

2006 年台灣梅雨季 WRF 模式預報降水之分佈特徵

王重傑 簡芳菁

國立台灣師範大學地球科學所

一、前言

關於數值模式定量降水預報 (Quantitative Precipitation Forecast; QPF) 之校驗, 傳統上多以統計方式針對相同特定時刻之觀測與預報, 計算各類技術得分 (Wilks, 1995)。對台灣梅雨季降水而言, 最常採用者為公正預兆得分 (ETS), 約 ≤ 0.3 (如 Chien and Jou, 2004), 較冷季與颱風季者明顯偏低。近年隨著中尺度模式的進展與解析度的提高, 這些傳統評估方法逐漸變得不够適用, 而急待新方法的發展 (Davis, 2006)。另一方面, 學者也開始針對降水較長期的平均時空分佈型態加以評估 (例如 Knievel et al., 2004)。其基礎為, 若模式能持續穩定地產生合理的降水預報, 則其長期平均, 包括日夜變化之特徵, 必定與觀測所見相似。基於此一概念, 本研究針對由美國國家大氣研究中心 (NCAR) 所發展, 並在世界各國廣泛使用的「天氣研究與預報」(WRF) 中尺度模式, 先定性評估其在 2005 與 2006 年梅雨季 (5-6 月) QPF 在台灣陸地之平均時空分佈, 使用學者以歷年觀測資料所得之分佈, 比較兩者間之相似程度, 做為此類評估方法之初步應用。為節省篇幅, 本文僅顯示 2006 年之結果, 近期則將使用相同 2006 年之實測雨量資料, 並逐漸將評估時段延長至多年, 並使用定量之評估方式 (例如相關係數), 以增進評估結果的可靠性。

二、資料與分析方法

本文用以與模式結果比較之觀測, 多為學者們使用歷年氣象局所屬的 342 個自動雨量站與 25 個地面測站 (圖 1) 所得之結果。預報來源之 WRF 模式, 則為「東南亞中尺度系集預報實驗」(Mesoscale Ensemble Forecast for South-East Asia; MEFSEA) 的成員之一, 使用其每日兩次 (初始時間為 00 與 12 Z) 的 12-36 h QPF 每 3 h 之結果, 水平解析度則有 15 km 的第二層網格 (D02) 與 5 km 的細網格 (D03) 兩種 (圖 2)。因海上無實測雨量, 故比較僅限於台灣陸地。在方法上, 分別針對整季、每月、及每半月之結果進行評估, 除全區之分佈外, 並比較不同地理分區 (北、中、南、東; 圖 3a) 與高度分區 (平地、坡地、山區; 圖 3b) 降雨日夜變化在預報與觀測特徵上的異同。此處各分區之分類方式, 詳見圖 3。

三、模式降水之時空分佈特徵

與圖 4 所示之長期觀測結果 (5 月 15 日至 6 月 15 日, 紀 2005), 以及其它特定年之結果 (例如 Yeh and Chen 1998, Chien et al. 2002, Chien and Jou 2004, 圖未示) 比較, 可以顯示 WRF 模式 D02 的平均結果 (圖

5a,b), 已對台灣梅雨季降水的空間分佈與日夜變化有一定程度的掌握。台灣南部高屏地區、中部雪山山脈與中央山脈交會處、以及北部山區分別出現降雨中心, 均與觀測結果相近, 但其位置則略向西南偏移。由 5 月至 6 月上半, 降雨因西南季風增強而明顯增大 (圖 5), 降雨中心位置的偏移, 在解析度較高的 D03 結果中有所改善, 出現在山脈山脊西側之迎風面上 (圖 5c,d)。模式降水之平均日夜變化顯示, 降雨強度多於下午達到高峰, 深夜至清晨則有最小值, 亦與觀測接近 (圖 6,7, Chien and Jou 2004, 陳與林 1997, 陳等 2005)。6 月上半雨量的增大, 主要並非在午後而是在其它時段 (圖未示), 此時南部與中部之雨量最大中心持續出現 (圖 6), 且同樣以 D03 者位置較佳, 高屏地區者由山麓移至迎風面, 與地形緊密配合, 且有時出現與觀測相似之多重中心, 並含有較多之細部差異 (圖 6f,6j), 雨量一般亦略多。

不同高度分區之結果顯示, 日夜變化之振幅以山區 (>1 km) 較大、平地 (0-250 m) 較小, 這些特徵均與觀測相似 (圖 7c,f, 圖 8)。由 5 月至 6 月上半, 雨量大幅增加, 但主要係在平地與坡地 (250 m-1 km) 的夜間與晨間時段, 山區則僅略有增加 (圖未示)。進入 6 月下半後, 各分區除午後時段外, 雨量迅速減小, 特別以平地為然, 故降雨的日夜變化再度趨於明顯, 進入夏季之午後對流型態 (圖未示)。整體而言, WRF 模式的降水預報在台灣南部最佳、中部次之、北部再次、對東部則最不易掌握 (圖 8)。由於此順序與梅雨季總雨量之排序相同 (圖 5,8), 顯示模式在雨量較豐之區域, 亦傾向於有較佳的掌握。

四、結論

本研究選取過去研究文獻所得之台灣梅雨季降水時空分佈特徵作為觀測, 定性評估 MEFSEA 計畫 WRF 模式成員在 2006 年梅雨季之 QPF 產品結果。大致上模式對於台灣梅雨季之降水分佈具有相當程度的掌握, 其空間分佈或日夜變化的主要特徵均與觀測相近, 包括台灣南、中、北部之降雨中心, 日夜變化的主高峰位於午後, 且地形高處之振幅較平地顯著, 由 5 月進入 6 月上半降雨的增加, 但進入 6 月下半, 雨量銳減並轉為夏季午後對流型態。模式之解析度對降雨之合理分佈相當重要, D03 之降雨中心較 D02 者為佳, 且與地形有較緊密的配合。而台灣不同地理分區梅雨季總雨量的多寡, 依序為南、中、北、及東部, 此順序與而模式掌握降雨之能力似, 顯示模式對雨量較豐處的掌握亦有較佳之傾向。

參考文獻

- 紀水上，2006：台灣之梅雨。財團法人中興工程科技研究發展基金會，台北，65 頁。
- 陳泰然與林宗嵩，1997：梅雨季台灣中南部地區豪（大）雨之氣候特徵研究。 *大氣科學*，25，289-306。
- 陳泰然、王重傑、張智昇及王子軒，2005：梅雨季台灣中部地區降水之中尺度氣候特徵。 *大氣科學*，33，49-76。
- Chien, F.-C., and B. J.-D. Jou, 2004: MM5 ensemble mean precipitation in the Taiwan area for three early summer convective (Mei-Yu) seasons. *Wea. Forecasting*, 19, 735-750.
- Chien, F.-C., Y.-H. Kuo, and M.-J. Yang, 2002: Precipitation forecast of MM5 in the Taiwan area during the 1998 Mei-yu season. *Wea. Forecasting*, 17, 739-754.
- Davis, C., B. Brown, and R. Bullock, 2006: Object-based verification of precipitation forecasts. Part I: Methodology and application to mesoscale rain areas. *Mon. Wea. Rev.*, 134, 1772-1784.
- Kniviel, J. C., D. A. Ahijevych, and K. W. Manning, 2004: Using temporal modes of rainfall to evaluate the performance of a numerical weather prediction model. *Mon. Wea. Rev.*, 132, 2995-3009.
- Wilks, D. S., 1995: *Statistical methods in the atmospheric sciences*. Academic Press, 467 pp.

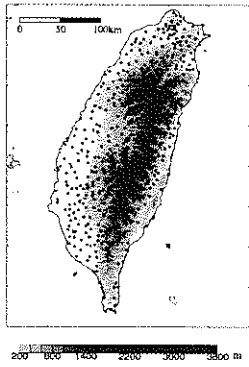


圖 1 台灣地區雨量站分佈與地形 (km)。(Chien and Jou 2004)

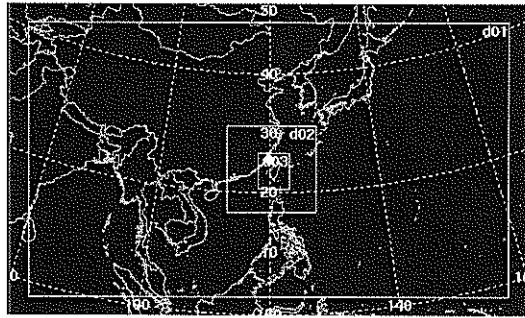


圖 2 MEFSEA 在 2006 年梅雨季之三層巢狀網格之預報區域。水平解析度依序分別為 45 km (D01), 15 km (D02), 及 5 km (D03)。

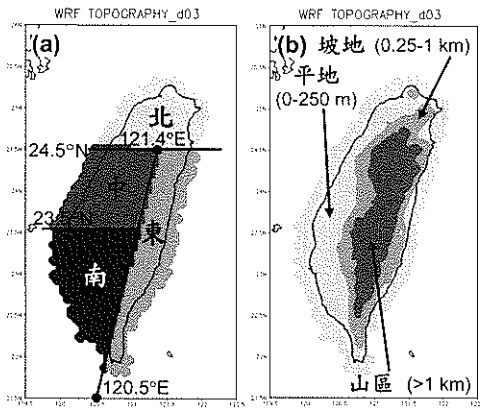


圖 3 本研究採用之 (a) 地理與 (b) 高度分區方法。此為 D03 之例。

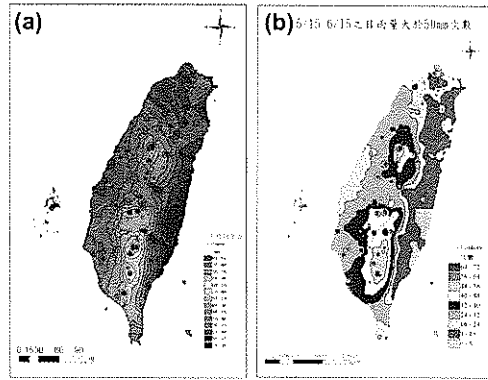


圖 4 1992-04 年梅雨季 (a) 平均總雨量 (mm) 與 (b) 豪大雨次數。(紀 2006)

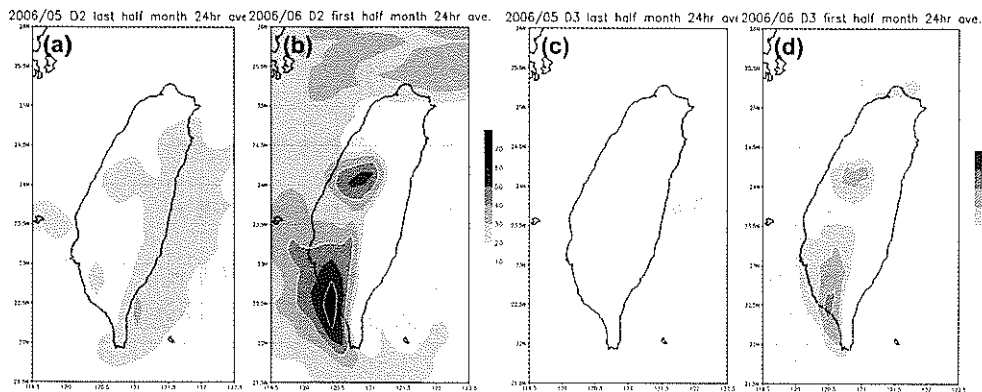


圖 5 (a),(b) 同圖 4, 但為 WRF D02 QPF 之日平均雨量 (mm) 分佈。(c),(d) 同 (a),(b), 但為 D03 之結果。

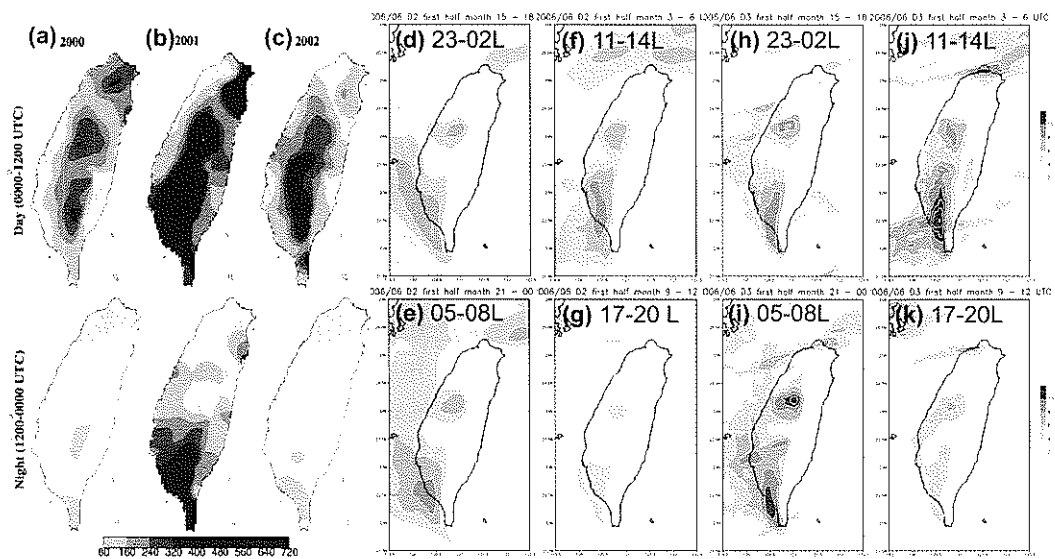


圖 6 (a)-(c) 不同年份梅雨季日間 (上) 與夜間 (下) 累積雨量 (mm, Chien and Jou 2004)。WRF D02 在 2006 年 6 月上半於 (d) 23-02, (e) 05-08, (f) 11-14, 及 (g) 17-20 LST 之平均 QPF 分佈。(h)-(k) 同 (d)-(g) 但為 WRF D03 之結果。

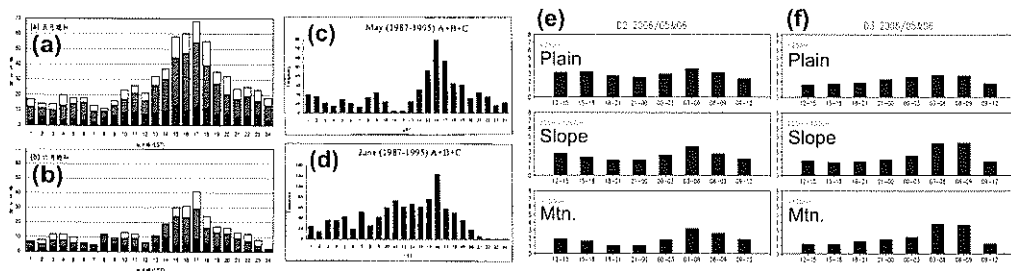


圖 7 (a),(b) 1993-98 年台中至台南 (陳等 2005) 與 (c),(d) 1987-95 年南投至高雄 (陳與林 1997) 5 月與 6 月逐時豪大雨次數之平均日夜變化 (LST)。(e),(f) WRF D02 與 D03 QPF 各高度分區之每 3 h 平均雨量日夜變化。橫軸單位為 UTC。

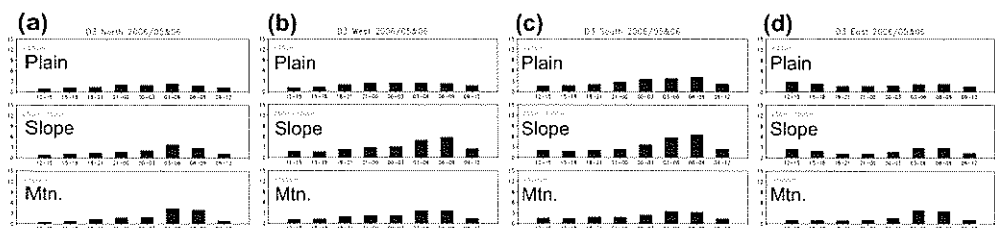


圖 8 同圖 7c, 但為 WRF D03 QPF 於 2006 年 5-6 月在不同地理分區各高度類別雨量之平均日夜變化。(a) 北部, (b) 中部, (c) 南部, (d) 東部。