

中央氣象局非靜力區域模式對颱風路徑預測之表現與檢討

陳得松、黃康寧、蕭玲鳳、葉天降、鄭銘華
中央氣象局

一、前言

由於台灣的地理位置在西北太平洋邊緣，在各類的天然災害中，以夏秋兩季的颱風影響最為嚴重，每年平均約有三至四個颱風侵襲，造成嚴重的生命財產損失。因此，於颱風季節提供準確的颱風現況及預報資訊，使社會大眾能儘早做好防範措施，是中央氣象局的重要業務之一。

以動力數值模式做較長時程的颱風路徑預測，其參考性較統計預報方法為高，非靜力區域預報系統(NFS)為中央氣象局近年來致力發展之新一代數值區域模式，並在此模式中建立颱風預測能力(陳等 2004)。本文包括介紹中央氣象局非靜力區域模式(NFS)，整理、校驗此模式於 2006 年對颱風路徑預測之表現，以及不同初始場與側邊界值對 NFS 模式颱風預測之影響。於後第二節說明使用模式，第三節為結果分析與討論，第四節為結語。

二、預報模式

本研究使用中央氣象局作業模式：高解析非靜力預報模式(Non-hydrostatic Forecast System, 簡稱 NFS)。此 NFS 為四階定差，三層巢狀網格(45/15/5)公里，垂直 30 層之非靜力平衡模式，水汽的動力平流方面，除了一般的四階法，尚有 Hsu 與 Arakawa 正定法可供選擇。模式採用 split-explicit 法處理前三個速度較快的重力波，也使用四階頻散讓模式穩定積分。模式的物理部份，輻射參數化方面採 Harshvardhan 等法處理，邊界層參數化方面採 TKE E- ϵ 法處理，而降水模擬部份，對流性降水參數化方面有 Kuo 以及 Arakawa and Schubert 兩種方法。大尺度降水參數化方面有層狀降水參數法以及雲冰與雲水的降水參數法。NFS 模式並於颱風生成後，亦加入渦旋移置(relocation)及透過 O.I. 客觀分析法在颱風中心附近 6° 內植入虛擬觀測資料共 41 點，其虛擬觀測資料產生做法見陳等(2004)。

現行 NFS 作業之初始場為 update cycle，採用 Kuo 法與雲冰雲水法(葉 2004)。側邊界值則來自中央氣象局全球波譜模式(GFS)之分析場及預報場，做 84 小時預報，本研究將此模式配置簡稱 NFS_GFS。由以往的經驗得知，初始場及邊界條件的資料正確與否對模式的颱風預測有很大影響，因此 2006 年開始增加 NFS_NCEP 參與颱風預測。NFS_NCEP 此組模式配置與 NFS_GFS 同，但 O.I. 客觀分析時在洋面及青康藏高原地區加入每 5 度一點之 NCEP 全球模式資料，72 小時邊界條件則來自 NCEP 全球模式內差，並維持 update cycle。

此外，本研究對 NFS 做初始場及側邊界值的系

集預測(在此以 NFS_ensemble_icbc 表示)，即此系集預測的成員是 NFS_GFS 與 NFS_NCEP。

三、結果分析與討論

2005 年西北太平洋上共計發生 23 個颱風，實際發生範圍約在東經 105 度至 165 度、北緯 5 度至 45 度間。NFS_GFS 模式對其中 21 個颱風進行每 12 小時一次的即時作業預測。此模式之 45 公里水平解析度的颱風路徑預測結果與中央氣象局官方預報(CWB)做全年、以及針對發布警報的 7 個颱風進行相同個案誤差比較，其 24/48/72 小時之平均預測路徑距離誤差，如圖 1 所示。全年部分，CWB(90/163/254 公里)表現最佳，NFS_GFS(112/208/304 公里)居次。在 2005 年的 21 個颱風中，NFS_GFS 對 NALGAE、TALIM、SAOLA、KAI-TAK 颱風的路徑預測掌握較差，72 小時之平均預測路徑距離誤差皆大於 430 公里。

至於對發布警報的 7 個颱風的預測誤差部分，CWB(77/132/220 公里)優於 NFS_GFS(118/196/295 公里)，見圖 1。NFS_GFS 主要是對 MATSA、TALIM 颱風路徑預測有明顯偏右誤差所致，若去除 TALIM 颱風誤差，NFS 之 72 小時誤差降至 261 公里，降幅達 12%。NFS_GFS 與 CWB 於此部分的表現皆優於二者各自之全年平均表現。值得一提的是，NFS_GFS 掌握到 HAITANG 颱風在台灣東側海面的逆時針打轉再向西登陸、KHANUN 颱風掠過台灣北部海面而非登陸、以及 LONGWANG 颱風低層中心在台灣東側海面徘徊、高層中心過山後、低層由副中心取代再與高層中心耦合出海的情形，在颱風警報期間對預報人員提供很好的參考依據。

整體而言，NFS_GFS 於 2005 年的表現與前一年類似，仍有颱風西進時的偏右誤差、轉彎過慢、轉彎後移速過慢、颱風往東北行進時的偏左誤差等系統性誤差。此外，NFS_GFS 對 2005 年 10 至 12 月的每個颱風之平均路徑預測誤差皆大於其全年之平均表現，而此明顯之季節性系統誤差亦發生於 2004 年。

NFS_GFS 與 NFS_NCEP 二組模式亦對 2006 年 5 月至 8 月中旬第 1 號至第 11 號颱風做即時作業預測，其 45km 水平解析度的路徑預測誤差校驗結果與中央氣象局官方預報(CWB)做相同個案比較。圖 2 為 24/48/72 小時之平均預測路徑距離誤差之比較，在全部個案部分，圖中顯示 CWB 表現最佳(100/171/247 公里)，NFS_GFS 的 117/205/303 公里次之，接下來是 NFS_NCEP 的 103/218/331 公里。11 個颱風之中，NFS_GFS、NFS_NCEP 及 CWB 皆對 MARIA 颱風掌握不佳，72 小時的誤差超過 1100 公

里。除此之外，NFS_GFS 對 EWINIAR、KAEMI 的預測誤差超過 330 公里，而 NFS_NCEP 則對 EWINIAR 颱風的 72 小時平均路徑預測誤差更達 422 公里。對發布警報的 5 個颱風的預測誤差部分(圖 2)，仍是 CWB(95/151/199 公里)優於 NFS_GFS(121/197/291 公里) 及 NFS_NCEP(94/197/317 公里)。NFS_Kuo、NFS_NCEP 與 CWB 於此部分的表现優於三者各自之全部個案平均表現。NFS 二模式對 BILIS、BOPHA 以及 KAEMI 颱風通過東經 130 度以後的路徑，有不錯的預測表現。

本研究以 NFS_GFS 與 NFS_NCEP 為成員做初始場及側邊界值的系集預測(在此以 NFS_ensemble_icbc 表示)，表現如圖 2 所示，其 24/48/72 小時之平均預測路徑距離誤差為 106/201/295 公里，大多較個別成員表現為好，或接近表現較好的成員。對發布警報的 5 個颱風的預測誤差部分，也有類似的結果，NFS_ensemble_icbc 的 24/48/72 小時之平均誤差為 104/193/292 公里，此部分表現亦優於對全部個案平均表現。

NFS 的二組模式對發生在南海、生存期短的 JELAWAT 與 PRAPIROON 颱風，雖有偏左誤差，但誤差值不大，表現優於 CWB。在北緯 25 度以北生成的 MARIA 與 WUKONG 颱風，NFS 對 MARIA 轉進西風帶前的路徑預測掌握不佳，即使自 8 月 7 日 12UTC 開始預測到 MARIA 有轉彎的趨勢，仍有轉彎過慢、轉彎後移速過慢的偏左誤差。而對 WUKONG 的奇特路徑，NFS 預測結果表現尚佳，於 2006 年 8 月 15 日 00UTC 即預測出 WUKONG 先偏西再折向西北、往日本九州移動的趨勢，NFS 二組模式亦皆優於 CWB。

不過，NFS 模式對西北太平洋西進颱風的預測都出現明顯的偏右誤差。對 BILIS、KAEMI 颱風的預測，當颱風經過東經 125 度，NFS 模式在低層對台灣地形效應的反應過大，所預測出之颱風路徑較在高層的路徑有更明顯之偏北誤差，形成高低層分離的現象。但 NFS 二組模式自 7 月 12 日 12UTC 起、BILIS 通過東經 125 度後，皆修正颱風路徑預測至台灣東北角登陸，掌握到實際颱風的行徑。NFS 對 KAEMI 通過東經 130 度後亦有類似的表現。至於對 EWINIAR 颱風，自 7 月 4 日至 6 日，NFS 有提早北轉的明顯誤差出現，其後，NFS 對 EWINIAR 的轉彎朝北前進的趨勢掌握不錯，但仍出現轉彎後的偏左誤差。

對 MARIA、SAOMAI、BOPHA 三颱風同時存在的預測，NFS 對 8 月 7 日 12UTC 前、MARIA 颱風轉彎進入西風帶前的誤差極大，主要是 NFS 對中緯度系統掌握不夠好、以及過度預測 MARIA 與南邊 SAOMAI 間的交互作用所致，使 MARIA 有很大的偏西誤差、SAOMAI 有很大的偏北誤差。但自 8 月 7 日 12UTC 開始，SAOMAI 強度由輕度逐漸增強為中度颱風，NFS 即掌握到 SAOMAI 往西北行進、且不會登陸台灣的趨勢，除此之外，亦無類似 CWB 過度

預測 SAOMAI 與 BOPHA 間的雙颱風互繞的藤原效應。因 NFS 預測出 BOPHA 與 SAOMAI 間交互作用並不大，因此 NFS 在 BOPHA 颱風的行進速度、方向及登陸台灣的位置上表現不錯，尤以 NFS_GFS 最優，而 CWB 則因過度預測雙颱風效應，而有較大誤差。圖 3 為 NFS_GFS 自 2004 年至 2006 年 8 月之平均預測路徑距離誤差圖。圖中顯示 NFS_GFS 對 2006 年 5 至 8 月的平均預測表現與 2005 年相當，在全部個案部分，此二年的 24/48/72 小時的平均預測路徑距離誤差分別為 117/205/303 公里及 112/208/304 公里；對發布警報的颱風部分則是 121/197/291 公里及 118/196/295 公里。NFS_GFS 於 2004 年的表現則不如另外兩年，其在全年個案及發布警報的個案的平均距離誤差分別是 135/245/372 公里及 135/280/442 公里，主要是因為 NFS_GFS 對 2004 年的 RANANIM 與 NOCK-TEN 颱風掌握不佳所致，若去除此二颱風，則 2004 年的平均誤差降至 131/226/332 公里及 123/241/354 公里。

整體而言，NFS 於 2006 年 5 至 8 月颱風路徑預測，仍出現類似前兩年的偏右誤差、在南海的颱風有偏左誤差、轉彎過慢、轉彎後移速過慢、颱風往東北行進時的偏左誤差等等系統性誤差。NFS 二組模式中，以 NFS_GFS 表現較優，NFS_NCEP 居次。而 NFS 的初始場及側邊界值系集預測的結果顯示，系集預測確有其可行性。

四、結語

本研究使用中央氣象局作業模式 NFS_GFS 及 NFS_NCEP。分析校驗 2005 年及 2006 年 5 至 8 月 NFS 之颱風預測路徑，可看出 NFS 對西行颱風有偏右誤差、在南海的颱風有偏左誤差、轉彎過慢、轉彎後移速過慢、颱風往東北行進時的偏左誤差等等系統性誤差。NFS 二組模式中，NFS_GFS 表現優於 NFS_NCEP。而 NFS 的初始場及側邊界值系集預測的結果顯示，系集預測確有其可行性。

參考文獻：

- 陳得松、黃康寧、葉天降與謝信良，2004：中央氣象局非靜力數值模式颱風預報模式之校驗及展望。第八屆全國大氣科學學術討論會論文集編，217-222。
- 葉天降，2005：颱風侵台風雨統計預報技術發展(一)。國科會研究報告，NSC93-2625-Z-052-005，80 頁。
- 葉天降，2004：颱風路徑預報作業模式與初始場處理之改進(3/3)。國科會研究報告，NSC92-2625-Z-052-010，47 頁。

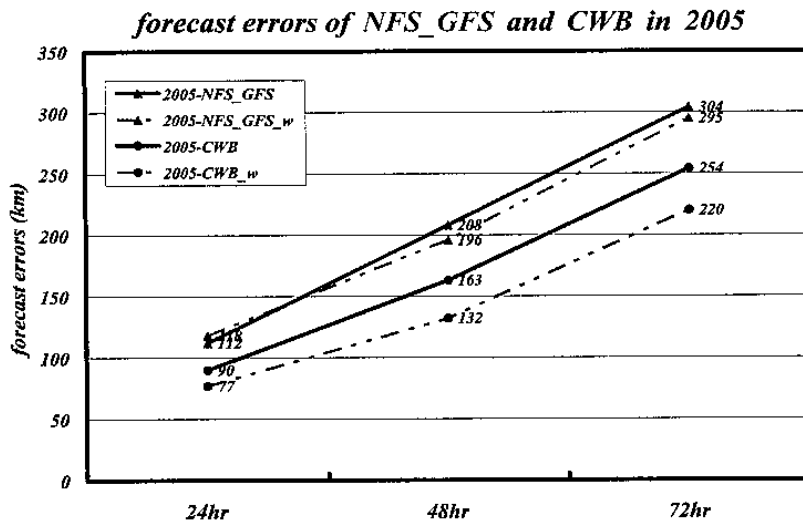


圖 1、NFS_GFS 模式與氣象局官方颱風路徑預測(CWB)做 2005 年全年及發布警報的 7 個颱風進行均勻個案誤差比較。

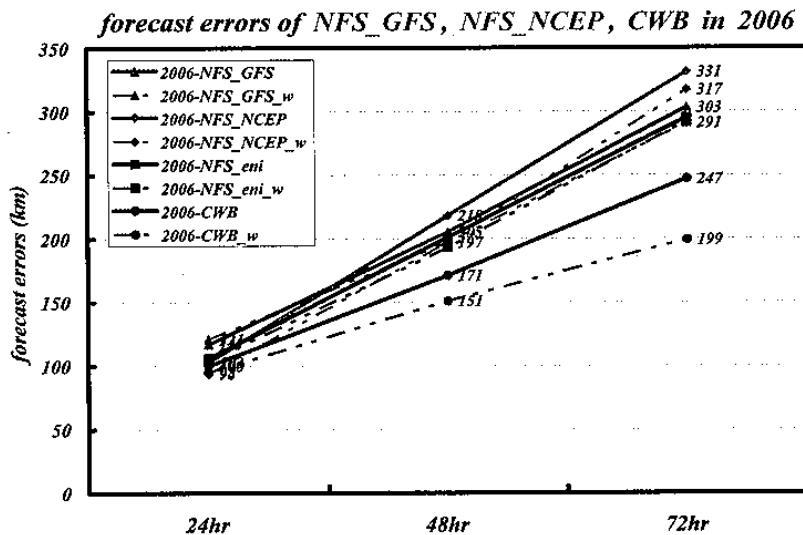


圖 2、NFS_GFS、NFS_NCEP、NFS_ensemble_icbc 模式與氣象局官方颱風路徑預測(CWB)做 2006 年 5 至 8 月及發布警報的 7 個颱風進行均勻個案誤差比較。

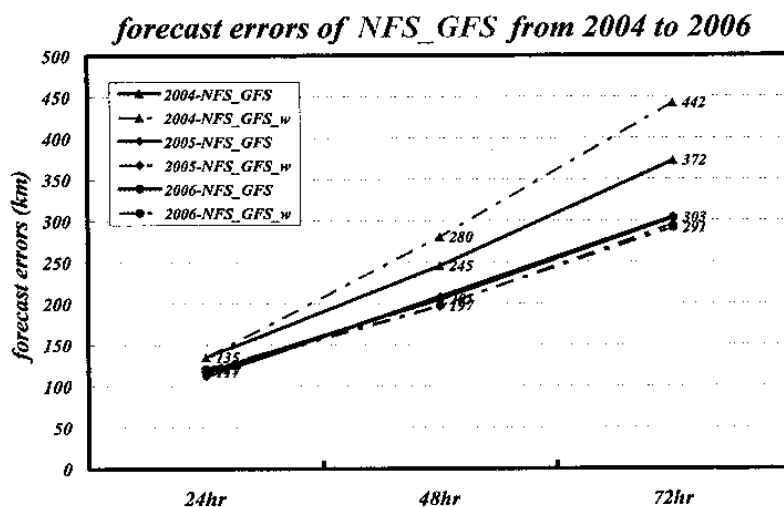


圖 3、2004 年至 2006 年 8 月 NFS_GFS 模式之颱風預測路徑平均距離誤差比較。