

1994 至 2005 年中央氣象局颱風路徑預報成果

呂國臣
中央氣象局 氣象預報中心

摘要

本研究收集 1994 至 2005 年中央氣象局在西北太平洋颱風發生期間每 6 小時更新之颱風位置預測資料，期間共 308 個颱風以及 10420 筆可校驗之颱風預測位置資料，藉此探討該局近年來颱風路徑預報誤差的特徵，以及相較於氣候持續法之預報技術改善程度。

結果顯示，中央氣象局近年來預報誤差及預報技術呈現大幅改善的現象，2002 至 2005 年之 24/48/72 小時平均預報誤差為 122/217/325 公里，相較前 4 年（1998 至 2001 年）預報 24 及 48 小時誤差改進幅度為 29% 及 35%。2005 年之 24/48/72 小時相較於氣候持續法之預報技術得分更上升至 44/55/53。此外，中央氣象局發佈颱風警報期間，其預報準確度優於西北太平洋之全區誤差（含警報及非警報之颱風預測），其中 24 及 48 小時位置預測平均誤差約減少 11% 及 5%，此結果顯示，颱風在進入台灣附近時該局之颱風路徑預報有較優的準確度。

統計結果亦顯示，即使是平均誤差已經呈現大幅改善，在近 4 年中（2002 至 2005 年），其 24 及 48 小時位置預測仍有 1% 的誤差可達 536 及 911 公里左右。此現象顯示，部分個案之預報仍有很大的改進空間。分析颱風強弱與誤差關係顯示，輕度颱風預報誤差較中度颱風平均高約 10%，此現象可能隱含著，颱風強度較弱的颱風，其所處的大氣環境未來的演變過程較不容易掌握，此亦為未來改善颱風路徑預報的課題之一。

關鍵字：中央氣象局、颱風路徑、預報校驗

一、前言

近年來美日等國 3 天內的颱風路徑預報誤差有明顯減小的現象（RSMC 2004, JTWC 2004），而中央氣象局（CWB, Central Weather Bureau）亦有明顯之進步，例如在西北太平洋上颱風，其官方發布之 24 及 48 小時颱風位置預報之 5 年平均誤差，在五年來（2001 與 2005 年比較）下降幅度分別約為 28% 至 38%（呂 2006）。

早年李等（1996）統計 1962 至 1995 年 CWB 颱風警報發布期間之 24 小時颱風預測位置誤差平均約為 177 公里，但改進幅度並不明顯。由於近年來颱風路徑預報誤差有明顯減小，預報誤差的特徵已有所改變，因此，有必要更進一步分析近年來之預報誤差特徵，以提供預報資訊使用者以及改善預報指引之參考。

分析預報準確度的指標除用預測位置平均誤差表示外，美日等國亦多與氣候持續法（CLIPER, CLimate and PERsistence）的預測誤差對比，做為其官方預報技術提升與否的依據，而 CLIPER 的誤差程度，也可視之為颱風路徑預報的困難度。2004 年美國大西洋颱風的預報技術得分（相較於 CLIPER），在 24/48/72 小時分別為 37/50/51（Franklin, 2005）。

近年來，由於作業單位預測颱風時所參考的資料多以數值預報模式（NWP, Numerical Weather Prediction）為主，甚至以世界上知名的全球模式

的系集平均（ensemble mean）為其路徑預報的主要參考，2005 年美國位於夏威夷的聯合熱帶氣旋警報中心（JTWC, Joint Tropical Cyclone Warning Center）在其網頁（<http://www.npmoc.navy.mil/jtwc.html>）即以相對於系集平均的改善率，為其代表預報改善的參考之一。顯然透過多個數值模式的簡單系集平均方法，長期而言可優於單一個別模式的預報結果（Gorss 2000, 呂等 2003），可是模式預報仍有誤差存在，其中初始資料的不完整是一個重要的課題，因此我們也嘗試以颱風本身的結構特徵差異，探討其與颱風位置預測誤差的關係。

此外，除了整個西北太平洋地區外，台灣附近的颱風路徑預報也是我們關切的課題，當颱風移動靠近台灣近海期間，就氣候持續法的觀點，其預報困難度是否提高？又當時 CWB 預報的準確度，是否提高？或者下降？也是值得我們進一步探討。

本文我們嘗試不同的看法分析 CWB 颱風路徑預報的誤差和準確度改善的情形，第一章為前言，第二章則說明資料的來源及完整性，並說明技術得分定義，第三章為逐年預報誤差特徵探討，第四章則以颱風預報時之初始強度差異的角度，分析颱風誤差的特徵，第五章將以中央氣象局警報發布期間的誤差分布為主，分析台灣附近颱風路徑預報誤差特徵，第六章為結論。

二、資料背景說明

中央氣象局早在西北太平洋出現颱風期間，即發布颱風路徑預測，但因幾經作業環境改變，留存資料的紙本並不完整，自 1990 年該局由美國海軍研究院引進 ATCF (Automatic Tropical Cyclone Forecast system)，該系統為提供颱風預報作業使用 (Sampson and Schrader 2000)，此後該局始有保存較為完整之颱風路徑及路徑預測資料。由於資訊電腦化快速進步，該局 2002 年開始執行「4 期計畫」，該計畫將颱風預報輔助系統列入更新項目，並依該局作業模式，自行設計本土化之作業系統，命名為「颱風分析與預報整合系統」，簡稱 TAFIS (Typhoon Analysis and Forecast Integration System)，2004 年 TAFIS 颱風路徑預報模組上線作業。此後並保存較完整之各類颱風預報指引。

CWB 對於颱風預報資料的事後檢討和校驗，多以個案討論的形式留存，例如侵台颱風的個案檢討資料多留存於各年之「颱風檢討報告」，較有系統整理官方颱風預報路徑的資料始自李 (1988) 的相關研究。隨後，李等 (1996) 更有系統的將 1962 至 1995 年颱風警報資料建檔，藉以分析侵台颱風路徑預報的不確定性課題。葉等 (1998) 亦利用該資料比對颱風路徑統計預報方法的適用性。而近年來雖然在研討會時有提及 CWB 颱風路徑預報誤差現況 (呂 2003、2006)，但，卻尚未有對近年來 CWB 颱風路徑預報有較完整之整理和分析。

本文收集 1994 至 2005 年共 12 年之西北太平洋出現颱風 (中心最大風速大於 33kt) 期間，CWB 每 6 小時發佈之颱風預測位置。其間共有 308 個颱風，2000 前颱風命名採用美軍 (JTWC) 發佈資料，2000 年後則依日本 RSMC 為主，在 1999 年以前颱風個數與 RSMC 略有不同。而 24/48/72 小時的可校驗個數分別為 5175/4072/1183 (表 1)，總計有 10420 筆颱風位置預測資料。因為 CWB 在 2001 年以前僅發佈 24 及 48 小時的路徑預報，所以 2005 年止，72 小時的預測位置僅有 4 年的資料。

位置預報誤差係取預報位置與對等時間的實際位置之距離，本研究採用之實際位置係取用 CWB 作業時所判定之颱風位置 (WT, Working Track)，距離的計算則考慮地球曲率，以大圈距離計算。本文引用之 CLIPER 方法係採用 JTWC 1946 至 1992 年最佳路徑資料發展之統計參數，方法類如 Neumann (1972) 發展之統計方法。CLIPER 的預測位置則用 CWB 作業用之颱風位置資料獲得。而颱風校驗的實際颱風位置，亦以上述颱風位置為準，其準確度為 0.1 個經度或緯度。相對於參考 CLIPER 方法之技術得分計算公式如下：

$$SS = \frac{Er - Eo}{Er} \times 100\%$$

SS 為技術得分 (Skill Score)，Er 為參考方法之平均誤差，Eo 為技術得分標的之平均誤差。

三、路徑預報改善分析

在分析 CWB 颱風位置預報誤差特徵之前，有必要先瞭解該段期間颱風移動的氣候背景條件，如此，將有助於預報技術改善的討論，例如移速快的颱風，其位置預報誤差通常大於移速慢的颱風，所以預報的良窳不單純僅考量絕對誤差，相對誤差的呈現也是一種評估預報技術改善的方法。

依照 CWB 之 WT，我們可以獲得 1994 至 2005 年 CLIPER 之 24/48/72 小時颱風位置預測誤差平均為 185/408/617 公里 (表 2)，此誤差值相較於 Bassafi (2002) 以 JTWC 最佳路徑估算之氣候持續法預報獲得的距離誤差 170/399/638 公里差異不大，其中前者 24 和 48 小時略大於後者 10% 之誤差，可能因為相較於 JTWC 最佳路徑資料，CWB 之 WT 並未有平滑處理的原因 (葉等 1998)。

由 CLIPER 預報之逐年平均誤差顯示 (表 2)，年際之間仍有差異，例如 24/48 小時預報困難度最大為 235/494 公里 (1998 年)，較預報困難度較小之 165/355 公里 (1997 年)，相差約 30%。而 12 年來 CWB 預報誤差的年際變化則較 CLIPER 大，24/48 小時年平均最小為 94/170 公里 (2005 年)，最大為 207/409 公里 (1998 年)，極值相差在一倍以上，但 1999 年後平均誤差有逐年下降的現象。

為合理評估 CWB 預報技術的進步情形，我們以 CLIPER 為基礎，探討逐年的預報技術得分。分析顯示，1994 及 1995 年技術得分較低，尤其 1995 年技術得分皆小於 0 (圖 1)。1998 年以後 24 小時得分始上升至 10 以上，2002 以後 24 小時技術得分更上升至 30 以上，而其中 48 及 72 小時亦在 40 以上。雖然 2003 年以後 CLIPER 預報誤差顯示預報困難度降低 (表 2)，但是，CWB 預報技術得分仍然持續的提高。以 2005 年為例，CWB 之 24/48/72 小時技術得分約為 44/55/53，而與 2004 年美國颶風中心之技術得分 (Franklin 2005) 比較，顯然 CWB 之颱風預報技術水準已漸與美國相接近。

以本研究之 12 年期資料而言，若依預報技術得分 (SS) 進步情形分類，大致可分為 3 期，第一期為 1994 至 1997 年，其間 SS 較低且 24/48 小時位置預報平均誤差為 187/357 公里，第 2 期為 1998 至 2001 年 SS 逐漸上升，第三期為 2002 至 2005 年，其間 24/48 小時 SS 皆在 30 以上，且其位置預報平均誤差為 122/217 公里，相較於第 1 期，其下降幅度分別為 34% 及 39%。而其中若與第 2 期比較，預報改善率則增加為 29% 及 35%，此結果顯示，最近 4 年來預報誤差有較大的改善幅度。

以上分析顯示，近年來 CWB 颱風路徑預報誤差呈現大幅減少的現象，但是，若由誤差大小分佈的角度而言，造成誤差降低原因可能是大誤差的個案數減少，也就是預報準確度較差的案例獲得改善；或者誤差較小的案例增加，亦即預報較準確的

案例增加，甚或整體的平均誤差分佈皆降低。為此，我們分別將預報個案之 24 及 48 小時颱風位置預測誤差由小至大排列（圖 2），依百分比劃分對應出誤差數值，並比較技術得分差異較大的第 2 期及第 3 期誤差分佈，藉此探討整體性預報誤差改善的區塊分布。由 24 小時的誤差分佈（圖 2）分析顯示，第 2 期在前者有 50% 的案例其預報誤差小於 130 公里，僅有 30% 個案誤差在 100 公里以下。在第 3 期有 50% 的案例小於 102 公里，100 公里以下的誤差佔有 48%。另以 48 小時的誤差分佈（圖略）結果與 24 小時之誤差分佈特徵類似，200 公里以下的誤差案例比例由 33% 增加為 57%。但，雖然近 4 年來整體的誤差獲得明顯的改善，但是預報誤差為 0 的案例卻不多，24 小時之案例第 2 期出現 3 次，第 3 期出現 7 次，佔總比例約千分之 3。可是即使是平均誤差較小之第 3 期，其 24 及 48 小時小時位置預測仍有 1% 的誤差可達 536 及 911 公里（所有 1% 個案數之中數）左右，此現象顯示，部分個案之預報仍有很大的改進空間。

四、路徑預報誤差與颱風初始強度

近年來由於 NWP 預報準確度提升，以及系集預報技術應用在颱風路徑預報上的成效，使颱風路徑預報準確度大幅提昇。但，NWP 對於初始場的敏感度依然是科學家提升 NWP 準確度相當重視的問題之一。為此，台灣在 2003 年開始進行飛機投落送觀測颱風附近氣象資料的實驗計畫（Wu 2005），其結果顯示，增加了投落送資料可改善 NWP 預測颱風路徑（Wu 2006）。而在颱風路徑預報作業當下，颱風的初始強度的差別是否也會影響預測其未來颱風路徑準確度？我們依颱風強度（V）分類為輕度（ $34\text{kt} \leq V < 64\text{kt}$ ）、中度（ $64\text{kt} \leq V < 100\text{kt}$ ）及強烈（ $V \geq 100\text{kt}$ ）三個等級，並以預報當時之颱風強度分別計算其路徑預測之平均誤差。

由個案數比重統計顯示，第 1、2 期輕度颱風的個案數比重多於中度及強烈颱風，第 3 期輕度颱風個案比重下降至 46% 左右（表 3），而中度颱風則上升至 46% 左右，但總的來說，中度及輕度颱風個案數比重皆在 30% 以上，強烈颱風個案比重在 10% 左右。

比較結果顯示，在第 1 至 3 期中，初始颱風強度為輕度颱風者，其 24 及 48 小時之誤差皆大於初始為中度颱風時之誤差，其平均誤差差異約 10%（表 3）。但強烈颱風的誤差，有些時段之誤差並未小於中度颱風，可能是強烈颱風的個案數較少（個案比重小於 10%），其平均值代表性不足所致。就颱風的導引氣流（steering flow）而言，颱風強度與導引氣流的平均深度有關，較強的颱風的導引氣流較為深厚（Velden and Leslie 1991）。當初始颱風所在導引氣流較為深厚時，颱風路徑之預測準確度較高。但是實際上颱風存在的大氣環境相當多樣（Carr and Elsberry 1998），也就是說，颱

風的導引氣流相當複雜，其中如，斜壓環境伴隨之垂直風切在其中扮演的角色，或者颱風之間的交互作用過程，也是值得進一步探討其與颱風路徑預測的課題之一。

過去幾年在颱風路徑預測的改善過程中，對於初始強度為輕度或中度颱風的預報改善率有否差異？由改善率較大的第 2 期及第 3 期中間的差異顯示，改善率最大為初始是輕度颱風之 48 小時預測誤差，改善率為 32%（表 3）；最低為初始是輕度颱風之 24 小時預測誤差，其改善率為 24%。總的來說，不管初始強度為輕度或中度颱風，其 24 及 48 小時的預報改善率皆在 24% 以上，且差別並不大，也就是說，颱風預報準確率的提升，與颱風初始強度強弱關係不大。但是誤差特徵仍保有初始颱風強度越強，其路徑預報準確越高的現象

五、中央氣象局發布颱風警報期間位置預報誤差之特性

台灣地區是世界上單位面積內颱風出現頻率最高區域之一，當颱風靠近台灣附近時，就氣候持續條件而言，颱風路徑預報困難度如何？CWB 預報的準確度如何？早年葉（1998）分析 1962 至 1995 年期間氣象局發布颱風警報之預測案例結果指出，CWB 對 24 小時之颱風路徑預報有偏向台灣之系統性誤差，而且平均誤差約與 CLIPER 相若（CWB 技術得分約 2）。顯然早期當颱風靠近台灣時，中央氣象局難免有管理預報不確定的風險考量。近年來 CWB 對於通過該地區附近的颱風路徑預測是否還存在有過度保守的態度或其預報準確度已更為提升？此亦為我們關心的話題。

本文將探討 CWB 發佈颱風警報（發佈標準是七級風範圍進入台灣沿海 100 公里內）至颱風警報解除（七級風範圍離開台灣沿海 100 公里外）期間之預報誤差特徵。在 1994 至 2005 年間共有 75 個颱風個案（表 1），其中 24/48/72 小時之可校驗有效個案為 60/40/16，其間颱風個案數或校驗有效個案數大小差異約 3 倍，顯示統計樣本數之年際差異大。以下即以 12 年平均結果探討 CWB 在台灣附近的預報準確度特徵。

就預報困難度的背景（CLIPER 誤差）而言，台灣地區附近 24 小時颱風預報誤差平均為 176 公里（表 2），較低於西北太平洋地區（全區）之 185 公里相差約 5%，但是 48 及 72 小時則相差較小，因此，颱風在靠近台灣附近時，其路徑預報困難度較低。但以 CWB 預報而言，在台灣附近其 24 及 48 小時颱風預報誤差為 139 及 278 公里，分別小於全區預測平均誤差 11% 及 5%。以技術得分而言，12 年平均之 24 及 48 小時全區得分為 8 及 28，而 CWB 警報期間則為 21 及 31，此結果亦顯示，CWB 在台灣附近 48 小時以內之颱風路徑預測優於全區平均值，而其中 24 小時預測優於早年李等（1996）依 1962 至 1996 年資料統計之 177 公里約 21%。

六、結論

本文整理 1994 年至 2005 年 CWB 在西北太平洋颱風期間發佈之 24/48/72 小時之路徑預報資料，並分析其預報誤差的特性。且以 CLIPER 方法之預測誤差分析逐年之預報困難度，更以此為背景參考值，探討 CWB 的預報技術得分以及誤差逐年改善情況。本研究分析結果提供之數據，不僅可以提供預報資訊使用者做為決策風險管理參考，也可依此同步比對 CWB 與國外颱風預報作業單位之預報技術水平。

近年來國際上颱風路徑預報準確度有明顯的進步，而 CWB 颱風預報誤差亦有大幅降低，且預報技術得分明顯增加。2002 至 2005 年期間 24 及 48 小時位置預報平均誤差為 122 及 217 公里，相較於前 4 年（1998 至 2001 年）平均誤差，其預報改善率為 29% 及 35%，且 CWB 之 2005 年預報技術得分已與美國相若。

在 1994 至 2005 年間，相較於西北太平洋地區全區的預報誤差，CWB 對台灣附近的颱風預測誤差有較優的準確率，24 及 48 小時位置預測平均誤差小約 11% 及 5%。其中 24 小時預測誤差，較李等（1996）依 1962 至 1996 年資料統計結果改善約 21%。此結果顯示 CWB 發布颱風警報期間其颱風路徑預報準確度較非警報期間高，而且相較於葉等（1998）分析早年 CWB 預報誤差特徵，近年來 CWB 的預報準確度亦有大幅提昇的現象。

但是，即使是平均誤差已經呈現大幅改善，在近 4 年中（2002 至 2005 年），其 24 及 48 小時位置預測仍有 1% 的誤差可達 536 及 911 公里左右，此現象顯示，部分個案之預報仍有很大的改進空間。針對預報誤差較大情況，分析颱風強弱與誤差關係顯示，輕度颱風預報誤差較中度颱風平均高約 10%。而過去颱風預報誤差逐漸減小幾年中，儘管初始強度為輕度或中度颱風，其 24 及 48 小時的預報改善率差別並不大，也就是說，颱風預報準確率的提升，與強度強弱關係不大。此現象可能隱含著，颱風強度較弱的颱風，其所處的大氣環境未來的演變過程較不容易掌握。此現象同時顯示，颱風結構與路徑必然存在著的相互關係，亦為未來改善颱風路徑預報的課題之一。

參考文獻

- 呂國臣，2003：數值模式在颱風路徑預報之應用。海峽兩岸颱風與中尺度天氣預報作業研討會，論文摘要彙編。2003 年 12 月 16-17 日，台北，台灣。
- 呂國臣，2006：2005 年西北太平洋地區颱風路徑預報。氣象預測技術與應運研討會，論文彙編。2006 年 8 月 25 日，台南，台灣。
- 李清勝，1988：台灣地區颱風路徑之預報分析。大氣科學，16，133-139。
- 李清勝、謝信良、呂國臣，1996：改進中央氣象局颱風路徑機率預報之研究。中央氣象局委託研究報告 CWB85-2M-07, 21pp。
- 葉天降、吳石吉和謝信良，1998：台灣附近颱風路徑預報校驗與統計方法之應用。大氣科學。26，227-248
- Bessafi M., A. Lasserre-Bigorry, C. J. Neumann, F. Pignolet-Tardan, D. Payet and M. Lee-Ching-Ken. 2002: Statistical Prediction of Tropical Cyclone Motion: An Analog-CLIPER Approach. *Wea. and Forecasting*: Vol. 17, No. 4, pp. 821-831.
- Carr, L. E., III, and R. L. Elsberry, 1994: Systematic and integrated approach to tropical cyclone track forecasting. Part I: Approach overview and description of meteorological basis. Tech. Rep. NPS-MR-94-002, 273 pp.
- Franklin J. L., 2005: 2004 NHC verification report. 59th Interdepartmental Hurricane Conference. Mar 7-11, Jacksonville, FL.
- Goerss, J. S., 2000: Tropical cyclone track forecasts using an ensemble of dynamical models. *Mon Wea. Rev.*, 128, 1187-1193.
- JTWC., 2004: Annual tropical cyclone report Joint Typhoon Warning Center.
- Neumann, C. J. and J. R. Hope, 1972: Performance analysis of the HURRAN tropical cyclone forecast system. *Mon. Wea. Rev.*, 100, 245-255.
- RSMC : Annual Report on Activities of the RSMC Tokyo - Typhoon Center 2004., 92 pp
- Sampson C. R. and A. J. Schrader, 2000 : The Automated Tropical Cyclone Forecasting System (Version 3.2). *Bulletin of the American Meteorological Society*: Vol. 81, No. 6, pp. 1231-1240
- Velden, C. S., and L. M. Leslie, 1991: The basic relationship between tropical cyclone intensity and the depth of the environmental steering layer in the Australian region. *Wea. and Forecasting*. 6, 244-253.
- Wu, C.-C., P.-H. Lin, S. Aberson, T.-C. Yeh, W.-P. Huang, K.-H. Chou, J.-S. Hong, G.-C. Lu, C.-T. Fong, K.-C. Hsu, I.-I. Lin, P.-L. Lin, and C.-H. Liu, 2005: Dropwindsonde Observations for Typhoon Surveillance near the Taiwan Region (DOTSTAR): An Overview. *Bulletin of the American Meteorological Society.*, 86, 787-790.
- Wu, C.-C., K.-H. Chou, P.-H. Lin, S. D. Aberson, M. S. Peng, and T. Nakazawa, 2006: The impact of dropsonde data on typhoon track forecasts in DOTSTAR. Submitted to *Weather and Forecasting*.

表 1、西北太平洋（含台灣附近）1994 至 2005 年 RSMC（日本）公布之颱風個數及中央氣象局發佈之颱風個數和其 24/48/72 小時位置預測可校驗個數

	西北太平洋					台灣附近（中央氣象局發佈颱風警報期間）			
	RSMC 颱風個數	CWB 颱風個數	24-h 可校驗數	48-h 可校驗數	72-h 可校驗數	颱風個數	24-h 可校驗數	48-h 可校驗數	72-h 可校驗數
1994	36	34	618	488		6	54	34	
1995	23	25	334	231		6	40	20	
1996	26	30	515	408		7	41	28	
1997	28	31	599	498		4	26	20	
1998	16	17	199	154		5	31	16	
1999	22	23	176	118		3	38	29	
2000	23	23	404	320		7	56	38	
2001	26	26	428	337		9	103	76	
2002	26	26	468	368	286	3	28	21	9
2003	21	21	416	334	259	9	58	32	12
2004	29	29	602	490	393	9	64	43	21
2005	23	23	416	326	245	7	62	44	22
總數	299	308	5175	4072	1183	75	601	401	64

表 2、西北太平洋（含台灣附近）1994 至 2005 年中央氣象局（CWB）及 CLIPER 方法之颱風位置 24/48/72 小時預測之年平均誤差，單位為公里。

區域	西北太平洋						台灣附近（中央氣象局發佈颱風警報期間）					
	24 小時		48 小時		72 小時		24 小時		48 小時		72 小時	
年	CWB	CLIP	CWB	CLIP	CWB	CLIP	CWB	CLIP	CWB	CLIP	CWB	CLIP
1994	197	199	380	418			160	191	262	374		
1995	219	193	396	397			181	190	438	449		
1996	166	182	349	411			112	157	206	309		
1997	158	165	293	355			137	166	337	402		
1998	207	235	409	494			198	186	462	479		
1999	173	196	320	431			136	174	313	430		
2000	169	206	326	462			177	249	417	616		
2001	152	168	277	380			126	148	227	359		
2002	138	196	236	437	350	644	99	166	192	324	305	494
2003	132	190	238	456	356	732	153	167	250	414	366	649
2004	118	170	213	380	316	564	140	174	326	367	599	583
2005	94	169	170	382	279	594	74	155	133	359	239	637
總平均	156	185	292	408	325	617	139	176	278	405	390	598

表 3、中央氣象局 1994 至 2005 年間 3 階段期間颱風強度與 24/48/72 小時位置預報誤差比較表

預報時效		24 小時			48 小時			72 小時		
強度		輕度	中度	強烈	輕度	中度	強烈	輕度	中度	強烈
第 1 期 1994~1997 年	個案比重	56%	34%	10%	55%	35%	10%			
	誤差(km)	204	171	176	389	346	367			
第 2 期 1998~2001 年	個案比重	52%	38%	10%	51%	38%	11%			
	誤差(km)	176	163	135	329	293	344			
	改善率	14%	5%	24%	15%	15%	6%			
第 3 期 2002~2005 年	個案比重	46%	46%	8%	45%	47%	8%	46%	46%	8%
	誤差(km)	133	112	98	224	209	203	339	320	273
	改善率	24%	31%	27%	32%	29%	41%			

附註：改善率係指相較於前一階段之預報誤差所減小之百分比。

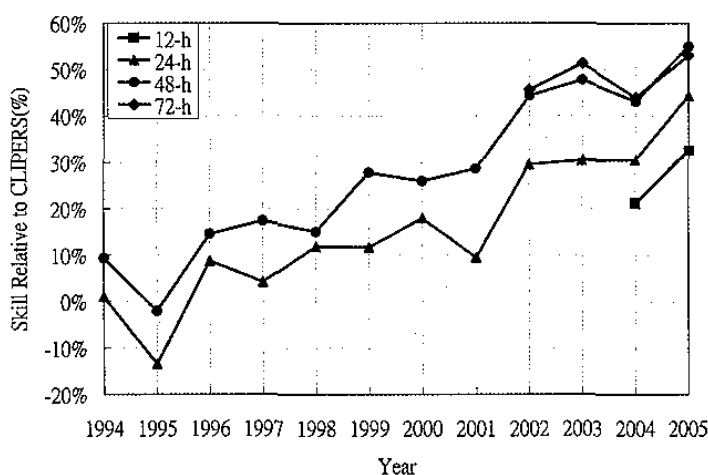


圖 1、1994 至 2005 年中央氣象局颱風 12、24、48 及 72 小時路徑預報技術得分（相對於 CLIPER）分佈圖

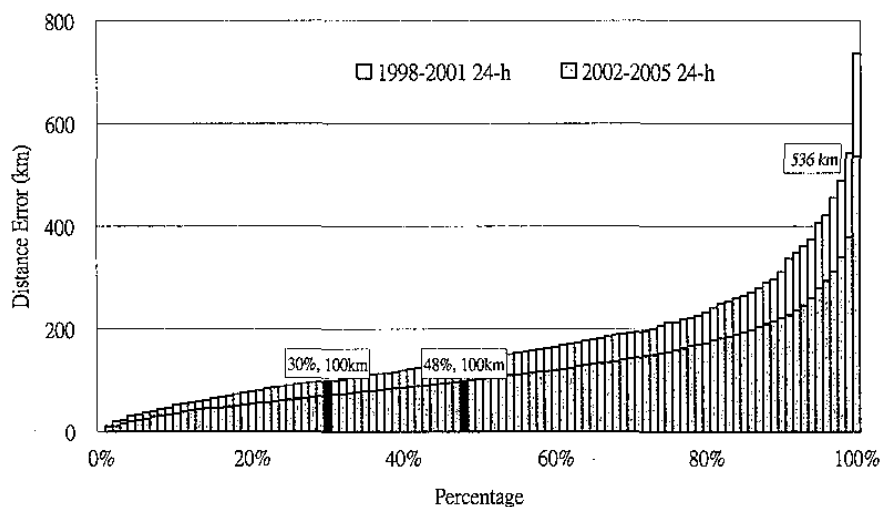


圖 2、1998 至 2005 年之前 4 年及後 4 年間，中央氣象局 24 小時颱風位置預測誤差比例分佈圖。