

# 利用分析場資料協助颱風氣候降雨預報之可行性研究

蔡孝忠 陳怡良

中央氣象局氣象預報中心

## 摘要

本研究開發客觀比對歷史颱風個案之方法。在颱風預報作業採用歷史個案做為參考案例的搜尋過程中，除了考慮颱風中心座標、強度...等颱風特性是否相近之外，亦將大尺度資料之特性亦納入颱風歷史個案之類比搜尋程序。採用 NCEP Reanalysis 資料之大尺度環流分析場，計算環流特徵做為分類指標，協助預報人員藉由歷史個案判別未來可能的風場與降雨型態。

初步研究結果顯示，本研究之颱風比對方式可客觀搜尋出路徑相似之個案，此外，配合日期差異、西南氣流指標、環流特徵..等，可進行個案二次篩選。未來此方法將併入中央氣象局發展之互動式智慧型天氣辨識系統，輔助預報人員進行相關預報評估作業。

## 一、前言

目前颱風氣候降雨預報的方法多採用颱風中心位置和中心最大風速為預報因子，以建立測站降雨量的統計預報模式(王時鼎1983; 張志琳1998; 葉天降等人1999; 蔡孝忠2000; Lee et al. 2006)。此類方法假設颱風環流與台灣地形具有鎖定效應，中心位置類似之颱風個案，伴隨的風場和降雨分佈往往也相近。實際資料分析指出，颱風中心位置相似，風場與環流型態並不一定完全相同；中心位置不同的颱風個案，也可能在台灣地區產生相似的風場環流型態。颱風氣候法推估測站降雨的作法，可概似但不能正確表現不同環流型態的風雨特徵差異，尤其是有明顯不同於的大尺度環流特徵，如東北季風和西南氣流。

Lin et al.(2001; 2002)的研究指出，山區降雨主要是由地形強迫氣流舉升效應所主控，在颱風登陸前，甚至颱風距離台灣仍遠時，只要氣流狀況符合產生地形雨的條件，山區就會發生強降雨。Lin et al. (2001) 提出一簡單指標協助豪大雨事件的研判，該指標考慮了3個影響因子：(i) 與地形走勢垂直的風速分量；(ii) 地形坡度；(iii) 水氣混合比。其中，經由台灣颱風降雨的案例顯示，與地形走勢垂直之風速分量為主要影響因子。

Tsai and Lee (2009)分析颱風時期之台灣測站風雨特徵及關聯性，利用 MCA 法

(Maximum Covariance Analysis)，分析中央氣象局氣象觀測站之風速風向、雨量資料，找出風雨偶合場 (coupled fields) 的主要對應特徵分量。該研究指出，風雨MCA分析以及特徵分類的邏輯和成果，可辨別不同風場環流型態下所對應的降雨型態，應適合做為颱風氣候降雨的輔助估計指標。

此外，由於地形的因素，台灣地區災害和颱風路徑走向有一定之關聯性，因此颱風警報期間，作業單位常會以類似路徑之歷史颱風個案做為決策參考。然而過去數十年之歷史颱風個案數量龐大，常要依賴經驗豐富人員之記憶，或是以人工搜尋比對，將可能使得參考資訊不夠客觀和完整。

為了將上述概念應用至實際預報作業，本研究將開發客觀比對颱風個案特性之方法。在颱風降雨預報作業採用歷史個案做為參考案例的搜尋過程中，除了考慮颱風中心座標、強度...等颱風特性是否相近之外，亦將大尺度資料之特性亦納入歷史颱風個案之類比搜尋程序。擬採用NCEP Reanalysis資料(簡稱R1；Kalnay et al. 1996)之大尺度分析場(例如海平面氣壓、500百帕高度場、地面風場...等)，做為颱風侵台期間之環流特徵分類指標，協助預報人員藉由歷史個案判別可能之風場與降雨型態，提供颱風警報期間參考。

此外，若作業期間之模式預報路徑及環流型態，與官方預報相近，則可利用全球預

報模式之輸出資料，進行預報資料與歷史分析場之型態比對，或是計算上述輔助指標。先將大尺度環流型態不同於目前預報之歷史個案去除，再即時進行氣候平均值的計算；或進一步採用迴歸方式，以型態類似個案之特徵建立颱風降雨統計預報模式。

## 二、資料與分析方法

本研究採用1990年1月1日至2009年12月31日之氣象局人工氣象站雨量觀測(圖1)，與NCEP R1之500百帕高度場、海平面氣壓、地面風場資料。NCEP R1之水平解析度為2.5°，每天有四筆資料(00Z、06Z、12Z、18Z)，分析範圍為100~150°E、0~50°N(圖2)。颱風路徑資料採用美國聯合颱風警報中心(JTWC)提供之最佳路徑資料，資料之時間間隔同樣為6小時。

本研究之颱風個案比對策略可分為兩種：(1) 策略1：颱風路徑比對，配合西南氣流指標辨識；(2)策略2：颱風路徑比對，配合環流型態特徵辨識。其中，颱風路徑比對之方法，將以中央氣象局發布之颱風預報路徑為比對目標(目前每次路徑預報最長為120小時)，搜尋與目前預報路徑類似之歷史颱風個案，並依平均差距大小進行排序。颱風中心距離差異( $\bar{d}$ )之計算方式如下：

$$\bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [(x_t^o - x_t^f)^2 + (y_t^o - y_t^f)^2]^{0.5} \quad (1)$$

其中， $x^o, y^o$ ：歷史颱風中心經緯度座標， $x^f, y^f$ ：中央氣象局之颱風中心預報座標， $t$ ：預報時間， $T$ ：預報總時數。

策略1之西南氣流指標，是以NCEP R1地面風場於台灣西南方海域(請見圖2)之西南風分量平均值做為評估指標(正值代表具有西南風分量特徵，負值代表具有東北風特徵)。而策略2之環流型態辨識之方法，將採用蔡孝忠等人(2009)發展之天氣圖客觀比對方法。此方法採用二維離散傅立葉轉換(2D DFT)，客觀擷取天氣圖特徵(如500百帕高度場、海平面氣壓)，將數位化之分析場或預報場網格資料，轉換至傅立葉波譜空間，以各個波數(wave number)所對應之強度(magnitude)及相位角(phase angle)，作為客觀比對指標。

進行個案比對之前，本研究已先計算1990年1月1日至2009年12月31日之環流型態

特徵(即2D DFT之強度及相位角)，以及西南氣流指標，提供後續比對之用。

## 三、初步結果

以2007年10月之柯羅莎(Krosa)颱風為例。圖3顯示柯羅莎颱風於2007年10月1日6:00至10月6日5:00之路徑，以及歷史颱風之中，與柯羅莎颱風路徑相似的前20名個案(表1)。

由圖3和表1可知，本研究之颱風比對方式可客觀搜尋路徑相似之個案，此外，配合日期差異、西南氣流指標等，可進行快速篩選。若預報人員認為本次應無西南氣流的影響，則可篩選出西南氣流指標為負值之個案，做為後續分析研判之參考依據。

進一步分析中央氣象局人工氣象站(圖1)之降雨觀測，挑選澎湖、日月潭、阿里山、嘉義、台南、高雄、恆春等測站，計算台灣南部地區降雨量平均值進行分析。初步分析結果顯示，相似個案(即沒有受到西南氣流影響)之南部平均降雨量較小；受到西南氣流影響個案之南部平均降雨量較大。以上結果顯示，可利用大尺度之環流分析場資料，協助颱風個案的篩選，並輔助颱風之風雨預報。

蔡孝忠等人(2009)所發展之天氣圖客觀搜尋方法是針對大範圍之環流特徵型態進行比對，若分析範圍內之颱風低壓特徵不明顯，則辨識後找到之相似事件可能沒有颱風個案存在。策略2之颱風路徑比對，搭配環流特徵辨識的歷史個案搜尋方法，則是先找出路徑相似之個案，再輔以環流特徵進行二次篩選，可使得類似個案同時符合上述條件。未來此一比對方法，將併入中央氣象局所發展之互動式智慧型天氣辨識系統(ISWIS)，輔助預報人員進行相關預報評估作業。

## 參考文獻

- 王時鼎，「臺灣颱風降雨特性及其預報研究(一)」，行政院國家科學委員會防災科技研究報告72-13號 (1983)。
- 張志琳，「淡水河流域颱風面積定量降雨氣候模式預報之研究」，台灣大學土木工程研究所碩士論文 (1998)。
- 葉天降、謝信良與吳石吉，「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佈」，大氣科學，28，263-279 (2000)。

- 蔡孝忠，「淡水河颱風定量降雨氣候模式預報改進之研究」，台灣大學土木工程研究所碩士論文 (2000)。
- 蔡孝忠，陳怡良，顧欣怡，黃嘉美，張定祺，張博雄，黃文亭，「互動式智慧型天氣辨識系統 (ISWIS) 的初步發展成果」，海峽兩岸氣象交流研討會(2009)。
- Lee, C.-S., L.-R. Huang., H.-S. Shen and Wang, S.-T., “A climatology model for forecasting typhoon rainfall in Taiwan”, *Natural Hazards*, 37, 87-105 (2006).
- Lin, Y.L., Chiao, S., Wang, T.A., Kaplan, M.L. and Weglarz, R.P., “Some common ingredients for heavy orographic rainfall”, *Weather and Forecasting*, 16(6): 633-660 (2001).
- Lin, Y.L., Ensley, D.B., Chiao, S. and Huang, C.Y., “Orographic influences on rainfall and track deflection associated with the passage of a tropical cyclone”, *Monthly Weather Review*, 130(12): 2929-2950 (2002).
- Tsai, Hsiao-Chung, and Tim Hau Lee, “Maximum Covariance Analysis of Typhoon Surface Wind and Rainfall Relationships in Taiwan”. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 48, 997-1016 (2009).

表1. 與柯羅莎颱風路徑相似之前20名歷史個案(○：相似；×：不相似；—：不列入考慮)。

| 排名 | 颱風           | 距離差異( $\bar{d}$ ) | 日期差異 | 西南氣流指標 | 整體相似度 |
|----|--------------|-------------------|------|--------|-------|
| 1  | 2007KROSA    | 0.00              | 0    | -5.10  | —     |
| 2  | 2006BILIS    | 0.69              | -83  | 4.33   | ×     |
| 3  | 1998YANNI    | 0.75              | -6   | -4.51  | ○     |
| 4  | 2000BILIS    | 0.82              | -42  | -4.45  | ○     |
| 5  | 2009TD06     | 0.88              | -82  | -0.22  | ×     |
| 6  | 2004NOCK-TEN | 0.89              | 22   | -8.81  | ○     |
| 7  | 2006KAEMI    | 0.93              | -72  | 2.28   | ×     |
| 8  | 2005MATSA    | 0.99              | -61  | 3.15   | ×     |
| 9  | 1996ZANE     | 1.02              | -6   | -5.30  | ○     |
| 10 | 2008JANGMI   | 1.05              | -5   | -7.66  | ○     |
| 11 | 1991AMY      | 1.10              | -77  | -1.38  | —     |
| 12 | 2004TALAS    | 1.12              | 78   | -6.36  | —     |
| 13 | 1990DOT      | 1.19              | -26  | 1.03   | ×     |
| 14 | 1997TINA     | 1.29              | -59  | 5.61   | ×     |
| 15 | 1990GENE     | 1.41              | -7   | -3.57  | ○     |
| 16 | 1990ROBYN    | 1.45              | -86  | 1.02   | ×     |
| 17 | 1990TASHA    | 1.45              | -70  | 0.05   | ×     |
| 18 | 1996HERB     | 1.47              | -65  | 3.41   | ×     |
| 19 | 1990BECKY    | 1.57              | -39  | -2.13  | —     |
| 20 | 1990YANCY    | 1.57              | -46  | -1.15  | —     |

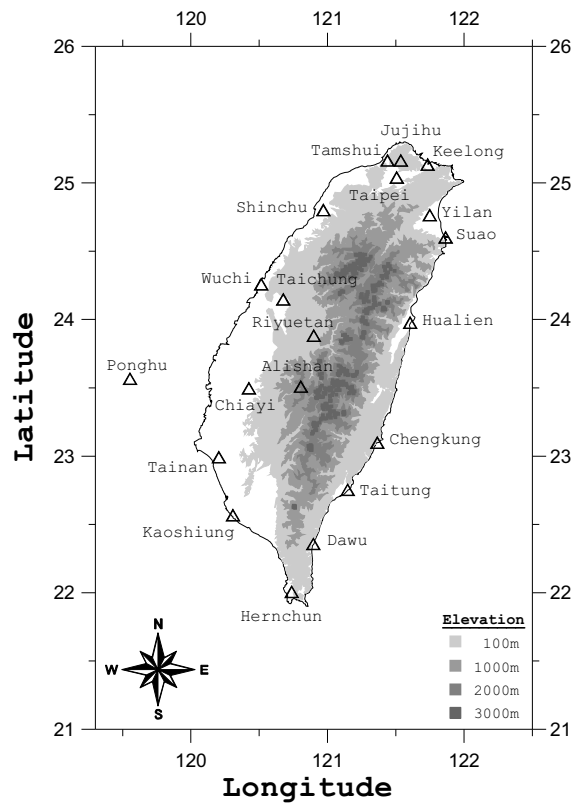


圖1. 本研究選用之中央氣象局氣象測站分布。

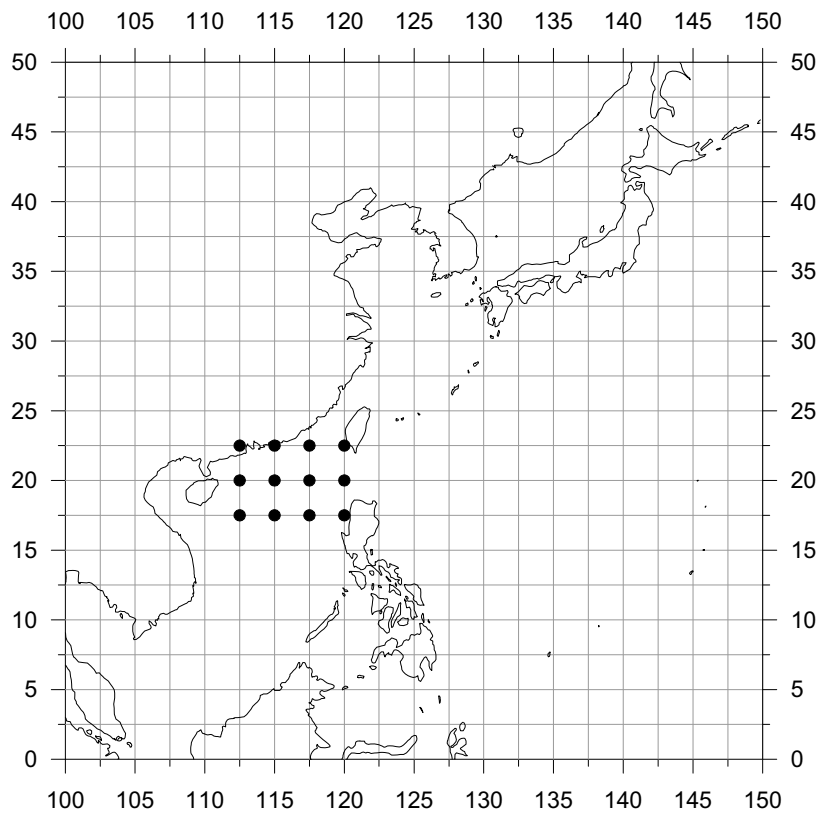


圖2. 環流型態辨識之分析範圍。其中，黑色圓點為計算西南氣流指標之座標位置。

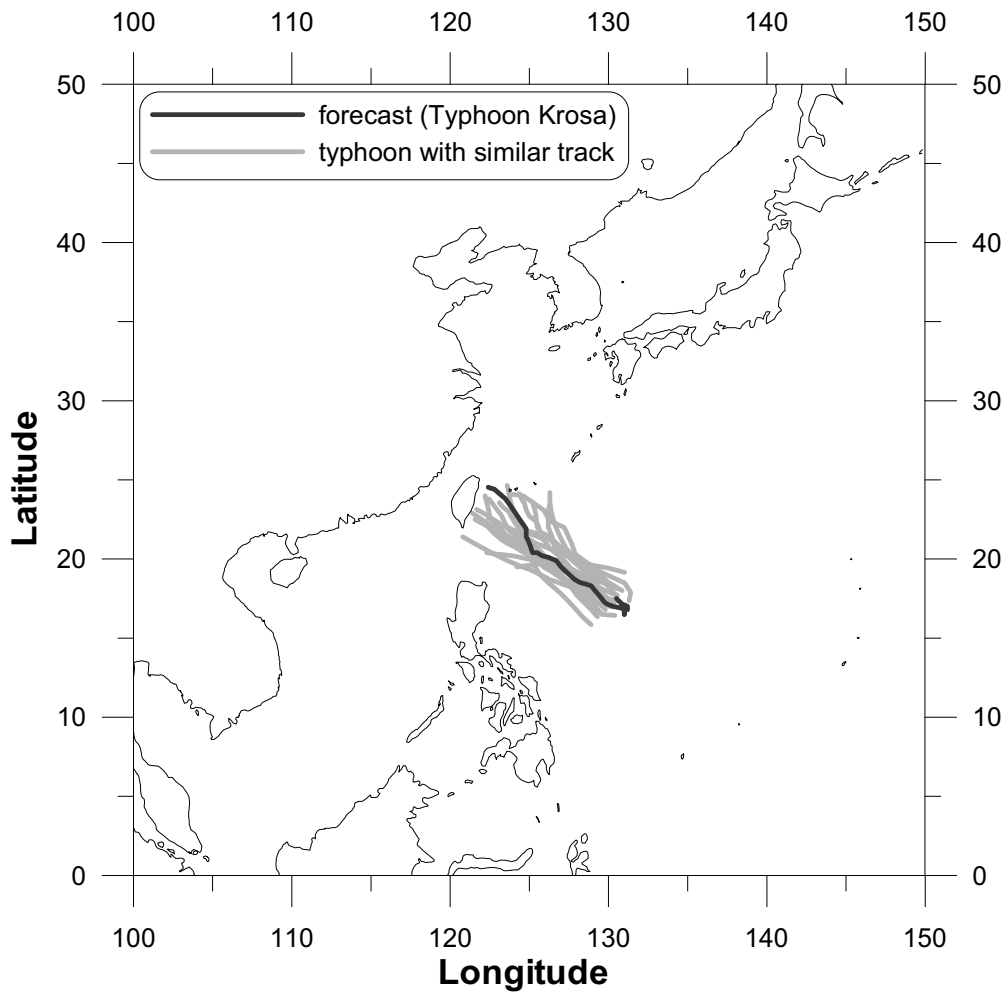


圖 3. 柯羅莎颱風於 2007 年 10 月 1 日 6 : 00 至 10 月 6 日 5 : 00 之路徑(黑色實線)，以及 20 個路徑相似之歷史颱風個案路徑(灰色實線)。