

# 近十年曾文水庫集水區降雨初步分析

陳亭均 劉秉豪 陳威豪 黃士銘\* 林文典

中國文化大學 大氣科學系

## 摘要

由於近年來台灣乾溼季節愈加分明，造成水庫用水過多或儲水不足，因此藉由此研究做一初步探討。本研究將會使用中央氣象局和經濟部水利署的雨量觀測資料，透過資料統計與分析方法，瞭解近年來曾文水庫集水區雨量的分布和變化情形。

在南台灣的曾文水庫集水區，其降雨量在空間上呈現均勻分布，無明顯的地形抬升效應，而且集水區的年總降雨量大致持平，無明顯減少或增加之年際變化趨勢(2010~2019年)。然而，近幾年卻時常有缺水的警報與消息，因此初步分析了曾文水庫集水區乾季(枯水期)的雨量變化趨勢。本研究採取 80mm 的降雨量差值來當作乾季開始與結束的一個指標，初步發現近年來乾季最長可持續到 300 天以上，而且每 3 到 4 年會發生一次較長的乾季現象。

關鍵字：曾文水庫，集水區，年際變化，乾季，枯水期，地形抬升

## 一、前言

2020年冬季至2021年春季，全台水庫蓄水量明顯不足，全國各水庫蓄水量均低於50%，甚至曾文水庫蓄水量只剩3%，水資源的運用已成為重要課題，台灣地區已連續四年颱風未登陸，降水型態也明顯改變，以至於水庫常有降水量明顯不足情形。

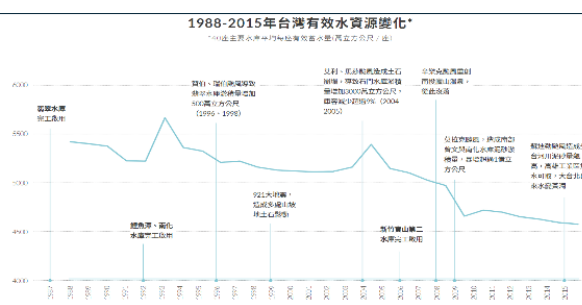


圖 1. 1988-2015 年台灣有效水資源變化趨勢(天下雜誌)

由圖1顯示1988年到2015年台灣有效水資源變化呈現逐年下降的趨勢，而暴雨頻率增加，則造成水庫淤積惡化，蓄水力減弱，對用水需要靠水庫的台灣來說，缺水困境近在眼前。

因此，本研究將對水庫降水的議題做研究，主要分為水庫枯水期的乾季分析及豐水期的降水問題做

討論。

根據2019年經濟部水利署的年報結果指出，曾文水庫是全台灣水庫總容量最大的水庫(圖2)，因此，本研究希望藉由曾文水庫資料統計及分析，以期瞭解南臺灣乾季的期間長短是否有改變、釐清曾文水庫集水區的降雨型態是否受西南氣流及地形影響，以及探討降水集中性是否對水庫有正面貢獻。

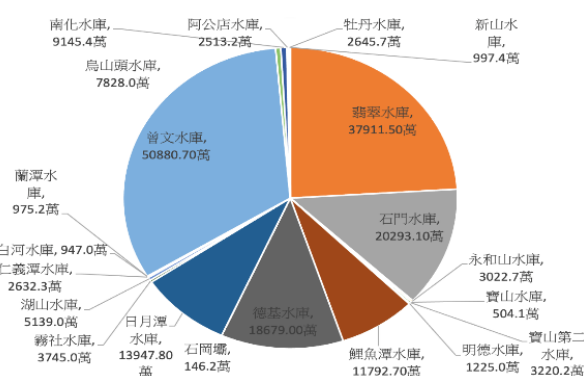


圖 2 全台灣水庫蓄水量占比(經濟部水利署 108 年年報)

## 一 乾季指標分析

在過去大氣科學研究，主要多研究暴雨，但對乾旱的研究多為大區域的氣候條件研究，並給於定義。如世界氣象組織(World Meteorological Organization, 簡稱WMO)於1987年的環境資料報告

定義以單站年雨量低於氣候平均值60%或區域雨量低於50%視為乾旱。另中央氣象局的乾旱定義為已連續20日以上無可量降水紀錄者為乾旱標準，但這標準對長期氣候而言又不足做為指標。

(洪，2017)亦針對台灣乾旱季指標做修正，但對台各水系的預報幫助有限。因此，我們利用初步研究，先行找出規律性，在於往後做為指標研究的依據。

## 二.豐水期降水的降雨型態分析。

根據Chen等(2003)的研究，臺灣的整體降雨主要可以分為五個部分：冬季型降雨(12月~2月).春季變遷型降雨(3月~4月).梅雨季節型降雨(5月中旬~6月中旬).夏季型降雨(7月中~8月)秋季型降雨(9月~11月)，其中冬季有強烈東北季風的冷氣團帶來降雨，降雨集中在北部東北部，秋季平均每年3.6個颱風侵臺，降雨量佔臺灣全年雨量約39%，梅雨季節所帶來的對流系統，降雨集中在臺灣中部山區。除了受到颱風這種洋面上移入的天氣系統侵襲外，臺灣受季節性因素所影響的季風、鋒面、午後對流更是降水貢獻來源。其中在臺灣5月至6月期間，經常受到梅雨鋒面影響(Yeh and Chen, 1998)。

以2016年為例，該年平均溫度比往年都還高，黃等(2016)發現臺灣梅雨的降水趨勢有所改變，在梅雨季節間，受梅雨鋒面的累積降水有所減少，季節中雷陣雨頻率有增加並有增強的趨勢。紀等(2020)進一步把臺灣分成前期(1990~2004)和後期(2005~2019)觀察，發現平均雨量和豪(大)雨次數，後期均多於前期，增加百分比隨著降雨強度增強而增加，在梅雨豪雨災害，後期為前期的4.5倍，顯然，在地球暖化下，臺灣降水的型態有很明顯改變的趨勢。

臺灣受地形高山以及南北狹長的分布，雖降雨量為世界前十名，但人均用水量卻在平均以下，故了解降水型態，並有效的使用水資源是必須受關注的。本研究將藉由曾文水庫之資料統計及分析，以期瞭解南臺灣乾季的時間是否有改變、釐清曾文水庫集水區

的降雨型態是否受西南氣流及地形影響，以及探討降水集中性是否對水庫有正面貢獻。

## 二、地理環境及資料來源

曾文水庫位於南台灣內陸山區，最高的自動雨量站是位於2450m高的山區，而最南的曾文自動雨量站只在147m的高度，曾文溪是自東北至西南走向，所以降水情形非常複雜，雲雨高度及地形是決定降水的駐要關鍵，必需有強烈且雲雨配合良好的中尺度系統，才能有效降至集水區。

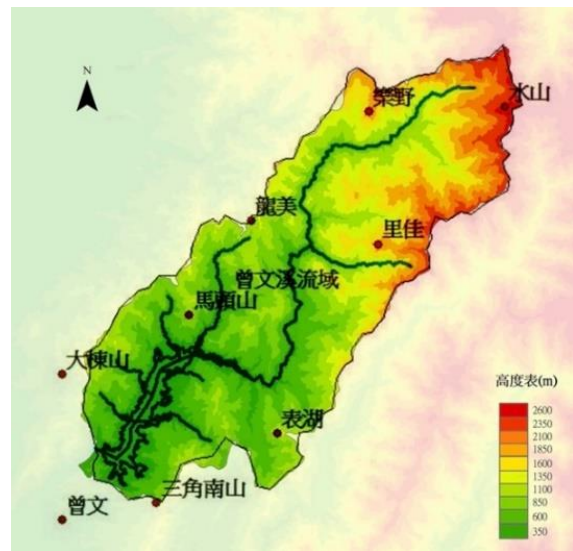


圖 3 曾文水庫地形高層圖及測站位置圖

本研究資料來自經濟部水利署公告2010年至2019年曾文水庫自動雨量站資料，其自動雨量站分別為水山站、樂野站、里佳站、龍美站、表湖站、馬頭山站、大棟山站、三角南山站及曾文站共九站。其位置如圖3示。

本研究是使用曾文水庫集水區雨量站資料做全年度基本的雨量統計，並進行距平值分析，初步瞭解集水區各雨量站的特性，其內容包括：(1)曾文水庫集水區雨量站全年總雨量分析。(2)曾文水庫集水區各測站雨量距平分析。(3)曾文水庫集水區雨量站乾季的分析。本研究中曾文水庫集水區雨量站乾季的定義如下：當年最後一次的最大降雨量(兩日日雨量差大於80mm以上)至隔年第一次最大降雨量。(4)豐雨期個案分析。

## 三、水庫集水區雨量站全年總雨量分析



圖 4 2010 年至 2019 年曾文雨量站年降雨量總和

從2010年至2019年曾文站降雨資料(圖4)，降雨量大致位於2000mm~4000mm，十年平均降雨量約3000mm。其2011年、2014年、2017年及2019年有低於平均值，年際變化上約2-3年降水會有不足的情形發生。

#### 四、曾文水庫集水區各測站雨量距平分析

自2010-2019年曾文水庫集水區各測站雨量距平圖(圖5)，曾文測站的降雨量有其週期性，總體而言，全年雨量加總的距平圖在2015年以前，有兩年週期震盪，在2016年之後則有改變，因分析時間不夠長，在未來可以分析較長期時間變化。

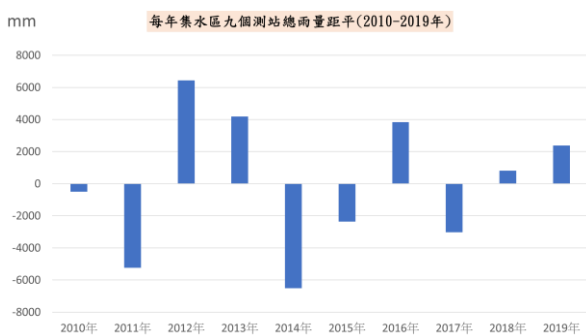


圖 5 2010-2019 年曾文集水區總雨量距平圖

在圖6中，若負距平視為乾季年，那是否這樣可初估2-4年就會遇到一次缺水年，這對本研究太過初略，但這樣的推論還是很很危險的，畢竟水庫用意就是要儲備有效降雨量，因此我們針對曾文水庫的越降水狀況逐年做了分析。

因此，本研究分析曾文水庫集水區八個測站的全年降雨量分析，結果顯示降雨量大致上都很平均，藉由曾文水庫集水區的高層圖(圖3)可以得知東邊山脈比西邊高，研究初期原本預估降雨量會受到地形的影響，東邊降雨量較西邊降雨量多，但結果顯示東西兩邊的降雨量分佈差異不大(圖6，2018年距平圖為例)。其資料顯示，其負距平多發生在1-5月及10-12月，所以主要降水都集中於夏季，6-9月則為降水較多的月份，包括西南季風、梅雨及颱風為主要降水系統。

因此，本研究為了解降雨在月際變化情形，是否有明顯的不連續降雨期開始的源頭及降雨期結束的期間，及探討降雨型態雨地形是否有足夠的關聯性，而做了計算乾季時間的計算，於下一節做說明。

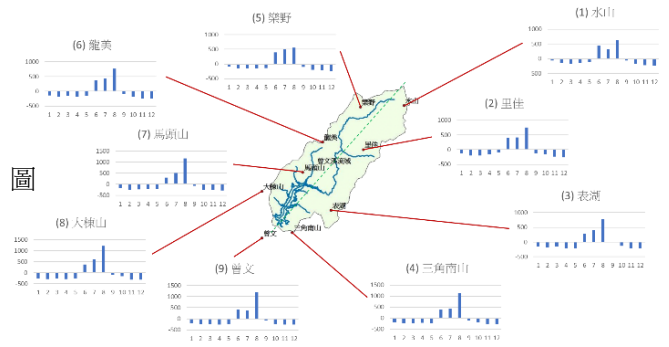


圖 6 2018 年各測站月距平圖

#### 五、曾文水庫集水區雨量站乾季的分析

表 1 2010-2019 年曾文水庫乾季分析表

	第一次80mm	最後一次80mm	乾旱季節
2010	5/23 (164mm)	9/19 (102mm)	303天
2011	7/19 (191mm)	11/10 (93mm)	191天
2012	5/20 (90mm)	11/17 (83mm)	183天
2013	5/19 (109mm)	9/21 (95mm)	241天
2014	5/20 (129mm)	7/23 (306mm)	305天
2015	5/24 (181mm)	9/28 (90mm)	97天
2016	1/3 (85mm)	9/27 (108mm)	212天
2017	4/27 (80mm)	7/29 (141mm)	325天
2018	6/19 (145mm)	8/24 (246mm)	267天
2019	5/18 (368mm)	8/17 (87mm)	

曾文水庫集水區雨量站，濕季(豐水期)的發生大致都在六月至九月之間，既梅雨或颱風季。但是近幾年卻時常有缺水的警報，為分析曾文水庫集水區乾季(枯水期)的降雨期長短，本研究暫以水山站依照我們自定義乾季:日雨量差(兩日日雨量差大於80mm以上)至隔年第一次最大降雨量之日數做一統計，結果顯示(如表一)，曾文水庫集水區雨量站2010-2019年，隨時間的乾季越來越長，沒有下豪雨的天數甚至可以長達303天、305天和325天，此外，從303天305天差了4年，從305天到325天差了3年，故推測有3到4年，就可能有一次較大乾旱，在本研究於2020年開始進行，我們也預估2020年至2021年會有較長的乾季，且大致會到五月方可有機會解除乾旱。

#### 六、豐雨期個案分析

由表一可預估2021年五月開始會有降水，如同預期，約在五月有較大降水，但是曾文水庫降水或集水仍然有限，因為地形高聳，東北西南走向的地形，阻礙了強烈中尺度降水，而第二波的西南氣

流，中尺度系統，正以西南方向東北方向進入集水區，曾文水庫才能漸漸解了無水之苦。

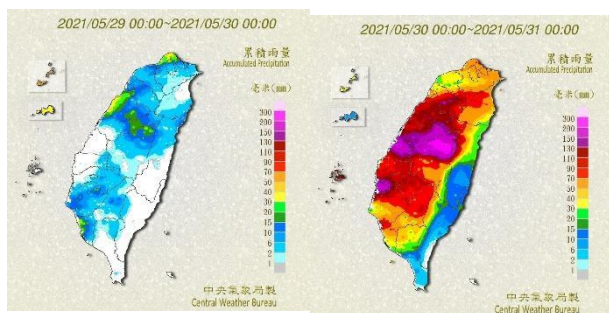


圖 7 5 月 29 日及 5 月 30 日台灣降水分布圖

2021年5月全台水庫蓄水量都已達到非常嚴重不足的情形，但在5月26日第一波梅雨開始抵台，北部先行降水，到了5月30日(圖7)開始中南部地區也有了降水，但天氣系統幾乎到不了南部的內陸地區，這是曾文水庫缺水第一個原因。

到了第6月全台受西南風影響都有了降水，但初期曾文水庫集水區雖有系統移入，但降雨量不多，到了梅雨後期，才有了降大的降雨量。亦說明中尺度系統移向受山脈阻隔時(低層雲雨約 300-1500m，但山脈高度2000m)，並無法有效降水於集水區，但這是從現有觀測所得到的初步假設，仍需再多方驗證。

## 六、結論與討論

本研究透過曾文水庫集水區雨量站2010~2019年之觀測及統計資料的分析結果顯示：

- 1.在年際變化約2-4年的震盪。
- 2.曾文水庫集水區雨量距平圖，降雨量主要皆落在5到9月。
- 3.當乾季來臨時，沒有下豪雨的天數最長可達325天，最短為97天(2010-2018)。
- 4.豐水期的降水來源，主要為西南季風開始，但是需雲雨系統要與地形有非常好的契合，否則不利於降水會降於集水區。

本研究為文化大學大氣科學系大四專題討論所衍伸出來的一部分研究，雖然欠缺長時間的分析，但從中也了解到台灣南、北、中部等水庫降雨型態的不同，曾文水庫是全台最大的水庫，若未掌握降水的型態，那麼水資源的利用將大打則扣，所以本研究注意到了降水期的長短雨乾旱的周期，並

探討水庫豐水期降水型態可能性，將可提供很好的乾季來臨預警及降水時的人工增雨機會，這也是未來我們對不同水庫的研究有了一個很好的方向，甚至在與水文系統做連結，相信對於有效利用水資源可以提供很大幫助。

## 參考文獻

- 洪致文與施明甫，2017:台灣氣象乾旱指數的建立與嚴重乾旱事件分析，*大氣科學* 45 期，2，145-163。
- 張雅惠、黃婉如 2016，:2016 年臺灣梅雨季午後對流降雨分析，*大氣科學* 44 期，4，289-303
- 紀水上 台灣梅雨豪雨，109 年天氣分析與預報研討會
- Chen, C.-S., and Y.-L. Chen, 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- Yang, M.-J., and Ching L., 2005: A modeling study of typhoon Toraji (2001): Physical parameterization sensitivity and topographic effect. *Terr. Atmos. Oceanic Sci.*, **16**, 177 - 214.