

台灣地區氣候特徵之動力模式模擬與預報

蕭志惠、莊穎叡

中央氣象局科技研究中心

一、前言

過去的許多研究指出，全球氣候模式的模擬或預報往往由於水平網格距離太粗而無法將特殊地形地勢所造成之氣候特徵解析出來。為了增加模式預報資料的水平解析度，在全球氣候模式的預報之後再嵌套一層高解析度區域氣候模式的降尺度預報，藉由提高局部地區解析度的方法來掌握區域環流及降水特徵是經濟可行的方法之一。中央氣象局為了提高東亞地區尤其是台灣地區的氣候預報能力，2002年起與美國國際氣候預測研究院（IRI）建立合作的關係，並於2003年起引進IRI之ECHAM4.5預報，開始動力區域氣候預報系統的預報作業。

目前動力區域氣候預報系統中全球季節預報資料的來源仍以ECHAM4.5為主，其下邊界之海溫來自持續性海溫距平或動力海洋模式海溫的預報，大氣預報變數之水平解析度為T42垂直為18層。2003年至2006年期間，中央氣象局每個月收到的ECHAM4.5預報有20組樣本，至2007年起增加到25組。

動力降尺度預報所用的區域氣候模式則有美國國家環境預報中心之區域波譜模式（NCEP/RSM）及本局之區域氣候波譜模式（CWB/RSM）。區域氣候模式之水平解析度均為60公里，積分範圍涵蓋大部分的東亞地區（104-136°E及8-37°N），水平方向有55×54個網格點，中心點位置為121°E及24°N，每次預報的時間長度為5個月。

由於電腦設備之影響，在系統之初始測試階段（2004-2005年）降尺度預報之樣本數僅每個月12組，分別為NCEP/RSM有10組及CWB/RSM有2組；至2006年NCEP/RSM及CWB/RSM都有10組；至2007年起每各月預報樣本數更達到NCEP/RSM及CWB/RSM都各有15組共計30組預報樣本的數目。背景資料主要以伴隨動力海洋模式海溫預報之ECHAM4.5預報為主。

本文之目的在分析動力區域氣候預報系統對台灣地區區域氣候之模擬與預報能力，所分析的氣候特徵包括日變化尺度之海陸風環流、日降水量與侵台颱風之影響等，並回顧2004年以來全島平均之月

平均降水量距平機率預報技術及台灣分區之距平機率預報技術之現況等。

二、預報結果

（一）海陸風環流

海陸風環流的模擬或預報的正確與否是表現模式能否掌握區域環流及日變化特徵的重要指標。在此以2008年6月之平均為代表，雖然這個月份在上、中旬分別受到滯留鋒面的影響在南部造成大豪雨，但並沒有颱風直接影響到台灣，主要的天氣型態尤其是在下旬以西南氣流之影響及午後對流為主。

圖1為2008年6月平均之觀測與預報之地面經向風日變化。預報的部分係使用動力區域氣候預報系統中2008年5月為初始場，區域氣候模式共30個預報樣本做系集平均後對2008年6月之預報。觀測點的位置選取台中與台南二站之平均代表台灣之西部平原地區，以台東及大武二站之平均代表台灣東南部地區。模式的部分則是選取與該4個測站位置最接近之格點之10米風場與觀測做比較。

圖1中之實線為觀測之去掉月平均後逐時風場，顯示台灣西部平原在早上9點之後西風開始增強，至下午3點達最強後開始減弱，至下午7點開始轉成為東風，東風在早上4點達最強後開始減弱。換句話說就是台灣之西部平原在早上9點至下午7點期間地面風場為來自海峽吹向陸地的海風（西風），下午7點以後至次日早上9點為自陸地吹向海峽之陸風（東風）。台灣東南部風場之日變化則是相反，在早上7點至下午7點期間為東風增強，地面風由太平洋吹向陸地，是為海風；下午7點至早上7點則是吹西風，地面風是由陸地吹向太平洋，是為陸風。

模式預報之結果為6小時一筆，以柱狀圖表示。模式結果同樣表現出台灣東西兩側之海陸風環流特徵。模式對於西部平原及東南部之西風最強的時間有非常好的掌握，對東風最強得時間則似乎預報得較差，但因為模式輸出之時間間距過大，在此並不能顯示出海陸風轉換的時間是否能正確的模擬出，粗略的推測是模式對西部平原所模擬出的海風

持續時間少於陸風的持續時間。

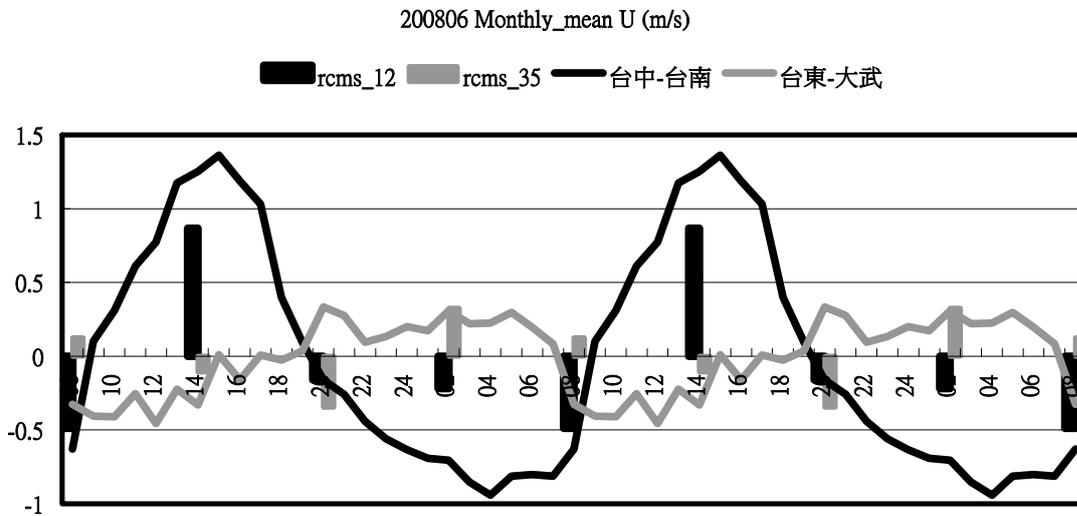


圖 1：2008 年 6 月平均之地面經向風速日變化(橫座標為地方時)。其中黑色實線為台中與台南站觀測之平均，灰色實線為台東與大武站觀測之平均，黑色柱狀為區域氣候模式預報相近於台中與台南站之模式格點平均，灰色柱狀為相近於台東與大武站之模式格點平均。

(二) 日降水量

圖 2 為區域氣候動力預報系統以 2008 年 5 月 1 日為初始日期所預報之 2008 年 5 至 9 月台灣地區日平均降水量，上圖為日降水量(mm/day)，中圖為日降水量與 1971-2000 年 AMIP 日降水量氣候場之距平，均為 30 個預報樣本系集平均及台灣地區 (120~122°E, 21.5~25.5°N) 平均之結果。預報結果顯示在 2008 年 7 月上、中旬受到西北太平洋上低壓帶之影響，西南氣流籠罩台灣地區，因此造成台灣地區較大降雨。以降水距平來看，2008 年 7 月上、中旬為明顯的正距平，顯示此時之西南氣流引發之降水屬異常的偏多。

圖 2 下圖則是將台灣地區平均之日降水量分為 6 個雨量級，分別為日雨量少於 10mm/day、大於 10mm/day 但少於 20mm/day、大於 20mm/day 但少於 30mm/day、大於 30mm/day 但少於 50mm/day、大於 50mm/day 但少於 80mm/day、及大於 80mm/day，比較 30 個預報樣本中各雨量級出現的機率(%)。就降水強度的預報來看，有約 10%的樣本預報顯示 7 月上旬之雨量達 80mm/day 以上，有 10%-20%的樣本預報雨量會在 30mm/day 至 80mm/day 之間，也就是表示此期間有較高的大雨發生的機率。

(三) 月平均距平類型機率之預報：全島平均

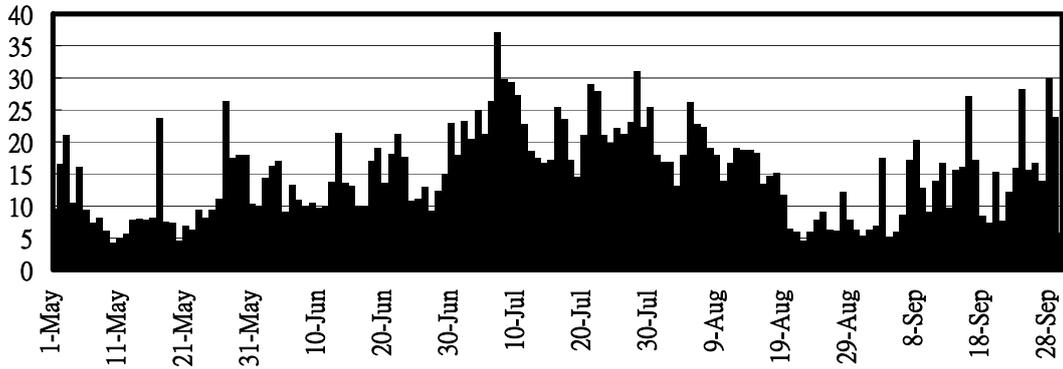
由於目前數值模式之預報能力及解析度仍無法

在月季尺度之預報中掌握到颱風活動及午後對流等對台灣地區降水之影響，區域氣候模式對夏季降水的預報在定量上有明顯低估的情形，因此在作業預報時採用距平預報的方式以減少模式預報之系統性誤差。

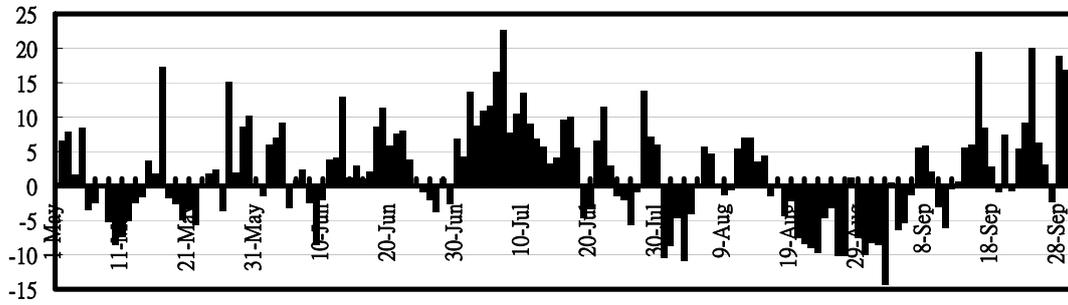
所謂距平類型的機率預報，係根據區域氣候模式之 AMIP 型態 1971-2000 年平均之降尺度模擬氣候場，以三分法 (33.3%, 33.3%, 33.3%) 所定義出台灣地區月平均降水的正距平、接近正常及負距平之範圍，在每個月的所有預報樣本都依此定義決定所屬之距平類型，最後統計所有預報樣本中各類型之出現機率作為降水的預報變數。近年來隨著計算機設備的更新，距平分析之預報樣本數也不斷的增加，如在 2004 年 NCEP/RSM 之預報樣本數為 2，2005 及 2006 年增加為 10，至 2007 年以後增加為 15 個預報樣本。圖 3 為 2004 年 1 月起至 2007 年 12 月動力區域氣候預報系統中 NCEP/RSM 之台灣地區月平均降水之距平類型機率預報預報正確率，作為校驗用的是氣象局全島 24 個測站觀測資料之月平均降水。

整體而言由 2004 至 2007 年各預報目標月份的月平均降水類型預報正確率是呈微幅的上升。在 2006-2007 年預報正確率之季節變化的幅度減小，顯示對各季節預報能力之差異也逐漸減少中。

RCMs 200805_FCST_Tai_PCP



RCMs 200805_FCST_Tai_PCP_Anomaly



RCMs 200805_FCST_Tai_PCP

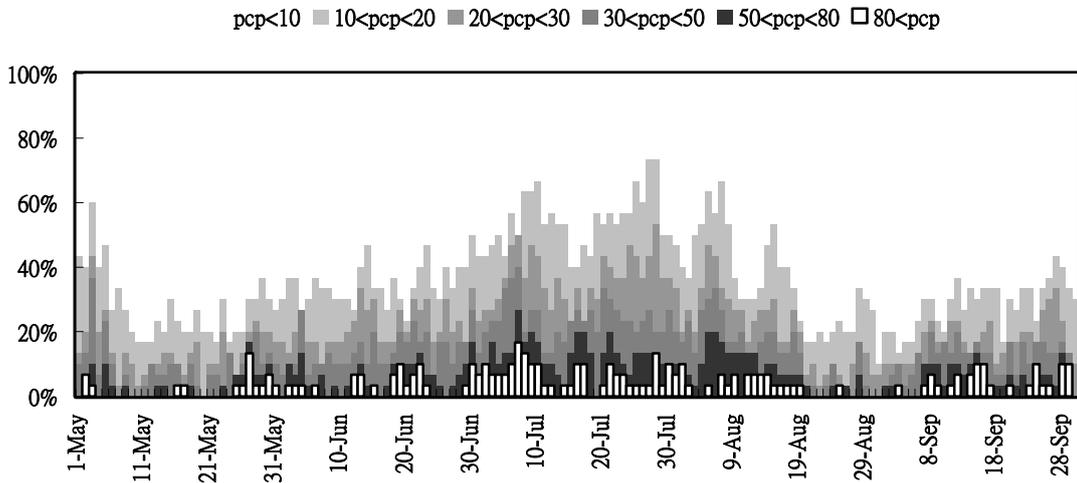


圖 2：區域氣候動力預報系統預報之 2008 年 5 至 9 月台灣地區日平均降水量，上圖為日降水量(mm/day)，中圖為日降水量距平(mm/day)，下圖為雨量級之機率預報(%)。

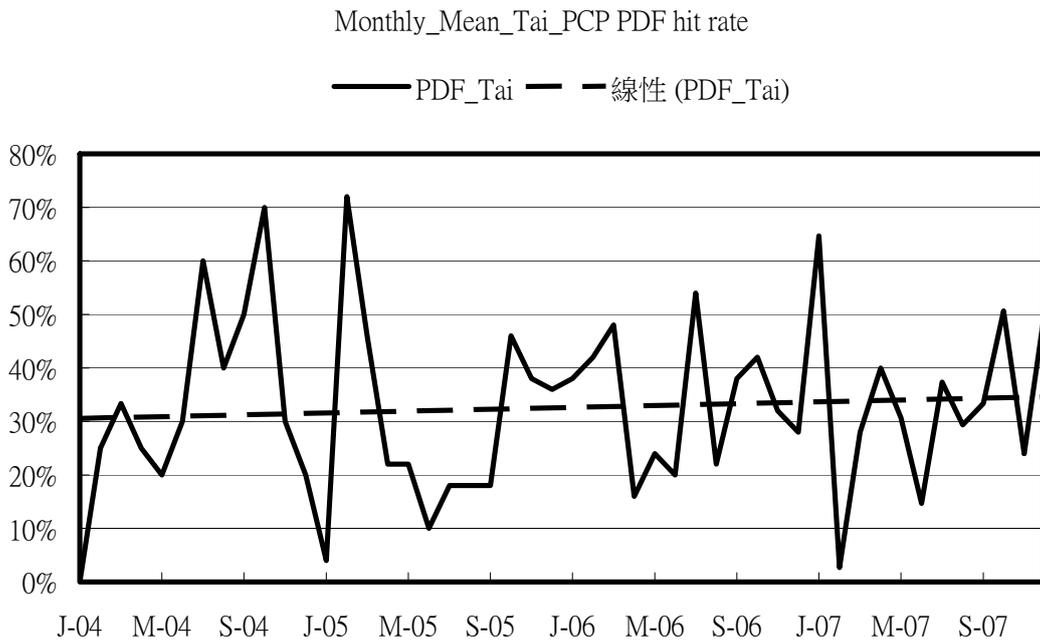


圖 3：2004 年 1 月起至 2007 年 12 月動力區域氣候預報系統 (NCEP/RSM) 之台灣地區月平均降水之距平機率預報預報正確率(實線)，其中虛線為平均趨勢。

(四) 月平均距平類型機率之預報：台灣分區

自 2008 年 1 月起月距平類型機率預報之樣本數增加為 30 個，其中包括了 NCEP/RSM 及 CWB/RSM 二個區域氣候模式之降尺度預報，預報之目標區域也由台灣全島平均再細分至北、中、南、東 4 個分區，圖 4 為 2005 年 5 月預報的一個例子，其中三角形表示氣象局測站的位置、黑點為區域氣候模式之網格點位置、4 個長方形區域則分別表示北、中、南、東 4 個分區的範圍。由圖 4 中亦可看出台灣氣候的複雜性，不論是溫度或降水 4 個分區可能分屬不同的距平類型，模式對各分區也有不同的預報能力。

圖 5 為 2008 年 1 月起至 2008 年 7 月動力區域氣候預報系統之分區預報月平均降水距平類型機率預報之預報正確率，其中 4 種灰階分別代表北、中、南及東 4 個台灣分區之預報。由時間序列來看，2008 年 3 月有相當高的預報正確率，其中東部地區的預報正確率有 45%，北、中、南台灣的預報正確率更在 50% 以上。4 月中、南台灣的預報正確率仍然在 50% 以上，但東台灣卻的預報卻完全失敗。7 月份的預報則顯得各分區相當一致，平均之預報正確率約在 40%。

三、結論與討論

本文簡略的回顧 2004 年 1 月至 2008 年 7 月期間動力區域氣候預報系統對台灣地區氣候特徵的預報能力，以及對台灣地區降水預報方法的演變及技術分析。

在 2008 年之前月平均降水距平之分析主要為 NCEP/RSM 的動力降尺度預報，雖然 CWB/RSM 在同時也有進行動力降尺度的預報，但因當時 CWB/RSM 的降尺度氣候場仍未建立完全，因此並沒有加入距平的預報。另外，IRI 提供的 ECHAM4.5 預報在 2006 年底因下邊界海溫預報模式的改變，而由原先的每個月 10 個樣本增加到 15 個樣本。圖 3 及圖 4 中顯示 2007 年與 2008 年月際間的預報能力差異較 2004-2006 年減少，樣本數目的增加及海溫預報的改變都是可能的因素。

由於下游使用者對預報精確度的要求日益增加，從 2008 年起預報目標已由原先的台灣全島平均提昇到 4 個台灣分區的預報。未來在計算機資源所能允許的範圍下，動力區域氣候預報系統之區域氣候模式將提高水平解析度至 15 公里或更高的解析度，並將預報之準確度提高到測站的尺度。此外更新現行作業之區域模式為非靜力的中尺度模式，以期能更正確的掌握台灣地區複雜的地形效應，也是下一步發展的重要方向。

致謝

特別感謝美國國家環境預報中心莊漢明博士協助 NCEP/RSM 與 CWB/RSM 的建置與改進。美國國際氣候預測研究院(International Research Institute

for Climate and Society) ，尤其是 Dr. Liqiang Sun，對於 ECHAM4.5 預報資料的提供，在此亦致上感謝之意。

RCMs to Jun2008 issued at May2008

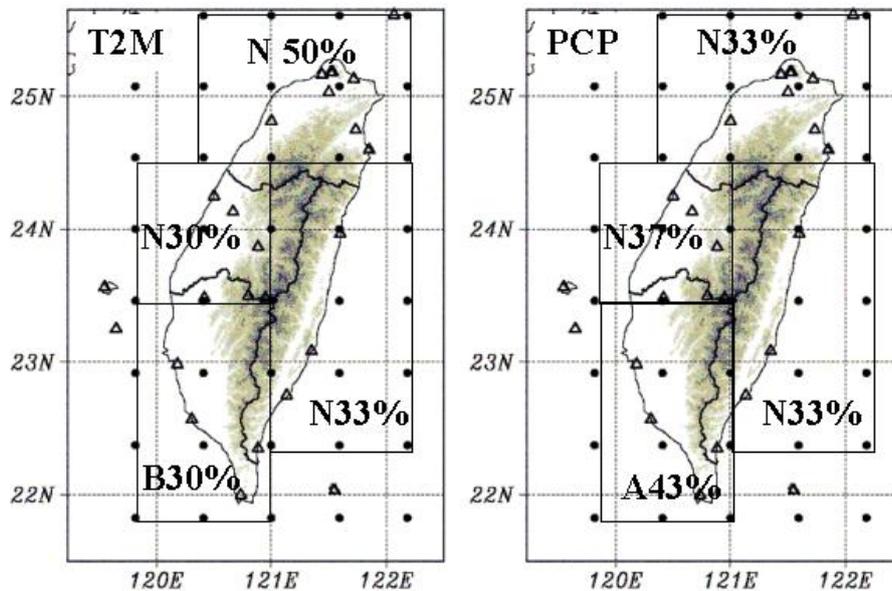


圖 4：動力降尺度預報系統(2008 年 5 月初始場)對 2008 年 6 月台灣分區二米溫度及降水之預報正確率。

Monthly_Mean_Area4_PCP PDF hit rate

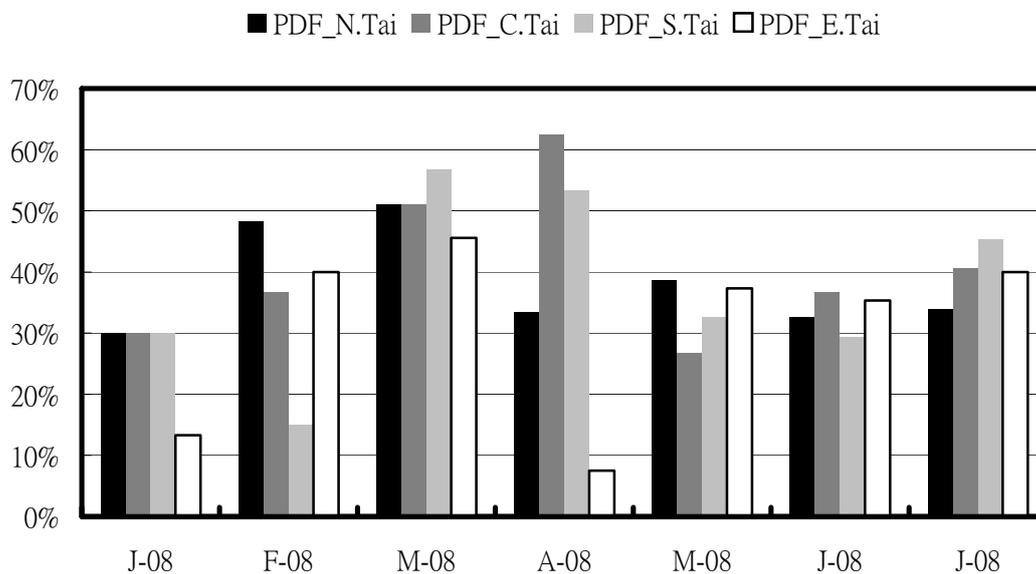


圖 5：2008 年 1 月起至 2008 年 7 月動力區域氣候預報系統之分區預報月平均降水距平類型機率預報之預報正確率，其中 4 種灰階分別代表北、中、南及東 4 個台灣分區之預報。