

西北太平洋颱風個數監測對台灣北部六至十一月雨量預報之應用

盧孟明 麥如俊

中央氣象局

摘要

本研究以列聯表分析法經由區域氣候訊號統計檢驗確定西北太平洋颱風個數多寡與台灣六至十一月的單月、雙月、三個月雨量的統計關係。結果顯示，颱風季開始前(一至五月)的颱風個數對預估台灣夏季雨量最有幫助。在颱風個數偏多的條件下台灣六月、七至八月，以及六至八與七至九月都分別有偏乾的訊號，但十月有雨量正常的訊號。在颱風個數正常的條件下台灣六月、七至八月、以及六至八和七至九月都分別有偏濕的訊號。這些訊號僅出現在北台灣和全島，對於預估中部和東部的區域雨量並不適用。

關鍵詞：台灣月雨量預報，台灣季雨量預報，颱風個數預報應用，列聯表預報法

一、前言

每年六至十一月是台灣的主要雨季，但由於影響因素繁多，至今雨量預報仍是氣象上的一大難題。目前中央氣象局對台灣夏季雨量的長期預報主要依據以海溫為預報因子的正則相關模式(CCA)、類似/反類似方法、條件機率法三種預報結果，並參考以美國國際氣候預報學院(IRI)、歐洲中期天氣預報中心(ECMRF)、和日本氣象廳(JMA)系集預報系統為主的動力模式預報結果進行預報，同時也參考日本氣象廳的正則相關模式

和最佳氣候正模(OCN)法的預報結果。不論是官方預報或是個別的客觀方法預報結果在豐雨期所呈現的預報技術(forecast skill)可謂與隨機猜測相去不遠，然而和雨量預報相比，颱風個數預報的情況似乎比較樂觀。香港城市大學陳仲良教授的大氣研究室(http://aposf02.cityu.edu.hk/~mcg/tc_forecast)指出他們的預報模式(Chan et al. 1998, 2001)對於每年在西北太平洋生成的颱風總數有相當高的預報技術得分，而 ENSO 造成的大尺度環流異常是技術可以得到高分的主要原因。據此，我們認為有必要評估颱風個數預報在預估台灣夏季雨量趨勢方面的應用價值。

二、資料與方法

1. 資料

本研究中使用的資料有氣象局測站的逐月累積雨量資料和美國海空軍聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center 簡稱 JTWC)的熱帶氣旋年報(Annual Tropical Cyclone Reports 簡稱 ATCR)資料。在台灣雨量方面，我們根據 1959-2001 年的資料完整性挑選出 20 個雨量測站。研究中除了以 20 個站總和雨量代表全島的雨量之外，還根據單站氣候訊號及地理位置，將測站重組成北、中、南、東四區。歸入北區的有淡水、鞍部、台北、竹子湖、基隆、彭佳嶼、新竹七站，中區有澎湖、台中、阿里山、日月潭四站，南區僅有台南、高雄、恆春三站，東區有花蓮、宜蘭、大武、成功、蘭嶼、台東六站。在西北太平洋颱風個數方面，本文中的「颱風個數」是指根據 JTWC 的 ATCR

(http://metoc.npmoc.navy.mil/jtwc/atcr/atcr_archive.html) 統計強度至少達到熱帶風暴 (TS: Tropical Storm) 的熱帶氣旋 (TC: Tropical Cyclone) 個數。除了把颱風個數整理成逐月資料格式之外, 還依此做成不同月份組合的統計資料。

2. 分析方法

我們將颱風個數視為預報因子 (predictor), 雨量為預報值 (predictand)。預報因子方面除了西北太平洋生成的颱風全年總數之外, 我們也考慮了颱風季開始以前 (一至五月) 與颱風季 (六至十月) 中各種雙月、三個月和四個月組合條件下的颱風總數作為預報因子。預報值方面則包括了六至十一月的單月、雙月和三個月的累積雨量。針對所有預報因子和預報值的組合, 我們根據列聯表分析法經統計顯著性檢驗判斷出氣候訊號明顯高於雜訊的預報因子和預報值依此建立預報模式。

列聯表法是估計一個獨立變數 (例: 颱風個數) 和一種特定氣象因子 (例: 台北雨量) 關係的基本方法, 分析包括了分類、頻率計算、統計檢驗和訊號判別等四個步驟。類別預報的分類方法以每一種類別的發生機率均等為原則。在雨量資料方面, 我們遵守均等原則採三分法將雨量分為乾、濕、與正常三個類別。但是在颱風個數資料方面因為資料的數值是整數並且大小相當集中, 不容易按三分法區隔, 故颱風個數的分類原則除了儘可能接近三分法之外, 還要求屬於正常類別的樣本個數要同時大於偏多和偏少類別的數目。統計檢驗乃依照 Mason and Goddard (2000) 的做法。

在判別氣候訊號 (climate signal) 方面, 為考慮台灣雨量和颱風的關係有明顯區域性差異, 除了以全省為單位之外, 也按地理特性分北、中、南、東四區檢驗, 判別程序如下:

- 各測站氣候訊號之判定。按列聯表結果篩選出信心度達 90% 的測站、雨量、颱風組合方式 (例: 台北站、七至九月偏乾、一至五月西北太平洋颱風個數偏多), 將通過統計顯著性檢驗的組合方式定義為

「測站氣候訊號」。

- 區域氣候訊號判定之預備。按全島、北、中、東區四種條件先淘汰掉有相同的「測站氣候訊號」的測站數未達該區總測站數 10% 的訊號不予考慮, 以簡化程序。南區因僅含 3 個測站, 致使在判斷區域訊號強度時決策往往一個站的結果就可以左右全區的結果, 因此本文捨棄了南區不予討論。
- 區域氣候訊號之判定。區域氣候訊號需藉由每區域中有相同「測站氣候訊號」的比例來判定, 比例大小的要求可依隨機重複抽樣 (resampling), 即蒙地卡羅檢定 (Monte Carlo test) 判定。我們用 Bootstrap 法 (Wilks 1995) 對每一個測站的資料重複抽樣 1000 次以建立 2x2 列聯表, 藉此計算對不同信心度的區域氣候訊號各區與全省有相同「測站氣候訊號」的測站數必須達到的閾值 (threshold)。當有相同的訊號的測站數大於閾值時, 我們有 95% 的信心判定這個區域訊號是顯著的。

三、結果討論

以全年 (Annual)、一至五月 (JFMAM)、七至十月 (JASO)、六至八月 (JJA) 與七至九月 (JAS) 颱風個數當作預報因子決定的區域氣候訊號整理在表一, 氣候訊號以符號表示其中第一個字母代表颱風個數類別: M、N、L 分別表示偏多、正常、偏少; 第二個字母代表區域: N、C、E、A 分別表示北、中、東區和全島; 第三個字母也就是橫線之後的字母表示雨量類別: W、N、D 分別表示偏濕、正常、偏乾。結果顯示 JFMAM 颱風個數多寡和台灣雨量類別的關係最好, 當 JFMAM 颱風個數偏多時台灣六月、七至八月、以及六至八和七至九月都分別有偏乾的訊號, 但十月有雨量正常的訊號。在 JFMAM 颱風個數正常的條件下台灣六月、七至八月、以及六至八和七至九月都有偏濕的訊號, 這些訊號僅出現在北部與全島, 中部和東部沒有訊號。其次, JJA 和 JAS 颱風個數多寡和台灣雨量類別也有一些明顯的關

係，除了全島的雨量訊號之外，JJA 和台灣東部 JAS 和台灣中部雨量類別的關係較強。

我們根據表一建立的預報因子和預報值得關係針對 1959-2001 年計算事後預報校驗得分，評估模式的預報能力。預報校驗得分乃是根據世界氣象組織文件(WMO 2002)指出的列聯表預報模式校驗方法計算，包括命中率(HR: Hit Rate)，誤警率(FAR: False Alarm Rate)，KS 得分(Hanssen and Kuipers score)和規格化的 KS 即 $KS_{scaled}=(KS+1)/2$ ，若 KS_{scaled} 小於 0.5 表示預報結果沒有參考價值。 KS_{scaled} 得分列於表一每個訊號符號後的括號內，得分最高的情境是若 JAMAM 颱風偏多則北區 JJA 偏乾($KS_{scaled}=0.637$)，若 JJA 颱風偏少則東區 JAS 偏乾的得分也類似($KS_{scaled}=0.636$)。得分超過 0.63 者還有若 JJA 颱風正常則東區 ON 偏乾和若 JAMAM 颱風正常則北區 JA 偏濕兩種情境。整體而言表一顯示的預報得分都超過 0.5，表示均具參考價值。

依據本研究結果我們設計了一個預預報流程，每年四月與六月可經由網路取得香港陳仲良教授的全年颱風個數預報結果，然後利用表一預估台灣十一月單月和十月與十一月雙月的雨量特徵。表一顯示不同預報因子各有其可預報的區域和月分。以全年颱風個數而言，若陳氏預報結果是全年颱風個數正常，我們可進一步推估台灣北區十一月單月和十月與十一月雙月的雨量偏少，但是對於其他月份和台灣的其他區域都無法提出任何推估；若颱風個數的預報結果並非正常，我們也無法利用預報結果推估台灣降水。另外，雖然每年六月和七月我們可經由網路取得 IRI 的 JASO 颱風個數預報結果，但表一顯示與 JASO 颱風個數相關的台灣雨量訊號僅出現在六月的中部、東部與全島，因此無法應用 IRI 產品預估台灣雨量。據作者了解，韓國氣象局(KMA)每年五月發布 JJA 颱風個數六月發布 JAS 颱風個數，若 JJA 颱風個數偏少我們可藉以推估台灣東部六、七月和六至八月均偏乾；若 JJA 颱風個數正常則台灣北部東部與全島的十、十一月也是偏乾。若 JJA 颱風個數正常則台灣北部八月偏乾，中部和

全島在六、七月偏濕，十、十一月則偏乾。若 JJA 颱風個數偏多則台灣中部和全島在九月偏乾。未來有必要加強與 KMA 連繫，取得即時颱風個數預報產品以利預估台灣雨量特徵。建立在颱風個數預報基礎上的雨量預估方法必定受到颱風預報準確性的限制，故仍以每年五月利用實際發生的 JFMAM 颱風個數預估台灣降水特徵最值得重視。

四、結論

本研究分析西北太平洋颱風個數多寡與臺灣六至十一月單月、雙月、三個月的全島和北、中、東部降雨關係，結果顯示颱風季開始前(JFMAM)的颱風個數多寡對預估台灣夏季雨量深具應用潛力，氣候訊號以北部最顯著。目前我們正在著手分析 JFMAM 颱風個數和台灣雨量關係的物理機制，以進一步確定颱風個數多寡與台灣的雨量關係的穩定性。

參考文獻

- Chan, J. C. L., J. E. Shi and C. M. Lam, 1998: Seasonal forecasting of tropical cyclone activity over the western North Pacific and the South China Sea. *Weather Forecasting*, 13, 997-1004.
- Chan, J. C. L., J. E. Shi and K. S. Liu, 2001: Improvements in the seasonal forecasting of tropical cyclone activity over the western North Pacific. *Weather Forecasting*, 16, 491-498.
- Mason, S. J. and L. Goddard, 2000: Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. *Bull. Amer. Met. Soc.* 82, 619-638.
- WMO, 2002: Standardised Verification System (SVS) for Long-Range Forecasts (LRF). New Attachment II-9 to the Manual on the GDPS (WMO-No. 485), Vol 1.
- Wilks, D.S. 1995: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. *Academic Press*. pp467.

表一：以颱風個數預報台灣雨量之可用氣候訊號。颱風個數的統計方式分為全年(Annual)、一至五月(JFMAM)、七至十月(JASO)、六至八月(JJA)與七至九月(JAS)。

The Climate Signals					
	Annual	JFMAM	JASO	JJA	JAS
Jun		MN_D (0.619) MA_D (0.568) NN_W (0.610)	MC_D (0.615) ME_D (0.619) MA_D (0.599)		
Jul					
Aug					NN_D (0.549)
Sep					MC_D (0.598) MA_D (0.551)
Oct		MN_N (0.547) MA_N (0.531)			
Nov	NN_D (0.618)				
JJ				LE_D (0.610)	NC_W (0.602) NA_W (0.567)
JA		MN_D (0.591) NN_W (0.632) NA_W (0.545)			
AS					
SO					
ON	NN_D (0.603)			NN_D (0.601) NA_D (0.587) NE_D (0.634)	NC_D (0.603) NA_D (0.533)
JJA		MN_D (0.637) MA_D (0.572) NN_W (0.602)			
JAS		MN_D (0.614) NN_W (0.579)		LE_D (0.636)	
ASO					
SON					

說明：符號 XY_Z (score) 中 X 表颱風個數類別，Y 表區域，Z 表雨量類別。
 颱風類別(X)：M- 偏多，N- 正常，L- 偏少。
 區域類別(Y)：N- 北部，C- 中部，E- 東部，A- 全島
 雨量類別(Z)：W- 偏濕，N- 正常，D- 偏乾。
 score: KSScaled, score > 0.5 表示具預報參考價值