

# 中央氣象局新一代區域預報系統(NFS)之颱風預測能力評估

陳得松、黃康寧、葉天降、滕春慈、柳再明、黃麗玫、盛揚帆、林淑卿

中央氣象局

劉其聖

美國海軍研究院

## 摘要

本研究主要目的在嘗試評估中央氣象局新一代區域預報系統(NFS) 之颱風路徑預測表現。首先將建立 NFS 之颱風預測能力，包含透過 O.I.客觀分析植入虛擬渦旋及對 NFS 加入記錄颱風中心之能力。透過對 2002 年歷史個案及 2003 年颱風季平行測試，對所選 10 個颱風 54 個案 NFS、TFS 及中央氣象局官方預測進行誤差比較，其 24/48/72 小時平均誤差分別為 141/140/122、261/265/226、353/405/333 公里。兩個客觀數值動力模式之預測能力仍不如中央氣象局官方主觀預測，而對前 48 小時預測誤差，NFS 顯現出與 TFS 相當之能力，在 3 天預測誤差方面則優於 TFS。

## 一、前言

在臺灣地區，颱風是所有的天然災害中為害最烈者，每年夏秋季節，常造成極嚴重之生命財產損失。因此颱風預報乃中央氣象局最重要任務之一。在氣象防颱方面，首在於提供準確之颱風現況與預報資訊，使各界能儘早做好防颱準備，以降低生命財產損失。以中央氣象局主觀預報而言，其 24 小時之平均預報誤差約為 178 公里(葉等，1998)，和颱風路徑統計預報法如 CLIPER 與 HURRAN 之預報誤差相近，也和國際間其他先進國家颱風路徑預報誤差相近。但對較長時間之颱風移動路徑預報，統計方法所得結果之誤差逐漸增加，因此動力預報模式就成為颱風預報作業中很重要的客觀參考指引，如 Kurihara et al.(1995)所發展之模式以及中央氣象局颱風路徑預報模式 (TFS) 等都展現動力數值模式之路徑預報參考價值。

非靜力區域預報系統(Non-hydrostatic Forecast System, NFS)為中央氣象局近年來致

力發展之新一代數值區域模式，由柳(2001)、盛(2001)及林(2001)對 NFS 之測試評估，可知此模式之發展已漸趨成熟。由於颱風預報為中央氣象局最重要任務之一，因此我們著手嘗試在此模式中建立颱風預報能力。而由於 NFS 為一新發展之數值區域模式，其模式架構及所運用之物理參數化法、動力機制皆較中央氣象局颱風路徑預報模式(TFS)有所改良，兩模式颱風預測能力之比較評估，將為本文之重點。

## 二、模式介紹與研究方法

NFS 之模式介紹詳見柳(2001)，在此僅簡介如下，NFS 為四階定差，三層巢狀網格(45/15/5)公里，格點數 191x127/145x139/61x91(即將擴大為 221x127/191x193/91x121)，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(Hsu and Arakawa 1990)可供選擇，此法當網格解析度到

達對流尺度時,更能凸顯正定水汽平流法的重要性,尤其是在垂直平流方面。當然較之四階定差法,正定法會花費更多的電腦計算時間。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。以 120 秒為積分時距,每天執行兩次(0000UTC 與 1200UTC),每次預報 72 小時。模式的物理部份,幅射參數化方面採 Harshvardhan 等(1987)法處理,邊界層參數化方面採 TKE E- $\epsilon$  法處理,而降水模擬部份,對流性降水參數化方面有 Kuo(1974) 以及 Arakawa and Schubert(1974) 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(Zhao 1997),現行 NFS 作業採用郭氏法與雲冰雲水法。

由於颱風大部份皆形成於廣闊熱帶海洋面上,在颱風附近常欠缺傳統觀測資料,因而在模式初始分析場中,常無法正確解析颱風位置及其環流結構,當然也就增加了颱風預測之困難度。為改善此一狀況,我們在颱風中心附近 6°內(共 41 點)植入虛擬觀測資料,其虛擬觀測資料產生做法如下:

風場結構(1000hPa – 400hPa)包含,

1. 七級風、十級風暴風半徑及中心最大風速產生之 Rankine 渦旋
2. 對全球模式風場做濾波,以取得颱風附近之大尺度駛流
3. 颱風過去 6 小時移動速度

在質量場結構(1000hPa—700hPa)方面,則基於上述虛擬渦旋風場,由梯度風平衡反求出高度場及質量場。而此 41 點虛擬觀測資料將和其它傳統及遙測觀測資料一起提供 O.I.客觀分析法進行分析,以取得含有完整颱風環流之模式初始場。而同時我們也對 NFS 加入搜尋颱風位置之能力,使其在預報過程可同時記錄颱風中心。

### 三、個案選取與初步分析結果

測試個案之選取基本上以 2002 年至 2003 年 8 月初,曾被中央氣象局發佈颱風警報者為主。表一為本文所測試評估個案一覽表,包含 2002 年雷馬遜(Rammasun)、娜克莉(Nakri)、哈隆(Halong)、辛樂克(Sinlaku)及 2003 年柯吉拉(Kujira)、南卡(Nangka)、蘇迪勒(Soudelor)、尹布都(Imbudo)、莫拉克(Morakot)、艾陶(Etau)等 10 個颱風共 54 個案。由於系統設計可對模式涵蓋範圍內所有颱風同時做預測,因此若在發佈颱風警報期間有其它颱風於模式涵蓋範圍生成,NFS 也將一併做預測。故本文雖以評估被中央氣象局發佈颱風警報者為主,但仍包括哈隆、艾陶兩個未被發佈颱風警報之颱風。

圖 1 為本文所選 10 個颱風 NFS 及 TFS 之預測路徑與颱風實際移動路徑(warning position)比較。由圖可見,對 2002 年 4 個所選颱風,NFS 之預測表現明顯優於 TFS,兩模式之 24/48/72 小時平均誤差分別為 109/126、183/225、268/367 公里。但對 2003 年 8 月初以前所選 6 個颱風則互有優劣,NFS、TFS 之 24/48/72 小時平均誤差分別為 159/148、314/292、428/439 公里。至於對所有 54 個案 NFS、TFS 及中央氣象局官方預測(CWB)之誤差比較則如圖 2,其 24/48/72 小時平均誤差分別為 141/140/122、261/265/226、353/405/333 公里,兩個客觀數值動力模式之預測能力仍不如中央氣象局官方主觀預測,而比較前 48 小時預測誤差,NFS 顯現出與 TFS 相當之能力,在 3 天預測誤差方面則於 TFS。但對於 NFS、TFS 颱風路徑預測能力之評估,由於本文所選個案僅有 10 個颱風 54 個案,尤其在 72 小時方面更因有的颱風(南卡、蘇迪勒、莫拉克)生命史較短,無法校驗而只剩 7 個颱風 34 個案,其代表性仍待進一步確認。事實上,以 TFS 對 2002 年發生在西北太平洋的 19 個颱風 116 個案做路徑預報,其 24/48/72 小時之平均預報路徑距離誤差為 122/242/363 公里,與 NFS(54 個案)之平均誤差 141/261/353 公里相較,TFS

則在 2 天內預報優於 NFS，但 3 天預測方面仍以 NFS 較佳。

#### 四、未來展望

由於 2003 年為 NFS 第一年對西北太平洋地區所生成颱風做即時平行路徑預報測試(2002 年個案乃事後歷史個案測試)，至本文完成日止仍僅有 54 個案，如此少之樣本數在統計上之代表性仍待進一步確認。接下來我們將持續對 2003 年發生於西北太平洋地區之颱風做即時平行路徑預報測試，以增進對 NFS 颱風預測能力之瞭解。此外現有 NFS 模式所涵蓋範圍，在太平洋地區僅約達東經 160°，如此小範圍不僅使 NFS 對許多颱風因超出模式範圍而無法做預測，也可能影響模式對太平洋高壓系統勢力消長之掌握，進而增加了模式之颱風路徑預測誤。有鑑於此，我們計劃擴大 NFS 東邊所涵蓋範圍至東經 170°，冀望因此加強模式對太平洋高壓系統勢力消長之掌握，進而改善模式之颱風路徑預測能力。此外由於 NFS 為一巢狀網格模式，其最細網格模式解析度僅有 5 公里，當我們對其路徑預測能力有一定程度瞭解後，下一步將進行評估 NFS 細網格模式對颱風降水型態之預測表現。

#### 參考文獻

葉天降，1998：初始不確定性對颱風預報之影響(I)。國科會研究報告 NSC87-2621-P-052-005，37 頁。

陳得松、黃康寧、葉天降與彭順台，2001：中央氣象局颱風路徑預報模式之預報檢討及近況。90 年天氣分析與預報研討會論文彙編，103-110。

黃康寧、陳得松、葉天降與彭順台，2003：2002 年中央氣象局颱風路徑數值預報模式之表現與檢討。91 年天氣分析與預報研討會論文彙編。

柳再明、劉其聖，2001：NFS 在 SCSMEX 期間的個案分析。91 年天氣分析與預報研討會論文彙編，161-165。

盛揚帆、林松錦、柳再明、林淑卿與劉其聖，2001：中央氣象局新一代區域預報系統(NFS)降水預報之診斷評估。91 年天氣分析與預報研討會論文彙編，183-191。

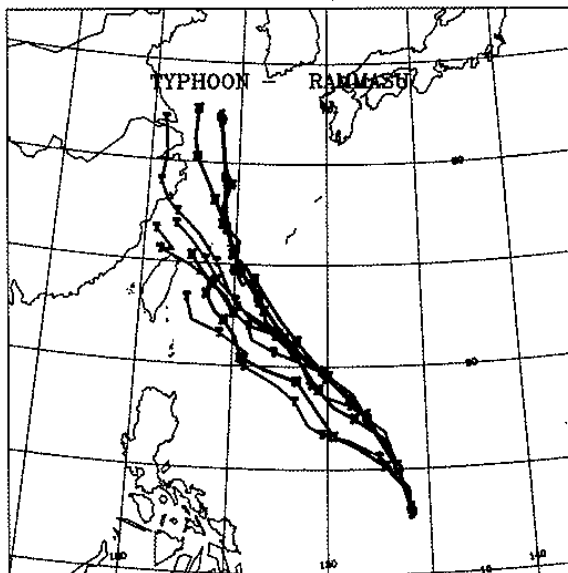
林淑卿、柳再明、盛揚帆與劉其聖，2001：中央氣象局 NFS 模式之 INCREMENTAL UPDATE CYCLE 之研究。91 年天氣分析與預報研討會論文彙編，255-259。

Kurihara Y., M.A. Bender, R.E. Tuleya, and R.J. Ross, 1995：Improvements in the GFDL Hurricane Prediction System. Mon. Wea. Rev., 123, 2791-2801.

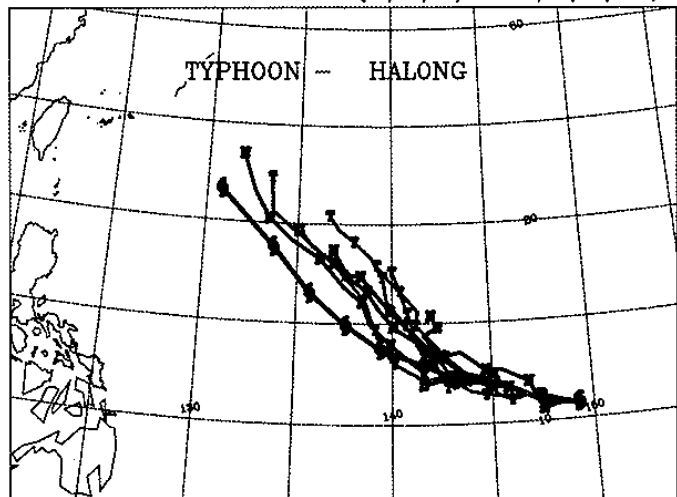
| Typhoons | 日期                | 個案數 |
|----------|-------------------|-----|
| Rammasun | 02063012~02070200 | 4   |
| Halong   | 02070900~02071012 | 4   |
| Nakri    | 02070900~02071012 | 4   |
| Sinlaku  | 02090212~02090512 | 7   |
| Kujira   | 03041812~03042212 | 9   |
| Nangka   | 03060112~03060212 | 3   |
| Soudelor | 03061512~03061712 | 4   |
| Imbudo   | 03072000~03072312 | 7   |
| Morakot  | 03080212~03080400 | 3   |
| Etau     | 03080312~03080712 | 9   |

表一、本文所選 10 個颱風 54 測試個案

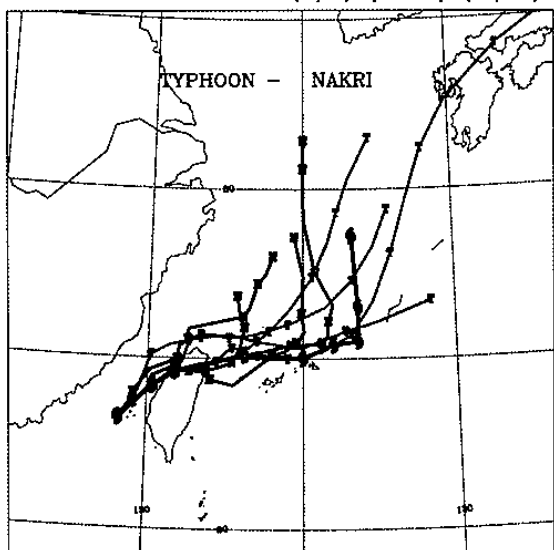
TYPHOON TRACK FORECAST DATE (02/06/30/12Z-02/07/02/00Z)



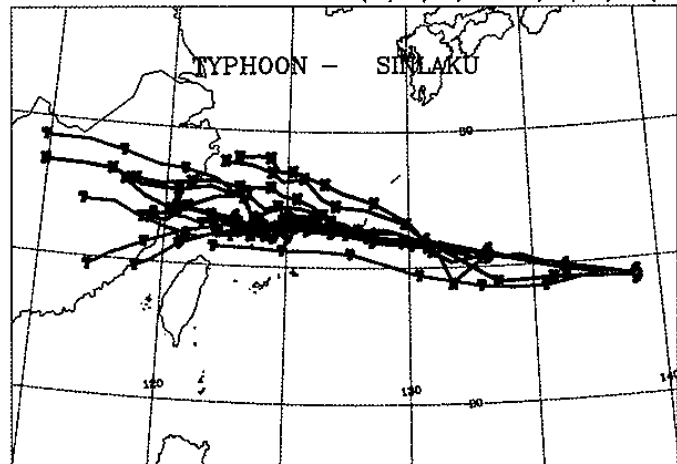
TYPHOON TRACK FORECAST DATE (02/07/09/00Z-02/07/10/12Z)



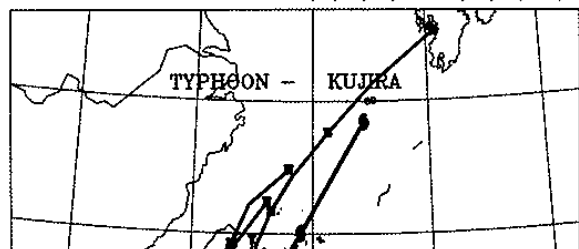
TYPHOON TRACK FORECAST DATE (02/07/09/00Z-02/07/10/12Z)



TYPHOON TRACK FORECAST DATE (02/09/02/12Z-02/09/05/12Z)



TYPHOON TRACK FORECAST DATE (03/04/18/12Z-03/04/22/12Z)



TYPHOON TRACK FORECAST DATE (03/08/01/12Z-03/08/02/12Z)

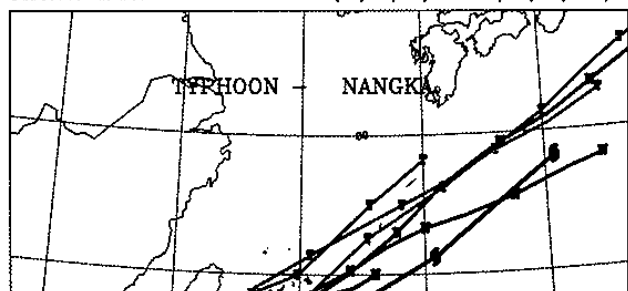


圖 1-1、NFS(N)與 TFS(T)對 2002 年 Rammasun、Halong、Nakri、Sinlaku 及 2003 年 Kujira、Nangka 颱風所做之預測(細線)與實際(粗線)路徑，時間間隔為 12 小時。

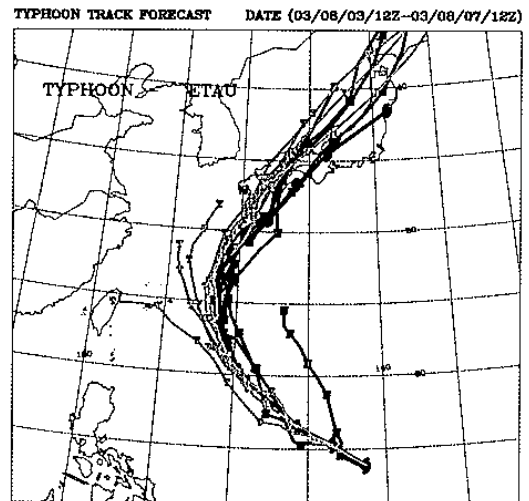
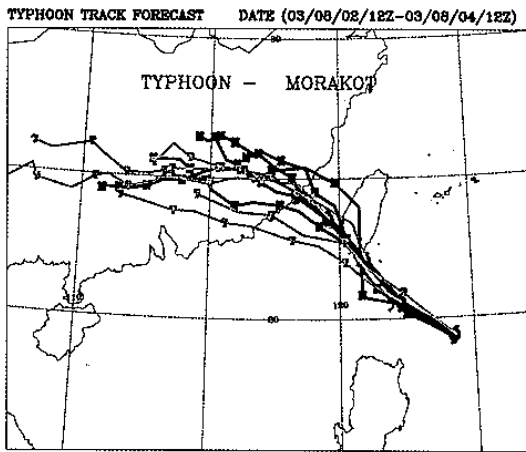
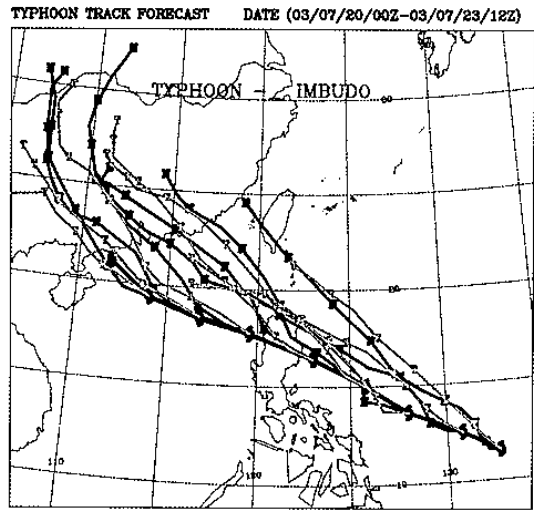
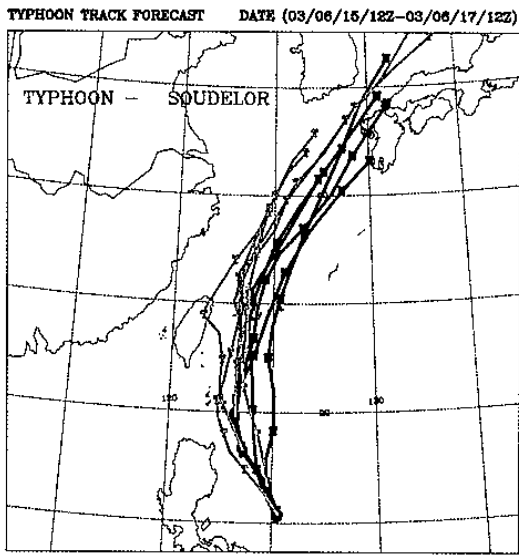


圖 1-2、NFS(N)與 TFS(T)對 2003 年 Soudelor、Imbudo、Morakot 及 Etau 颱風所做之預測(細線)與實際(粗線)路徑，時間間隔為 12 小時。

Homogeneous comparison of TFS, NFS, CWB forecast errors for 10 typhoons

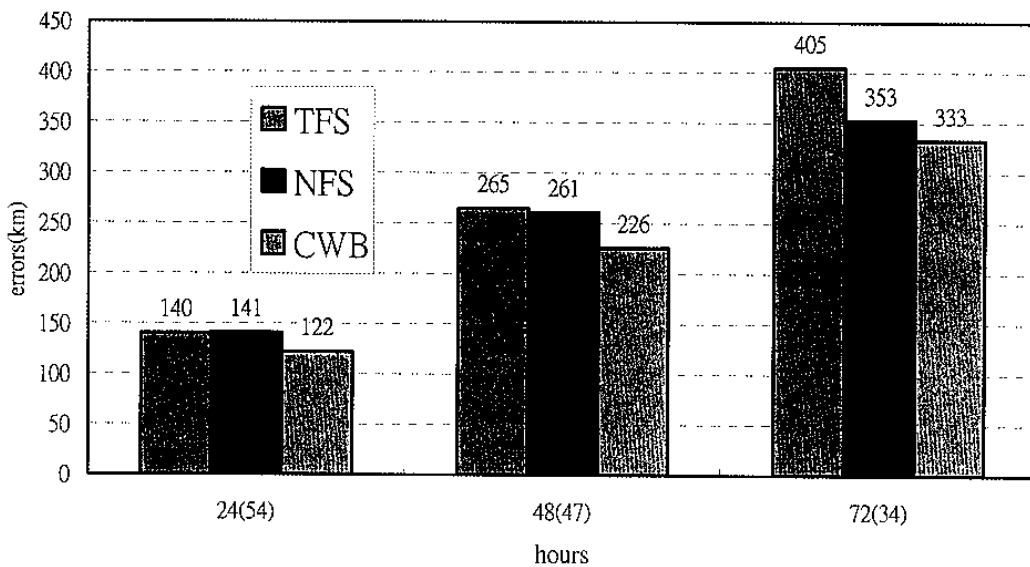


圖 2、TFS、NFS、CWB 對本文所選 10 颱風 54 個案之 24、48 及 72 小時(括符內為個案數)颱風預測路徑平均距離誤差之比較。