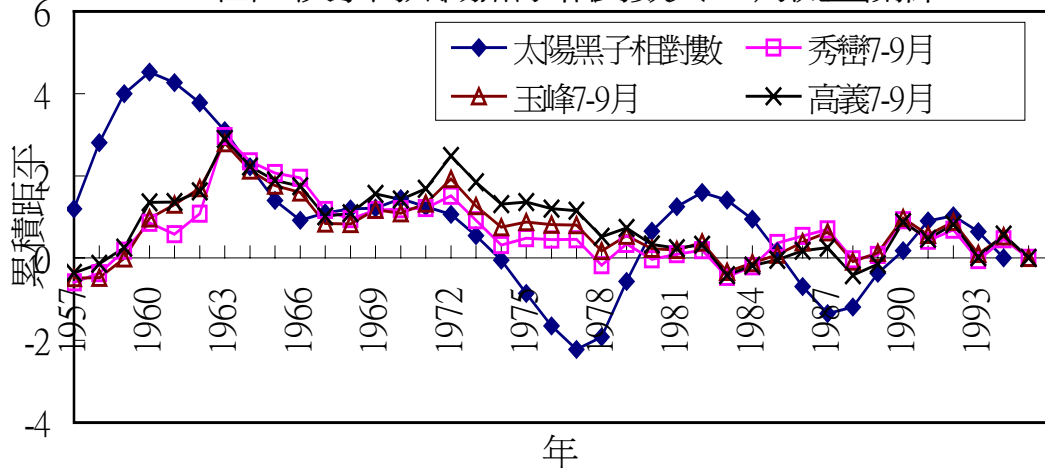


圖4 淡水河太陽黑子相對數與年最大日流量關係

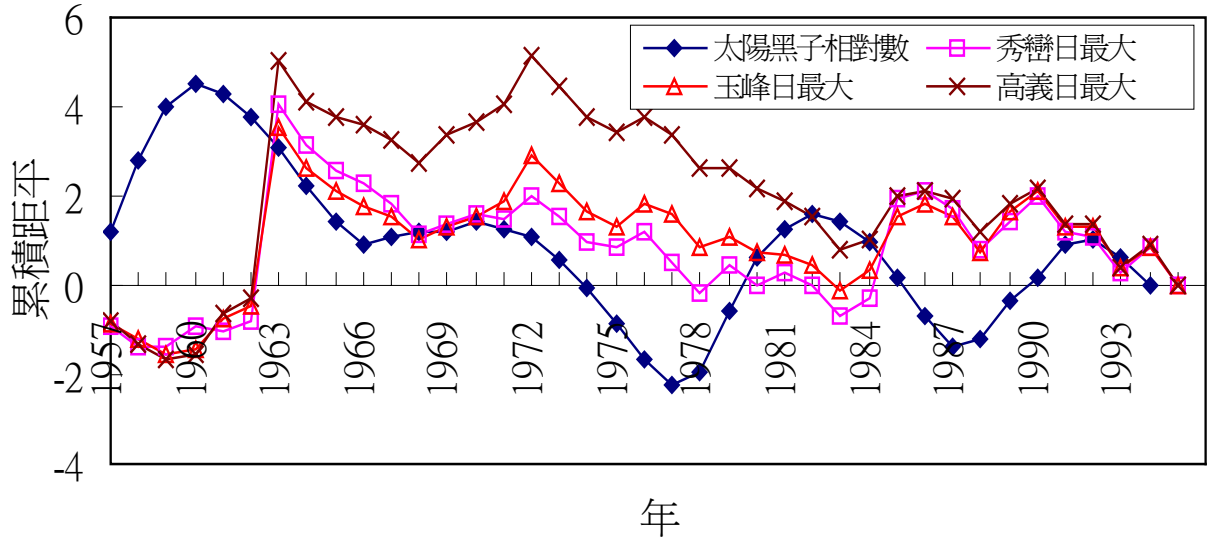


圖5 淡水河太陽黑子相對數與年最小日流量關係

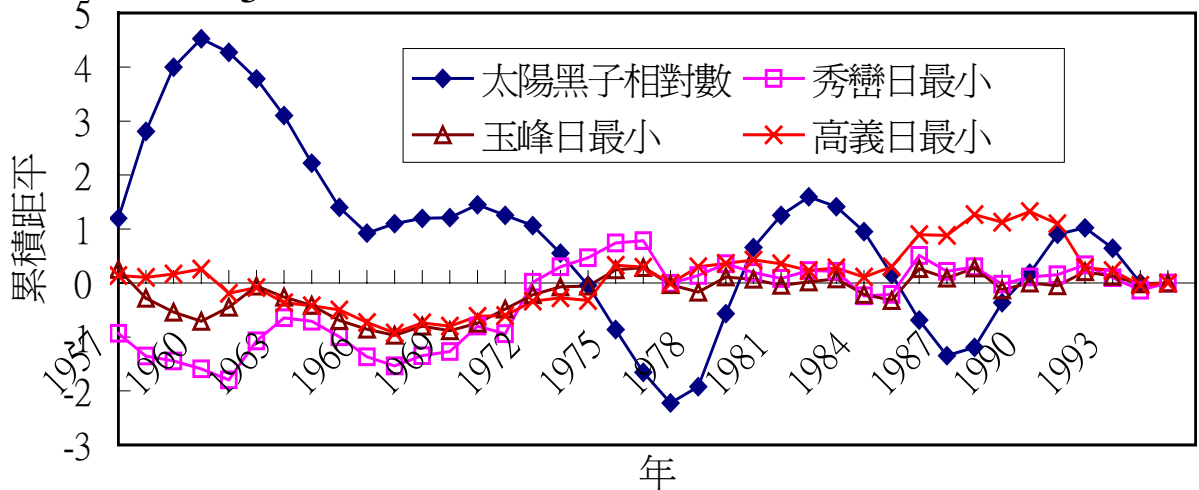


表 1 北端海溫、旬數與颱風暴雨對應表

端 點	北 端			
項 目	年月旬	平均海溫	旬 數	暴 雨
內	93093	28.7	6	34 X
	94081	29	3	622, 242, 336
	94101	29	3 隔 6	673
	96073	29	3	815
	96093	28.7	3	246
	97082	28.5	3	857
容	98102	29	3 隔 4	699

表 2 西端海溫、旬數與颱風暴雨對應表

端 點	西 端			
項 目	年月旬	平均海溫	旬 數	暴 雨
內	93092	28.7	6	66 X
	94081	29	3	339
	94091	29	3 隔 3	268
	96073	29	3	502
	96093	29	3	141 X
	97091	28.6	4 隔 1	250
	98091	28.9	4	128 X
	容	99071	28.3	3

表 3 南端海溫、旬數與颱風暴雨對應表

端 點	南 端			
項 目	年月旬	平均海溫	旬 數	暴 雨
內	93072	29.1(29.4)	7(4 隔 1)	198 X
	94081	29	3	264
	95073	29	3	369
	95083	28.5	3	259
	95093	28.5	3	413
	96073	29.5	3	445
	96093	29	3	67 X
	97081	29.3	3	194X
	98102	28.9(29.4)	11(4 隔 3)	416
	99081	28.9 (29.4)	11 隔 4 (4 隔 8)	442
容	99101	28.5	7	392

表 4 東端海溫、旬數與颱風暴雨對應表

端 點	東 端			
	年 月 旬	平均海溫	旬 數	暴 雨
內	93092	28.9	7	327
	94071	28.7	3	445
	94081	29	3	563
	95073	28.8	3	443
	95083	28.7	3	313
	95093	28.5	3	313
	96073	29.3	4	622
	97083	29	5	324
	98081	28.6	4	264
	98102	29	5 隔 2	664
	98103	29	5 隔 3	827
容	99083	28.5	3	305

表 5 240mm 以上颱風暴雨與高海溫對應機率表

區域	北	西	南	東
颱風暴雨前發生 28.5 度高海溫	(6 : 6) 100%	(4 : 5) 80%	(8 : 8) 100%	(12 : 12) 100%
28.5 度高海溫後 發生颱風暴雨	(6 : 7) 86%	(4 : 7) 57%	(8 : 11) 73%	(12 : 12) 100%
臨界平均海溫	28.5	28.3	28.5	28.5
臨界旬數	3	3	3	3

表 6 400mm 以上暴雨與不同高海溫對應機率表

區域	北	西	南	東
用以預測之高 海溫	29	29	29.4	29
颱風暴雨前發 生高海溫	(4 : 5) 80%	(1 : 1) 100%	(3 : 4) 75%	(4 : 6) 67%
高海溫後發生 颱風暴雨	(4 : 4) 100%	(1 : 4) 25%	(4 : 4) 75%	(4 : 5) 80%