

# 雷達徑向風資料同化對艾莉颱風的模擬影響之研究

林欣弘<sup>1</sup> 林沛練<sup>1</sup>

國立中央大學大氣物理研究所<sup>1</sup>

Bill Kuo<sup>2</sup> and Qingnong Xiao<sup>2</sup>

National Center for Atmospheric Research<sup>2</sup>

## 摘要

本研究使用美國國家大氣研究中心(NCAR)所發展之三維資料同化系統，將五份山與中央大學雷達所觀測之雷達徑向風場資料加入修正模式背景場，並探討模式在台灣區域模擬加入雷達資料模擬修正的影響。

研究針對2004年艾莉颱風個案進行研究，艾莉颱風路徑以非常接近台灣北部陸地的距離通過台灣，因此五份山雷達與中大雷達可以在颱風移入與離開台灣時很完整的觀測的颱風的中心環流結構，透過這樣完整個颱風觀測資料，針對雷達徑向風三維變分資料同化方法來探討雷達觀測對模式預報背景場的調整、颱風路徑修正以及對台灣降雨量的改善等，並且討論不同觀測資料同化的影響差異。然而台灣受到中央山脈地形的阻擋，台灣雷達的觀測範圍常受到地形限制，因此在透過多雷達的觀測，可以涵蓋較大範圍的天氣系統，因此討論多雷達資料同化對模擬的影響特性，甚至討論解析度對雷達資料同化的影響，皆對未來雷達在實際應用上有實質的幫助。

## 前言

在天氣系統的數值模擬過程中，常受限於初始場的準確性，對中小尺度天氣系統的模擬仍無法完整的掌控其預報能力，因此可利用區域觀測資料修正模式初始場，來改善模式模擬能力。其中利用變分法同化觀測資料來修正初始場為重要的方法之一，而雷達觀測資料亦可加入變分同化過程之中。

Sun and Crook(1997)利用變分法將雷達徑向風與回波以四維資料同化加入雲模式中，討論資料同化對模擬的影響。Xiao et al. (2004) 利用NCAR發展的三維資料同化系統針對颱風個案進行研究，結果颱風路徑的修正上雷達徑向風同化比雷達回波同化結果來的好，而且單獨只同化雷達徑向風的初始場修正效果以及短時間的降雨預報結果都來的比只同化回波資料來的好。Xiao et al. (2005) 單純使用雷達徑向風加入修正模式初始場，結果對劇烈降水的鋒面個案，在前六個小時有不錯的改善表現。

由於雷達擁有很好的空間與時間解析度，在台灣完整的雷達網聯之下，對台灣地區的模擬有很好的改善空間，尤其對於海上移入台灣的天氣系統或侵台颱風，能在系統尚未到達台灣之前，將觀測資料加入資料同化中，來改善模式預報天氣系統的準確度，對於較大範圍的天氣系統，台灣的雷達網更能突顯台灣特殊地形下同化與模擬的重要性。

## 結果討論

為了比較資料同化的影響大小，實驗主要分為控制組與資料同化組，控制組不做任何的資料同化，其模擬結果在颱風最靠近台灣陸地時有比較大

的誤差。而加入雷達徑向風資料同化之後，颱風路徑與強度都有比較好的修正。圖一為08/25 00Z資料同化前後的環流，比較雷達觀測的回波，資料同化之後颱風環流中心被調整至較接近實際的颱風中心位置，由於颱風中心被修正的結果，使得之後的台灣降水模擬有比較好的分佈結果。

在不同觀測資料的資料同化敏感度測試上，分別針對地面測站、全球觀測資料、探空以及雷達徑向風做資料同化與模擬的比較。圖二為颱風中心最低氣壓，從結果來看，三維資料同化在背景場的氣壓修正上並不會很明顯，但是有加入地面站的觀測資料，在初始時間上有稍微增強一些，但之後三小時模擬結果氣壓反而些微上升。反倒是有加雷達徑向風的兩組測試，反而在颱風強度模擬上，有明顯的增強趨勢，尤其在模擬一小時內中心氣壓下降了4hPa，這是由於資料同化無法直接將風場的調整直接反應到氣壓上，但是透過模式的模擬調整後，氣壓也慢慢降低。

在降水模擬的比較上，圖三為不同時間的TS SCORE得分，cy1-5為不同資料同化時間，比較每次做完資料同化後模擬三小時降雨得分跟控制組的差異。結果上在颱風比較靠近台灣的最後兩個時間上，資料同化在降雨上有比較好的結果，尤其是控制組得分下降，而資料同化TS得分反而上升。

圖四 a、b 則分別為資料同化與控制組降水模擬結果，時間為 08/25 03Z，為三小時累積降水。從模擬結果比較來看，資料同化組不僅颱風強度比較強，且颱風中心位置也較接近真實的颱風中心。比較降水分布情形，控制組降水在北部山區明顯弱了很多，而且最大降水集中在山區的北側，這與實際

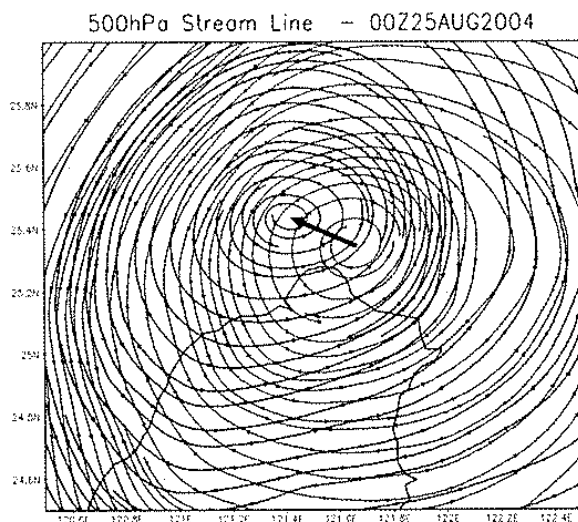
的觀測降水分布上有較大的差異，而資料同化組降水分布則較接近實際觀測分布，最大降雨多集中在北部山區，不過由於模擬颱風強度還是比實際來的低，因此在降水量上，仍是有低估的情形。

比較模擬的降水與地形造成的輻合分佈情形，圖五 a、b 發現主要降水皆為在地形輻合地區，由於控制組颱風移動較慢，因此在北部山區風場多為西北風，所造成的降雨則位於北部山區的北側迎風面上，而徑向風資料同化調整過整個颱風環流風場分布，因此在北部山區附近風場為西風，因此降水位置移至較偏南的山區。

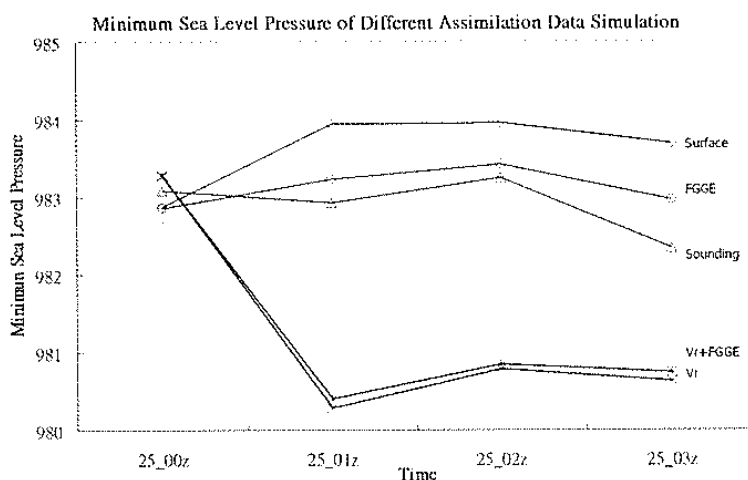
而在降水量比較上，控制組在北部山區的模擬降水仍比資料同化組弱上許多，其中一個原因是颱風強度太弱，颱風環流風速也因此比較小，造成地形輻合上的強度減弱，在北部山區主要降水的地形前的風速，資料同化後的風速比控制組大 0.5 倍，所以相對來講也造成了較大的降水。

## 參考文獻

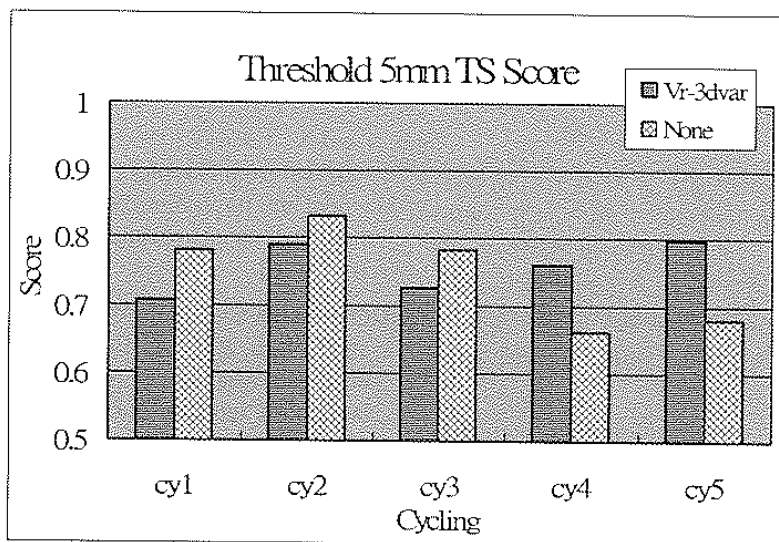
- Sun, J. and N. A. Crook, 1997: Dynamical and microphysical retrieval from Doppler radar observations using a cloud model and its adjoint. Part I: Model development and simulated data experiments. *J. Atmos. Sci.*, **54**, 1642-1661.
- Xiao, Q., Y.-H. Kuo, J. Sun, W.-C. Lee, E. Lim, D. M. Barker, and E. Lim, 2004: Assimilation of Doppler radar observations and its impacts on forecasting of landfalling typhoon Rusa (2002). *Proceeding of ERAD (2004)*: 178-182.
- Xiao, Q., Y.-H. Kuo, J. Sun, W.-C. Lee, E. Lim, Y.-R. Guo, D. M. Barker, 2005: Assimilation of Doppler radar observations with a Regional 3D-Var system: Impact of Doppler velocities on forecasts of a heavy rainfall case. *J. Appl. Met.*, **44**, 768-78.



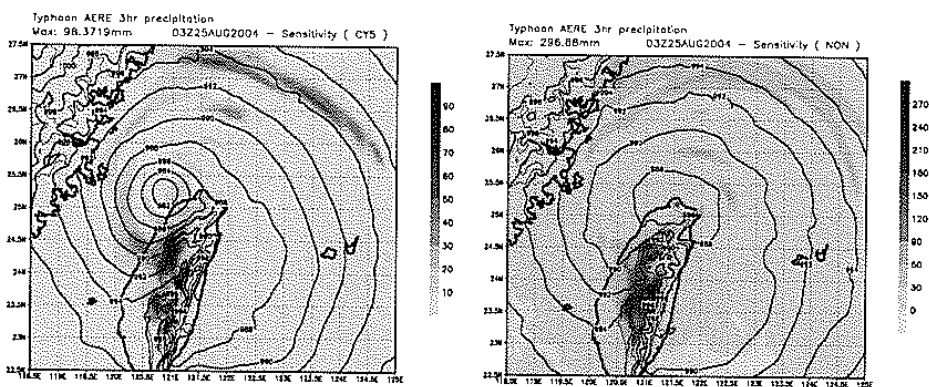
圖一、資料同化前後颱風環流變化。



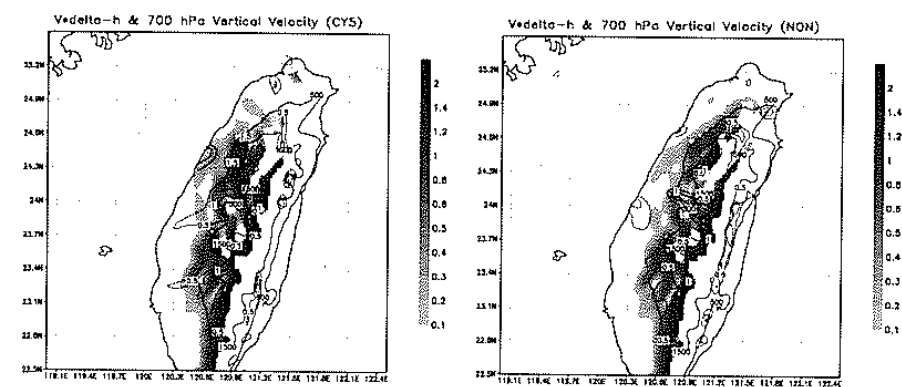
圖二、資料同化後之颱風中心最低氣壓與模擬三小時颱風最低氣壓趨勢。



圖三、資料同化與控制組的降水模擬結果 TS 得分比較。



圖四、(a)資料同化、(b) 控制組 08/25 03Z 模擬海平面氣壓與三小時累積降水。



圖五、(a)資料同化、(b) 控制組 模擬之垂直速度與風場在地形上之輻合效應。