

CWB 短期區域氣候動力降尺度預報系統

2004 年預報技術之回顧

蕭志惠、莊穎叡、莊漢明*

中央氣象局科技中心

*美國國家環境預報中心

一、前言

中央氣象局(CWB)的區域氣候動力降尺度預報系統，主要的架構包含來自美國國際氣候預測研究院(IRI)ECHAM4.5及CWB GCM的全球季節預報資料，及美國國家環境預報中心之區域波譜模式(NCEP RSM)和本局區域氣候波譜模式(CWB RSM)二個區域氣候模式。自2003年3月起，至今已有二年多動力降尺度季節預報的歷史。從過去的預報結果及模式氣候場的校驗(蕭和莊, 2004; 蕭等, 2005)，不可諱言的就是現行作業的區域氣候模式動力降尺度預報系統仍存在有相當大改進的空間。

本局區域氣候模式之一的NCEP RSM在2004年有一項重要的版本更新，也就是加入了平均誤差去除法(蕭和莊, 2005)。平均誤差去除法的使用，可使NCEP RSM更正確的反應出全球模式的預報訊息，進一步達到動力降尺度預報的目的。本報告係以NCEP RSM_v04重新進行2004年ECHAM全球預報資料的降尺度預報，再次的探討動力降尺度預報的預報技術與能力。

二、NCEP RSM_v04 的平均誤差去除法

現階段區域氣候模式的貢獻，主要來自於對地形地勢解析度的提高。東亞地區(110°E-130°E, 15°N-30°N)的地勢大都在850 hPa之下，500 hPa以上的大氣環流受地形的直接影響程度相對的較小。因此東亞地區大範圍區域平均後的500 hPa高度

場，在此就被使用來診斷區域模式是否有掌握到大尺度環流的特徵。

比較圖1之NCEP RSM_v97(細實線)與作為背景場的ECHAM預報(粗虛線)的500 hPa高度場，可發現NCEP RSM_v97的大尺度環流在2004年各月份的季節預報中都有較背景場偏低的誤差存在。此高度場偏低的現象存在於整個區域模式積分範圍，並非由特定區域地形所造成。

在NCEP RSM的定義中，波數為0的擾動所代表的是大於區域模式積分範圍所能解析的平均大尺度運動。在相信全球模式對大尺度運動有完整掌握能力的前提下，區域模式不需要再去重複解析這些大尺度運動。這種去除區域模式中平均大尺度運動的方法即是所謂的平均誤差去除法，詳細的說明可參考蕭和莊(2005)。

結果顯示加入平均誤差去除法後之NCEP RSM_v04，其降尺度預報後的500 hPa高度場(如圖1粗實線)非常接近於背景場。也就是說，大尺度環流的預報訊息在NCEP RSM_v04能更正確的影響區域模式的降尺度預報。

三、2004 年的動力降尺度季節預報

於是用與2004年作業完全相同的嵌套策略(蕭與莊, 2004)，唯區域模式以NCEP RSM_v04來取代，重新進行2004年每個月2個樣本的動力降尺度預報。中央氣象局月與季預報中最常用的預報變數為2米溫度與降水，在此同樣以這二個變數來進行NCEP RSM_v04動力降尺度預報技術的診斷評估。

首先以2004年1、4、7及10月的第二季預報為

例,即FMA、MJJ、ASO及NDJ,比較NCEP RSM_v04動力降尺度(圖2下列)與ECHAM(圖2上列)季節預報的差異。在ECHAM全球模式之T42解析度下,如圖2上列的陰影區,台灣地區只是東亞大陸陸地的延伸,連海島的海陸分布都無法呈現,更別提是狹長陡峭的台灣中央山脈。在NCEP RSM_v04之60km解析度中,如圖2下列的陰影區,雖然此時的台灣地形仍被過度平滑化,陸地範圍放大且中央山脈只有700m的高度,但已具有台灣本島及中央山脈的輪廓。

NCEP RSM_v04的預報顯示,台灣地區之2米溫度的分布(圖2下列的虛線)與地勢有明顯的相關。2米溫度在中央山脈上最低,平地上基本上是南高於北。NCEP RSM_v04之南北溫度梯度明顯大於ECHAM,且與表1中央氣象局所屬測站觀測之溫度非常接近。可見NCEP RSM_v04的降尺度預報提升了動力模式對2米溫度區域特性的預報能力。

圖3為台灣地區(120°E-122°E, 21.5°N-25.5°N)平均之2米溫度逐月預報與觀測。除了12至3月期間外,NCEP RSM_v04對各月2米溫度的預報有相當好的持續性,定量上也與觀測非常一致。雖然不同月份ECHAM對12至3月2米溫度的預報仍是一致,但在NCEP RSM_v04之降尺度預報後出現較大的分歧,同時也較觀測之溫度偏高了2至3度。是否ECHAM提供的地表資訊在冬季與台灣地區冬季的真實狀況有較大的出入,或是NCEP RSM_v04之地表輻射計算在冬季比較不適用於台灣地區等,都是造成偏差的可能因素。

NCEP RSM_v04之降水,如圖2下列實線之分布,明顯的因受到山脈的阻擋作用而集中在迎風面。除4月NCEP RSM_v04對夏季(MJJ)降水的預報是顯示主要發生在台灣西部平原外,其餘1、7、10月均預報下一季台灣地區的降水將主要出現在東北部地區。模式對降水區域分布的預報與表1之主要測站觀測也頗有相似之處,但畢竟模式的解析度仍

不夠精細,無法詳細的表現出高山與平地降水的差異。就降水預報能力的季節分布來看,圖4中顯示出ECHAM及NCEP RSM_v04對於6至10月降水的預報能力均是明顯偏低的。因為ECHAM對於夏季東亞地區環流的預報並不好,偏強的西北太平洋副高阻礙了熱帶擾動的向北傳遞。NCEP RSM_v04在此大尺度條件的控制下,也就產生了同樣的雨量偏少的預報結果。

四、討論

經過平均誤差去除法後的NCEP RSM_v04已大幅提高對大尺度環流的預報能力,但在區域特徵的預報上改進仍是相當有限的。

因素之一是作為背景場的全球模式的預報能力主宰了動力降尺度預報的結果。在了解背景場模式的系統性誤差或預報能力限制後,適當的選擇及參考其他模式的預報結果是增進季節預報能力的必要工作。

區域氣候模式,以NCEP RSM_v04為例,目前尚未有高解析度的地表氣候資料,在即時的預報上也缺少高解析度的海溫觀測,因此區域氣候模式的功用僅在於高解析度的地形上面。未來除繼續增加區域模式之解析度外,如何增加地表特徵的資料也是提高對地區特徵預報能力的重要關鍵。

參考文獻

- 蕭志惠和莊穎叡,2004:中央氣象局區域氣候預報模組嵌套策略的研究。中央氣象局科技中心技術報告。
- 蕭志惠和莊漢明,2005:NCEP RSM之2001年東亞地區短期氣候模擬研究與平均誤差去除法。大氣科學。
- 蕭志惠、莊漢明和莊穎叡,2005:NCEP RSM之東亞地區動力降尺度氣候場的初步分析。氣象學報。

H500 (110E-130E,15N-30N)

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| --- echam_200401 | --- echam_200402 | --- echam_200403 | --- echam_200404 |
| --- echam_200405 | --- echam_200406 | --- echam_200407 | --- echam_200408 |
| --- echam_200409 | --- echam_200410 | --- echam_200411 | --- echam_200412 |
| --- nceprsm_old_200401 | --- nceprsm_old_200402 | --- nceprsm_old_200403 | --- nceprsm_old_200404 |
| --- nceprsm_old_200405 | --- nceprsm_old_200406 | --- nceprsm_old_200407 | --- nceprsm_old_200408 |
| --- nceprsm_old_200409 | --- nceprsm_old_200410 | --- nceprsm_old_200411 | --- nceprsm_old_200412 |
| --- nceprsm_v04_200401 | --- nceprsm_v04_200402 | --- nceprsm_v04_200403 | --- nceprsm_v04_200404 |
| --- nceprsm_v04_200405 | --- nceprsm_v04_200406 | --- nceprsm_v04_200407 | --- nceprsm_v04_200408 |
| --- nceprsm_v04_200409 | --- nceprsm_v04_200410 | --- nceprsm_v04_200411 | --- nceprsm_v04_200412 |

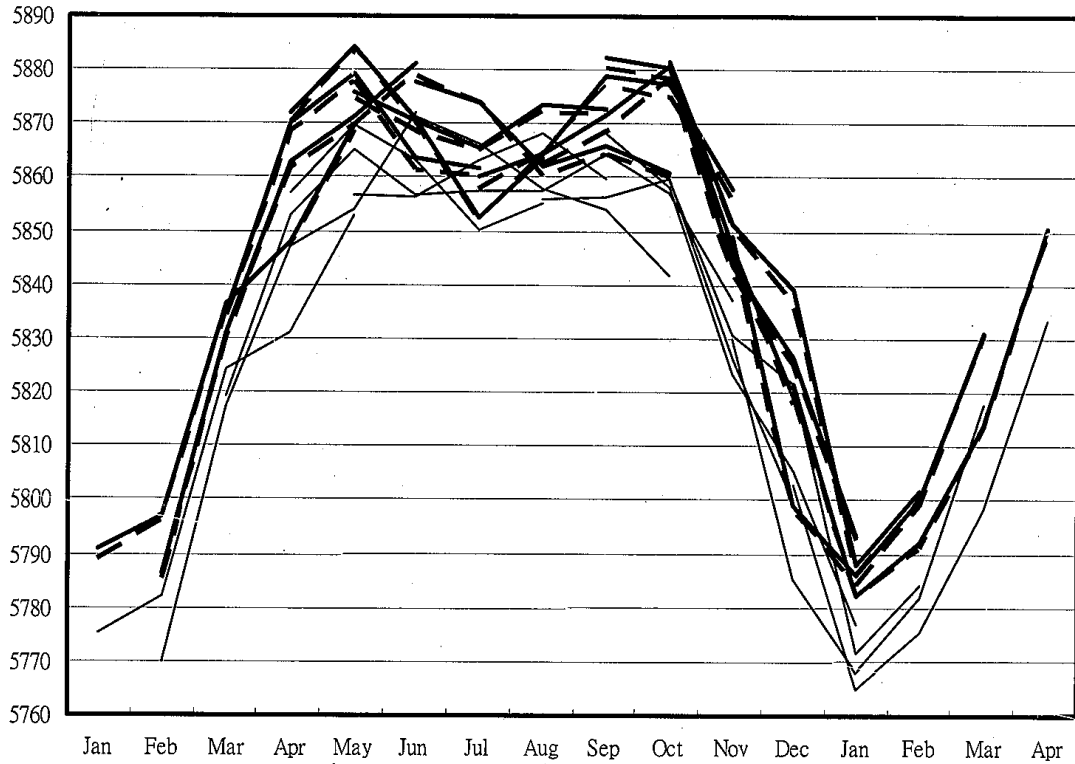


圖 1、東亞地區(110°E-130°E, 15°N-30°N)平均之逐月 500 hPa 高度場預報。其中,粗虛線為 ECHAM 預報,細實線為 NCEP RSM_v97 預報,粗實線為 NCEP RSM_v04 預報。

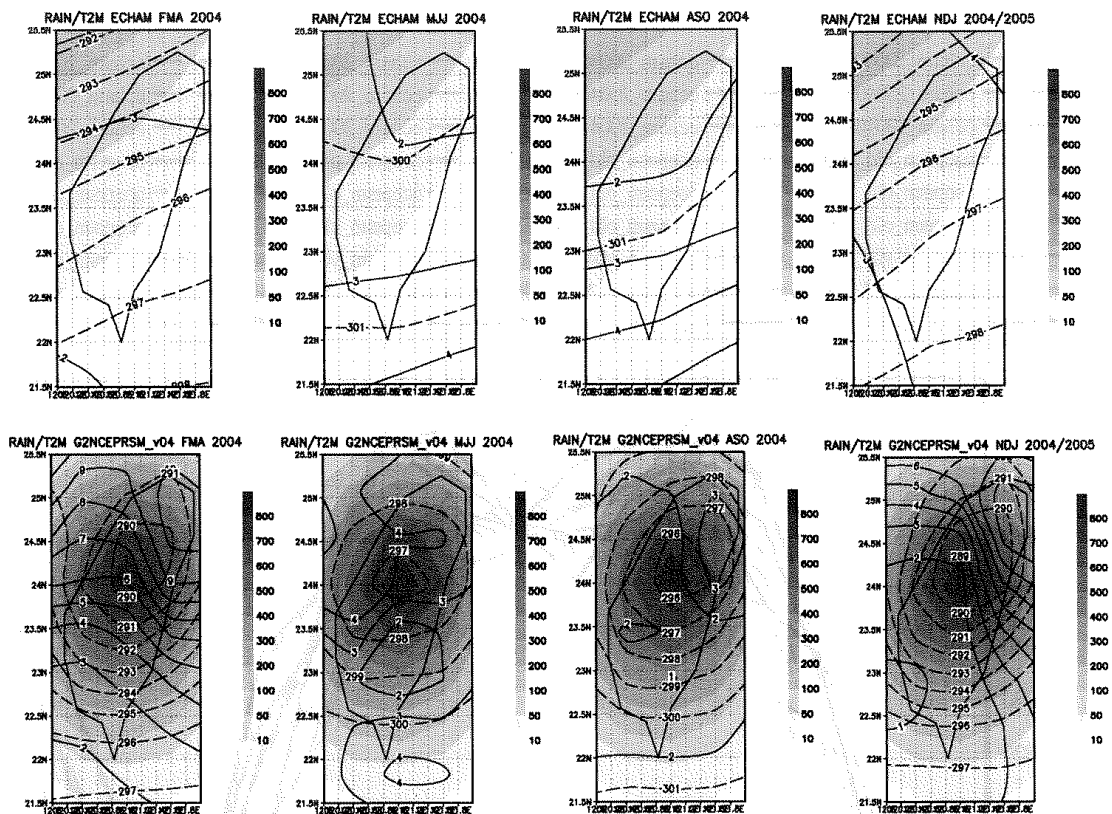


圖 2、ECHAM 季節預報（上列）及 NCEP RSM_v04 降尺度季節預報（下列），由左至右分別為 1、4、7 及 10 月的第二季預報。其中陰影為地勢等高線，實線為平均降水量（mm/day），虛線為 2 米溫度（°K）。

| 2004 | FMA_T2M | MJJ_T2M | ASO_T2M | NDJ_T2M | FMA_Rain | MJJ_Rain | ASO_Rain | NDJ_Rain |
|------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 台北 | 292.3 | 300.7 | 299.7 | 292.3 | 5.0 | 6.8 | 15.8 | 2.8 |
| 台中 | 293.3 | 301.1 | 299.5 | 292.4 | 3.3 | 13.6 | 6.8 | 0.7 |
| 高雄 | 295.9 | 302.0 | 300.8 | 294.5 | 0.9 | 7.6 | 5.4 | 1.7 |
| 恆春 | 296.2 | 301.2 | 300.2 | 295.3 | 0.6 | 7.5 | 7.1 | 1.7 |
| 宜蘭 | 292.2 | 299.8 | 299.1 | 291.5 | 4.7 | 5.1 | 11.5 | 7.7 |
| 花蓮 | 293.3 | 299.8 | 299.7 | 293.0 | 1.9 | 8.6 | 5.7 | 4.9 |
| 台東 | 294.8 | 300.8 | 300.4 | 294.6 | 0.5 | 8.8 | 3.3 | 3.0 |
| 阿里山 | 282.3 | 287.1 | 286.2 | 281.4 | 4.2 | 25.8 | 13.9 | 1.5 |

表 1、中央氣象局所屬測站觀測之溫度及降水。其中，左起 2 至 5 欄分別為 FMA、MJJ、ASO 及 NDJ 季節平均之 2 米溫度（°K），6 至 9 欄為相同季節平均之降水量（mm/day）。

T2M (120E-122E,21.5N-25.5N)

- echam_200401 --- echam_200402 --- echam_200403 --- echam_200404
- echam_200405 --- echam_200406 --- echam_200407 --- echam_200408
- echam_200409 --- echam_200410 --- echam_200411 --- echam_200412
- nceprsm_v04_200401 — nceprsm_v04_200402 — nceprsm_v04_200403 — nceprsm_v04_200404
- nceprsm_v04_200405 — nceprsm_v04_200406 — nceprsm_v04_200407 — nceprsm_v04_200408
- nceprsm_v04_200409 — nceprsm_v04_200410 — nceprsm_v04_200411 — nceprsm_v04_200412
- CWBSTN_2004

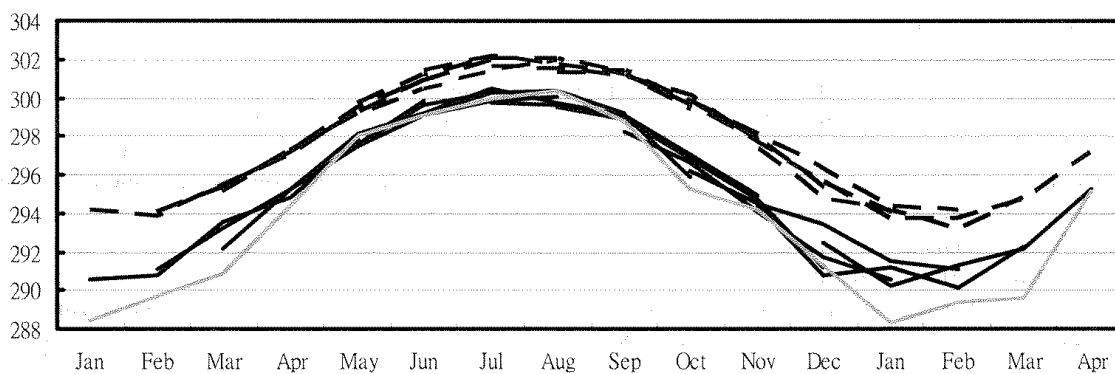


圖 3、台灣地區 (120°E-122°E, 21.5°N-25.5°N) 平均之逐月 2 米溫度預報。其中，粗虛線為 ECHAM 預報，粗實線為 NCEP RSM_v04 預報，灰色粗實線為 CWB 觀測。

RAIN (120E-122E,21.5N-25.5N)

- echam_200401 --- echam_200402 --- echam_200403 --- echam_200404
- echam_200405 --- echam_200406 --- echam_200407 --- echam_200408
- echam_200409 --- echam_200410 --- echam_200411 --- echam_200412
- nceprsm_v04_200401 — nceprsm_v04_200402 — nceprsm_v04_200403 — nceprsm_v04_200404
- nceprsm_v04_200405 — nceprsm_v04_200406 — nceprsm_v04_200407 — nceprsm_v04_200408
- nceprsm_v04_200409 — nceprsm_v04_200410 — nceprsm_v04_200411 — nceprsm_v04_200412
- CWBSTN_2004

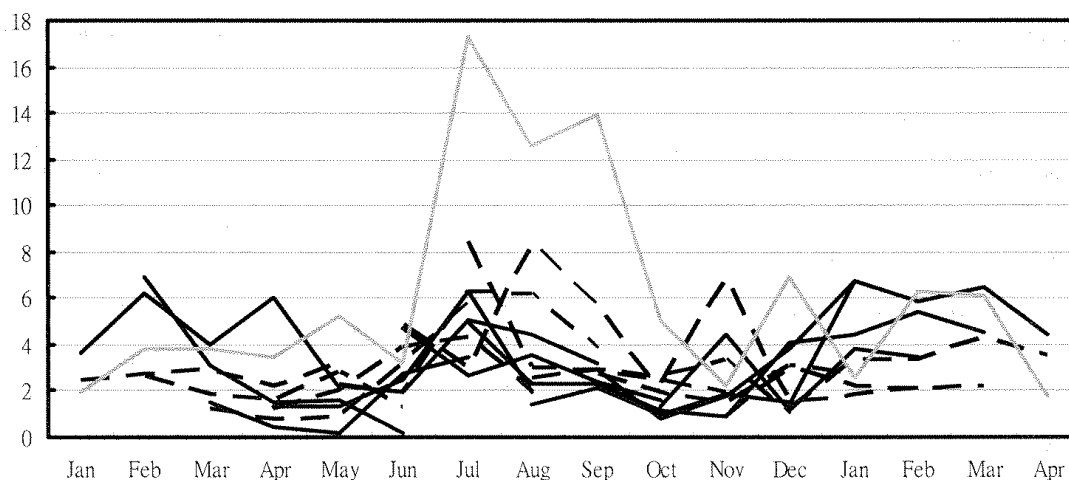


圖 4、同圖 3 但為降水量 (mm/day)。