

衛星潛勢類比預報技術在莫拉克颱風(2009)侵台期間之應用研究

劉崇治¹ 劉振榮² 林唐煌³ 趙俊傑⁴

明新科技大學自然科學教學中心¹ 中央大學太空遙測研究中心及大氣物理研究所²

中央大學太空遙測研究中心及太空科學研究所³ 中央大學大氣物理研究所⁴

摘 要

莫拉克颱風(2009)在台灣地區帶來的超大豪雨，造成空前的災難。除了因為颱風環流本身具備相當充沛的可降水量外，颱風在台灣附近地區停留的時間相當長也是重要原因之一。雖然颱風預報技術在近年來已有很大的進步，不過對氣象作業單位而言，還是很難在第一時間做出這麼大的降水預報，所以災害的預警時間受到很大的限制。基於這個原因，我們急需發展一個快速而有效的颱風累積降水量潛勢估計法。本研究提出降雨潛勢類比預報技術(Rainfall Potential Analog Forecasting Technique; RaPAF)來預報颱風侵襲台灣期間各地的累積降雨量分佈。在莫拉克颱風 (2009)的個案應用上，此法不僅能夠提供一個更接近於事實的累積降雨分佈，而且最大降水量預報值及降雨區的位置也都相當接近觀測。由於此法的計算非常容易而且快速，又可以在颱風生成之後的各個階段進行累積降雨及潛勢災害預報，因此非常值得推廣至各區域的氣象預報作業中心。

關鍵字：莫拉克颱風、潛勢類比預報技術、累積降雨量

一、前言

莫拉克颱風於2009年8月4日在菲律賓東北方約1000公里海面上生成，8月5日增強為中度颱風並向西緩慢移動，8月6日21UTC時暴風圈逐漸進入台灣東部陸地，台灣本島於8月9日10UTC左右脫離暴風圈。短短兩天半的時間造成台灣地區巨大的災損。根據政府的統計，大量的降水造成254處道路坍方及眾多民房泡水及被土石流淹沒等情形。人員傷亡及失蹤數目超過769，並有24,950人被迫遷移住所。經濟方面整體損失金額估計約1,100億元。

台灣的中央山脈地形特殊，侵台颱風往往是在西太平洋上生成，然後西行影響台灣地區，並且和中央山脈產生複雜的交互作用。颱風降水分佈、強度等都受到很大的影響，並且增加了預報的困難性。由於台灣地區已經是經濟高度開發的實體，各類型建築物的抗風強度大致良好，所以事實上近年來侵襲台灣地區的颱風所帶來的強風並沒有造成太大的影響，真正造成重大災害的都是颱風夾帶的大量降水，所以不論是政府或是氣象學家都竭盡全力進行相關的研究並提出防範之道。相關研究已經很多，例如Brand and Blesloch (1974) 認為西行颱風在

接近中央山脈時有呈現逆時鐘繞行的趨勢[1]。另外也有很多學者認為颱風通過中央山脈時有些路徑連續，有些則會有不連續的情形 [2][3][4][5][6]。一般來說強度較弱的颱風容易被地形影響，使得颱風路徑為不連續軌跡，而較強颱風受地形影響相對較輕微，行進路徑常常為連續軌跡。此外前者常會在中央山脈的西側造成兩個(或以上)的副低壓。這些因為地形的影響，都會影響到侵台颱風在台灣地區的累積降雨量分佈。另外颱風的降水也被認為直接和地形舉升水氣通量有關 [8][9][10]。Liu (2009)曾經利用熱帶降雨潛勢估算技術[12]及中央氣象局雨量測站資料，嘗試將中央山脈地形的影響去除，並提出颱風侵台期間台灣地區的區域累積降水估算技術[11]。由Liu (2009)的結果看來，雖然考慮地形修正後的結果明顯改善了熱帶降雨潛勢估算技術的累積降雨估算值，不過這樣的結果只能應用在台灣六個不同的區域(北部、中部、南部、東北部、東部及東南部)，對於災害防制的幫助有限。

莫拉克颱風(2009)在台灣地區帶來的豪雨，造成空前的災難，引起了國際的注意，我們急需發展一個快速而有效的颱風累積降水量潛勢估計法。基於這個原因，本研究提出潛勢類比預報技術來預報颱風侵襲台灣期間各地的累積降雨量分佈。

二、資料

本研究使用SSM/I衛星微波資料進行降雨強度的估算，中央氣象局的自動雨量站資料則視為降雨量真值。一般來說颱風環流觸碰到東經118.5°E至123.0°E、北緯21.0°N至26.5°N範圍時，台灣地區會開始下雨，因此本研究將此區域設為研究區域(如圖1)。同時本研究選擇1998至2007期間，8個在西太平洋海面上生成，然後西行登陸台灣東部的颱風個案(如圖1)，做為本研究潛勢類比預報技術的氣候資料庫。另外本研究以差分技術將颱風聯合預報中心(The Joint Typhoon Warning Center; JTWC)的最佳路徑內差到每15分鐘一筆，一旦颱風進入實驗區域內，便開始計算累積降水量。

三、研究方法

利用衛星微波頻道反演降水的方法有很多，本研究選擇第三代作業型的SSM/I降水技術[13][14]，這樣做的理由是因為該法是美國國家海洋大氣局及國家環境衛星中心(National Oceanic and Atmospheric Administration/National Environmental Satellite, Data and Information System; NOAA/NESDIS)所發展，並且是NESDIS的線上作業方法。為了方便本研究提出之潛勢類比預報技術能夠在氣象預報作業單位的可能應用，所以本研究也使用同樣的方法。至於本研究提出之類比預報技術及其在侵台颱風累積降水預報之應用流程如圖2

四、討論

由於受到颱風逆時鐘環流及中央山脈地形的影響，圖3為圖1中所有颱風的平均累積降雨量分佈。由圖可知，由於颱風環流是逆時鐘旋轉，因此在颱風中心北側(即23.5°N以北)基本上是屬於迎風面，降雨量應屬於相對最高值區，台灣東南部及北部地區則受中央山脈阻擋，累積雨量相對較少，至於台灣中南部的雨量則集中在山區，為次高值區。這樣的累積降雨量分佈和侵台颱風降雨分佈的概念模式一致。圖4是莫拉克颱風進入實驗區域期間，中央氣象局自動雨量站的累積降雨量觀測分佈圖。圖5則是利用三代作業型的SSM/I降水方法及原始TRaP技術估算莫拉克颱風進入實驗區域期間，台灣地區之累積降雨量分佈預報圖。圖6是利用本研究之颱風降雨潛勢類比預報技術(RaPAF)所得的累積降雨量分佈，比較圖4、圖5及圖6可知，此潛勢類比預報技術不但可以得到更接近於事實的累積降雨預報降雨分佈，更重要的是最大降水量預報值和出現位置都相當接近，可見應用價值相當高。至於颱風路徑預報

誤差對於RaPAF技術的影響以及其與數值模式的預報結果比較分析將於研討會報告。

五、結論

莫拉克颱風(2009)在台灣地區帶來的超大豪雨，造成空前的災難。除了因為颱風環流本身具備相當充沛的可降水量外，另外他在台灣附近地區停留的時間相當長也是重要原因。無論是客觀的數值預報或主觀的經驗預報，對氣象作業單位而言，都很難在第一時間做出這麼大的降水預報，所以災害的預警時間受到很大的限制。基於這個原因，我們急需發展一個快速而有效的颱風累積降水量潛勢估計法。因為衛星的觀測面積廣泛，所以一旦颱風形成，便可以進行密集監控，所以本研究透過SSM/I衛星微波資料降水觀測的分析，提出潛勢類比預報技術來預報颱風侵襲台灣期間各地的累積降雨量分佈。在莫拉克颱風(2009)的個案應用上，本研究提出的方法表現出非常接近於實際觀測的結果。由於此法的計算非常容易而且快速，又可以在颱風生成之後的各個階段進行累積降雨及潛勢災害預報，因此非常值得推廣至各區域的氣象預報作業中心。

六、誌謝

感謝中央氣象局颱風資料庫及國科會大氣研究資料庫提供颱風相關研究資料。本研究由國科會專題研究計畫「NSC 97-2111-M-159-001」、「NSC 98-2625-M-159-001」資助下完成。

七、參考文獻

1. Brand, S., and J. W. Blesloch, 1974: Changes in the characteristics of typhoons crossing the island of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, 102, 708–713.
2. Wang, S.-T., 1980: Prediction of the behavior and strength of typhoons in Taiwan and its vicinity. Res. Rep. 108, National Science Council, Taipei, Taiwan, 100 pp.
3. Chang, S. W., 1982: The orographic effects induced by an island mountain range on propagating tropical cyclones. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 1255–1270.
4. Yeh, T.-C., and R. L. Elsberry, 1993a: Interaction of typhoons with the Taiwan topography. Part I: Upstream track deflection. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 3193–3212.
5. Yeh, T.-C., and R. L. Elsberry, 1993b: Interaction of typhoons

with the Taiwan topography. Part II: Continuous and discontinuous tracks across the island. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 3213–3233.

6. Lin, Y. L., J. Han, D. W. Hamilton, and C.-Y. Huang, 1999: Orographic influence on a drifting cyclone. *J. Atmos. Sci.*, 56, 534–562.
7. Wu, C. C., and Y.-H. Kuo, 1999: Typhoons affecting Taiwan: Current understanding and future challenges. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 80, 67–80.
8. Lin, Y. L., S. Chiao, T. A. Wang, M. L. Kaplan, and R. P. Weglarz, 2002: Some common ingredients of heavy orographic rainfall. *Wea. Forecasting*, 16, 633–660.
9. Lin, Y. L., D. B. Ensley, S. Chiao, and C.-Y. Huang, 2002: Orographic influences on rainfall and track deflection associated with the passage of a tropical cyclone. *Mon. Wea. Rev.*, 130, 2929–2950.
10. Wu, C. C., T. H. Yen, Y. H. Kuo, and W. Wang, 2002: Rainfall simulation associated with Typhoon Herb (1996) near Taiwan. Part I: The topographic effect. *Wea. Forecasting*, 17, 1001–1015.
11. Liu, C. C., 2009: The Influence of Terrain on the Tropical Rainfall Potential Technique in Taiwan. *Wea. Forecasting*, 24, 785–799.
12. Kidder, S. Q., and Coauthors, 2005: The tropical rainfall potential (TraP) technique. Part I: Description and examples. *Wea. Forecasting*, 20, 456–464.
13. Ferraro, R. R., and G. F. Marks, 1995: The development of SSM/I rain-rate retrieval algorithms using ground-based radar measurements. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 12, 755.
14. Ferraro, R. R., 1997: SSM/I derived global rainfall estimates for climatological applications. *J. Geophys. Res.*, 102, 16 715–16 735.

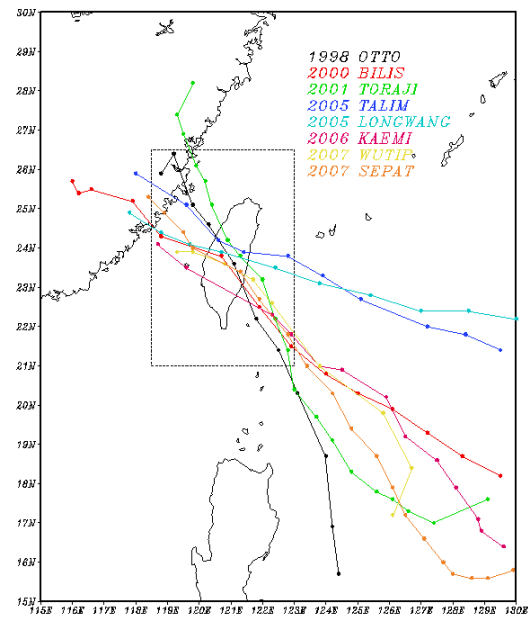


圖1 1998至2007年期間，太平洋生成並西行登陸台灣東部的颱風最佳路徑及本研究所定義的研究區域。

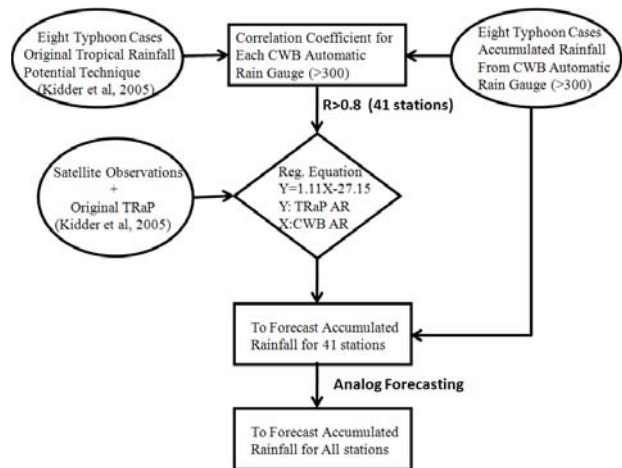


圖2 颱風降雨潛勢類比預報技術(RaPAF)及其應用流程。

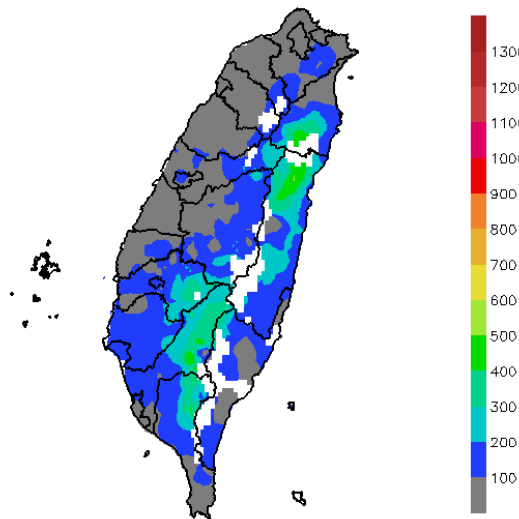


圖3 為圖1中所有颱風侵台期間，台灣各地的平均累積降雨量分佈。

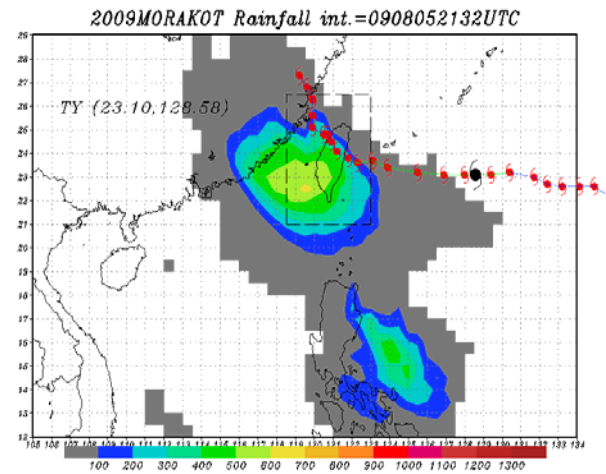


圖5 莫拉克颱風(2009)侵台期間，熱帶潛勢降水技術(TRaP)的累積雨量預報分佈。

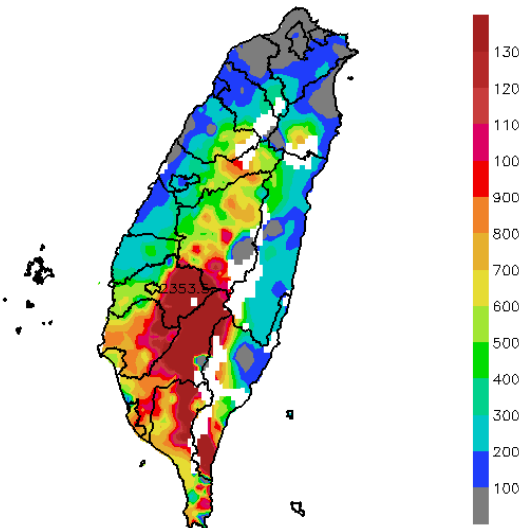


圖4 莫拉克颱風(2009)進入實驗區域時期，中央氣象局自動雨量站觀測之累積降雨量佈。

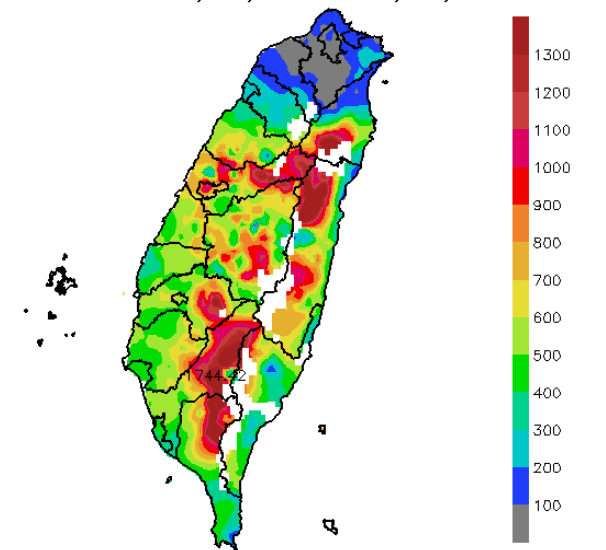


圖6 莫拉克颱風(2009)侵台期間，降雨潛勢類比預報技術(RaPAF)的累積雨量預報分佈。