

颱風預警期間利用統計-動力法估計颱風降雨

于宜強 張智昇 李宗融 陳永明 林李耀 鳳雷

國家災害防救科技中心

摘要

台灣地區颱風季節為 7 至 10 月，每年都有 4~5 次颱風侵襲台灣。颱風侵襲時所帶來的強風與豪雨，經常為台灣地區造成較大的災害事件，其中包括風災、土石流及淹水。以目前颱風預報技術中仍偏重於颱風軌跡預報，誘發淹水與土石災害的雨量，其預報誤差仍偏大。過去 NCDR 利用氣候法進行颱風降雨估計，但常常因為資料母數的不足，無法針對颱風的細節進行過多的分類與描述。僅能針對降雨的趨勢進行推估，無法針對降雨的細節進行推估，常常出現估計過小的情形。在氣候變遷的影響下，極端降雨的颱風事件逐年增加，氣候模式推估的誤差也日益增大。

為了颱風應變需要，NCDR 開發一套針對颱風期間的統計-動力雨量估計系統，此系統是利用動力模式 (WRF) 例行預報結果，作為颱風期間雨量預報的基礎。颱風警報期間，以氣象局官方颱風路徑預報為雨量推估的依據，選取 WRF 模擬出颱風中心相近點位的雨量預報結果，重新組合成一組雨量預報資料。在本研究中，針對 2007~2008 年共計 11 場颱風，進行動力模式的颱風路徑修正。修正後的整場颱風降雨，其結果均獲得改善。其中除了 Nuri (如麗，2008) 外，其餘所有颱風整場颱風降雨估計與實測結果的空間相關係數均高於 0.5 以上，哈格比、辛樂克、卡玫基與韋帕更超過 0.8 以上的相關性。

一、前言

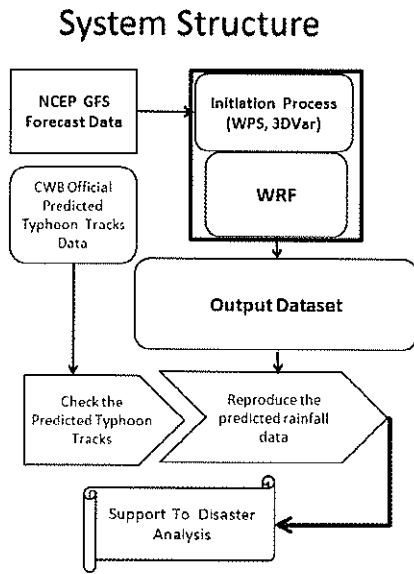
台灣地區天然災害造成的經濟損失，根據統計前三名分別為颱風、豪雨與地震。每年的五月到十月是台灣地區的汛期，正是台灣氣候分類上的梅雨季與颱風季，期間在夏季季風的影響下，梅雨鋒面與颱風事件常常導致台灣地區出現大規模的豪大雨事件，伴隨著豪大雨事件經常引發平地淹水及山區山洪爆發與土石流的發生。在防救災的工作上，如何掌握豪大雨的事件與降雨規模是目前急需突破的領域。90 年代開始，台灣地區就積極推動定量降水的研究，包括加強觀測資料的精度與密度，整合遙測雷達與衛星資訊進行雨量估計，發展台灣地區數值預報技術，多年的努力下使得台灣的定量預報技術發展已有大幅進步。雖然如此，但目前重大災害仍多因大豪雨所引起，災害的研判仍必須仰賴定量降雨的資訊提供。陳與謝等 (1991) 曾分析台灣地區豪 (大) 雨預報能力，發現對颱風豪 (大) 雨預報之 TS 為 0.6，前估為 0.62，後

符為 0.83；而對梅雨季之豪 (大) 雨預報則 TS 為 0.2，前估為 0.18，後符為 0.57。顯然，針對豪 (大) 雨預報能力現況、改進空間以及問題所在，梅雨與颱風有很大的差異。雖颱風降雨預報能力較好，分析颱風的數值預報的誤差中發現主要誤差的來源仍為路徑、移動速度、颱風結構與降雨物理過程等等。過去王等 (1986) 與 Chang et al. (1993) 利用氣候法，發展台灣地區颱風降雨預報方法，此方法說明在典型颱風影響台灣時降雨主要是受颱風環流與台灣地形交互作用影響，此方法只要能掌握颱風路徑就能得到台灣地區降雨的空間分佈，可以描述防災單位應注意的重點範圍，但在規模上的提醒卻仍無法掌握實際的定量規模。為彌補統計方法與數值預報方法的缺點，NCDR 針對颱風期間，利用數值預報系統為預報雨量的基礎，利用官方路徑做為路徑修正的依據，修正模式中因為路徑與颱風速度所造成的誤差，作為提供防災作業使用的定量降雨資訊。本文中將針對此方法的原理 (第二節)，測試結果 (第三節)、結語與未來建議 (第四

節) 進行說明。

二、方法介紹

NCDR 統計-動力颱風估計降雨系統是林等(2008) WRF 預報作業系統的後續研發工作，過去 WRF 作業系統是屬於每日例行的數值預報系統，每日使用 NCEP 的全球預報資料為驅動資料，進行 00UTC、06UTC、12UTC 及 18UTC 進行四次預報，預報系統中為 Nesting 三層的架構，最高解析度為 5km，可提供每小時降雨預報資訊。颱風期間，根據氣象局官方預報路徑進行模式內颱風路徑的比對與調整，調整的原則為根據氣象局的官方路徑，找尋模式之前的預報結果中，最相近位置的降雨，最為該時間的降雨預報，藉此將颱風路徑與移速誤差減少到最小，作業流程圖如圖一，將修正後的降雨資訊提供給防災作業參考。



圖一：颱風估計降雨系統流程圖

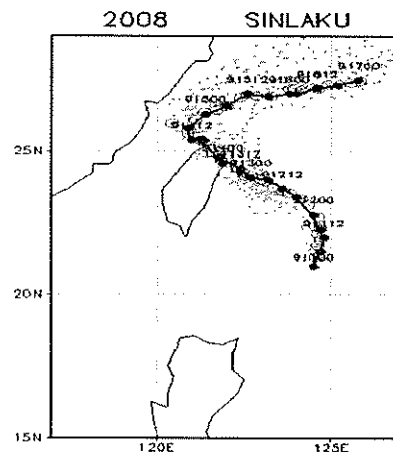
三、2007-2008 個案測試

本研究中，利用 2007-2008 年氣象局針對台灣地區發布颱風警報之颱風進行系統測試，2007-2008 警報颱風共有 11 個如表一。

表一：2007-2008 警報颱風

2007	帕布 (Pubuk)	梧提 (Wutip)
聖帕 (Sepat)	韋帕 (Wipha)	柯羅莎 (Krosa)
米塔 (Mitag)		
2008	卡玫基 (Kalmaegi)	鳳凰 (Fung-Wong)
如麗(Nuri)	辛樂克 (Sinlaku)	哈格比 (Hagupit)
薔蜜 (Jangmi)		

為了不讓氣象局官方預報的誤差影響估計降雨系統的結果，在測試研究中，均使用氣象局颱風分析路徑資料做為颱風路徑修正的依據。

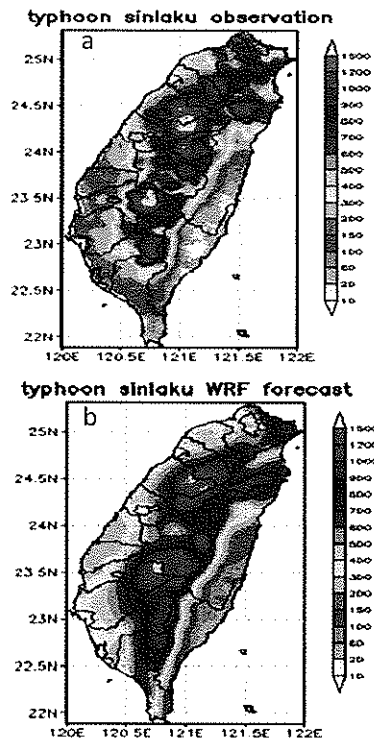


圖二：辛樂克颱風期間模式預測點位、實際路徑與系統選取點位。

以 2008 年辛樂克颱風為例，此次颱風以氣象局分類之二號路徑接近台灣，在接近台灣的同時颱風在宜蘭外海速度減慢且原地打轉，由於影響台灣的時間拉長，因此，整場降雨量相當的大。圖三 a 為實際觀測資料分析辛樂克颱風的整場颱風降雨量，主要降雨分佈北部地區、桃竹苗地區、南投山區及高屏山區，最大雨量超過 1500mm，造成南投地區重創，后豐斷

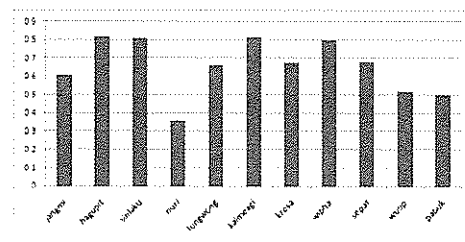
橋、豐丘山崩及廬山溫泉區飯店倒塌等災情。計有 14 人死亡，7 人失蹤，農損約 9 億元。圖二為模式預測颱風路徑與實際路徑比對，在 WRF 模式預報颱風路徑的結果分析，從模式 09/11 之後的預報結果中發現，預測颱風路徑多以接近宜蘭附近北上為主，部分結果則是通過台灣東北部的陸地，其他則偏北行進，大致上路徑的趨勢均與實際結果相似，但速度方面均無法有效模擬出颱風在宜蘭外海減慢的情形，模式預測的降雨時間短與預測颱風總量比實際降雨少。比對實際颱風路徑與預測路徑，並選取實際路徑中最接近的預報點位的模擬時間，將其降雨重新組合，修正後整場降雨預測（如圖三 b）作為最後預報結果。台灣地區颱風降雨的分布與實際降雨空間分布相當接近，空間的相似性高達 0.8 以上。同時分析 2007-2008 年 11 場颱風修正後的結果（圖四為 11 個颱風空間相似性分析），除了如麗颱風的降雨修正後結果，相似性不足 0.5 以外其他均達 0.5，並有四場颱風相似性高達 0.8 以上，其包括哈格比、辛樂克、卡玫基與韋帕。尤其是辛樂克與卡玫基颱風都是 2008 年重創台灣的颱風，此二颱風都有他的特別性，在使用此修正方法修正後，局然可以掌握其颱風的獨特性，實為不易。分析颱風降雨主要的差異，快速檢視 11 個颱風整場降雨修正的結果，均已經掌握颱風降雨的空間分佈，僅部分山區極值有些許差異。另外部分颱風雖有警報發布，但台灣地區的降雨偏少或是數值預報模式無法準確掌握其行進路徑及趨勢，都是造成修正法無法有效修正的可能。

在降雨時間趨勢的比對中，颱風實際的降雨與颱風內部降雨的結構有關，經常因為強降雨回波移入陸地所引發。此修正法中，為了能有效保留颱風連續環流影響訊號，以三小時點位最選取依據，組合期中每小時雨量。經過降雨時間相似性的分析，如果以每小時降雨的時間趨勢進行比對，平均相似均不足 0.5，但是如果以 6 小時延時資料進行比對就發現有五個颱風平均相似性可以超過 0.6（薔蜜、辛樂克、鳳凰、柯羅莎及韋帕），以 24 小時延時結果進行比對有六個颱風可以超過 0.7，除了卡玫基與聖帕其餘均可以達到 0.5 以上。



圖三：辛樂克整場颱風降雨比較，(a) 實際觀測結果，(b) 修正後預測結果。

比對時間相關係數的空間分佈（如圖五）以辛樂克颱風為例，延時的時間長度越長，時間相關係數值就越大。不同的延時長度分析中，較大降雨的空間位置上，相關係數均比較高，表示整場颱風事件中，對較大雨是發生的地區，可以掌握降雨的時間趨勢。由此說明，利用修正法修正後的產品，雖不能提供逐時準確的降雨，但 12-24 小時平均降雨有其重要的參考價值。



圖四：2007-2008 整場颱風降雨空間相似性分析結果，數值為空間區域相關性係數。

四、結語與未來建議

本研究僅是此統計-動力修正法的雛形測試，已經有效修正現行數值預報模式在颱風期間的誤差。但颱風期間的數值預報所產生的誤差，並非此修正法所假設的那麼簡單，此方法在目前作業上仍有許多誤差無法消除。仍有許多工作可以持續進行：

第一：颱風路徑與颱風本身的物理有相當程度的關聯性，NCDR 目前由於電腦資源的不足，無法進行多重物理組合與多重系集方式的數值預報，因此在路徑的掌握上，可能會出現較大系統偏差，如果預報與實際颱風路徑有較大差異時是無法利用此法進行修正的。

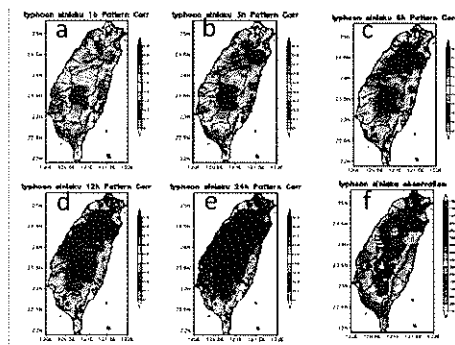
第二：此修正法開始的假設是數值預報已經掌握颱風環流結構與強度，如果在模擬結果中，無法掌握颱風在預報過程中的變化，也是此修正方法產生誤差的可能條件。如何再模擬或初始化中更準確描述颱風也是此修正法後續必須考慮的問題。

本研究目前僅為起步階段，未來仍需加入更多統計方法與數值預報資源，根據預報的需求進行修正，希望能提供防災應變作業中，更精準的定量降雨資訊。

陳泰然，謝信良，陳來發及陳清得，1991：台灣地區現階段豪（大）雨預報能力。《大氣科學》，19，177-188。

王時鼎、嚴清連、陳泰然與謝信良，1986：台灣颱風降雨特性及其預報研究（三）。國科會防災科技研究報告 74-51 號，P57-90。

Chang C.-P., T.-C. Yeh, and J.M. Chen, 1993: Effects of terrain on the surface structure of typhoons over Taiwan. *Mon. Wea. Rev.* 121. 734-752.



圖五：時間相關係數空間分佈，(a) 1 小時延時、(b) 3 小時延時、(c) 6 小時延時、(d) 12 小時延時、(e) 24 小時延時、(f) 實際整場雨量分佈。

參考文獻