

中央氣象局動力統計氣候預報系統之預報校驗

胡志文 董雅卿 任俊儒 鄭凱傑 黃文豪 施宇晴

中央氣象局 科技中心

摘要

為因應中央氣象局（以下簡稱本局）「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展」計畫對氣候預報之需求，本局正發展季節氣候預報系統。規劃此系統包含五大部分：最佳化全球海表面溫度預報、大氣模式前處理系統、兩步法大氣環流模式預報、統計降尺度預報系統與動力降尺度預報系統等。

本報告之主要目的在分析本局動力統計預報系統 2008 年冬季到 2009 年春季的預報結果，所比較的變數為地面降水與 2 米溫度場，場量則是以距平場為主。比較方式為將動力統計預報的預報結果與各大中心(如 ECMWF, NCEP, APCC 等)的預報相比較，比較的重點區域為東亞地區，所比較的現象為距平場的水平分布。

經由初步的分析結果顯示本局動力統計氣候系統與各大中心的氣候預報有類似的預報能力，在本文分析的時段與區域內某些季節本局的預報尚優於其他中心。

一、前言

本局自民國 91 年起進行為期 8 年的「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展」計畫，為因應對短期氣候預報的需求計畫中發展了「動力統計氣候預報系統」，此系統主要設計是以短期氣候預報為主，目前的主要預報時間為未來一季。經過 8 年的研發與建置「動力統計氣候預報系統」已經接近完成。本文主要的目的在介紹「動力統計氣候預報系統」2008 年冬季到 2009 年春季的預報結果與各大中心預報結果的比較。以下將簡述動力氣候預報的起因及所用方法。

受到非線性作用的影響，對大氣狀態的詳細演變最多只有兩星期的預報能力。氣候預報的可行性主要基於大氣的下墊面(如海洋，地面降雪，海冰)相對於大氣而言有較長的記憶，利用此種下墊面緩慢的變化，可以預報下墊面演變對大氣平均狀態的影響。在做氣候預報前必需先確定哪些因子對氣候有重要的影響，在確定這些因子後即可利用這些因子進行氣候預報。經由前人的分析已經確認赤道區太平洋的聖嬰現象(El Niño)對氣候演變有決定性的影響。

目前世界上先進國家及預報中心對氣候預報主要採取三種方法，分別為統計預報、動力模式(數值模式)預報及動力模式統計預報。統計預報主要是利用不同氣候現象在時間與空間尺度上的統計關係做預報。動力模式氣候預報則是使用一組動力學方程，利用大氣及海洋現在的條件來預報大氣及海洋未來的變化。動力模式統計預報是使用動力模式預報的結果經由統計方法的分析，校正模式的誤差藉以提高模式預報的準確度。中央氣象局「動力統計氣候預報系統」即採用動力模式統計預報的方法進行台灣地區降水與雨量的預報。

在先進國家及預報中心所用的動力模式氣候預報中主要有兩種方式，第 1 種是 1 步法，此方法透過海洋環流模式與大氣環流模式(還可包含海冰模式、陸地模式等)的偶合同時預報海洋與大氣(海冰，陸地上

的冰、雪、水)的狀態。第 2 種是 2 步法，此方法先用統計或動力模式預報海表面溫度的變化，再使用大氣環流模式將之前所預報的海表面溫度做為下邊界條件進行大氣狀態的預報。本局「動力統計氣候預報系統」中所採用的即是 2 步法設計。

本文在第二節中介紹「動力統計氣候預報系統」，第三節比較 2008 年冬季到 2009 年春季本系統之預報與各大中心的預報，第四節為小結。

二、系統介紹

「動力統計氣候預報系統」包含 1 大子系統，分別是 1、最佳化全球海溫預報系統(Optimum Global SST Forecast, OPTSST); 2、大氣模式前處理系統; 3、2 步法大氣環流模式預報系統; 4、統計降尺度預報系統與 5、動力降尺度預報系統(圖 1)。

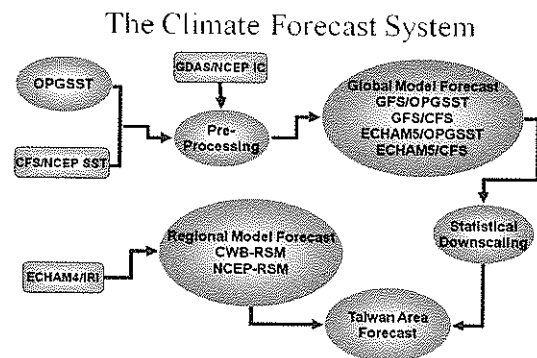


圖 1、動力統計氣候預報系統流程圖。

本文目的在比較 2 步法大氣環流模式的預報結果，圖 2 是 2 步法大氣環流模式預報系統的示意圖。本系統選用了兩組大氣模式，分別為本局的 GFS(T42L18, 胡等, 2002)模式與德國 Max Planck

Institute 發展的 ECHAM(第五版)模式(T42L19, Roeckner 等, 2003), 於 2 步法模式預報中所選用的海表面溫度預報場也有兩組, 分別為本局發展的最佳化海溫預報(OPGSST)與美國NCEP CFS系統所預報的海表面溫度。兩組模式與兩組海溫預報可組成 4 個預報模組, 分別是 GFS/OPGSST、GFS/CFS、ECHAM5/OPGSST 與 ECHAM5/CFS, 每個模組有 10 組積分, 每組預報時間長度為 7 個月, 每次預報由 40 組積分組成系集預報。

Two-tier Dynamical Forecast

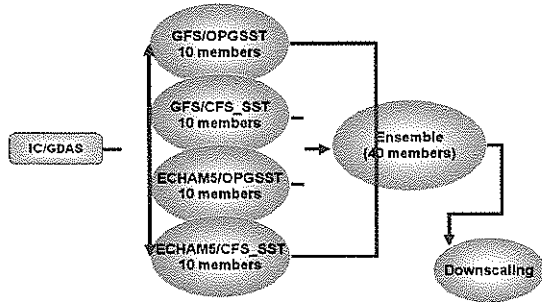


圖 2、2 步法大氣環流模式預報系統。

本文所用以比較的結果即為 2 步法大氣環流模式預報系統所預報的系集預報。所用以比較的預報量主要為地面降水與 2 米溫度場, 所用的地面降水資料為美國CPC (Climate Prediction Center)所整理的CAMS (Climate Anomaly Monitoring System)的資料 (http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cams_opi.html)。2 米溫度場則是美國NCEP (National Center for Environmental Prediction)的第二版重新分析(NCEP/DOE AMIP-II Reanalysis, <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/reanalysis2/index.html>)資料。

三、 2008 年冬季到 2009 年春季預報比較

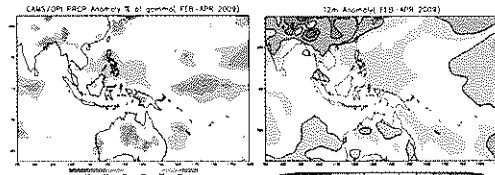
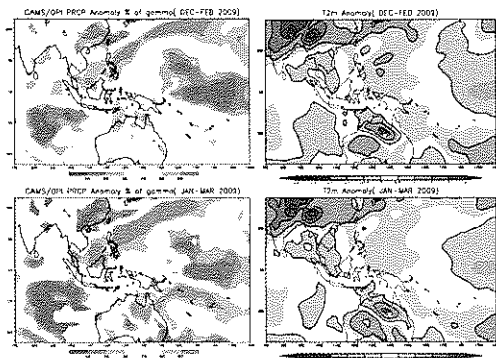


圖 3、觀測場之地面降水距平場(CAMS, 左列)及 2 米溫度距平場(右列, NCEP Reanalysis 2)。

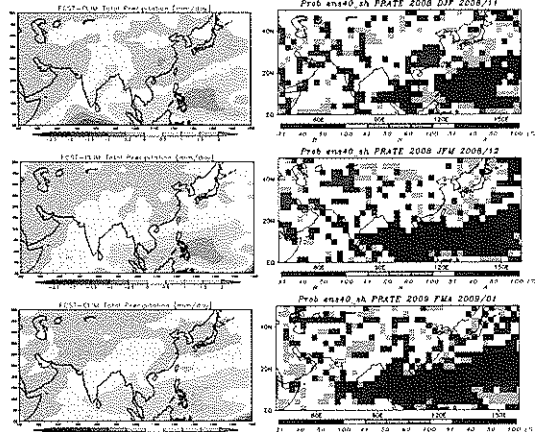


圖 4、2 步法大氣環流模式系集預報之地面降水距平場(左列)及地面降水三分類機率預報(右列, GSS>0)。

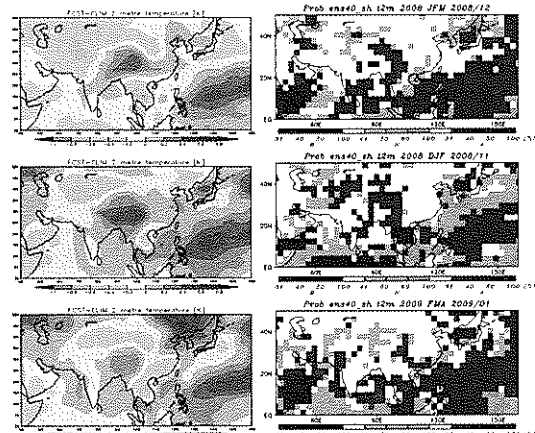


圖 5、2 步法大氣環流模式系集預報之 2 米溫度距平場(左列)及 2 米溫度三分類機率預報(右列, GSS>0)。

圖 3 是觀測場的地面降水距平場(左列)與 2 米溫度距平場, 由上而下分別是 2008/2009 12-2 月平均, 2009 年 1-3 月平均及 2-4 月平均。這幾個 3 個月平均場都有類似之處, 降水距平在中國大陸東南到台灣一帶雨量較少, 南中國海南部向東北經菲律賓到西北太平洋降水較多。2 米溫度場的分布顯示亞洲大陸多為正距平、中南半島為負距平, 菲律賓東方的西太平洋有正距平。

2 步法大氣環流預報系統的系集預報結果分別列於圖 4(地面降水)及圖 5(2 米溫度場)。模式系集預報

在這三個預報時段的地面降水距平場都可以掌握中國大陸東南部的較低降水及南中國海經菲律賓到西北太平洋的較多降水(圖 4 左列)。圖 4 中也列出了模式的三分類機率預報(圖 4 右列)，機率預報中顯示南中國海經菲律賓到西北太平洋降水偏高的機率較大。由於模式系集成員在中國大陸東南部所預報的距平並不一致，因此中國大陸東南部在機率預報中有偏高預報的地區較少。模式的 2 米溫度場系集預報顯示在中國大陸及菲律賓東方海面有正距平，中南半島有負距平，以上現象與觀測場類似。另一方面，模式巴基斯坦附近的預報與觀測場有較大的差異。在 2 米溫度場的機率預報上，模式在菲律賓東方的洋面上出現大範圍之偏高機率。基於模式系集成員的預報較不一致中國大陸的偏高機率與中南半島的偏低機率範圍較小。以上是本局模式 2 步法大氣環流模式預報系統之系集預報結果與觀測場的比較。

本局預報中心長期課在長期預報作業上除了有本局的預報結果外也參考各大中心的預報，所收集的預報有 ECMWF、EUROSIP、UK Met Office、NCEP CFS、NOAA、IRI、TCC 及 APCC 等。在本文分析的時段內，地面降水的預報只有 EUROSIP 於 2009 年 1-3 月與 2-4 月，UK Met Office 在 2009 年 1-3 與 2-4 月，APCC 於 2009 年 2-4 月在東亞地區與觀測場類似(圖未列)。於 2 米溫度場方面，也只有 UK Met Office 於 2009 年 1-3 月與 2-4 月及 APCC 之 2009 年 2-4 月在東亞地區的預報與觀測場類似(圖未列)。

以上比較結果顯示本局 2 步法大氣環流模式預報系統的系集預報在 2008 年 12 月到 2009 年 4 月間在東亞地區的 3 個月平均預報與觀測場類似，且在此時段中本局的預報結果比某些中心之預報結果為佳。

四、 小結

本文的旨在分析 2 步法大氣環流模式預報系統於 2008 年冬季到 2009 年春季的預報結果，並與各大中心的預報結果相比較。分析結果顯示 2 步法大氣環流模式預報系統之系集預報在 2008 年 12 月到 2009 年 4 月間於東亞地區的 3 個月平均預報與觀測場類似，且在此時段中本局的預報結果比某些中心之預報結果為佳。

本局的動力統計氣候預報系統於 2006 年 1 月起進行預報測試，到目前已有近 4 年的預報結果。初步的校驗結果顯示本系統在夏季的預報有較大的誤差與較低的技術得分，此部份的結果將在另篇介紹。

參考文獻：

- 胡志文、馮欽賜、汪鳳如、陳建河、鄭明典，2002：中央氣象局全球模式之氣候特徵：東亞夏季季風。*大氣科學*，30，99-116。
- Kang, I.-S. and J.-S. Kug, 2000: An El-Nino prediction system using and intermediate ocean and a statistical atmosphere. *Geophys. Res. Letter.*, **27**, 1167-1170.
- Roeckner E., G. Bäuml, L. Bonaventura, R. Brokopf, M.

Esch, M. Giorgetta, S. Hagemann, I. Kirchner, L. Kornblüeh, E. Manzini, A. Rhodin, U. Schlese, U. Schulzweida, and A. Tompkins, 2003: The atmospheric general circulation model ECHAM 5. PART I: Model description. **Max Planck Institute for Meteorology Rep. No. 349**. 140pp.