

# PRM 在 1998 年東亞夏季季風與季內振盪之模擬研究

許晃雄<sup>1</sup> 于宜強<sup>2</sup> 柯文雄<sup>1</sup> 許武榮<sup>1</sup> 商文義<sup>3</sup>

1 國立台灣大學大氣科學系

2 國立台灣師範大學地球科學系

3 美國普渡大學

## 摘要

東亞夏季季風是台灣區域氣候研究的一個重要課題，由於季節轉變的過程，常帶給台灣地區相當大的天氣變化。在季節變化的同時，經常伴隨著中尺度的天氣系統，及季節尺度內的季內振盪。尤其是季內振盪，常引發劇烈天氣現象，如豪大雨等，甚至部分研究指出颱風與季內振盪有種密切的關聯性。由過去的氣候研究中發現，若能有效的掌握季內振盪，是乎就能掌握中短期的氣候預報，尤其是區域性的氣候變化。區域氣候會因各地區的地形、水文、地表特性之不同，有所差異，同時中尺度天氣系統，對區域性的氣候也扮演其重要的角色。利用區域模式模擬氣候問題也有其必要性。本文利用普渡區域模式 (PRM) 模擬 1998 年夏季季風個案，以便了解 PRM 對東亞氣候掌握的情形，以及模式對季內振盪模擬的情形。

## 一、前言

區域模式的使用已逐漸由中尺度模擬，進入區域氣候模擬的研究。然而在區域氣候的研究中，包含了大尺度與中小尺度的大氣運動，同時還必須考慮更複雜的交互作用所衍生的問題。在東亞地區，以五月份夏季季風的成因最為複雜，因為這個季節正處於季節交替，南北冷熱系統勢力相當，影響此時大尺度環流的因素，就不單純是來自南方暖勢力或是北方的冷勢力。同時夏季季風肇始後會由南海逐漸向北移動 (Tao and Chen 1987; Wang and Lin 2002)，東亞夏季季風是具有隨季節移動的階段性發展的氣候特性。在鄒等 (2000)、鄒等 (2002) 及 Tsou (2002) 等研究中，發現南海夏季季風受到季內振盪的影響也有爆發、活躍與中斷的變化，Chen and Chen (1995) 發現南海夏季季風的強度，與 30~60 天週期向北傳的季風槽脊，及 30~60 天週期向東移的全球輻散環流有關。

我們在區域氣候模擬研究中，首先先選取夏季季風肇始前後的個案進行模擬，希望瞭解模式對季節轉變的掌握能力。同時在過去梅雨季節中，中尺度的機制在大氣環流中，也扮演了相當重要的角色，所以應該了解模式對中尺度機制模擬的能力如何。並試著了解模式模擬夏季季風的個案中是否也有季內振盪的現象存在。

## 二、模式和資料

本研究採用 PRM (Purdue Regional Model)，由美國普渡大學商文義教授研究群 (Sun and Hsu, (1988)、Sun and Chern (1993)) 所研發，PRM 是一個三度空間的靜力方程模式，垂直座標採追隨地勢的  $\sigma_p$  座標，網

格架構採用 Arakawa C 網格以利輻合場以及垂直速度的精確計算。模式包含了動量、熱量、表面氣壓基本預報方程，模式也預報擾動動能及水的各相變化 (包括水汽、雲水、過冷水及冰雪) (Chern 1994)。模擬的時間為 1998 年 5 月 1 日 00Z 起至 1998 年 9 月 1 日 00Z 止，共 123 天。所使用的資料為 ECWMF 的分析資料，其中五、六月使用 0.5 度  $\times$  0.5 度的資料當作初始場與邊界資料，七、八月則使用 1.125 度  $\times$  1.125 度的資料當作邊界條件。

## 三、模擬結果

東亞夏季季風的模擬，有兩個重點，一是季風環流特性的掌握，其中包括降雨及大尺度環流的演變等；二是季風肇始的掌握，亦是季節變化的掌握，這是相當困難的一部分。

### 1、季風環流特性的掌握

PRM 在東亞地區 1998 年整個夏季的模擬，表現相當不錯，圖一模式 5 月至 8 月 (MJJA) 平均降雨與 GPCP 降雨資料比較，模擬結果如同 GPCP 降雨，自日本向西南延伸到台灣附近，一則是自大陸華南沿海向西伸至青藏高原東麓，此與觀測資料北方趨勢相當吻合，在台灣的南邊，有一道自西北太平洋向西延伸到中南半島的乾區，在觀測資料中卻並不明顯。在模擬結果中，850 百帕的風場環流，東亞地區主要是受太平洋高壓所支配，模擬的太平洋高壓平均勢力與 ECMWF 的資料相似。在 200 百帕風場環流部分，主要是南亞高壓系統所主導，中心大約位於青藏高原南側，模式有相當好的掌握。模式在四個月的模擬中，對夏季季風基本環流及降雨的掌握已有相當好的水準。

## 2、南海夏季季風肇始之模擬

由模式模擬的資料研判，模式肇始的時間為，5月的第五候（21至25日）。由逐日資料研判，太平洋高壓完全退出的時間是在21日，對流降雨增加的時間亦為21日，因此若要定一個確切的時間，模式的季風肇始時間，應為5月21日，與當年中央氣象局作業研判的時間相同。此說明了PRM在夏季季風轉變的掌握上相當的理想。針對肇始前後，比對850hpa的五日平均流線場圖，在肇始期間（5月第五候），青康藏高原東麓，也就是在四川盆地的位置，出現一個相當強的西南渦，伴隨北方系統逐漸東移，影響整個東亞在5月份下旬的天氣系統，針對東亞的環流系統產生了相當大的誤差，尤其是對台灣天氣的模擬。經分析是因為，模式在南海季風肇始後，西南風引進相當旺盛的水汽，水氣沒有阻擋，就進入高原的山麓邊，產生抬升大量的潛熱釋放，發展成低壓系統，最主因可能是因為模式中的水氣太多所造成，真正原因仍待釐清。由以上的結果，PRM對相當困難的季節劇烈轉變之模擬，仍然有些誤差產生。

由以上的結果可知，PRM在1998年夏季的模擬中，已能夠掌握1998年夏季季風的基本特性，其中包括降雨及風場環流結構，並對南海季風的肇始時間掌握的相當好。

## 四、季內振盪之模擬

季內震盪在亞洲夏季季風區，有明顯伴隨著大尺度雲帶北移的現象（鄒等，2000；2002）。Slingo et al. (1996) 在 AMIP 實驗中發現多數的 AGCM，無法掌握季內振盪主要的特性；朱等(2001)則發現 AGCM 更無法掌握夏季季內震盪北移的現象。我們想要了解 PRM 對季內振盪，可掌握的程度如何。在此利用模式模擬的 850hpa 渦度場及降雨資料進行分析比對。

首先我們將模式 850hpa 渦度場與降雨資料進行日平均，進行 30~60 天的濾波。比較南海區模式與分析資料之 850hpa 渦度場及降雨，我們將資料區域平均，發現渦度場與降雨均呈現一個 30~50 天的振盪週期，渦度部份的振幅，模式與 ECMWF 分析資料幾乎相同，降雨部分振幅，模式則比 GPCP 稍弱，相位一致（圖二）。模擬資料中有著與 ECMWF 分析資料相同低頻波段的系統存在，在鄒（2002）針對 1998 年夏季資料分析，發現在東亞地區的南海，有著明顯的季內震盪現象，以 30 天左右的週期向北移動，發生的時間與南海區域出現大雨的時間相當吻合。

## 五、結論

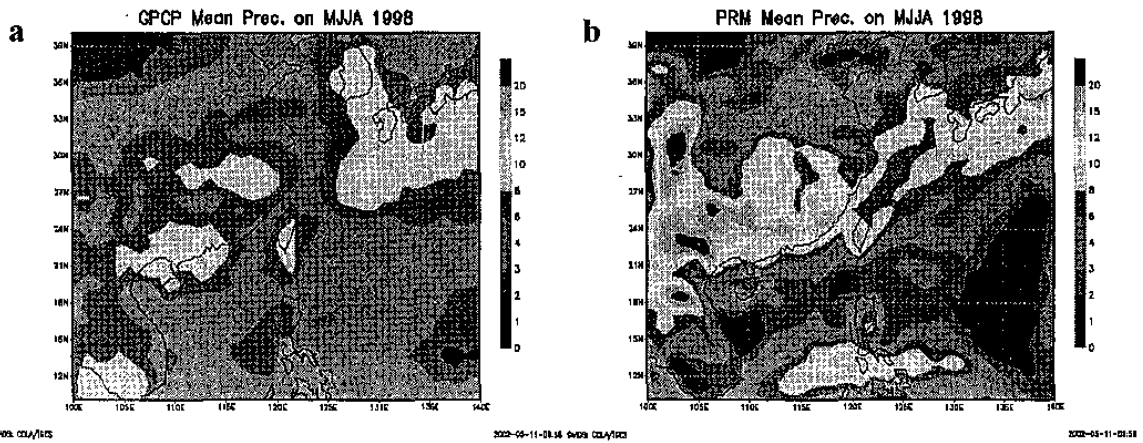
區域模式具有較高解析度的模擬能力，同時可以考慮相當複雜的地形、地表、水文等問題，使得區域氣候問題的研究，可以更為完整。美國普渡大學區域模式（PRM），在較長時間的模擬測試中（本研究中進行四個月的模擬），表現的相當穩定。在本研究中，模式針對 1998 年 5 月至 8 月，四個月的模擬中，了解 1998 年在 5 月至 7 月有二次明顯的豪大雨發生，這與太平洋高壓的東退引進西南氣流有關，同時也與季內振盪具有相同的相位，也就是說太平洋高壓的東退是由季內振盪所引起。不過在 7 月季節完全轉變後，太平洋高壓的東退與降雨卻成反相位，主要降雨的機制是由高壓下緣東風引進的擾動所引起。模式自己引發的季風肇始時間與實際資料分析的肇始時間非常相近，也就是說，模式對季節轉變點的掌握相當理想。Tsou (2002) 指出 1998 年夏季季風內有著相當明顯的季內振盪存在，從模式模擬的降雨、850hpa 渦度場中均可以明顯看出，一個具有 30~50 天週期的振盪存在。在此模擬中，唯一美中不足的地方，就是在水汽的掌握上，模式是乎具有太多的水汽，使得模擬降雨過多，與模擬肇始時在青藏高原東麓產生較強的西南渦，形成模擬的誤差。

綜觀其結果，PRM 能夠有效掌握天氣環流的趨勢，對於季轉變的過程與降雨區域的預報都表現的相當理想，在整個模擬的過程中，更能有效的掌握季內振盪的模擬，對 1998 年夏季季風的特性掌握相當好。可以進續進行更長期的模擬以了解模式的穩定性，及是否具有年際變化的模擬能力。

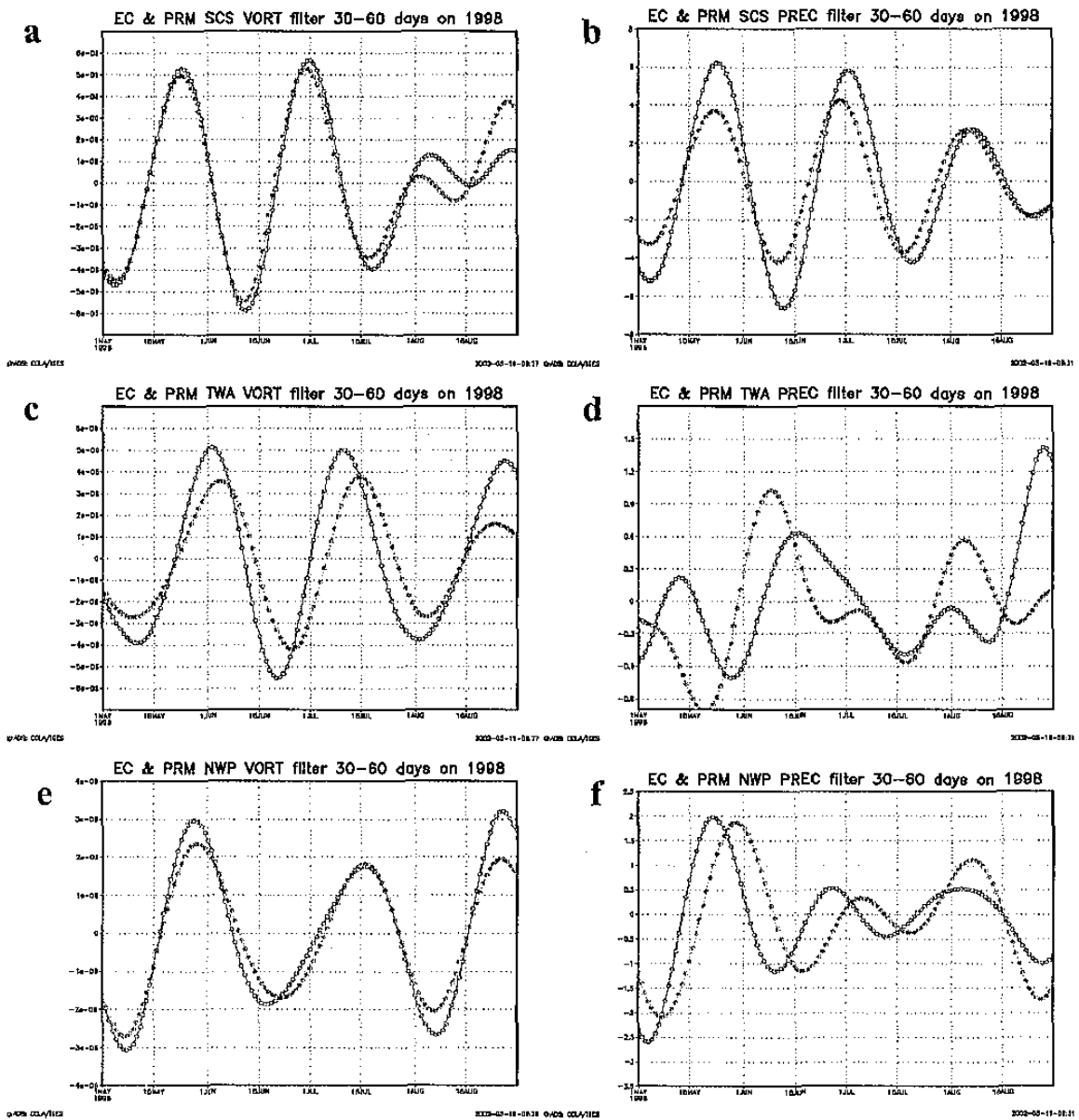
## 六、參考文獻

- 朱容練，許晃雄與柯文雄，2001: AMIP 模式模擬之夏季季內振盪。第七屆全國大氣科學學術研討會論文集編，台北，395-399。
- 鄒治華，柯文雄與張卜仁，2000: 利用 Wavelet 分析南海地區季內振盪與東亞季風之研究，*大氣科學*，28，27-45。
- 鄒治華，徐邦琪與柯文雄，2002: 台灣五-七月豪（大）雨之中長期變化與季內振盪，*大氣科學*，30，1-20。
- Chern, J. D., 1994: Numerical simulation of cyclogenesis over the Western United States. Ph. D. Dissertation. Purdue University, West Lafayette, IN, pp. 178.
- Slingo, J. M., K. R. Sperber, J. S. Boyle, J-P. Ceron, M. Dix, B. Dugas, W. Ebisuzaki, J. Fyfe, D. Gregory, J.-F. Gueremy, J. Hack, A. Harzallah, P. Inness, A. Kitoh, K.-M. Lau, B. McAvaney, R. Madden, A. Mathews, T. N. Palmer, C.-K. Park, D. Randall, N. Renno, 1996: Intraseasonal oscillations in 15

- atmosphere general circulation models: results from an AMIP diagnostic subproject. *Clim. Dyn.*,12,325-357.
- Sun, W. Y., and W. R. Hsu, 1988: Numerical study of cold air outbreak over the warm ocean. *J. Atmos. Sci.*, **45**, 1205-1227.
- , and J. D. Chern, 1993: Diurnal oscillation of mesoscale circulation in Taiwan and surrounding area. *J. Atmos. Sci.*, **51**,191-209.
- Tao, S. Y., and Chen, L. X.: 1987, A review of recent research of the East Asian summer in China , Monsoon Meteorology, *Oxford University Press*, 60-92.
- Tsou, Chih-Hua, Pang-Chi Hsu, and Wen-Shung Kau 2002: Northward development and propagation of 30-60 day oscillation and its relation to heavy precipitation in Taiwan during East Asian Summer Monsoon. *Submitted to J. Meteor. Soc. of Japan*.
- Wang, Bin, LinHo, 2002: Rainy season of the asian-pacific summer monsoon. *Journal of Climate*, **15**, 386-398.



圖一 1998年5月至8月降雨平均圖。(a) gpcp 平均降雨量、(b) prm 模擬平均降雨量。



圖二 PRM 與觀測渦度與降雨 30~60 天時間濾波之比較。(a) 南海區渦度、(b) 南海區降雨、(c) 台灣區渦度、(d) 台灣區降雨、(e) 西北太平洋渦度、(f) 西北太平洋降雨。PRM 為綠色線，觀測為紅色線。

## **Simulation of the 1998 East Asian Summer Monsoon and Intraseasonal Oscillation using a regional climate model**

Huang-Hsiung Hsu <sup>1</sup>, Yi-Chyang Yu <sup>2</sup>, Wen-Shung Kau <sup>1</sup>, Wu-Rong Hsu <sup>1</sup> and Wen-Yih Sun <sup>3</sup>

1 Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

2 Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

3 Dept of Earth and Atmospheric Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN.

### **Abstract**

The East Asian Summer Monsoon is the important topic of Taiwan regional climate study. The process of seasonal change induces fairly large weather variation. The period of seasonal change usually associate with the mesoscale weather system and intraseasonal oscillation. Especially, the intraseasonal oscillation always induce severe weather, such as severe rainfall events. And the numbers of typhoon have relations with to the intraseasonal oscillation. The characteristics of regional climate include topography, hydrology and land surface process. Furthermore mesoscale weather system play important role on regional climate study too. The Purdue Regional Model (PRM) is used at Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University for regional climate simulation study. The recent attempt is using the model to simulate the 1998 East Asian summer monsoon and intraseasonal oscillation .The integration was carried out from 1 May to 31 August. The preliminary results indicate the model's ability to simulate the overall evolution of the event.