

1997 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** 張偉正**

*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)於 1997 年改進其渦旋植入技術。先將來自中央氣象局全球預報模式(GFS)的初始場資料於颱風所在位置分離出颱風分量並加以移除,再植入一對稱渦旋,並以 β -gyres 加以修正。用此修正過的資料當做 TFS 之初始場,開始做 48 小時的颱風路徑預報。TFS 在 1997 年颱風季的表現較 1996 年好,尤其是對氣象局發布颱風警報之颱風,更有不錯的表現。不過 TFS 仍有預報誤差很大的個案,究其原因,來自 GFS 的錯誤初始場可能是最主要的因素。未來將尋求更多的觀測資料來源,並找出應用此資料並改進初始場資料之方法。

一、前言

由於台灣所處之地理位置,於各種劇烈天氣中,颱風成爲台灣最重要的災變天氣。每年的六至十月屬於西北太平洋區颱風活動旺盛的季節,平均有三到四個颱風侵襲台灣,常造成重大災害。例如強烈颱風賀伯(Herb)於民國 85 年 7 月 31 日至 8 月 1 日期間侵襲台灣北部地區,所帶來的豪雨造成台灣地區數百億之民生經濟損失,是近數十年來災害之最。因此,提高颱風預報之準確度、以便及時告知民眾做好防颱措施,向來是中央氣象局的工作重點之一。至於中央氣象局發展的颱風路徑預報系統(TFS),其主要目的是提供預報人員未來 48 小時 TFS 之颱風路徑預報做參考,並奠定日後研究颱風預報之基礎。目前氣象局正式作業的第二代 TSF 於民國 83 年建置完成,其間每年皆對此系統做研究改進,以期獲得更好的預報結果。本文將介紹 1997 年 TFS 模式所做之修正、對實際颱風的路徑預報表現、目前模式面臨的問題與未來發展方向。

二、模式之修正

中央氣象局第二代颱風路徑預報系統(TFS)於 1994 年正式上線作業(陳得松等,1994)之後,解析度從 60 公里提高到 45 公里(黃康寧等,1995),模式預報範圍亦往南北向擴大,以盡可能涵蓋北方槽脊系統,獲得較具參考價值之颱風預報路徑(黃康寧等,1996)。其間,初始場植入虛擬渦旋部分及人工加熱法方面,與 1995 年的方法相同,並無更動。

颱風之生成、發展、運動大部分發生在寬廣的洋面上,由於缺乏傳統觀測資料,在颱風數值模式中,常因此而不易正確解析出颱風結構及附近環流。故一般颱風模式若欲提昇對颱風之預報能力,則於颱風所在位置植入虛擬渦旋並適當修正其附近環流,爲不

可或缺之步驟。第二代 TFS 於 1994 年至 1996 年其間,乃是以 DeMaria(1987)所建議之方法修正颱風附近環流,另外以 Rankine Vortex 模擬颱風結構對稱部分,再植入由一組三角函數所模擬之 β -gyres 代表不對稱環流。此種處理流程雖有其預報能力,但由於對颱風本身及其附近流場之描述幾乎因欠缺觀測資料而爲虛擬,故仍存有其改進空間。近來由 Kurihara、Bender、Tulega et al.(1995)所發展之 GFDL(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)多重巢狀可移動網格(Multiple Nested Movable Mesh)颱風模式對大西洋、東太平洋(Kurihara et al.,1995)及西北太平洋(Wu,1994,1995)之颱風皆顯示極強之預報能力。有鑑於此,TFS 引進 GFDL 模式對颱風結構及其附近環流之初始化處理技術概念,並加入其他部分之修正。在所進行的個案測試中,可有效減少 TFS 預報誤差(陳得松等,1996)。因此 TFS 在 1997 年將此修正部分放入正式作業中,並對實際發生之颱風進行線上預報,提供預報人員未來二天颱風之走向。

渦旋植入部分修正後的做法如下:

- (1) 在颱風所在位置附近,以 GFDL 颱風模式中所使用之濾波技術去除掉颱風環流場,以取得較適當之駛流場分布(原用 DeMaria 法模擬)。
- (2) 在取得之駛流場上植入 Rankine Vortex 以模擬颱風環流對稱部分,而在 Rankine Vortex 分布曲線之各項參數決定上,也較以往採取更仔細之考慮。
- (3) 不對稱環流 β -gyres 之模擬流場改由相當正壓模式積分產生(原用一組三角函數產生)。
- (4) 以上所得颱風結構及附近流場將再經由最佳內差客觀分析法(Optimal interpolation)修正(原本在客觀分析

後進行颱風初始化處理)。

三、模式之預報表現

1997年西北太平洋共計發生31個颱風，修正後之TFS對其中20個颱風進行作業預報。颱風實際發生的範圍約在東經105度至165度、北緯10度至38度之間，TFS對各個颱風分別預報1至19次，全部個案平均之距離預報誤差24小時為162公里、48小時為264公里(圖一)。自第二代TFS正式上線作業的四年中，從圖二所顯示的4年路徑預報距離誤差比較可看出TFS有很大的改進，48小時的預報誤差已縮小至264公里。至於1997年TFS與中央氣象局的相當正壓模式(EBM)、統計預報路徑法(CLIPER)及氣象局主觀路徑預報(CWB)對均勻個案做平均距離預報誤差之比較(圖三)，TFS48小時之誤差(250公里)較EBM與CLIPER好，與CWB也僅有20公里的誤差差距。中央氣象局發佈颱風警報的溫妮(WINNIE)、琥珀(AMBER)、卡斯(CASS)、艾文(IVAN)等四個颱風，TFS所做的颱風路徑預報如圖四所示，除了颱風生成發展初期及颱風轉向(recurve)後TFS有較大的預報誤差外，在颱風逐漸接近台灣的關鍵時段TFS皆及時提供了極具參考價值之預報路徑。TFS同樣與EBM、CLIPER及CWB做均勻個案比較(圖五)，雖然TFS的預報誤差仍稍大於CWB，但已降至215公里。

有關路徑預報偏差之分析，圖六為TFS24小時之預報偏差圖。圖中顯示TFS對北緯10度至30度區域的颱風有較好之預報表現。在大約東經130度以東、北緯18度以南區域(亦即大多颱風生成發展初期)，TFS有偏北、偏東之系統性誤差，即預報颱風過早轉向的情形；但在較低緯度，愈接近台灣的颱風，TFS對其之路徑預報愈有系統性之偏南誤差，亦即預報颱風轉向過晚；至於較高緯度區域的向西之預報偏差，則是TFS低估颱風轉向後往東北方向的颱風移速。隨著預報時間的增加，上述的預報偏差亦增大(圖未示)。若以沿著颱風路徑(Along-Track)及垂直颱風路徑(Cross-Track)二種分量探討TFS對颱風移動方向與速度上之掌握，圖七中可看出模式的預報路徑偏差有偏右、偏慢的趨勢。綜合上述，TFS對颱風預報之整體表現，在颱風生成發展初期(約東經130度以東、北緯18度以南區域)，TFS有偏北、偏東誤差(過早轉向)；颱風愈接近台灣，TFS反而預報轉向過晚(偏南誤差)；當實際颱風轉向東北方向移轉時，TFS有預報移速過慢的情形。

四、討論及結語

圖八為1994年至1997年各年之實際颱風行進路徑圖，顯示除1995年有明顯差異

外，其餘三年較近似。Chang(1996)說明因整個大環境場不同，造成颱風生成、運動有明顯的年際變化。因此要釐清1997年TFS預報改進是否主要是模式修正的原因，以及大尺度環流場年際間變化所扮演的角色等等，還需進一步研究。

一般而言，統計預報路徑法CLIPER法在西太平洋的預報頗具參考價值。1997年TFS24小時的預報誤差與CLIPER法相差甚微，而48小時預報誤差則較CLIPER法為佳，推測原因可能是TFS採用了GFDL模式的濾波技術，獲得較好的駛流場所致。在探討大約東經130度以東、北緯18度以南區域，TFS為何有偏北、偏東預報誤差之情形(圖未示)，我們往往發現由GFS模式所來的初始場存在著連GFDL模式的濾波技術也無法去除的錯誤環流分布，而此區域通常缺乏觀測資料可修正初始場。因此尋求更多觀測資料來源(例如SSM/I資料等等)，即為我們未來努力的方向之一。目前，TFS對多颱風同時存在的情形並無加以處理，此外，TFS二天預報的可信度已有大幅提升，因此在TFS中加入多颱風處理技術以及延長預報時數至72小時，都是未來發展重點。

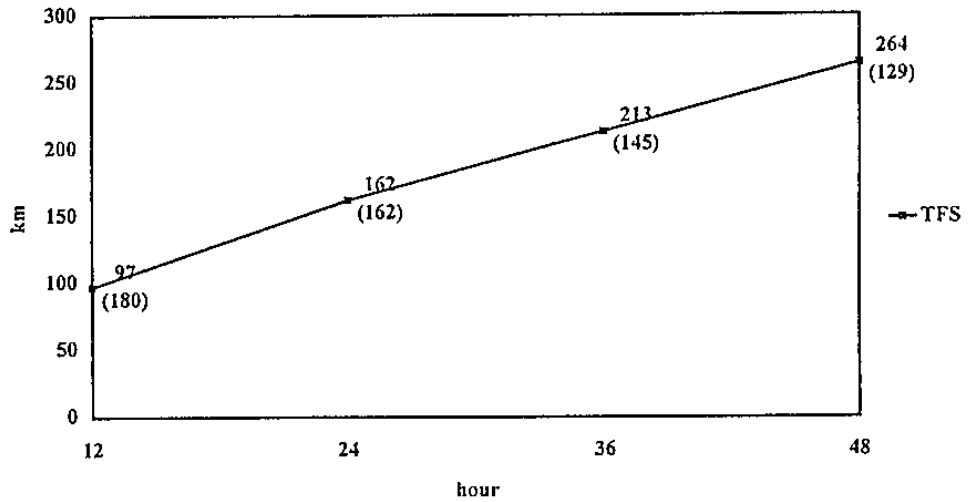
誌謝

在此特別感謝台灣大學大氣科學系吳俊傑教授提供GFDL颱風模式中所使用之濾波技術相關程式及諸多寶貴的建議。

參考文獻

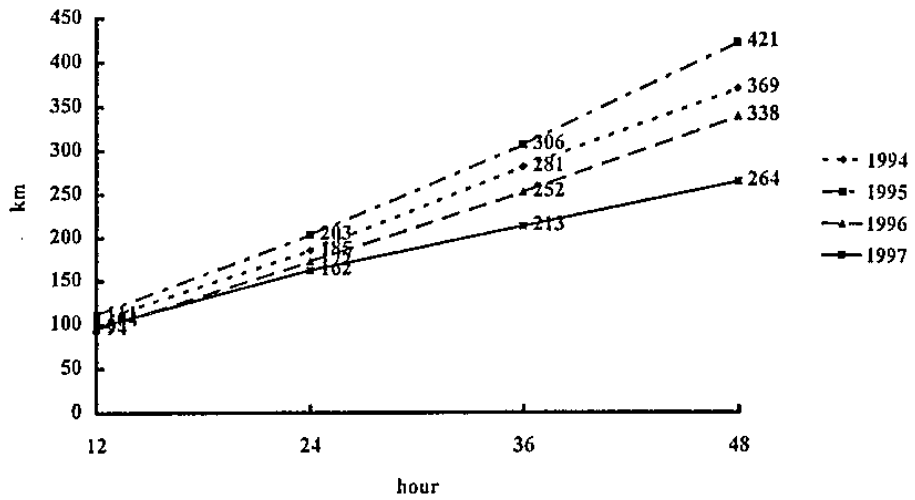
- 陳得松、葉天降、黃康寧、彭順台和張偉正，1994：中央氣象局第二代颱風路徑預報模式之介紹與評估。天氣分析與預報研討會論文集(83)，21-30。
- 陳得松、黃康寧、葉天降、彭順台，1996：中央氣象局颱風路徑預報模式初始場之改進。天氣分析與預報研討會氣象論文彙編(85)，411-415。
- 黃康寧、陳得松、葉天降、彭順台和張偉正，1995：中央氣象局第二代颱風路徑預報模式1995年之表現與檢討。天氣分析與預報研討會論文集(84)，222-229。
- 黃康寧、陳得松、葉天降、彭順台和張偉正，1996：中央氣象局颱風路徑預報模式1996年之表現與檢討。天氣分析與預報研討會氣象論文彙編(85)，401-410。
- Chang, J.-C., J., 1996: An exploratory study of the relationship between invaded typhoons in Taiwan and El-Nino/Southern Oscillation. TAO, 7, 83-105.

Performance of TFS in 1997 (20 typhoons)



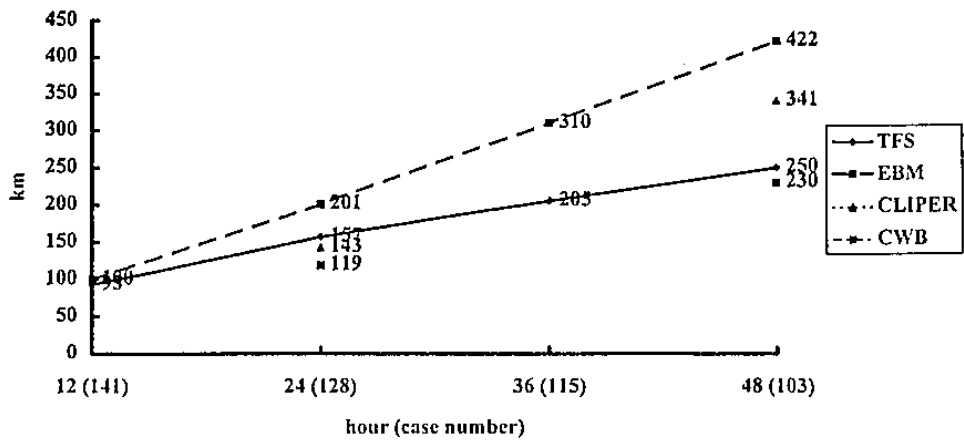
圖一、TFS 對 1997 年西北太平洋颱風之 12 至 48 小時的平均距離預報誤差。

forecast errors of typhoon track between different years



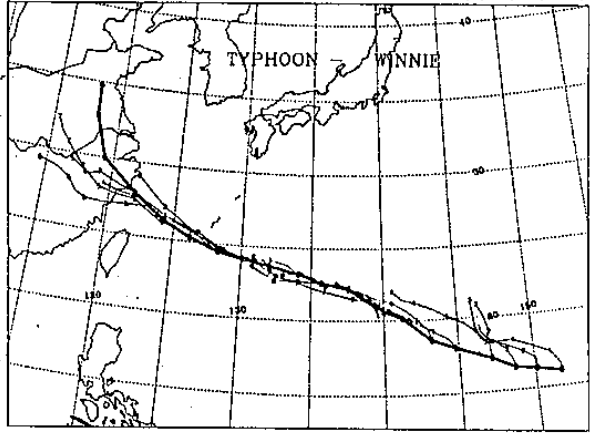
圖二、TFS 對 1994 年至 1997 年西北太平洋颱風之 12 至 48 小時的平均距離預報誤差。

homogeneous comparison of typhoon track forecast error in 1997

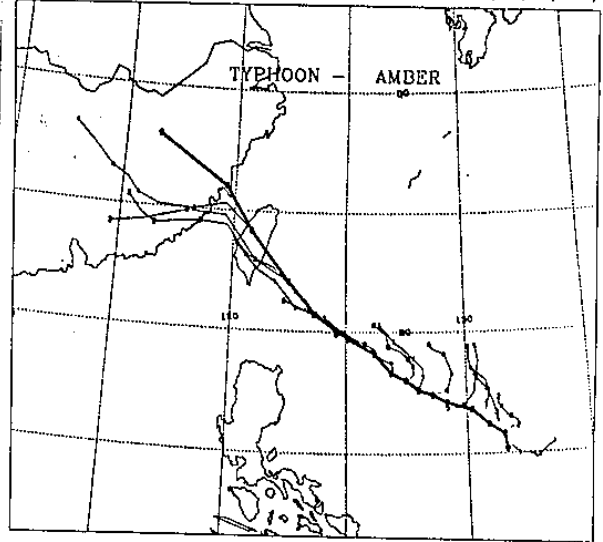


圖三、TFS、EBM、CLIPER 及 CWB 對 1997 年西北太平洋颱風之 12 至 48 小時的平均距離預報誤差。

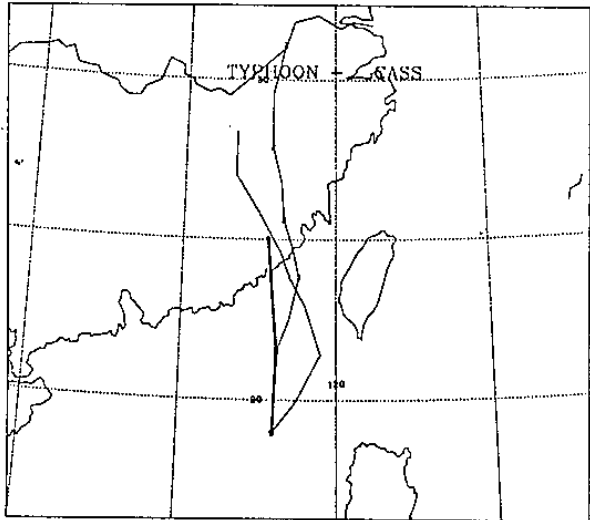
TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (97/08/10/12Z-97/08/16/12Z)



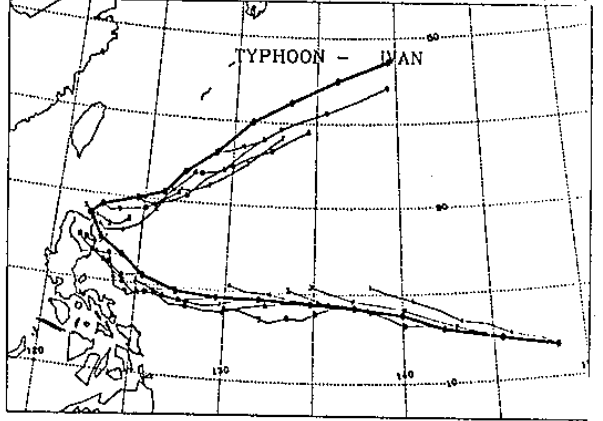
TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (97/08/22/12Z-97/08/29/00Z)



TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (97/08/29/12Z-97/09/30/00Z)

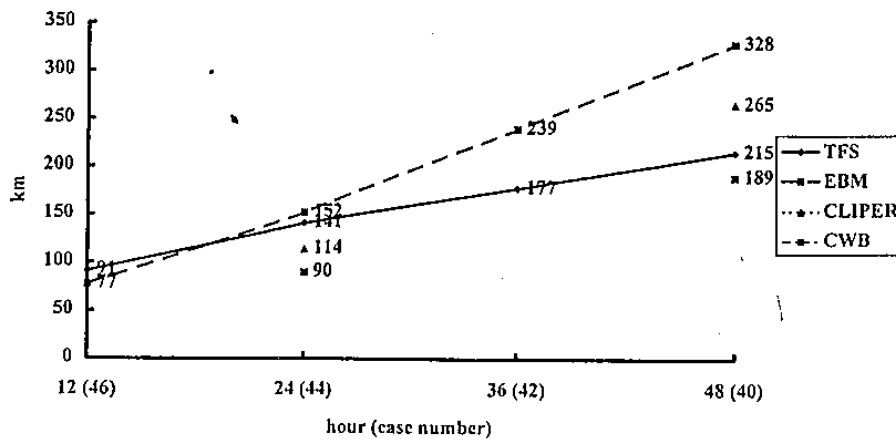


TFS TYPHOON TRACK FORECAST DATE (97/10/14/00Z-97/10/23/00Z)

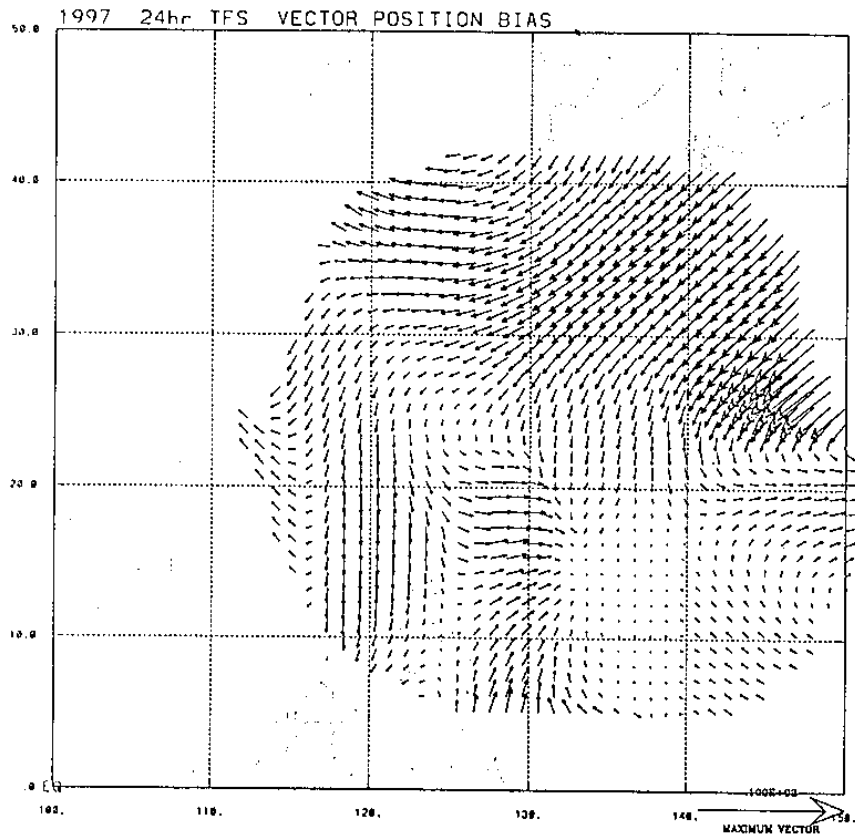


圖四、1997年TFS、EBM、CLIPER及CWB對WINNIE、AMBER、CASS、IVAN等四個颱風之48小時的路徑預報。

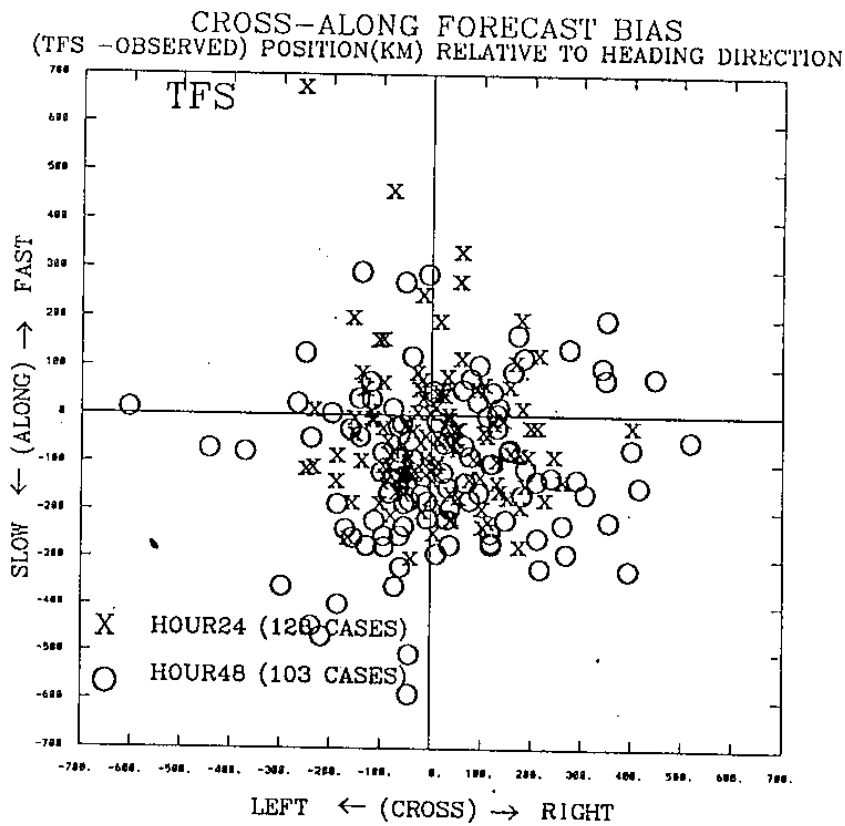
homogeneous comparison of warning typhoon track forecast error in 1997



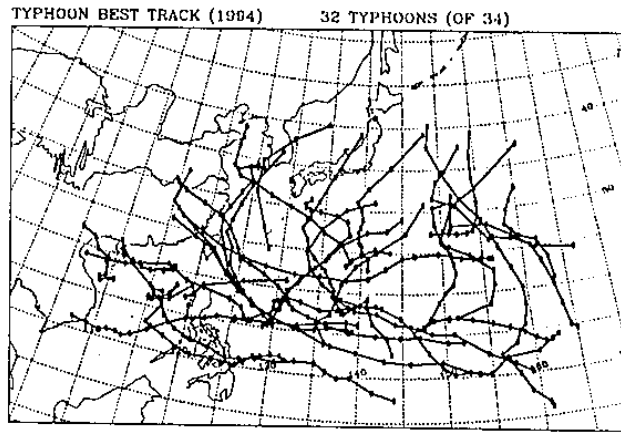
圖五、1997年TFS、EBM、CLIPER及CWB對WINNIE、AMBER、CASS、IVAN等四個颱風之12至48小時的平均距離預報誤差。



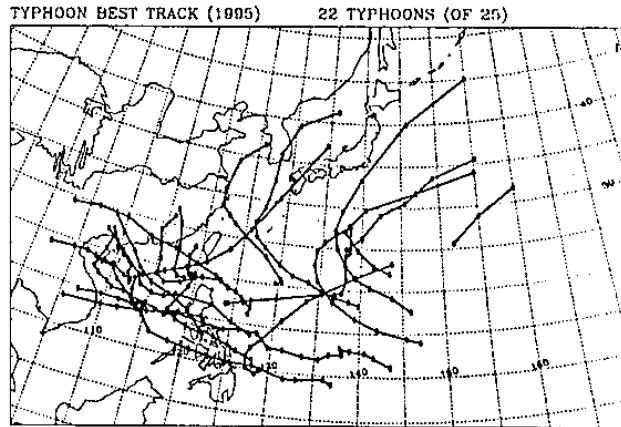
圖六、TFS 對 1997 年西北太平洋颱風 24 小時預報之實際位置預報偏差(圖中箭頭表示實際經緯度誤差)。



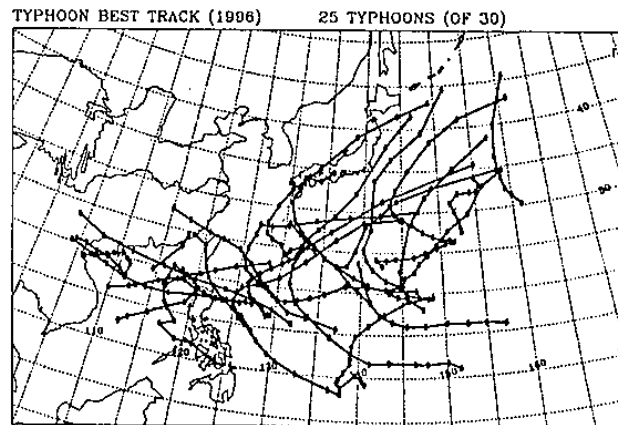
圖七、TFS 對 1997 年西北太平洋颱風預報誤差在 Cross-Track(橫坐標)及 Along-Track(縱坐標)方向上之分佈圖。



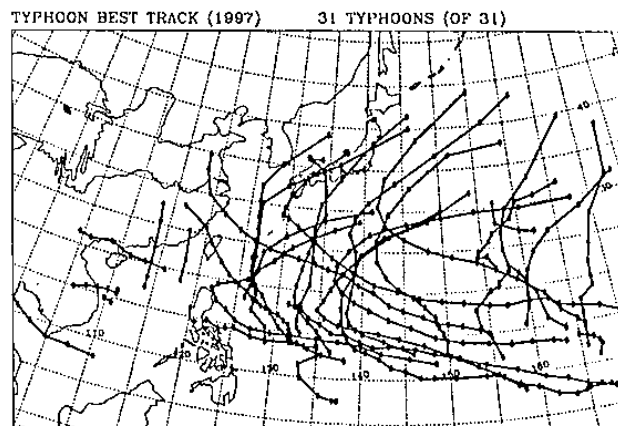
(a)



(b)



(c)



(d)

圖八、1994 年至 1997 年各年實際颱風行進路徑圖。(a)1994 年(b)1995 年(c)1996 年(d)1997 年。