

2005年侵台強颱之模擬分析

黃允薇 簡芳菁

國立師範大學地球科學系

摘要

2005年侵襲台灣的颱風中，有三個颱風屬於強烈颱風，分別為2005年7月的海棠颱風、8月底的泰利颱風、10月初的龍王颱風，其中尤以海棠颱風的特殊路徑令人印象深刻，這三個強烈颱風皆為台灣地區帶來大量的降水及嚴重的災害。在此研究中，我們以WRF模式(Weather Research and Forecasting Model)來模擬這三個強烈颱風，網格解析為45 km及15 km，模擬長度為48小時。我們首先進行敏感度測試，發現微物理法及積雲參數化法的搭配對每一個颱風模擬的效益不同，實驗中獲得最佳模擬之組合對海棠颱風為Kain-Fritsch scheme(KF scheme)及WSM 5-class scheme(WSM 5 scheme)，泰利颱風為Betts-Miller-Janjic scheme及WSM 6-class graupel scheme，而龍王颱風則為KF scheme搭配上WSM 5 scheme，故我們將這些搭配設為控制模擬(control run)，在加入觀測資料以及bogus資料做3DVAR模擬，發現加入資料同化後氣壓場有明顯的加深，路徑也有較好的表現，降水、雷達回波的模擬上也與觀測資料相當一致，唯海棠颱風在加入3DVAR之後移動速度變慢。未來研究將加入5 km的模擬，更進一步的探討颱風的環流及垂直結構分析。

關鍵字：海棠颱風、泰利颱風、龍王颱風、WRF模式

一.前言

台灣地區每每有颱風來襲都會有不小的災情傳出，若能經過準確的模擬與預報而提早疏散相關地區人民，必能降低許多傷亡。由於台灣的面積小，颱風路徑之預測往往差之毫釐，失之千里，對於中小尺度的模擬來說，目前尚未能有非常準確的預報。本研究以2005年侵襲台灣的三個強烈颱風作研究個案，利用WRF模式來模擬分析這些強烈颱風，分別為海棠颱風(Haitang)、泰利颱風(Talim)以及龍王颱風(Longwang)，期望能夠探討三者結構之異同，路徑受地形影響之異同等問題。

二.觀測資料分析

(一) 海棠颱風(Haitang)

2005年第五號颱風海棠於7月12日0000UTC生成，位置在北緯23.5度，東經115.8度，強度為輕度颱風，朝西南西轉西北西方向逐漸逼近台灣，中央氣象局在7月16日0600UTC發佈海上颱風警報，並於1500UTC發佈海上陸上颱風警報，此時強度已增強為強烈颱風。海棠颱風在18日0000UTC受到地形的影響，速度減慢，行徑位置向南偏，0300UTC在花蓮東方打轉，繞了一圈後中心逐漸向北移動，並於18日0650UTC在宜蘭東澳附近登陸，中心登陸後減為中度颱風，仍朝西北西移動，直到18日1400UTC於苗栗後龍附近進入台灣海峽北部，轉為輕度颱風，19日下午解除警報。

綜觀天氣來看，17日0000UTC副熱帶高壓入侵到台灣的北邊，此時颱風仍朝西北方向前進，直到18日0000UTC受到地形的影響，速度變慢，中心開

始向南移，其後又因為副高稍稍減弱而使得颱風開始向北移動，0650UTC在宜蘭東澳登陸，登陸後減為中颱，18日晚間颱風中心出海。

(二) 泰利颱風(Talim)

13號颱風泰利在2005年的8月26日0000UTC生成，強度為輕度颱風，位置在北緯12.6度，東經144度，行徑方向為西北西，在8月30日的0000UTC增強為強烈颱風，中央氣象局也在此時發佈海上颱風警報，颱風持續朝西北方移動，直到8月31日1800UTC，受到地形影響，已減弱為中颱，且出現高低中心分離現象，低層中心在花蓮附近近海，而高層中心已進入花蓮縣的立霧溪，低層中心於9月1日1530UTC左右在宜蘭、花蓮間登陸，環流中心已經消散減弱，並在台中近海被所形成的副中心所取代，出海後強度持續減弱。

31日0000UTC到0600UTC可以發現副熱帶高壓的向南入侵，之後副高沒有太大的變化，在登陸前中心有稍稍向南偏，且高低層中心分離，為分裂過山形式越過台灣。

(三) 龍王颱風(Longwang)

第19號颱風龍王在2005年9月27日0300UTC在北緯21.5度、東經141度生成，為一輕度颱風，龍王颱風在9月30日晚間轉為強烈颱風，中央氣象局也在同時發佈海上颱風警報，並於10月2日1315UTC在花蓮縣豐濱鄉附近登陸，龍王颱風與其他兩個颱風的不同在其登陸過後的三個小時之後，才減弱為中度颱風，不像其他兩個颱風在登陸前就受到地形的影響而減慢速度，並在登陸後減弱。龍王颱風於2日晚間在濁水溪附近出海，出海後強度、速度持續減弱。

受到副熱帶高壓的向西南延伸，颱風持續向西及西北西移動，為自由越過台灣北部。

三. 模式設定

WRF (Weather and Research Forecast model) 為中尺度數值模式，由於此模式提供了許多不同的微物理法、積雲參數化法，因此可以適用於不同的天氣類型 (洪等 2005)。

本研究採用 WRFV2.1 版，模式模擬為三層巢狀網格 (如圖 1) 分別為 Domain1(180×110, 解析度為 45km)、Domain2(136×103, 解析度 15km)，以及 domain3(160×160, 解析度為 5km)。模式採用美國 NECP(National Center for Environment Prediction)AVN 全球模式資料作為初始場，模擬時間為 48 小時，海棠颱風的初始時間為 7 月 17 日 0000UTC、泰利颱風的初始時間為 8 月 31 日的 0000UTC 及龍王颱風的初始場為 10 月 1 日的 0000UTC。

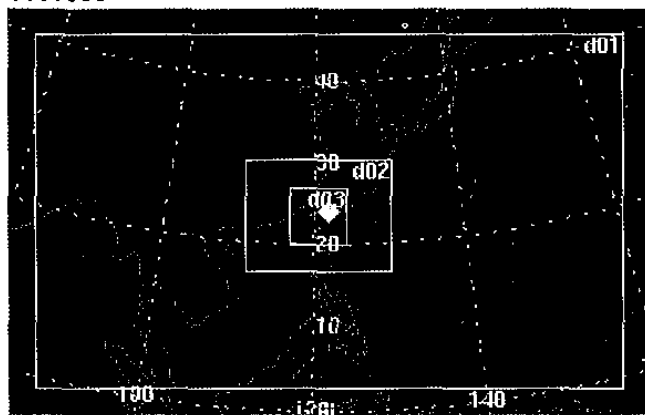


圖 1. 模式選取範圍，分別為 d01(180×110)、d02(136×103)、d03(160×160)，解析度分別為 45km、15km、5km。

由於 WRF 模式中有許多不同的微物理參數及積雲參數法，在經過敏感度測試後為三個颱風找出了最佳的搭配方式，在此稱為控制組 (control run)，發現海棠颱風的控制組為 Kain-Fritsch scheme (KF scheme) 及 WSM 5-class scheme (WSM 5 scheme)，泰利颱風為 Betts-Miller-Janjic scheme 及 WSM 6-class graupel scheme，而龍王颱風則為 KF scheme 搭配上 WSM 5 scheme。在此我們以控制組為基礎，再加入 3DVAR，進行資料同化，加入的資料為觀測資料及中央氣象局的颱風 BOGUS 資料，經過實驗發現，若同時加入觀測資料和 BOGUS 資料，與只加入 BOGUS 資料相比，後者較為接近觀測資料，在氣壓方面也有較好的表現，故以下的模擬皆以只加入 BOGUS 資料進入 WRF3DVAR 去做同化模擬。以下沒有經過 3DVAR 模擬的組別稱為 N 組，加入 BOGUS 資料的組別稱為 B 組。

四. 模擬結果

(一) 中心氣壓變化

a. 海棠颱風 (Haitang)

模擬初始時間為 7 月 17 日 0000UTC，模擬 48 小時，由圖 2 可以看見，無論有沒有加入 BOGUS 資

料同化，仍與實際觀測中心氣壓值有明顯的差距，B 組資料的氣壓，比 N 組為低，約相差 10mb 左右，而三者登陸後，即模擬時間 30 小時，有上升的趨勢，但模擬仍無法達到觀測的強度。

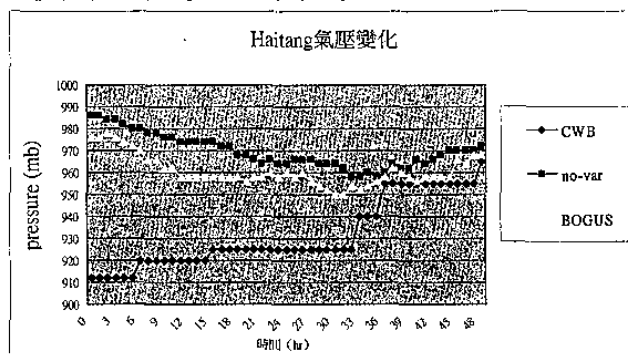


圖 2. 海棠颱風在模擬時間內的氣壓變化，分別為 CWB (藍線)、no-var (粉紅線) 以及 BOGUS (黃線)。紅色箭頭部份為登陸時間。

b. 泰利颱風 (Talim)

模擬的初始時間為 8 月 31 日的 0000UTC，模擬時間為 48 小時，由圖 3 可知，B 組與 N 組皆與觀測資料有明顯差異，但明顯可見 BOGUS 組表現比 no-var 組好上許多，氣壓值較低，由於自 9 月 1 日 1530UTC 解除警報，故無正確的氣壓資料，所以從模擬時間 41 小時之後沒有氣壓觀測資料。

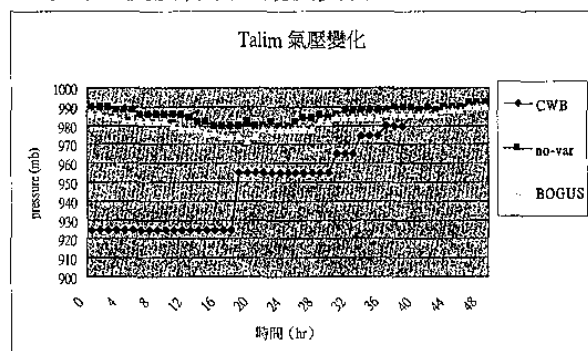


圖 3. 泰利颱風的氣壓變化圖。

c. 龍王颱風 (Longwang)

龍王颱風模擬的初始時間為 10 月 1 日 0000UTC，模擬時間同樣為 48 小時，由圖 4 可知，龍王颱風的氣壓值與其他兩個颱風的氣壓值來的高一點，同樣的也有加入 BOGUS 組的表現較好，但後期的實際氣壓值卻高於模擬，研判與後期模擬的誤差值較大有關，詳細原因有待未來探究。

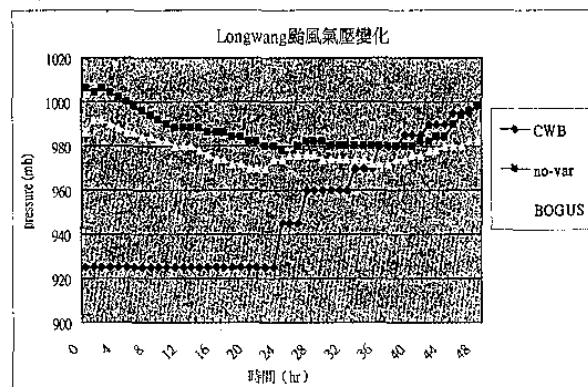


圖 4. 龍王颱風的氣壓變化。

(二)路徑模擬

a. 海棠颱風 (Haitang)

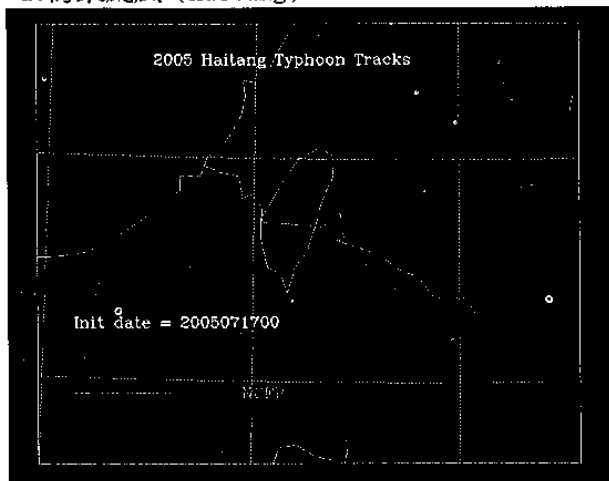


圖 5. 海棠颱風路徑圖。

由圖 5 可知，無論是 B 組或是 N 組所模擬出的路徑皆與觀測路徑有差距，N 組在初期與觀測模擬近似，但隨著模擬時間的增長路徑也相差越大，雖有些微的打轉現象，仍與觀測資料有段差距；而 B 組受到地形的影響，行徑速度較慢，最後僅登陸在台灣東部，並未有通過台灣的現象。

b. 泰利颱風 (Talim)

由路徑圖可知 (圖 6)，三者的差距不大，大致來看，兩組的模擬與觀測近似，但 B 組稍加近似觀測些，N 組的模擬速度較快，B 組則稍慢。此組的表現上大致與觀測相近。

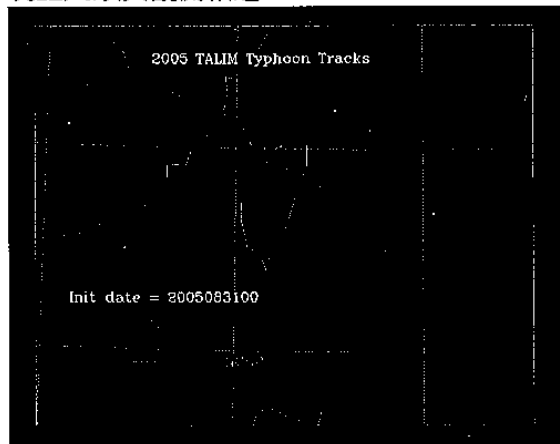


圖 6. 泰利颱風路徑。

c. 龍王颱風 (Longwang)

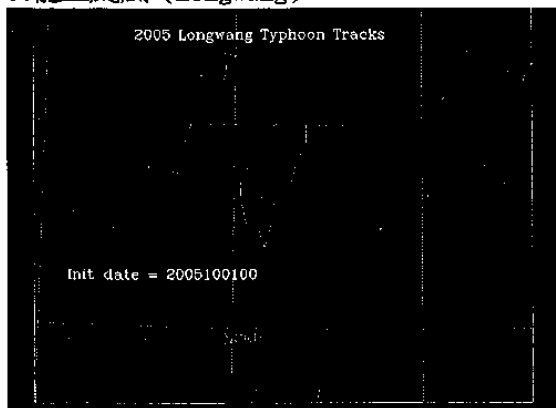


圖 7. 龍王颱風的路徑。

由圖 7 可發現，B 組的模擬在前期與 N 組相當近似，當遇到地形之後，B 組的模擬路徑稍微偏南，而 N 組則較類似於觀測了路徑。

由以上的結果可知，路徑似乎並未因為加入了 BOGUS 資料而有較好的改善，而 B 組的行徑速度也比 N 組來的慢，故並未能證明加入了 BOGUS 資料能有效的改善模擬的路徑。

(二)雷達回波

a. 海棠颱風 (Haitang)

由 24 小時的雷達回波來看 (圖 8)，B 組 (圖 8.a) 的颱風中心結構完整，颱風眼也較小，且 B 組的位置與觀測的雷達回波圖相近，且颱風也位置也相當的一致，不過 B 組模擬的颱風眼範圍偏大，此為模式模擬的不足之處。

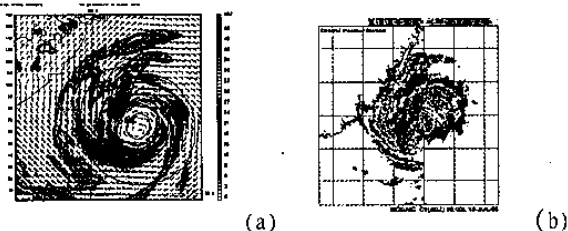


圖 8. B 組的 24 小時模擬雷達回波圖 (a 圖)，觀測的雷達回波 (b 圖)。

b. 泰利颱風 (Talim)

從模擬時間為 30 小時的雷達回波圖來看，由於泰利颱風的控制組為 Betts-Miller-Janjic scheme 及 WSM 6-class graupel scheme，因為 WSM6 主要模擬的為軟雹及相關的過程，故雷達回波的 pattern 不會呈現完整的帶狀而為顆粒狀，由圖 9 可知，此時的觀測回波圖的颱風回波結構相當完整，但模擬的 pattern 則較為鬆散，不過還是可以看出 B 組的雷達回波在颱風眼的部分模擬的較大，但分佈與觀測資料則十分相似。

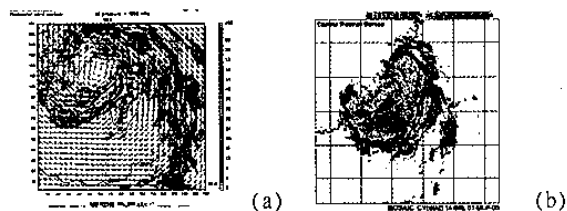


圖 9. (a) 為 B 組的模擬時間為 12 小時，b 圖為觀測的雷達回波圖。

c. 龍王颱風 (Longwang)

此為 30 小時的模擬雷達回波圖 (見圖 10)，B 組的雷達回波與雷達回波十分近似，出海後的位置雖然較觀測位置稍稍偏南但大致看來不管是 pattern 或是位置都與觀測的相近，強回波區的部分也有模擬出來，颱風眼的大小也近似。

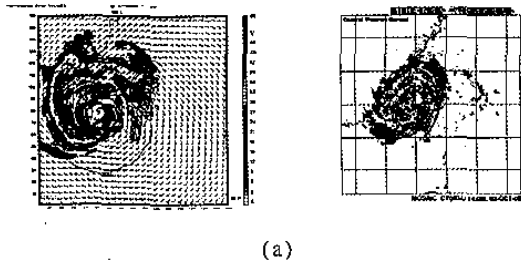


圖 10. 模擬時間為 30 小時的雷達回波圖，(a) 圖為 B 組，(b) 為觀測的雷達回波圖。

五. 討論

2005 年侵台的三個強烈颱風，由中央氣象局的路徑分類法來分，皆屬於西行颱風，不過三者間的結構、路徑受地形的影響為我們接下來探討的重點。

(a) 結構受地形的影響

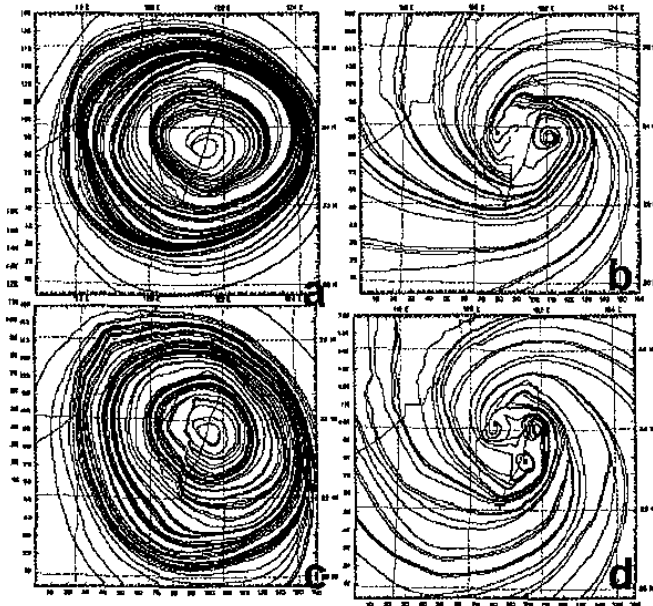


圖 11. 垂直氣壓分佈海棠颱風 N 組的 24h 模擬 (a : 500mb; b : 1000mb)，泰利颱風 B 組 19h 模擬 (c : 500mb; d : 1000mb)，龍王颱風 N 組 22h 模擬 (e : 500mb; f : 1000mb)。

由圖 11 可見，海棠颱風在登陸遇到地形後，環流結構受到陸地的影響而改變 (圖 11. b); 泰利颱風在遇到地形之後，明顯的在台灣的西部及東南部各形成一個小環流，與高層的環流相比 (圖 11. c)，高層則沒有受到地形的影響；而龍王颱風，在登陸之後，中心結構受到地形的破壞較少 (圖) 11. d，環流結構在後期中心經過中央山脈時環流結構才有所破壞。因為海棠颱風及龍王颱風在 N 組的路徑模擬模擬較佳，故取 N 組的模擬比較。

(b) 路徑受地形的影響

海棠颱風在路徑上 N 組的模擬較佳，在登陸前有受到路徑的影響而偏南，在東部外海有打轉現象再朝西北西方向移動；泰利颱風及龍王颱風的路徑皆有受到地形的影響而偏南。

六. 結論

2005 年有三個強烈颱風侵襲台灣地區，分別為海棠、泰利、龍王颱風，並為台灣帶來大量降水及嚴重的災情，故本研究以 WRF 模式來做模擬此三個強烈颱風，由前面的章節可知，在氣壓方面加入了 BOGUS 資料作同化的模擬，比未加入 BOGUS 資料作同化的模擬能有更好的表現，但是路徑未有此趨勢，但無論是氣壓、路徑、降水、雷達回波方面尚有不錯的表現。

1. 由氣壓方面來看，雖說無法非常近似觀測模擬，但加入了 BOGUS 資料作 3DVAR 之後，在三個颱風的模擬，都有趨近觀測資料的情況。
2. 由路徑來看，B 組的模擬未必優於 N 組，其中的原因有待未來研究。
3. 在雷達回波的模擬中，B 組的模擬大致上都有將颱風的環流模擬出來，結構有也不錯的表現，在颱風眼的部分也有模擬出來。
4. 泰利颱風在登陸時，受到地形的影響，產生一些小環流，而龍王颱風受到地形影響較小。

未來將更深入分析三個颱風結構異同，以及登陸前後的前直結構變化。

七. 參考文獻

洪景山、林得恩、劉素屏、周仲島、簡芳菁、林沛練、張文錦、繆璿如、陳致穎、雷銘中，2005：WRF 模式之敏感度測試：探空測站上的校驗。天氣分析與預報研討會 (94)，163-168。