

翡翠水庫集水區歷年降雨資料分析

李柏宏 賈新興 陳孟詩

中央氣象局氣象預報中心

摘要

臺灣屬於一個多雨的海島，一年四季都有不同的季節降雨，如春雨、梅雨、颱風雨、冬雨。但受到降雨量大小和空間的分佈不均，與臺灣地形、氣候的影響，造成水資源管理和調配上之困難。因此了解水庫集水區域的降水特性，是一個基本且重要的問題。文中，我們分析1988年到2009年間的翡翠水庫集水區的降雨資料特性。翡翠水庫集水區的雨量站資料，包括六個雨量站的降雨資料，此六個雨量站分別為翡翠、坪林、十三股、九芎根、碧湖、太平雨量站。分析結果歸納三個要點，第一，影響翡翠水庫集水區的降雨分佈因素，為地形、盛行季風和颱風路徑的影響；第二，雨量站間的相關性受到雨量站間的距離、迎風面的位置和颱風路徑因素影響；第三，整體而言，雨量站的分佈是屬於高狹峰且右偏的機率分佈，但部分雨量站在某些季節並不是屬於高狹峰且右偏的機率分佈。

關鍵字：翡翠水庫、翡翠水庫集水區降雨特性、峰態係數、偏態係數。

一、前言

水庫的管理與水資源的調配上，取決於水庫集水區的降雨情況。受到近年來氣候變遷影響，降雨型態及分佈也受到改變，如30毫米以下的降雨日數減少(洪致文，2007)、年降雨量有呈現北增加南減少的現象，在年降雨日數有明顯減少之趨勢，且在豪、大雨日數部分，在台北、花蓮、淡水皆有增加之趨勢(許昇雄等，2000)。而臺灣的降雨來源主要為季節性的降雨，如春雨、梅雨、颱風雨、冬雨，一年四季都有不同的季節雨。但受到臺灣地形、氣候和降雨量大小與空間的分佈不均，造成控管水資源的困難(田維婷，2003)。因此了解水庫集水區域降水的特性，對於水資源的控管和調配是一大助力。對於翡翠水庫集水區，相關的降雨特性研究相當少，因此引發我們撰寫此研究報告的動機。文中我們使用統計方法來分析1988年到2009年間的翡翠水庫集水區降雨資料，並說明其降雨的特性。

二、資料來源

本文資料採用1988年至2009年共計22年的翡翠水庫集水區月累積降雨觀測資料。資料包括集水區六個雨量站的降雨資料，此六個雨量站分別為翡翠、坪林、十三股、九芎根、碧湖、太平雨量站，各雨量站的相對地理位置如圖一所示。資料來源為翡翠水庫管理局提供。

三、資料分析

為了了解翡翠水庫集水區的降雨特性，文中分別探討，春雨(FMA)、梅雨(MJ)、颱風雨(JA)、秋風與東北季風(SON)、冬季鋒面雨(DJ)的降雨特性和各雨量站降雨的機率分佈特性。我們使用一些基本的敘述統計量和峰態係數(kurtosis)、偏態係數(skewness)來觀察雨量站的機率分佈特性。假設一組隨機樣本 (x_1, x_2, \dots, x_n) ，峰態係數是用來測量此組隨機樣本，機率分佈集中的陡峭程度，峰態係數越大表示該分佈在接近平均數附近比較高聳，坡度並迅速上升；當峰度係數變小時，表示該分佈在接近平均數附近比較扁平，坡度則緩慢上升。峰態係數小於零，稱為低闊峰(platykurtic)，峰態係數接近零，稱為常態峰(mesokurtic)，峰態係數大於零，稱為高狹峰(leptokurtic)。

峰態係數：

$$K = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 / n}{(\sum (x_i - \bar{x})^2 / n)^2} - 3, \quad \bar{x} = \sum x_i / n。$$

偏態係數則是測量機率分佈是否以平均數為中心，形成左右對稱的一種量度。偏態係數越大表示資料越往右方偏離中心點；當偏態係數變小時，表示資料越往左方偏離中心點。偏態係數小於零，稱為左偏(negatively skewed)，偏態係數接近零，稱為對稱(symmetrical)，偏態係數大於零，稱為右偏(positively skewed)。

偏態係數：

$$S = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 / n}{(\sum (x_i - \bar{x})^2 / n)^{3/2}}, \quad \bar{x} = \sum x_i / n。$$

(一) 春雨

如圖二所示，太平站和其餘雨量站的差異最明顯，降

雨變化也較激烈；表一中，太平站的降雨中位數最大，超過815毫米，而其餘雨量站間的降雨中位數和降雨變化差異不大。另外，雨量站間的降雨相關係數都在0.7以上，並且都通過皮爾森相關係數檢定(95%信賴水準)，代表雨量站間的降雨量有高相關性。如表一所示，各個雨量站機率分佈的峰態係數都大於2.6，表示降雨非常集中於平均數附近；而偏態係數都大於零，代表降雨往右偏離平均數。偏態係數以坪林站最大(0.74)，因此比起其餘雨量站，坪林站的降雨非常往右偏離平均數，而十三股的偏態係數(0.07)最小並且非常接近零，代表十三股站的降雨稍微往右偏離平均數，因此十三股站的降雨分佈是比較對稱的。整體而言，各個雨量站的降雨機率分佈是屬於高狹峰且右偏，但十三股雨量站是屬於高狹峰且比較對稱的分佈。

(二)梅雨

如圖三所示，翡翠站的降雨中位數明顯高於其餘雨量站，而九芎根、碧湖、太平雨量站的歷年降雨最大值，明顯高於翡翠、坪林、十三股雨量站，圖中呈現明顯的兩個集群，一群降雨分佈右尾較長，另一群則較短，如圖一所示，降雨分佈右尾較長的雨量站，地理位置處於東南方，而降雨分佈右尾較短的雨量站，地理位置處於西北方。降雨相關係數方面，除了翡翠和碧湖為0.6、翡翠和太平為0.5，相關係數較低外，雨量站間相關係數都大於0.75，並且都通過皮爾森相關係數檢定。圖一中所示，翡翠站與碧湖、太平雨量站的相對地理位置距離較大，而翡翠和碧湖、太平站的相關係數較低，因此相對的地理位置可能會影響雨量站彼此間的降雨相關性。如表二所示，各個雨量站的降雨機率分佈情況，翡翠、坪林、十三股、九芎根的峰態係數在1.8至2.16之間，碧湖和太平則分別為2.51和2.27，分佈都屬於高狹峰；而各雨量站機率分佈都屬於右偏分佈，除了翡翠站機率分佈(偏態係數為-0.3)為左偏的情形外，因此各雨量站的降雨分佈屬於高狹峰且右偏，除了翡翠站屬於高狹峰但左偏的類型。

(三)颱風雨

如圖四所示，颱風季節各雨量站的降雨變動程度很大，但十三股雨量站的變動程度較小。表三中，碧湖站的降雨量中位數為雨量站間最大，從地理相對位置上觀察(圖一)，碧湖站位於翡翠水庫集水區東南方，而侵臺颱風路徑，頻率排名第一和第二高的侵臺路徑，大多是由東入侵臺灣，並通過臺灣北部向西行進或向西北行進(侵臺颱風資料庫)，因此碧湖站可能是由於地理位置受到颱風侵襲的頻率最高，造成降雨中位數最大，反觀十三股位於西北方，降雨變動的程度較小，

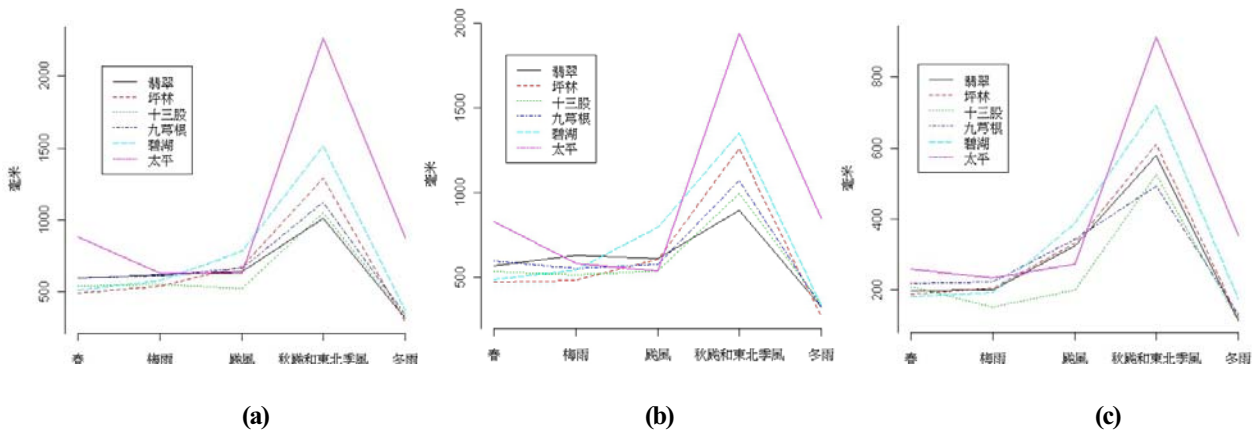
降雨量也較少。除了降雨量的多寡差異外，各雨量站彼此的降雨呈現高度相關，相關係數都在0.82以上(通過皮爾森相關係數檢定)。機率分佈特性上，如表三所示，翡翠、坪林、碧湖站的峰態係數為3.29、2.4、2.82，偏態係數為0.79、0.4、0.45；十三股、九芎根、太平站的峰態係數為1.85、2.3、1.98，偏態係數為-0.29、0.62、0.34。因此除了十三股站為左偏外，各雨量站機率分佈都屬於高狹峰且右偏，尤其以翡翠和九芎根站右偏係數最大。

(四)秋風與東北季風

如表四所示，各雨量站降雨中位數大於890毫米，可見此季節降雨量之多。圖五中，太平站明顯降雨量變化最激烈，其次為碧湖站，地理位置上太平、碧湖站分別位於翡翠水庫集水區東北方和東南方，當侵臺颱風由東入侵臺灣，並從臺灣北部向西或向西北通過時，此兩個雨量站最先受到颱風侵襲的頻率是高於其餘雨量站的，且此時正值西南季風轉弱，而東北季風轉強的季節。或許造成翡翠水庫集水區降雨量在此季節比颱風季節增加的原因，是受到東北季風帶來的水氣與颱風帶來的降雨，兩者的影響。另外，除了翡翠站和太平站的相關係數為0.77、九芎根站和太平站為0.75，雨量站間的降雨相關係數都在0.85以上(通過皮爾森相關係數檢定)，其中發現各雨量站和太平站的相關係數會隨著地理位置靠近太平站而增加。如表四所示，各個雨量站的降雨機率分佈特性，峰態係數都大於2.65，表示各雨量站降雨分佈非常集中在平均數附近，峰態係數最大為太平站，其次為翡翠站；各個雨量站的偏態係數都大於0.63，偏態係數最大為太平站，其次為翡翠站。整體而言，各雨量站機率分佈屬於高狹峰且右偏。

(五)冬雨

如表五和圖六所示，太平站的降雨量中位數和降雨變動程度明顯高於其餘雨量站，而且太平站的降雨量中位數，比其餘雨量站的最大值都來的大，顯示太平站降雨量之多。臺灣此時盛行東北季風，從地理位置上觀察，太平站位於翡翠水庫集水區東北方，屬於迎風面的位置，這或許是造成太平站降雨顯著多於其餘雨量站的原因。除了太平站外，雨量站間相關係數高於0.8，而太平站和其餘各站的相關係數為，太平和翡翠0.7、太平和坪林0.76、太平和十三股0.88、太平和九芎根0.68、太平和碧湖0.79。以上相關係數都通過皮爾森相關係數檢定，從太平和其餘雨量站間的相關性可以發



圖七、(a)各雨量站季節降雨量平均數，(b) 各雨量站季節降雨量中位數，(c) 各雨量站季節降雨量標準差

現，太平和十三股的相關最高，而和九芎根最低，從地理位置上觀察，十三股位於翡翠水庫集水區北方，而九芎根位於西南方，因此十三股受到東北季風的影響可能會比九芎根來的大，也造成和太平站的相關較高。降雨機率分佈特性上，如表五所示，各雨量站峰態係數都大於 2.5，且九芎根站的峰態係數最大。除了翡翠、十三股站的偏態係數為 -0.18 和 -0.25 外，其餘雨量站的偏態係數都為正，且偏態係數最大為碧湖站。整體而言，坪林、九芎根、碧湖、太平站的機率分佈屬於高狹峰且右偏的分佈，而翡翠和十三股屬於高狹峰但左偏的分佈。

四、結果與討論

如文中所探討，我們將翡翠水庫的季節降雨分成春雨 (FMA)、梅雨 (MJ)、颱風雨 (JA)、秋颱與東北季風 (SON) 和冬季鋒面雨 (DJ) 等五種類型。和一般探討季節降雨不同之處在於，我們將一般所定義的颱風季節 (JASO) 細分成兩個季節降雨，分別為颱風雨、秋颱與東北季風降雨。原因為，臺灣在七、八月時東北季風微弱，主要還是西南季風盛行，影響北部不大，但在九、十、十一月時西南季風轉弱，東北季風盛行，而北部地區易受東北季風影響，如 Chen and Chen (2003)，分析台灣地區 1961 至 1998 年的降雨特徵，探討不同季節降雨以及環流場特徵的關連性。結果顯示，臺灣秋季同時受到颱風以及東北季風的影響，因此北部地區受到秋颱和東北季風此兩個降雨因素影響的機會很高。故在分析上必須考量此氣候背景，才能得到更詳細的降雨分析。經由各個季節的探討後，我們可以歸納翡翠水庫集水區幾個降雨特色。第一，

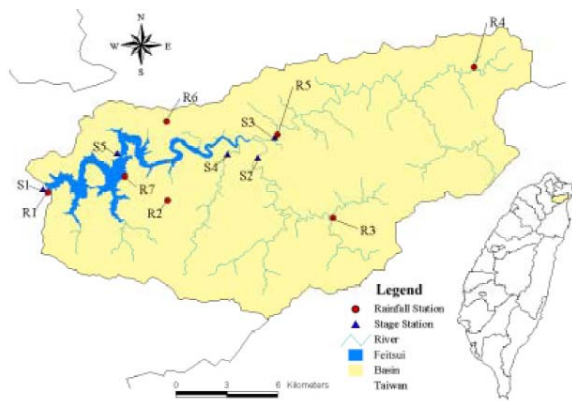
影響翡翠水庫集水區的降雨分佈因素，為地形、盛行季風和颱風路徑的影響，王為森等 (2007)，對翡翠水庫集水區的研究也呈現此一結果。第二，在雨量站間的相關性分析上，我們發現雨量站間的距離、迎風面的位置和颱風路徑因素，會影響雨量站間的降雨相關性。第三，季節的不同，會影響各個雨量站的機率分佈，整體來說，各個雨量站的降雨都集中在雨量平均數附近，因為雨量站的峰態係數都大於 2，但對於偏離平均數的方向，不一定是往右偏離。因此雨量站不一定是屬於高狹峰且右偏的機率分佈，如十三股雨量站在春雨季節是屬於高狹峰且對稱的機率分佈，但在颱風季節和冬雨季節則是屬於高狹峰且左偏的機率分佈；而翡翠雨量站在梅雨季節和冬雨季節都是屬於高狹峰且左偏的分佈。由於集水區雨量站降雨的機率分佈會受到季節、地理位置、颱風路徑的影響，因此在進行降雨量推估、或降雨量的模擬研究時，必須考量到此三種因素，才能更接近集水區的降雨狀況。綜觀各個季節的降雨變化情況，如圖七所示，各雨量站在春雨和梅雨的降雨量差異不大；颱風季節時各站降雨量增加；秋颱和東北季風季節時，各站降雨量暴增，降雨量為全年之最；冬季時，降雨量又逐漸趨緩。而太平站在東北季風盛行的季節，降雨量平均數顯著多於其餘雨量站 (t 檢定，95% 信賴水準)，反之，在西南季風盛行的季節，降雨量平均數和其餘各站沒有顯著差異。

參考文獻

1. 王為森、朱孝恩、林瑞廷、康世芳，翡翠水庫集水區雨量站降雨特性之研究，農田水利，54:8，

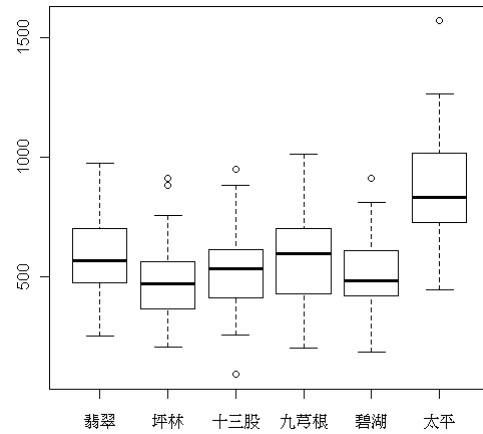
2007，頁 18-27。

2. 田維婷,2003,氣候變遷對台灣地區地表水水量之影響,國立中央大學水文科學研究所碩士論文。
3. 洪致文,2007,臺灣氣象傳奇,玉山社出版社,臺北。
4. 許晃雄、柯文雄、鄒台華、陳正達、徐光蓉,2000,台灣環境變遷與全球環境變遷衝擊之評析—氣候變遷(II),行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
5. 翡翠水庫管理局網站<http://www.feitsui.gov.tw>。
6. 侵臺颱風資料庫 <http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/mainpage.htm>。
7. C.S. Chen and Y.L. Chen,2003,The rainfall characteristics of Taiwan,Mon. Wea. Rev.,131, 1323-1341.
8. Joanes, D. N. and Gill, C. A.,1998,Comparing measures of sample skewness and kurtosis,Journal of the Royal Statistical Society,183-18.

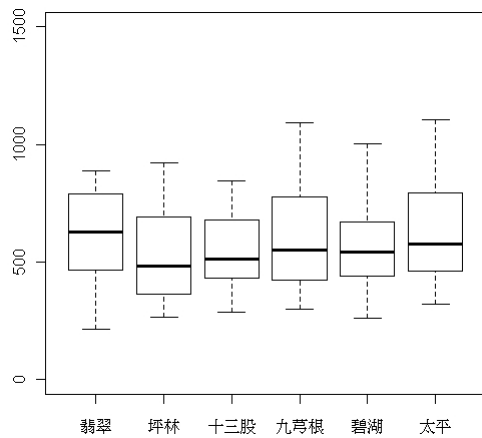


圖一、翡翠水庫集水區雨量站相關位置圖。

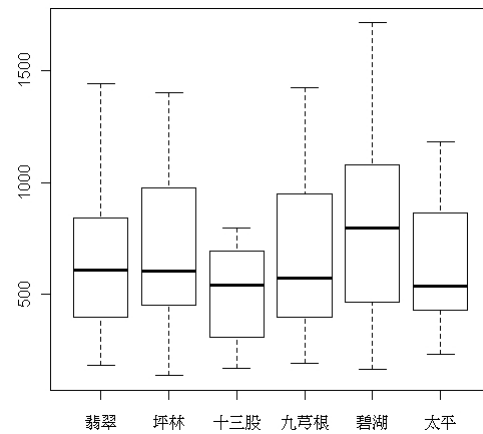
(R1：翡翠，R2：九芎根，R3：碧湖，R4：太平，
R5：坪林，R6：十三股)



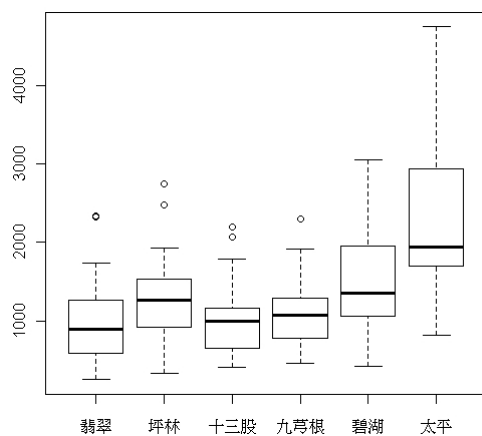
圖二、春雨，各雨量站降雨盒鬚圖



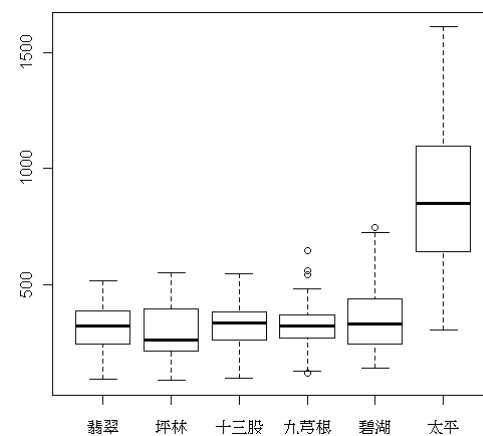
圖三、梅雨，各雨量站降雨盒鬚圖



圖四、颱風，各雨量站降雨盒鬚圖



圖五、秋颱和東北季風，各雨量站降雨盒鬚圖



圖六、冬雨，各雨量站降雨盒鬚圖

表一、春雨，各雨量站敘述統計量

測站/統計量	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
平均數	595	490	540	597	515	883
標準差	198	188	210	218	182	259
中位數	556	471	530	587	467	815
峰態係數	2.61	3.05	2.84	2.55	2.72	3.65
偏態係數	0.38	0.74	0.07	0.27	0.43	0.63

表二、梅雨，各雨量站敘述統計量

測站/統計量	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
平均數	617	542	553	613	577	629
標準差	201	206	154	223	193	236
中位數	598	453	506	526	542	571
峰態係數	2.10	1.82	1.93	2.16	2.51	2.27
偏態係數	-0.3	0.38	0.16	0.5	0.35	0.58

表三、颱風，各雨量站敘述統計量

測站/統計量	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
平均數	640	677	522	664	779	628
標準差	324	331	201	343	390	273
中位數	592	591	538	573	792	526
峰態係數	3.29	2.40	1.85	2.30	2.82	1.98
偏態係數	0.79	0.40	-0.29	0.62	0.45	0.34

表四、秋颱與東北季風，各雨量站敘述統計量

測站/統計量	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
平均數	1010	1290	1047	1123	1515	2264
標準差	578	612	524	492	719	911
中位數	891	1235	932	1056	1347	1887
峰態係數	3.27	3.10	2.65	2.80	2.48	3.65
偏態係數	0.98	0.65	0.80	0.63	0.63	0.93

表五、冬雨，各雨量站敘述統計量

測站/統計量	翡翠	坪林	十三股	九芎根	碧湖	太平
平均數	316	291	326	337	373	878
標準差	117	123	113	133	176	354
中位數	323	263	337	324	333	849
峰態係數	2.58	2.52	2.85	3.14	2.74	2.70
偏態係數	-0.18	0.32	-0.25	0.50	0.82	0.44