

# 台灣地區颱風侵台期間測站風速之簡單統計預測

葉天降 吳石吉 謝信良

中央氣象局

## 摘要

颱風是影響台灣地區最主要的天氣系統之一，本文主要在校驗平均法、持續法與差異持續法(見葉等 1999)在颱風侵台期間測站風速預測之適用性。所使用之資料為 1961 至 1996 年當颱風中心位於 17°N 至 30°N，117°E 至 127°E 範圍時之每小時地面觀測風速，颱風中心定位則引用美國聯合颱風警報中心每六小時定位之最佳路徑資料經線性內插而得。

風速預測校驗結果顯示，其和颱風降水預測相似，以北行颱風風速之預測較困難，而各地颱風較大風速發生時機與颱風較大降水發生時機並不一致，颱風風速有較明顯之持續性。不過，不論是平均法、持續法或差異持續法，對延時超過 6 小時以上之定時風速預測，其分辨 6 級以上風速之準確率皆相當低。對一段時間內測站可能發生最大風速之預測，其預測結果較對定時之風速預測準確度稍微提高，但平均法與持續法皆仍未能有效避免延時為 24 小時預測誤差之成長。我們引用修正之差異持續法則能提高 24 小時內最大風速預測。

關鍵辭：颱風、風速預測、統計方法。

## 一、前言

依據行政院所頒布之「天然災害停止辦公及上課作業辦法」之規定，根據氣象預報，在颱風四小時內可能經過之地區，其平均風力可達 7 級以上或陣風可達 11 級以上時，各機關與學校停止辦公及上課。因此颱風風速之預報，除在預防強風災害上提供作業參考外，實際上也直接影響到生活作息，低估風速將可能使大眾暴露在強風之下，而增加人員受傷害發生之可能性，高估風速則可能因停止日常作業，而造成經濟之損失。如在辛樂克颱風時稍微高估風速，即為中央氣象局帶來很大困擾。

颱風最大風速之估計，若中心氣壓已知，則有一些經驗或近似公式可供參考，如 Willoughby(1995)曾討論在旋轉風或壓力梯度風假設下，最大風速與中心氣壓之關係式，中央氣象局(1997)之颱風預報作業則應用  $V_m = 6.7X(1010 - P_c)^{0.644}$  之經驗公式。其中  $P_c$  為颱風中心氣壓(hpa)， $V_m$  為最大風速(kts)。在實際作業上，如無  $P_c$  實際之觀測，則將引進  $P_c$  之估計誤差，每 2hpa 約為 10kts。另外，颱風之強度也會因環境之變化而受改變，如中央氣象局(1997)颱風預報作業手冊即條列台灣地區影響颱風強度變化較常見之狀況，包括西風槽、高空冷渦、雙颱風、高層輻散氣流及登陸過山等，不論是數值模式或統計方法，現今對

颱風強度之預測誤差仍然相當大，因此颱風來襲時，從事各地風速強弱之預報並不單純。

針對台灣地區颱風影響期間各地風力之預報，過去也有一些專題之研究，蔡等(1981)曾整理 1947 至 1980 年間共 98 個颱風個案，分析各颱風在台灣地區風速之分布情形，而後依其分布特性，將侵台颱風之路徑分為五類，而得到此五類颱風最大平均風速與最大陣風風速在各地之分布。從他們的結果可見，不論那一類颱風，離島之彭佳嶼、蘭嶼與東吉島都普遍較台灣其它地區之風速大，沿海地區之風速也較內陸地區之風速大。從這些分布圖也相當容易的可大致得到 28kts(7 級風速)與 20kts(6 級風速)以上風速之區域，以做為決定各地區之風力是否將達到影響日常作業之程度，因此這種分布圖被引用於中央氣象局(1997)之颱風預報作業中，做為颱風風速預報最基本的參考資訊。不過，依這種方法進行各地風力預報之誤差情形未見有進一步之分析報告。

前述之分析圖，雖可得知風速隨各地區之分布，但對其發生之時機則不能由這種分布圖上得到。王(1987)引用合成方法，將 1949 至 1982 年共計 90 個颱風，分西行與北行兩類，而後對各測站之逐時風速資料，依颱風中心位置做成每 0.5×0.5 經緯度小區域之風速平均值。這種對特定地點，依颱風中心所在位置之平均風速分布合成圖，可以顯示此地風速隨颱

風中心位置不同之變化，只要預測之颱風中心位置已知，即可做為對此地颱風風速預報之應用。

吳與謝(1989)進一步依據王(1987)之資料，整理各地區風速隨颱風移動路徑之變化圖，並將這些結果提供做為中央氣象局颱風預報作業應用。在這些各地風速隨路徑之變化圖上，他們將 7 大類不同路徑颱風，明顯的標記各地開始出現 10m/s 以及逐次增加 5m/s 風速時，颱風中心之位置。因此，一旦颱風之移動類別與移速已決定，則很容易應用這種分布圖研判可能出現較強風速之時機和隨後之變化。

前述這種預測方法被慣稱為平均法，王(1987)另外也測試所謂比值法，比值法和平均法相似，只不過在做合成平均時，不直接引用測站風速值，而是針對測站與颱風中心最大風速之比值做合成，以考慮不同強度颱風可能造成之影響。因此應用比值法時，除了需要颱風中心位置之資料外，也要有颱風中心最大風速資料才可以得到風速之預測值，而兩種預測方法之優劣則尚未有充分之比較。

葉等(2002)最近以台北、台南與花蓮三地之更完整資料，針對平均法預測之誤差做比較完整之校驗，同時並探討應用葉等(1999)差異持續法在颱風影響期間各地風速預測上之可行性。研究之結果顯示，平均法風速預測可以定性的了解颱風來襲時較大風速發生之時機，但因平均法引用平均值，使較大風速個案之預測結果皆偏小，對延時為 12 小時以上之定時風力預測，其分辨 6 級風以上之 ETS 皆相當小。

他們也發現，雖未能準確預測某一特定時間之風速，但如能預測在某一段時間內可能發生之最大風速，也能滿足大部分預報作業之需求，因此進一步探討統計預測方法，在預測颱風影響期間某一時段內各地所發生最大風速之預測能力。結果顯示差異持續法能提高預測能力，使對台北、台南與花蓮 6/12/24 小時內最大風速預測相關係數提高為 0.74/0.65/0.41、0.70/0.58/0.43 與 0.70/0.61/0.46，對分辨 6 級風速之 ETS 值分別為 0.37/0.31/0.12、0.32/0.24/0.11 與 0.43/0.35/0.17，對分辨 7 級風速之 ETS 值則分別為 0.37/0.34/0.10、0.25/0.17/0.10 與 0.36/0.28/0.06。本文主要進一步推廣他們之做法至台灣其他地區以了解這些方法之試用性。

## 二、資料與預測方法

葉等(2002)以 1961 至 1996 共 36 年之台北、台南、花蓮風速資料與美國聯合颱風警報中心(JTWC)之最佳路徑資料，探討當颱風中心位於 17°N 至 30°N，117°E 至 127°E 期間在台北、台南、花蓮風速預測情形。相同之颱風路徑資料，與相同期間之地面觀測風速資料，將被用為颱風影響期間新竹、台中、嘉義、澎湖、高雄、恆春、台東、宜蘭與阿里山等地區之風速預測校驗。

在對颱風影響期間台灣各地區降水預測之研究裡，葉等(2000)引用之客觀方法包括平均法、持續法、差異持續法、與比差法。而由於比差法之預測結果與差異持續法之預測結果相近，因此於後對颱風影響期間各地風速預測校驗將只對平均法(簡寫為 CLMN)、持續法(簡寫為 PERS)、與差異持續法(簡寫為 DEPR)等三方法。引用葉等(2000)之說明，平均法對某地於 t 時所做 n 時後之風速預測值 CLMN(t, n)可表示為  $CLMN(t, n) = M_n(L(t))$ 。其中 L(t) 表颱風中心在 t 時之位置， $M_n$  則為該地颱風期間之歷史風速平均場隨颱風中心位置之分布。若平均場以 0.5 度內之個案求取，則  $M_n(L(t))$  即為以 L(t) 為中心，經緯度各加減 0.25 度範圍內，所有歷史其他颱風個案於該地 n 時後之風速平均值。

持續法之預測值 PERS(t, n) 則是假設該地風速維持不變，即  $PERS(t, n) = V(t)$ 。其中 V(t) 為該地於 t 時之觀測風速。差異持續法是假設該地風速與平均值之差異維持不變，因此差異持續法預測值 DEPR(t, n) 與平均值  $M_n(L(t))$  之關係可列為：

$$DEPR(t, n) - M_n(L(t)) = V(t) - M_n(L(t-n)),$$

即  $DEPR(t, n) = V(t) + M_n(L(t)) - M_n(L(t-n))$ 。

## 三、結果與討論

葉等(2002)發覺若依類似之平均場做平均法台北風速預測，對 8,867 個時個案，預測均方誤差(Rms)為 2.79m/s，預測值與觀測值間之相關係數( $R_{xy}$ ，簡稱相關係數)為 0.43，其和平均法對台北時降水之預測結果(葉等 1999)相近，顯示平均法對台北颱風時之風速預測雖有部分可供參考，但因引用平均值，使大於 10m/s 較大風速個案之預測結果皆偏小，對分辨 6 級(10.8m/s)以上風速之 ETS 值(Equitable Threat Score)皆為零，沒有分辨較大風速發生之能力，對台灣其他地區之風速預測也相似。

葉等(2002)引用持續法即依據當時之風速並假設其將維持不變。他們得到對延時為 6

小時內，台北兩風速間之相關係數皆相當高，如延時為 3 小時兩風速間之相關係數為 0.76，延時為 6 小時兩風速間之相關係數仍可達 0.57，這和台北降水(葉等 1999)比較，顯示台北颱風風速遠較時降水有較明顯之持續性。因此，以持續法做台北風速之預測，對延時為 6 小時以內之預測結果，皆較以平均法之預測結果為佳，同時也對較大風速個案有初步之分辨能力，如對延時為 6 小時之風速預測，在分辨 6 與 7 級風速之 ETS 值分別為 0.21 與 0.18，但延時增加為 6 小時以上時，其預測能力明顯降低。

以差異持續法對相同個案之台北風速預測校驗則顯示，差異持續法能保持平均法與持續法兩者之優點，使延時為 6 小時以內之預測結果和以持續法之預測結果相近而稍有改善，並也使延時為 12 小時以上之預測結果和平均法預測結果相近或有所改善，如對延時為 12 與 18 小時之預測結果，其相關係數即由平均法之 0.43 分別提高為 0.48 與 0.45。然而他們也見不論是那一種方法對延時為 12 小時以上之風速預測，對分辨 6 級風以上之 ETS 值皆相當小，直接做為作業應用之誤差不容忽視。對台灣其他地區之風速預測也相似。

然而，雖未能準確預測某一測站在特定時間之風速，但如能預測此測站在某一段時間內可能發生之最大風速，也能滿足前述預報作業之需求。如在清晨預測得知某地 12 小時內之最大風速將達到足以影響日常作業之程度，則這種資訊即可在決定該地當日是否停止上班上課之研判上有重要之參考價值。因此值得進一步探討這些預測方法，在預測各地於某一時段內之最大風速的預測能力。於後進一步討論 24 小時前之預測能力。而於此我們之差異持續法是採用過去 6 各地實際發生情況與平均場之差(DP06)，以作為預測。

由結果可見，對台北 24 小時內之最大風速以 DP06 預測之相關係數可達 0.56，而對分辨 6 級與 7 級風速之 ETS 值也可提升為 0.25 與 0.21。若進一步區分颱風為西行與北行兩類，對西行颱風預測結果可將前述各值再提升為 0.60 以及 0.27 與 0.28，似已有供作業參考之價值。對北行颱風，預測結果其相關係數值仍在 0.4 以下，顯示北行颱風在台北最大風速之預測困難度較大，其或許是因為地形之影響，使得對背風區何時風速將增強之研判更困難。而另一方面，我們也可見北行颱風中，最大風速一般較小，沒有平均風速大於 8 級風之

個案，而達到 6 級與 7 級風速之颱風也在 1961 至 1996 年中僅有 8 個颱風。

對其他地區颱風影響期間最大風速預測之結果也和對台北最大風速預測結果相似，以 DP06 方法顯示初步預測能力，如對台南 24 小時內最大風速之預測之相關係數為 0.55，對 7 級風速之 ETS 值為 0.16；對花蓮 0.54，分辨 7 級風速之 ETS 值為 0.19；對台中、澎湖之相關係數則皆在 0.60 以上，除高雄、嘉義、恆春之相關係數外都大於 0.5，詳細情形將在研討會中報告。

**致謝** 本文是在國家科學委員會 NSC90-2625-Z-052-003 資助及中央氣象局支持下完成。

## 參考文獻

- 中央氣象局，1997：颱風預報作業手冊。交通部中央氣象局。1-1 至 1-18 及 8-1 至 8-22。
- 王時鼎，1987：台灣颱風風力特性及其預報研究(一)。行政院國家科學委員會防災科技研究報告 75-46 號。63 頁。
- 吳宗堯與謝信良，1989：現有颱風預報研究成果作業化之研究(二)。行政院國家科學委員會防災科技研究報告 78-29 號。147 頁。
- 葉天降，吳石吉，與謝信良，1999：簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(一)預測方法與台北颱風降水之預測校驗。大氣科學，27，395-412。
- 葉天降，謝信良，與吳石吉，2000：簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(二)預測結果隨區域之分布。大氣科學，28，263-281。
- 葉天降，謝信良，與吳石吉，2002：台灣地區颱風侵台期間測站風速之簡單統計預測。氣象學報，44，1-16。
- 蔡清彥，周根泉，與陳正改，1981：台灣地區之颱風風速分布。氣象預報與分析，89，1-9。
- Willoughby H. E., 1995: Mature structure evolution. Chapter 2, Global Perspectives On Tropical Cyclones. Report No. TCP-38, WMO, 21-62。