

# 1999 年中央氣象局颱風路徑預報模式之表現與檢討

黃康寧\* 陳得松\* 葉天降\* 彭順台\*\*

\*中央氣象局 \*\*美國海軍研究實驗室

## 摘要

中央氣象局颱風路徑預報模式(TFS)自 1997 年改進其人為修正颱風渦旋結構之做法，預報路徑有明顯改進，經評估具參考價值後，自 1999 年開始 TFS 預報天數從兩天增長為三天。除此之外，為得到更好的初始資料，TFS 採用水平解析度提高至 T120 及亦納入人為修正颱風渦旋結構之中央氣象局全球預報波譜模式(GFS)的分析場做為初始場及邊界條件。TFS 並在植入渦旋時增加主觀選項。TFS 對 1999 年發生在西北太平洋的 23 個颱風中的 15 個做颱風路徑預報，其 24/48 小時之平均預報路徑距離誤差為 158/276 公里，與中央氣象局官方預報(CWB)的 162/296 公里及統計預報方法 CLIPER 的 207/423 公里比較，TFS 表現最佳。TFS 之 72 小時預報誤差為 516 公里，雖仍較 CLIPER 法的 643 公里為優，但 TFS 的第三天誤差增幅(240 公里)較第二天誤差增幅(118 公里)有明顯增加。個案分析發現，除了初始資料外，預報模式未盡完善亦是較長天數的誤差來源之一。因此就現有電腦資源，嘗試提高模式解析度、調整數值方法及物理參數化使模式達最佳狀態，是 TFS 未來努力的方向。

### 一、前言

台灣為一海島，在各類天然災害中，颱風危害最甚，每年夏秋季節，平均約受三至四個颱風侵襲，造成嚴重的生命財產損失。例如 1996 年賀伯(Herb)颱風為台灣北部及中部地區帶來豪雨，造成數百億的民生損失，而 1997 年的溫妮(Winnie)颱風與瑞伯(Zeb)颱風亦有慘重災情發生。因此，颱風預報乃是中央氣象局最重要的任務之一。中央氣象局颱風路徑預報模式(Typhoon Track Forecast System，簡稱 TFS)於颱風季節提供預報人員客觀之颱風預報路徑做參考，本文將介紹 1999 年 TFS 模式所做之修正、對實際發生颱風之預報表現，以及未來發展方向。

### 二、模式之修正

中央氣象局第二代颱風路徑預報模式(TFS)自 1994 年建置完成並正式上線作業，其後逐年改進(Chen et al. 1998)。葉等(1999)並詳述目前 TFS 所使用之物理參數化方法及人為修正颱風渦旋結構之做法。TFS 模式預報之初始場及側邊界值是由中央氣象局全球波譜預報模式(GFS)所提供，而 GFS 自 1999 年已將其解析度提高至 T120(水平解析度 1 度)，並在客觀分析中加入衛星風與人為修正颱風渦旋結構(自 7 月起)等部份(滕等 1998)。

當所使用之濾波方法未能有效除去初始

場所含不完整之颱風渦旋時，葉等(1999)發現引用類似 DeMaria(1987)之方法修正駛流，可減少預測誤差，因此 TFS 在 1999 年渦旋植入部份增加是否啟動 DeMaria 修正駛流法之選項。此外，因應是高或低層駛流引導颱風行進，亦提供兩種不同權重之垂直渦旋結構做選擇。

TFS 以往僅進行二天之預報作業，陳等(2000)評估 TFS 延長至 72 小時預報仍具參考價值，因此自 1999 年起正式將延長預報至三天之功能建置於 TFS 作業系統中。

### 三、模式之預報表現

1999 年西北太平洋共計發生 23 個颱風，中央氣象局颱風路徑預報模式(TFS)對其中 15 個颱風進行作業預報。颱風實際發生範圍約在東經 105 度至 160 度、北緯 10 度至 40 度間，TFS 對這 15 個生命期超過一天的颱風分別預報 2 次至 12 次，全部個案平均之 24/48/72 小時距離預報誤差為 158/276/516 公里。TFS 與中央氣象局官方預報(CWB)及 CLIPER 統計預報方法之全年均勻個案誤差比較情形顯示於圖 1。TFS 於 1999 年之 24/48 小時預報誤差皆較 CWB(162/296 公里)及 CLIPER(158/423 公里)為佳，但 TFS 之 72 小時預報誤差雖仍較 CLIPER(643 公里)小，其第三天預報誤差增幅卻已達第二天增幅之兩

倍。至於中央氣象局發布警報的瑪姬(Maggie)、山姆(Sam)及丹恩(Dan)等三個颱風(圖 3)，TFS 的 24/48 小時平均距離誤差為 133/269 公里(圖 2)，仍較 CWB(139/302 公里)及 CLIPER(173/414 公里)為好，但第三天表現(500 公里)則類似全年平均誤差，即優於 CLIPER(706 公里)，但誤差增幅明顯增大。

有關路徑預報偏差之分析，圖 4 顯示 TFS 有明顯偏北誤差，且偏差值隨預報時間增長而加大。而圖 5 可看出，颱風在較低緯度往西或西北行進時，TFS 對其的預報路徑有提早北偏之情形，而當颱風移入南海後往西或西北進入中國大陸時，TFS 的預報路徑仍過早偏北。至於轉向匯入西風帶的颱風，TFS 則有轉彎過慢及轉向後移速偏慢的情形。

前述轉向後移速偏慢的個案，在 1999 年以凱特(Kate)、巴特(Bart)與葛樂禮(Gloria)三颱風為 TFS 預報較差的例子。此類颱風的預報路徑行進方向與實際颱風接近，但移速則偏慢。誤差產生的主要原因是 TFS 對颱風的結構及強度掌握不足，以致與北方槽脊系統間之交互作用過弱，無法引導颱風快速移動。至於瑪姬(Maggie)、山姆(Sam)及約克(York)等三個颱風亦屬於 TFS 預報誤差較大的個案，其經南海進入中國大陸時，預報路徑有明顯北偏之誤差。

TFS 於 1999 年預報表現較好的個案包括李歐(Leo)、歐佳(Olga)、保羅(Paul)、威奇爾(Virgil)、安恩(Ann)與丹恩(Dan)等六個颱風，其 24/48/72 小時之平均距離誤差為 138/174/265 公里，第三天的預報誤差增幅並無明顯增大。TFS 對發布警報的丹恩颱風(圖 3)，在 10 月 4 日 12UTC 即已預報出颱風即將轉向之趨勢，5 日 12UTC 則預報出類似實際颱風接近 90 度北轉即轉向後速度減慢的情形。

#### 四、討論及結語

圖 6 顯示第二代 TFS 於 1994 年正式上線以來的誤差比較，圖中可看出自 1997 年改進颱風初始流場處理技術之後，TFS 的誤差表現有一明顯降幅。至於 1998 年平均誤差增大之主要因素是因 TFS 對當年雷克斯(Rex)颱風掌握不佳所致，若去除 Rex 颱風，則 1998 年 24/48 小時平均誤差降至 170/302 公里，仍較 1997 年之前的表現好。在 1994 年至 1999 年這六年當中，1995 年(25 個)、1998 年(17 個)、1999 年(23 個)發生於西北太平洋之颱風

個數皆低於平均值(25.7 個)(McBride 1995)，並且多屬較弱颱風。圖 6 亦顯示，不論在改進颱風初始流場處理技術之前或之後，TFS 在此三年的表現皆較差，亦即 TFS 較不易掌握弱颱風之行進。至於 TFS 對 1999 年之表現較 1998 年為佳的可能原因是採用了提高解析度、加入衛星風與人為修正渦旋部份的 GFS 之分析場及預報場做為初始場及側邊界條件。

分析預報較差的 Maggie 颱風生成初期(圖 3)，來自 GFS 的初始場中颱風位置與實際颱風有較大差距(此時尚未加進人為修正渦旋部份)，導致其後產生較大的預報誤差。TFS 其後啟動 DeMaria 法修正駛流，嘗試減少誤差，圖 7 顯示 DeMaria 方法的確修正颱風移行路徑及加速颱風移動，但其第三天預報誤差仍有明顯增大的趨勢。另一預報誤差較大的 Sam 颱風(圖 3)，亦有初始場中颱風位置與實際颱風有較大偏差的問題(GFS 已加進人為修正渦旋部份)，TFS 雖啟動 DeMaria 修正法，但成效有限，仍有明顯偏北預報路徑誤差。至於同樣預報路徑誤差北偏的 York 颱風，並無上述初始場中明顯颱風位置偏差導致錯誤駛流的問題，產生誤差之主因為 TFS 對此輕度颱風掌握不佳，因此 TFS 嘗試將水平解析度提高至 20 公里，微調預報模式中之消散項，以得到較好之渦旋結構及與環境場之交互作用，以上調整確實可減少 York 颱風之誤差。

以上討論可知，初始場資料的正確與否確實對 TFS 的颱風預報有很大的影響，但第三天預報誤差增幅明顯加大，除上述因素之外，預報模式未盡完善亦為可能原因之一。因此就現有電腦資源，嘗試提高模式解析度、調整數值方法及物理參數化使模式達最佳狀態，以解決轉彎過慢、匯入西風帶時移速過慢及偏北誤差等問題是 TFS 未來努力的方向。

#### 參考文獻

陳得松，葉天降，黃康寧，謝信良，與彭順台，2000：中央氣象局颱風路徑數值預報模式三天預測之初步結果。氣象學報審查中。

葉天降，陳得松，黃康寧，彭順台，與謝信良，1999：颱風路徑數值預報模式初始場處理：兩種方法對模式預測誤差之比較。大氣科學，27，171-189。

葉天降，黃康寧，與陳得松，1999：颱風模式初始場不確定性對路徑預測影響之初步研究。大氣科學，27，215-233。

滕春慈，劉其聖，與馮欽賜，1998：氣象局全球颱風路徑數值預報系統。88年天氣分析與預報研討會論文彙編，210-214。

DeMaria, M., 1987: Tropical cyclone track prediction with a barotropical spectral model. Mon. Wea. Rev., 115, 2346-2357.

Chen, D.-S., K.-N. Huang, T.-C. Yeh, M. S. Peng, and S. W. Chang, 1998: Performance of the typhoon forecast system in Taiwan in 1998. 88年天氣分析與預報研討會論文彙編，144-146.

McBride, J.L., 1995: Tropical cyclone formation. Chapter 3, Global Perspectives On Tropical Cyclones. Technical Document Report No. TCP-38, WMO, 63-105.

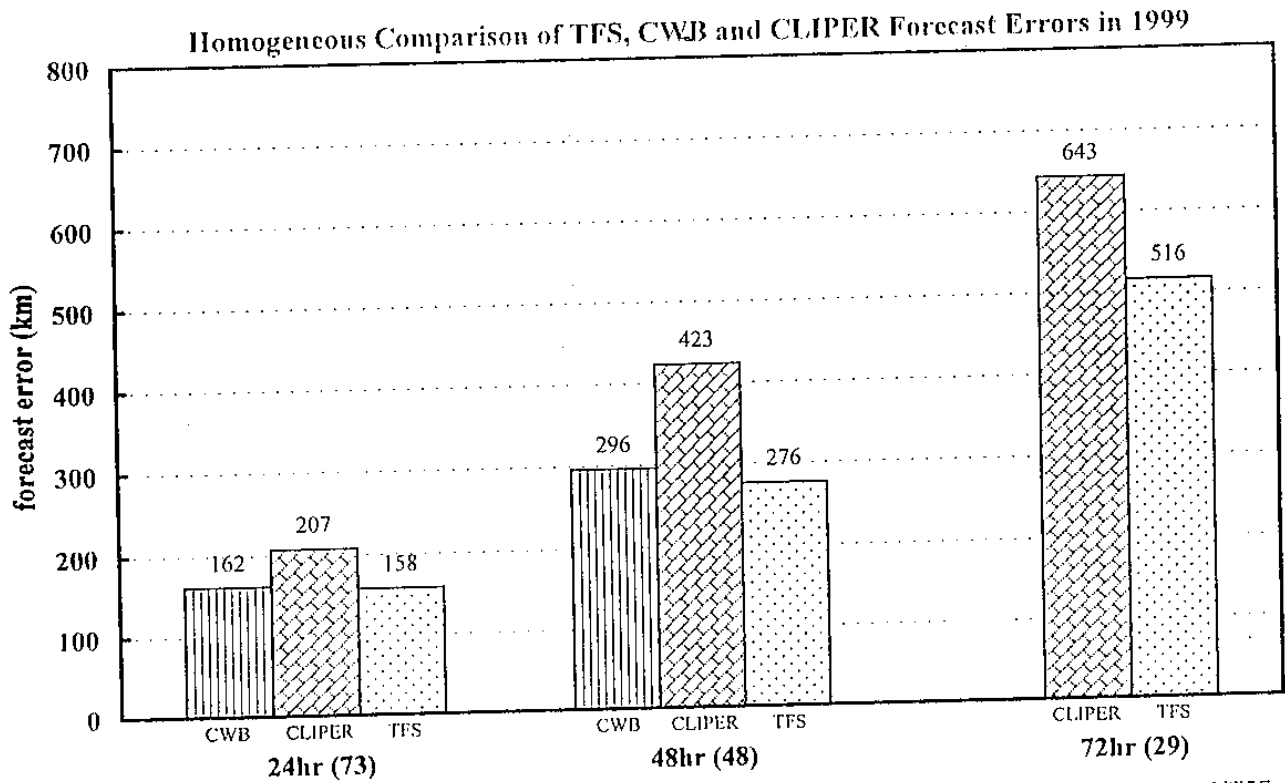


圖 1. CWB、CLIPER 及 TFS 對 1999 年均勻個案之 24、48 及 72 小時颱風預測路徑平均距離誤差。橫軸括弧內為颱風個案數。

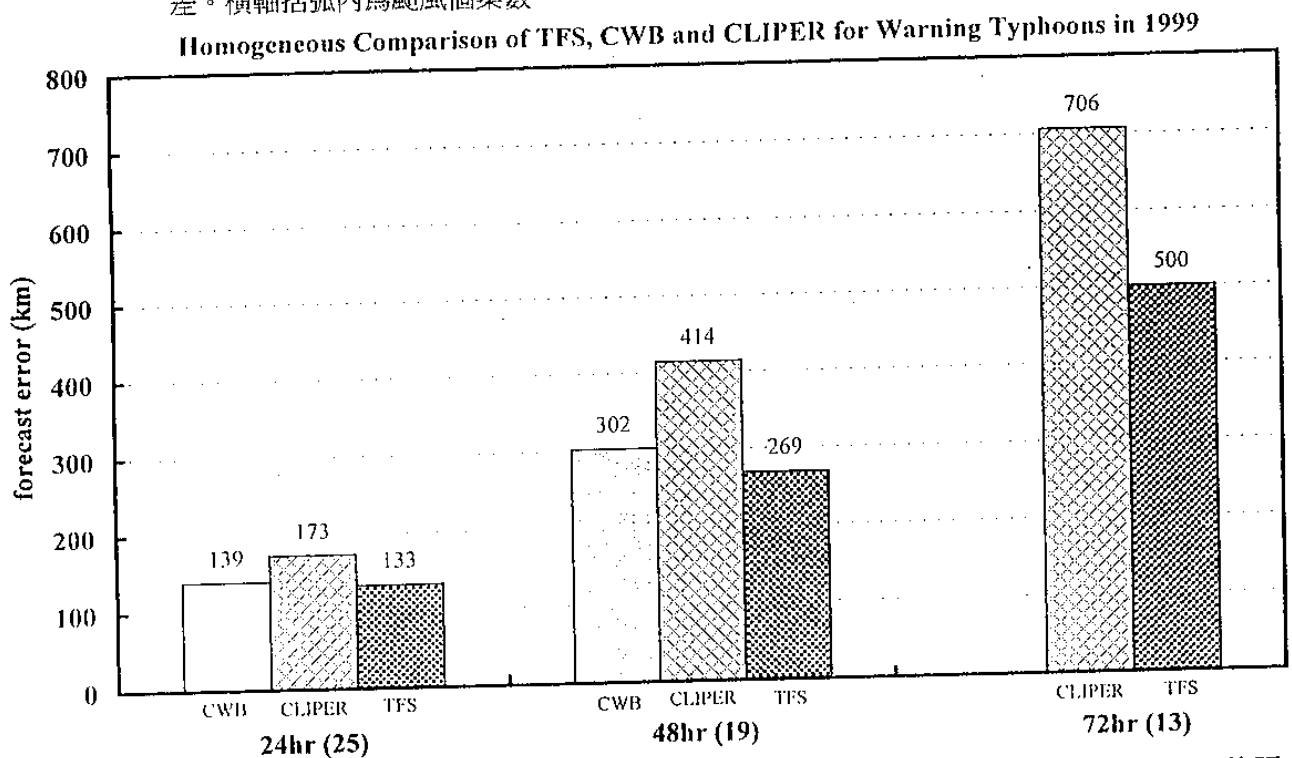
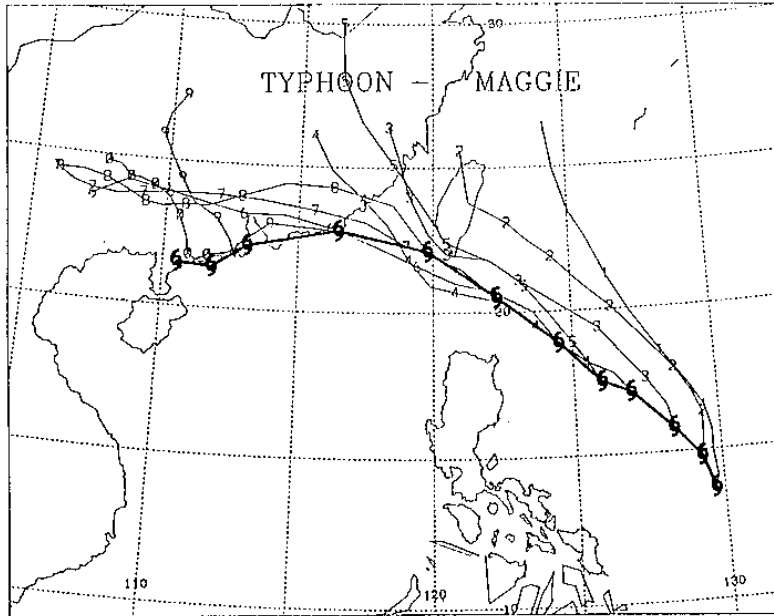
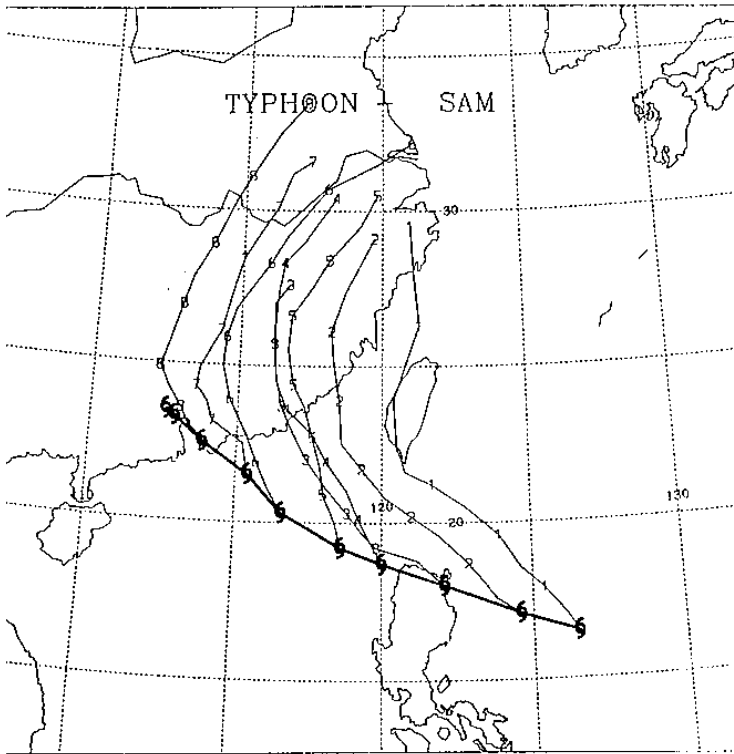


圖 2. CWB、CLIPER 及 TFS 對 1999 年中央氣象局發佈警報的颱風均勻個案之預測路徑平均距離誤差。橫軸括弧內為颱風個案數。

TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (99/06/02/12Z-99/06/07/00Z)



TYPHOON TRACK FORECAST DATE (99/08/19/00Z-99/08/22/12Z)



TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (99/10/03/00Z-99/10/09/00Z)

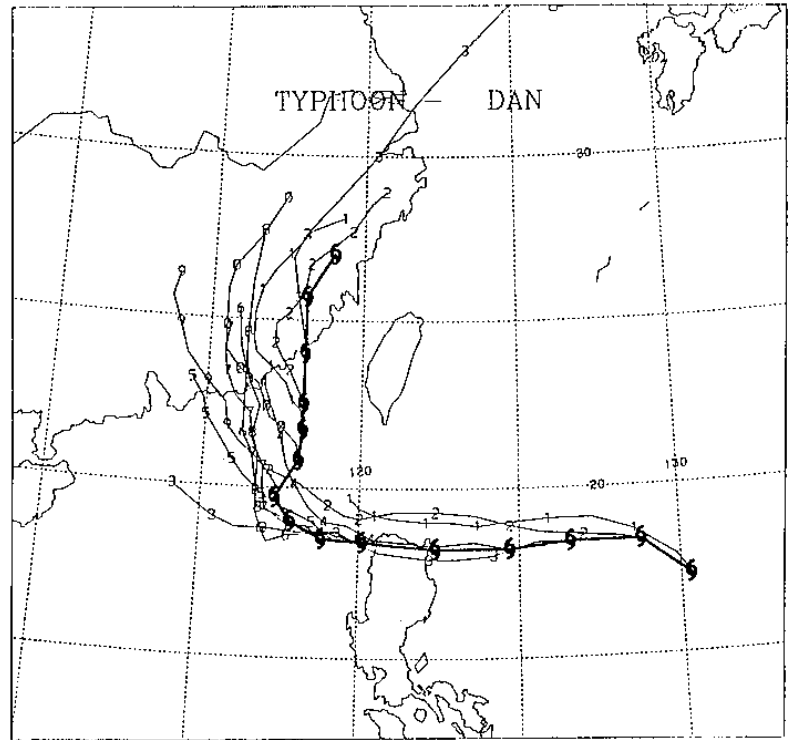


圖 3. TFS 對 1999 年 Maggie、Sam 及 Dan 颱風所做之預測(細線)與實際(粗線)路徑，時間間隔為 12 小時。

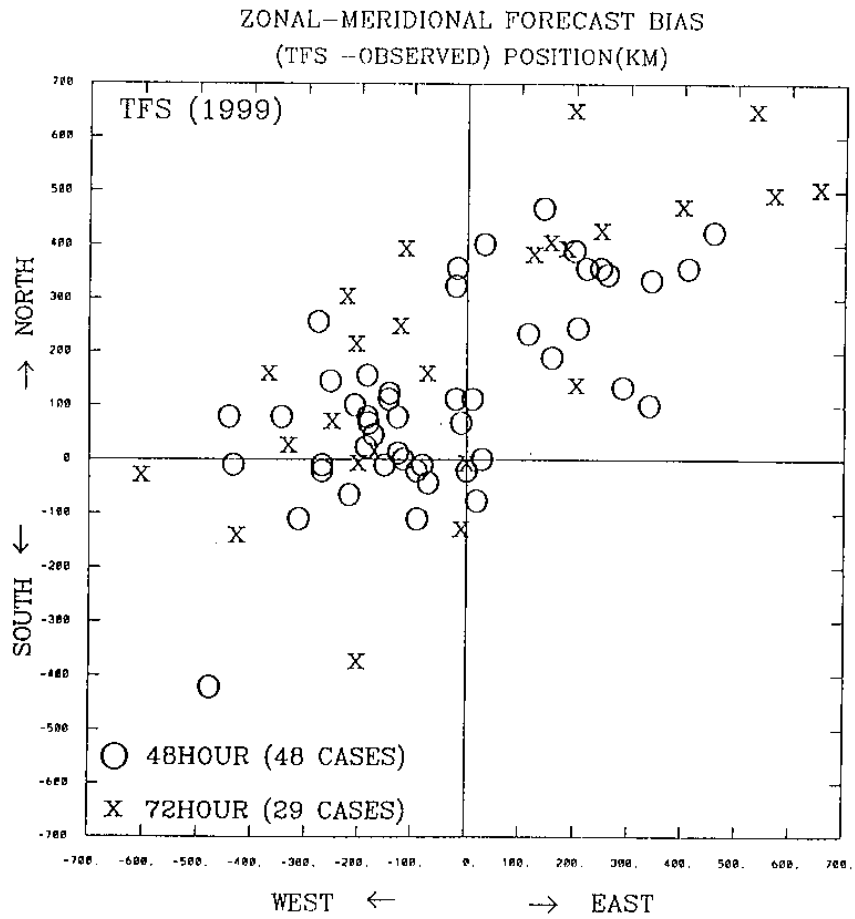


圖 4. 1999 年 TFS 的 48 及 72 小時颱風路徑預測誤差(單位為公里)在東、西、南、北分量上之分布圖。

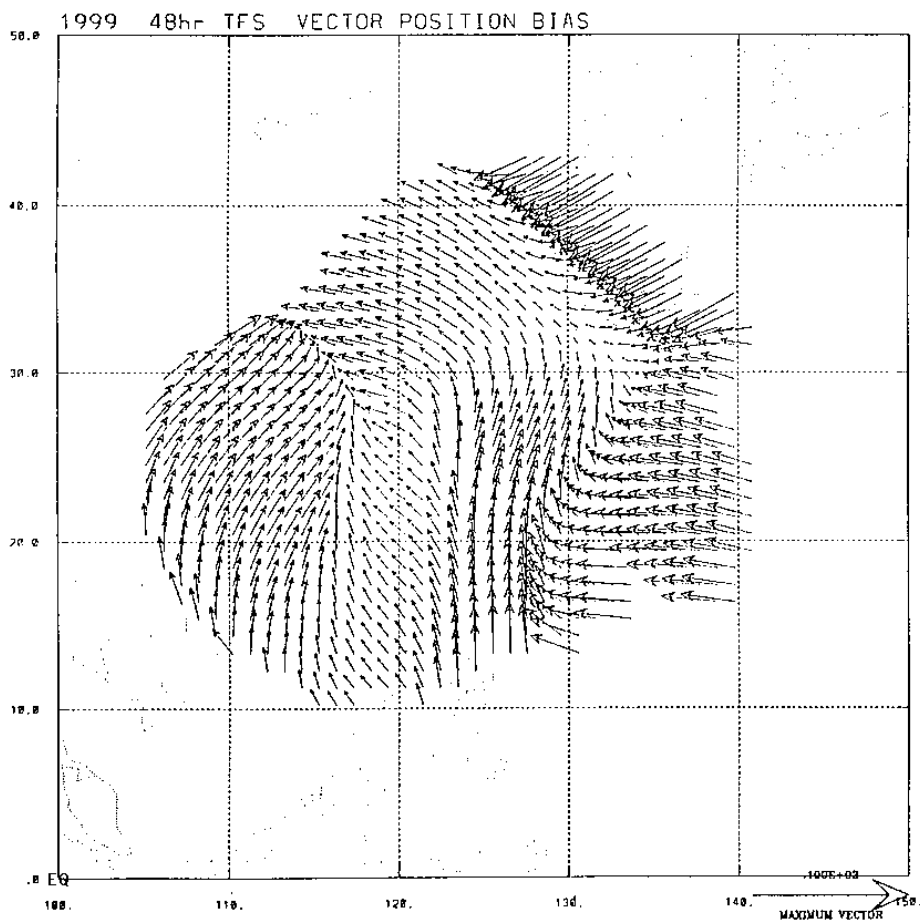


圖 5. 1999 年 TFS 的 48 小時預測位置之偏差向量。

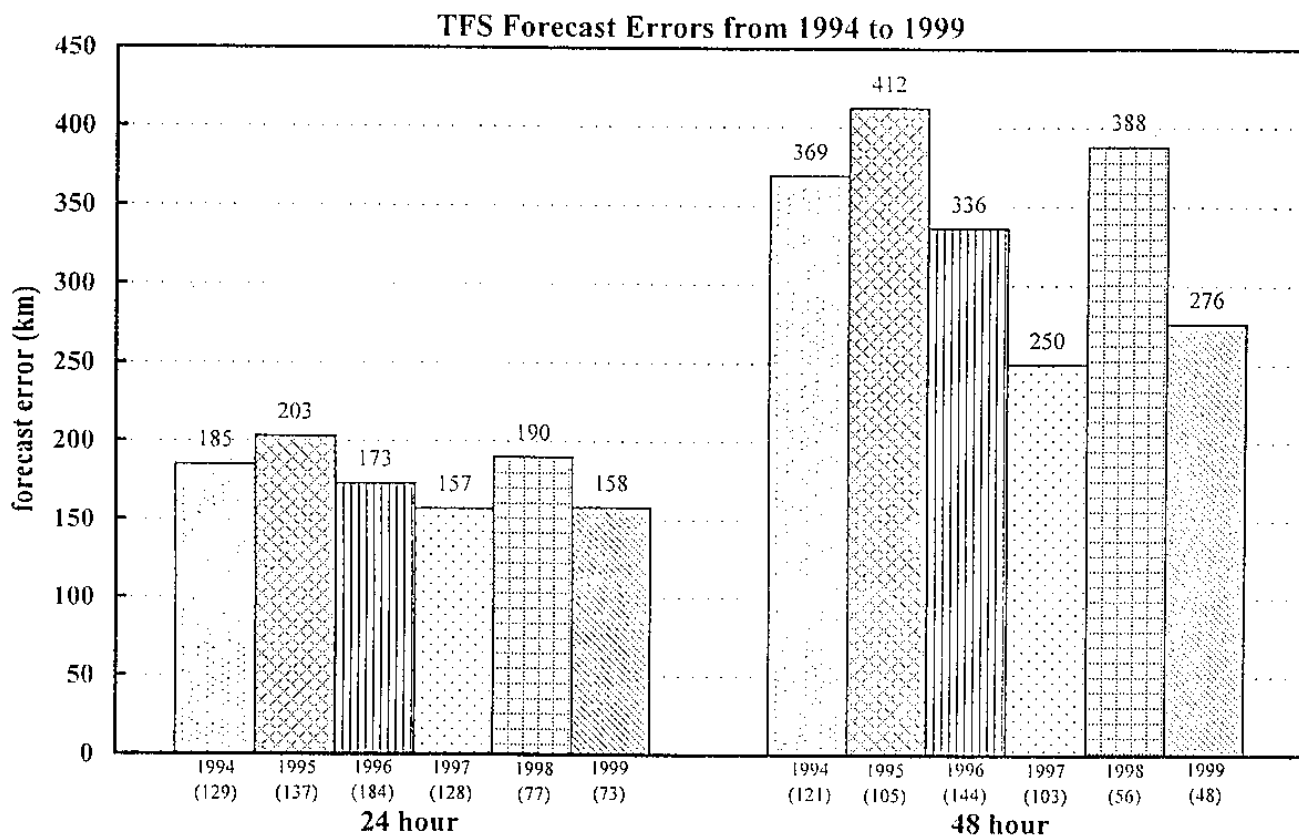


圖 6. 1994 年至 1999 年 TFS 之颱風預測路徑平均距離誤差。橫軸括弧內為颱風個案數。

TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (1999/06/05/00)

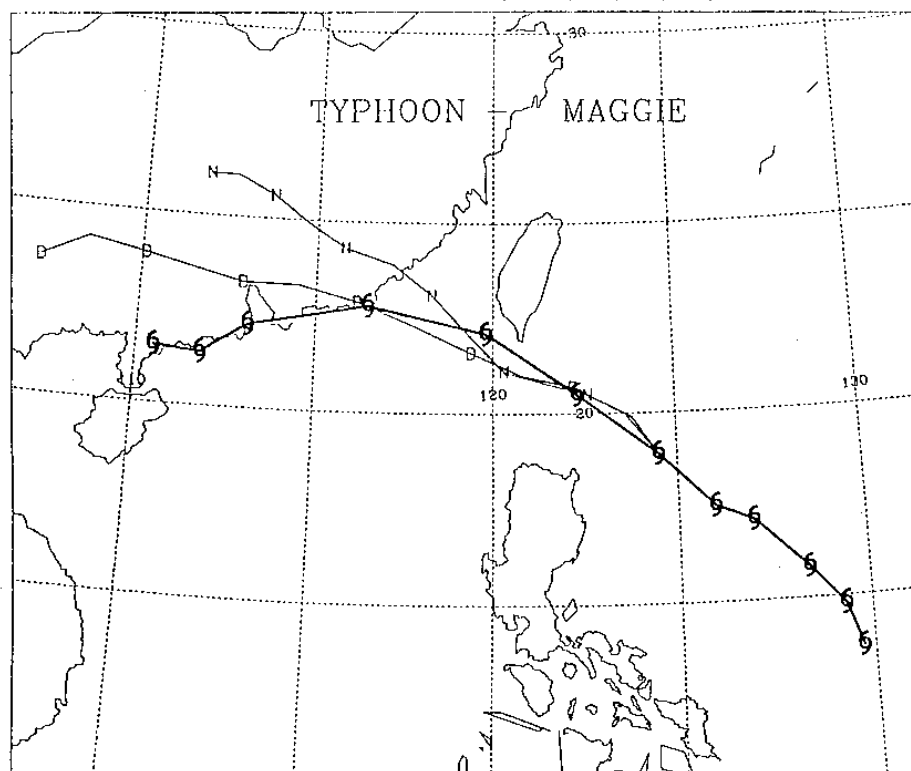


圖 7. 啟動(註標'D')與未啟動(註標'N') DeMaria 修正法之 TFS 對 1999 年 6 月 5 日 00UTC Maggie 颱風個案所做之預測路徑。粗黑線為實際颱風路徑，時間間隔為 12 小時。