

SPI 降雨指標於水庫集水區冬春季降雨監測之應用

黃柏誠、陳永明
國家災害防救科技中心

摘要

本研究使用標準降雨指數(SPI, Standard Precipitation Index)分析 2004/2005~2007/2008 四年的冬季與春季(10月~3月)的降雨監測,此研究以石門水庫的應用為例,結果顯示:SPI-1(1個月的SPI)的所描述的降雨趨勢與氣象局例行月雨量監測的三分法趨勢類似,但其降雨強度的分類更為細緻化;SPI-3(含前3個月訊息的SPI)更能恰當的描述北台灣冬春季降雨特性,同時較適合於石門水庫的入流量與水位的監測使用;雖然SPI-3的季節降雨資訊可以初步掌握北部地區的降雨趨勢,然而,根據冬春季旬雨量與石門水庫水位變化的關係顯示,集中且大量的降雨(如颱風或春季鋒面)對水庫的貢獻會遠大於持續性但雨量不大的降雨型態,單一事件在冬春季節可能主導了整個月甚至是整個季節的雨量,也進一步影響了水庫的入流量,這凸顯了月到季的預報中天氣事件所可能扮演的角色與其預報的困難程度,此資訊可提供月到季乾旱監測與降雨預報的研究上另一思考面向與需面對的問題。

一、前言

台灣地區的乾旱監測與月到季節的降雨預報為水資源管理與水庫操作非常重要的一環,以北部為例,石門水庫主要供應桃竹灌區的農業用水,冬春季的降雨對一期稻作的用水具有關鍵性的影響,台灣地區 2002~2003 年發生大規模乾旱,再加上近來工業與民生用水的增加,使得乾旱與水資源問題成為水利單位必需要積極面對的問題,因此氣象上的乾旱監測與中長期雨量預報需與水利單位的水庫操作及水資源管理相互配合與發展應用技術,使得氣象的應用與研究發展能有具體的面對與解決國計民生的問題。

本研究使用標準降雨指數(SPI, Standard Precipitation Index)進行氣象乾旱的監測分析為主,以 2004/2005~2007/2008 四年的冬季與春季(10月~3月)的北部地區降雨監測及石門水庫的應用為例,進行以下工作:

- 1.SPI 指數與目前氣象局的降雨監測分類方法的比較。
- 2.SPI 降雨指數於北部地區及石門水庫集水區的應用。
- 3.旬雨量、月雨量以及季節雨量對水庫水位影響的比降分析。

二、研究方法與資料

本研究使用 SPI 標準降雨指數(Standard Precipitation Index),為監測氣象乾旱之重要參考指標,此方法已被使用於相關的乾旱監測上(楊等, 2005; 袁和周, 2004; 陳等, 2006)。是由 Mckee et al. (1993)發展出之監測乾旱的指標,並定義出乾旱與多雨的等級(表一)。SPI 指標由於不同的時間尺度(1

個月、3個月、6個月、12個月),可區分為 SPI-1、SP-3、SPI-6、SPI-12,分別代表 1、3、6、12 個月降雨趨勢。本研究主要是計算 SPI-1 及 SPI-3, SPI-1 可表現出單月的降雨趨勢, SPI-3 則可以表現短期到中期的大氣中水含量的狀態,也可提供季節降雨的預估。

本研究使用中央氣象局自動雨量測站(1989~2008)、傳統測站(1930~2008)及水利署石門水庫雨量站(1989~2008)的雨量資料,其中石門水庫的雨量資料是 10 個測站的權重平均值,由於本研究主要為探討水庫操作運用,使用權重平均較可實際表現降雨與水庫水位的關聯性;其權重值為北區水資源局所公布之十站權重。SPI 指標的計算則是使用上述的資料的月降雨平均值來計算。

另外本研究也使用了中央氣象局自 2004 年 12 月起發布之每月氣候監測報告中的雨量等級。其計算方法為先取各測站該月 1971 至 2000 年 30 年的月總雨量作為氣候參考值,然後將雨量值大小排序,並將 30 筆資料以 30%,40%,30%的比例區分為三個等級,將(多雨前第 9 名雨量值)+(多雨前第 10 名雨量值)/2 當作氣候正常值上限,將(少雨前第 9 名雨量值)+(少雨前第 10 名雨量值)/2 當作氣候正常值下限,因此當月份總雨量大於上限則是「多於」氣候正常值,小於下限則是「少於」氣候正常值,在上下限之間的則為「正常」。在本研究中為與 SPI 指標比較,因此將「多」標示為 1,「正常」標示為 0,「少」標示為-1。

目前國家防救科技中心利用 SPI-3 降雨指數所製作的例行性乾旱監測的實驗研究,根據全台灣的自動雨量站進行降雨的監測,圖一為 2007/10~2008/3 的範例,顯示從季節的角度而言(3個月)2007 年底全

台基本上為雨量偏多的狀況，2008 年 1~3 趨於正常值，此圖的製作有利於我們瞭解台灣地區各縣市的降雨監測情形，同時也可進行主要河川流域的降雨監測（圖略）。

三、SPI 降雨指標的應用

圖二為不同降雨指數應用於北部地區及石門水庫流域的降雨監測比較，結果如下：

1. SPI-1 所描述的降雨趨勢與氣象局例行月雨量監測的三分法趨勢類似，但其降雨強度的分類更為細緻化，當氣象局的指數宣稱偏多或偏少時，SPI-1 指數可進一步提供其偏多與偏少的幅度（以 2006 年 10 月為例）。

2. SPI-1 與氣象局目前的監測都是以單月份的監測為主，所以其月份間的變異較為明顯（2006 年 10~11 月），舉例而言，2004 年與 2007 年的 10~12 月的季節降雨屬於偏多的情形，然單月的降雨監測會表現出少雨的情況，在監測指標解讀的應用上有優點與缺點，缺點為會以為降雨訊號開始反轉，事實上 SPI-3 指數說明了較為長期的趨勢（仍舊屬於降雨偏多的情形），較符合大環境的趨勢，單月監測的優點是揭示了訊號「可能」反轉的情形，亦提供了監測者不同的訊息。

3. 在整體趨勢上而言，石門水庫的雨量監測與台北站及新竹站的變異趨勢類似，也與整個桃園縣自動雨量站的雨量變異趨勢雷同，因此在進行水庫雨量的監測與預警時，北部地區的代表站在趨勢的掌握上具有一定程度的代表性。

根據水利署的資料顯示石門水庫灌分別 2006 年及 2007 年初出現程度不一的用水管制情形，降雨監測與水位的關係可以從圖三得到進一步的說明，這四年的 10~3 月份的石門水庫總雨量分別為 1046、682、498 以及 1257 毫米，似乎從總雨量看來可解釋為何會出現管制用水的情形，圖三也顯示這兩年的年初的水位也是低於水庫下限水位；當我們回到圖二時，如果以這四年的降雨指標監測的情形來開，在 1 月以前如何從降雨指標判斷與水庫水位的關係呢？事實上並不容易，舉例來說 2007 年 1 月以前降雨都屬於偏多的情形，為何會出現用水管制的情形呢？其中每個旬的降雨情形可能為關鍵，10~12 月份的降雨型態與水庫水位（或入流量）的關係密切，2004 年分別出現納坦颱風與南瑪都颱風使得進入一月後水位持續屬於高水位，2007 年有柯羅莎颱風與米塔颱風的雨量補充，因此隔年的水位亦屬於高水位，然 2005 年的案例顯示龍王颱風之後並沒有較為集中且大量的雨水補充，隔年水位下降的較快，同樣的情形也出現在 2006 年年底，即使 11~1 月份雨量偏多，但由於屬於較為平均的降雨，對水庫的水位上升貢獻有限。

四、討論

因此從上述的分析顯示，SPI-1 可以描述各測站、縣市、流域與集水區的月降雨變異趨勢，SPI-3 可描述季節與大環境的變異趨勢，石門水庫集水區的降雨監測可以使用北部地區的測站與區域作為監測與預報的指標。

然而 SPI 降雨指標屬於氣象上的降雨監測指標，在水文應用上需考量區域的水文特性與水庫操作做進一步的修正，強化其應用價值，如不同月份降雨強度的權重設計，連續降雨月份的影響以及單一降雨事件的貢獻程度等等，未來將進一步修正後降雨指標的計算方式，期望氣象的降雨指標能與水文監測與應用能有更進一步的成果。

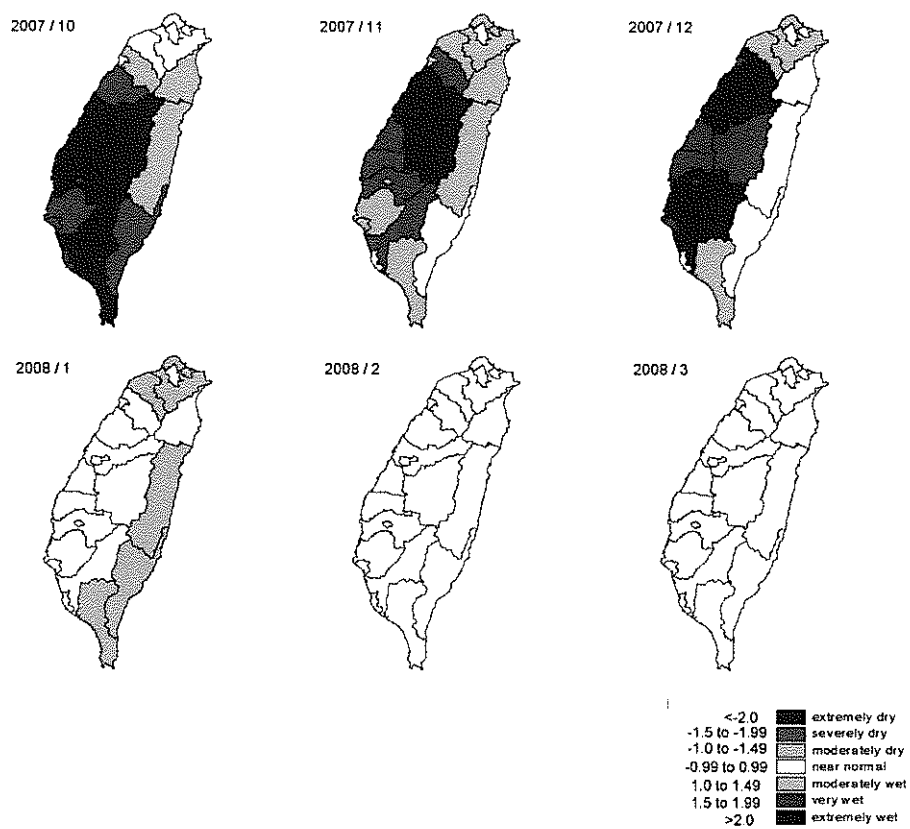
同時根據冬春季旬雨量與石門水庫水位變化的關係顯示，集中且大量的降雨（如颱風或春季鋒面）對水庫的貢獻會遠大於持續性但雨量不大的降雨型態，單一事件在冬春季節可能主導了整個月甚至是整個季節的雨量，也進一步影響了水庫的入流量，這凸顯了月到季的預報中天氣事件所可能扮演的角色與其預報的困難程度，此資訊可提供月到季乾旱監測與降雨預報的研究上另一思考面向與需面對的問題。

五、參考文獻

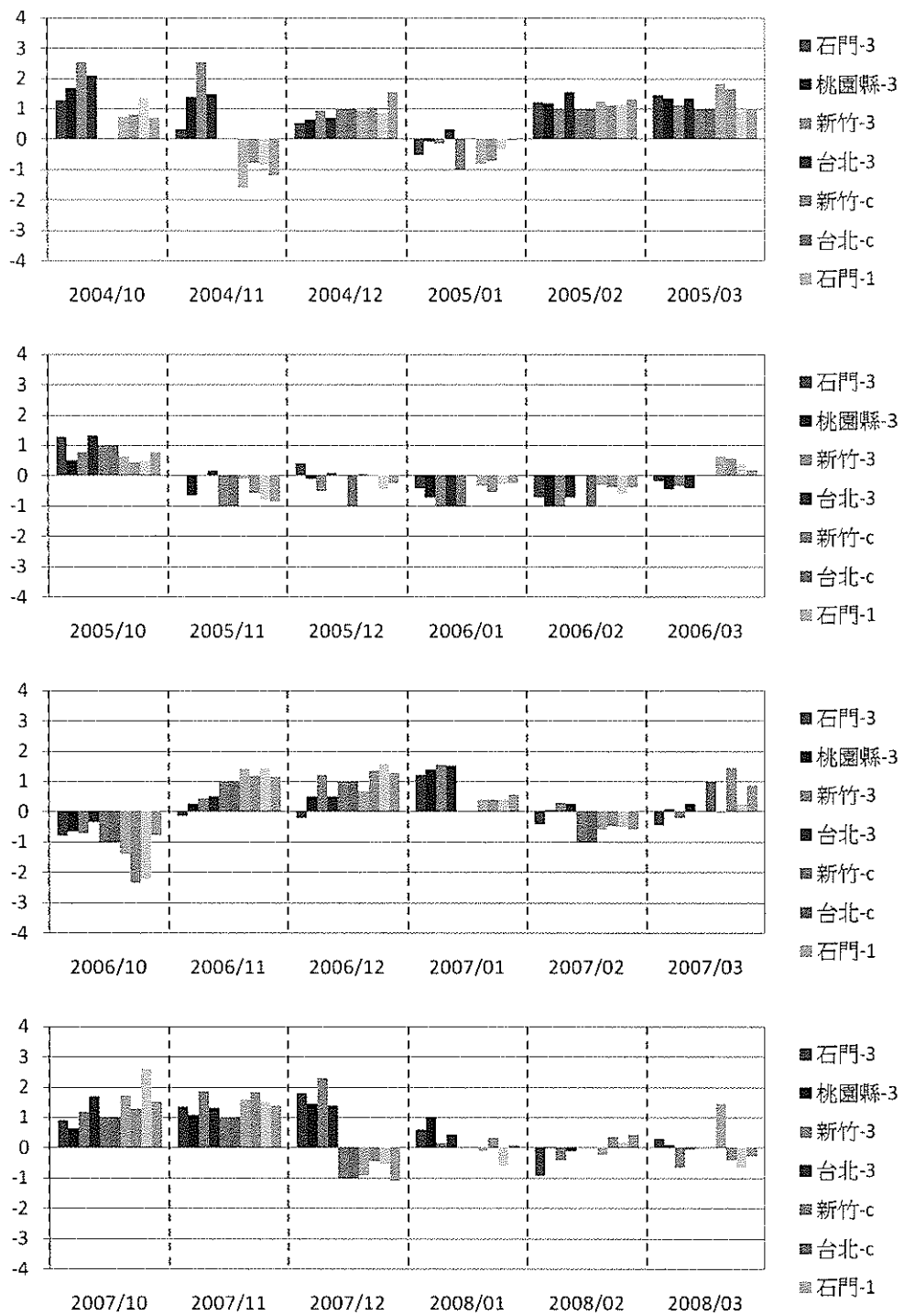
- 楊道昌、郭俊超、呂季蓉、游保杉，2005：標準化降雨指標應用於農業乾旱監測之研究。農業工程學報，第 51 卷第 2 期，pp.11-25。
- 袁文平、周廣勝，2004：標準化降水指標與 Z 指數在我國的應用對比分析。植物生態學報，Vol.28，pp.523-529。
- 陳永明、黃柏誠、周仲島，2006：2006 年桃竹苗旱象之氣象初步分析—SPI 標準降雨指數的應用，天氣分析與預報研討會，1-37~1-42 頁。
- Benjamin, L.H. and M.A. Saunders, 2002: A Drought Climatology for Europe, International Journal of Climatology, 22, pp.1571-1592
- McKee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scales, 8th Conference on Applied Climatology, pp.179-184.
- Thom, H.C.S., 1966: Some Methods of Climatological Analysis. WMO Technics Note, No. 81, 16-22.

表一 SPI 值與乾旱與多雨等級之關係

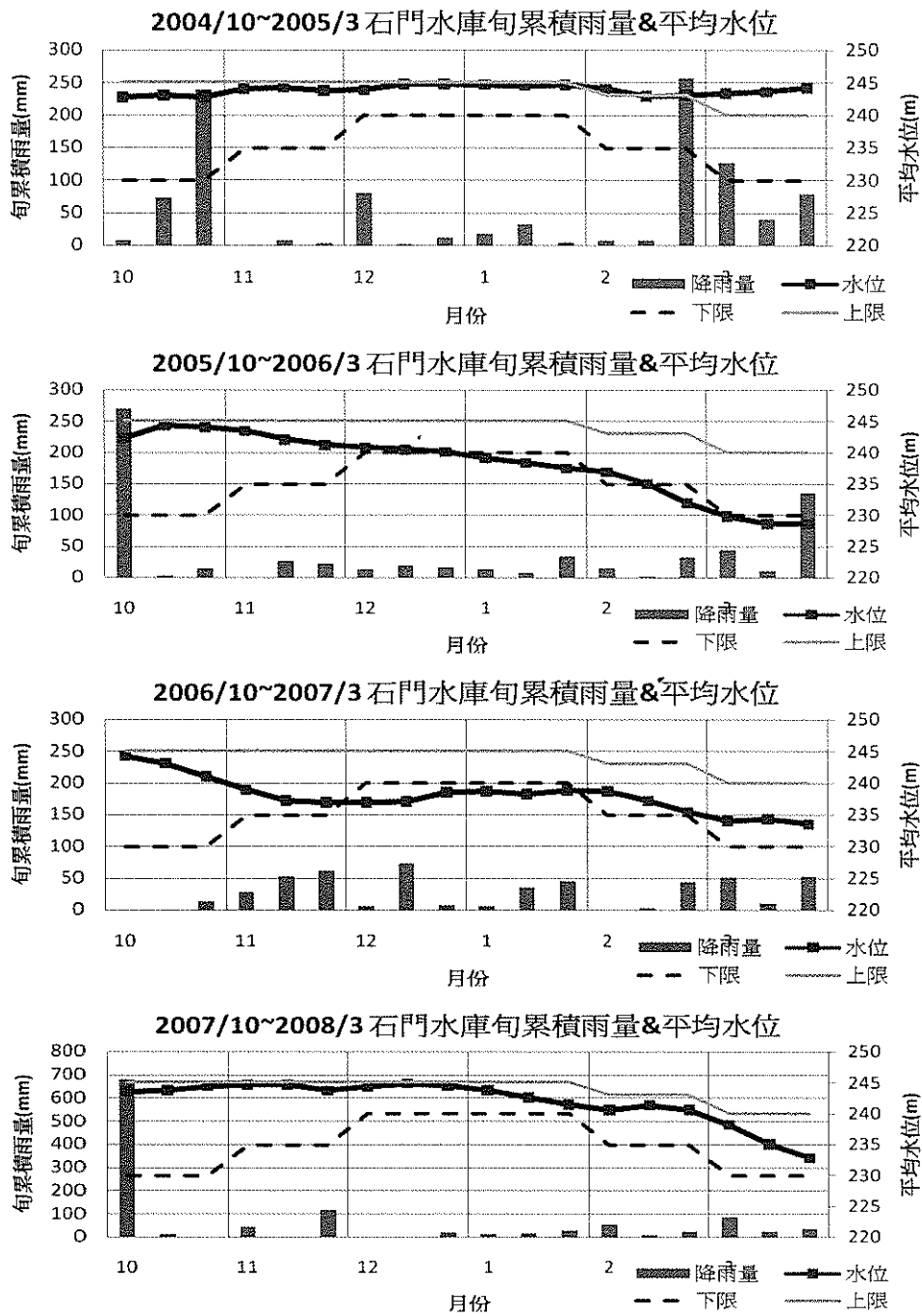
SPI 值	等級
>2	嚴重多雨
1.5~2	中度多雨
1~1.5	輕度多雨
-1~1	正常
-1.5~-1	輕度乾旱
-2~-1.5	中度乾旱
<-2.0	嚴重乾旱



圖一：2002年1~6月之縣市降雨（自動雨量站）SPI-3分佈圖



圖二 不同降雨指數的降雨監測比較



圖三 2004/2005~2007/2008 年石門水庫旬雨量與石門水庫水位之關係，折線與虛線分別為石門水庫的操作上限與下限

