

## 第四章 數值模擬結果

前章敘述植入對稱性渦旋，期望藉此可以改進模式的模擬，趨近於觀測，以下就以觀測與模式模擬的結果加以比較。

### 4.1 泰利颱風

從氣壓趨勢圖可見（圖 4.1），NCEP GFS 的模擬（綠色線），在初期即明顯與觀測資料有所差異，在外圍環流遇到地形或是颱風中心登陸等影響時，氣壓趨勢上都沒有明顯的高低變化，此現象與觀測資料（紅色線）差異性很大。而加入對稱性渦旋之後的模擬（藍色線），模擬初期在氣壓部分約下降 30 hPa，從整體趨勢來看，雖然模擬與實際觀測的中心氣壓差距仍很大，但氣壓在颱風即將登陸的前幾小時開始有逐漸上升的趨勢，推估為受到大環境場的調節，且觀測氣壓在模擬時間 18 小時時開始有大幅的氣壓上升現象，上升將近 20 hPa，從模擬時間 18 小時之後植入對稱性渦旋的模擬，氣壓上升的趨勢與觀測資料一致，故加入了對稱性渦旋對於模擬，與未加入對稱性渦旋的模擬來比較，前者的模擬與觀測較為類似。

由於對稱性渦旋植入位置的不同，隨著模式的計算時間會有不同的路徑變化，為了使模式模擬路徑趨近於觀測，所以對稱性渦旋的植入位置與觀測的颱風中心位置有所不同，故 MM5 bogus 的模擬起始點會與另一組的模擬位置有所不同（圖 4.2），模擬時間 0-12 小時兩組模擬的偏向位置都相當一致，12-18 小時開始有了些許差異，MM5 bogus 模擬的路徑較為偏南，與觀測路徑偏向的趨勢一

致，且登陸時間點也相當接近，登陸之後 MM5 bogus 的模擬有向北偏的趨向，而此現象與觀測路徑有所不同，推估為其登陸位置的地形所造成，北部山區的高度較低，故容易使颱風路徑向北偏，而觀測路徑是由台灣中部山脈經過，且有分裂中心出現。颱風中心出海後，仍為 MM5 bogus 的模擬路徑與觀測路徑相似，但到 33 小時之後，由於處於模擬後期，無論有無加入對稱性渦旋的模擬結果與實際觀測都會有較大的差異。

由於泰利颱風的氣壓以及路徑模擬皆以植入對稱性渦旋後的模擬與觀測資料相近，故以下以 MM5 bogus 的模擬結果與全球模式的分析場來作為模式模擬與觀測場的校驗。

比較圖 4.3、圖 4.4，可見模擬出來的環境場與分析場的綜觀環境場分布大致上類似，太平洋高壓在高層（300 hPa）的分布位置及範圍差異不大（圖 4.3a、圖 4.4a），從中層（500 hPa）的模擬（圖 4.3b、圖 4.4b），泰利颱風中心的模擬強度相當類似，而從低層 925 hPa 的模擬來看，發現 MM5 bogus 模擬的颱風中心強度較強，此與 MM5 bogus 有植入一個較強的對稱性渦旋有關，不過位置上是很一致的，而位於泰利颱風後方的蝴蝶颱風，其強度與分布位置也與分析場相當類似。

到了模擬時間 24 小時，此時颱風中心位於台灣的西方，由圖 4.5c、圖 4.6c 可見，MM5 bogus 模擬的泰利颱風移動速度較快，分析場的移動速度較為緩慢，從中層的重力位高度場可見，MM5 bogus 模擬的風比分析場來的強，風速相差約  $10\text{ m s}^{-1}$ ，從 300 hPa 的重力為高度（圖 4.5a、圖 4.6a），MM5 bogus 模擬的蝴蝶颱

風中心強度較強；由圖 4.5、圖 4.6 的綜觀環境場分布，發現無論是模擬出來的大陸高壓或是太平洋高壓的分布皆與分析場的高壓分佈相當類似，而泰利颱風與蝴蝶颱風也因為受到高壓脊的影響，並未產生雙颱風效應，此與第二章觀測資料所提到的現象相符，但在 MM5 BOGUS 的模擬，有模擬出在颱風經過台灣陸地時，受到地形阻擋而在西部地區產生一低壓槽，代表此時副中心已出現，但從分析場中並無此現象。到了 2005 年 9 月 1 日 1200 UTC，從 300 hPa 的重力位高度場來看（圖 4.7a、圖 4.8a），模擬高壓位置與分析場的太平洋高壓的位置大致相符，不過 MM5 bogus 模擬的太平洋高壓強度稍弱，此時泰利颱風中心位置已經進入中國大陸的陸地，模擬的中層（500 hPa）太平洋高壓的強度也較弱（圖 4.7 b），而低層（925 hPa）的風場，模擬結果（圖 4.7 c）與分析場（圖 4.8 c）相當類似，兩颱風的分布位置也相當一致。

從以上的敘述可知在綜觀的模擬方面大致上與觀測資料類似，接下來以中尺度的角度來校驗，檢視模擬結果是否與觀測相符。由圖 4.9 與圖 2.5 比較發現 MM5 bogus 模擬的雷達回波偏弱，颱風的位置也與觀測有些微的差異，從模擬 12 小時來看（圖 4.9a、圖 2.5a），此時颱風中心位於台灣東部外海，明顯的看出模擬的雷達回波偏弱，推估此現象與模式在 spin-up 時期有關，故在初期對模擬的掌握性不佳，但在迎風面僅有台灣東北部有較強的雷達回波值，此時颱風中心所在位置與觀測位置相近。3 個小時後（圖 4.9 b、圖 2.5 b）雷達回波值仍偏弱，颱風中心位置雖靠近台灣陸地但明顯北偏；到了模擬時間 18 小時（圖 4.9 c、圖 2.5 c），

颱風移動速度較慢，故模擬的強回波值仍留在台灣東北部，而觀測的雷達回波值在東部較弱，強回波區落在台灣西部，此與颱風模擬時間的速度偏慢有關。3 小時以後（圖 4.9 d、圖 2.5 d）之後，雷達回波的範圍變大，不過由於模擬的路徑較為偏北，故與觀測的差異較大；一直到颱風中心出海（圖 4.9e、圖 2.5e），與觀測資料相比，模擬的回波仍偏弱，位置也較為偏北，由圖 4.9f、圖 2.5f 也可發現因為後期的模擬路徑偏北導致模擬回波明顯較觀測為弱。同時，從模擬 12 h 的探空資料(8 月 31 日 1200 UTC)與觀測資料(圖 4.10)比較，發現模擬的台北測站探空在 850 hPa 以上的水汽量偏少，而從觀測資料可見在 850 500 hPa 的濕度都較大，由此得知因為模擬的中低層水氣量較少導致模擬的雲水雲冰量偏少，使得模擬的雷達回波較觀測呈現偏弱的情形。

## 4.2 龍王颱風

由颱風中心氣壓變化圖（圖 4.11）可見，加入了對稱性渦旋的模擬 MM5 bogus，在模擬前期 0-20 小時的氣壓都明顯的降低，比未植入渦旋的模擬（NCEP\_GFS）的氣壓降低了約 20 hPa，隨著颱風登陸遇到地形，颱風中心氣壓開始上升，MM5 bogus 與 CWB 中心氣壓都有因此而上升的趨勢，唯有 NCEP\_GFS 的氣壓變化為隨著登陸而沒有明顯上升的趨勢。

由圖 4.12，由於 MM5 bogus 是植入對稱性渦旋，所以植入位置與觀測所在位置不同，在模擬時間 18 小時的時候，MM5 bogus 模擬路徑與觀測相當的接近，到模擬 24hr 時兩著差異相當小，到 30 小時兩者路徑幾乎重疊，反觀 NCEP\_GFS，

其路徑在 15 小時已經開始偏南，與觀測及 MM5 bogus 的模擬相差很大，整體來說以 MM5 bogus 模擬與觀測的趨勢較為接近。

由重力位高度來看，在 300 hPa 模擬的太平洋高壓分布（圖 4.13 a）比分析場的分布（圖 4.13 a）來的偏東，不過龍王颱風的位置與分析場相當一致，在龍王颱風東方海面上的低壓強度與分析場相當一致，在 500 hPa 的比較（圖 4.13 b、圖 4.14 b），模式模擬太平洋高壓的位置較為偏東，且強度稍弱，從低層大氣（925 hPa）綜觀環境場分布來看，由於 MM5 bogus 有植入渦旋（圖 4.13 c），故龍王颱風的強度稍強。到了 24 小時的模擬，從高層（300 hPa）的重力位高度場來看，模擬的太平洋高壓（圖 4.15 a）的強度與分析場（圖 4.16 a）比較仍偏弱，而從圖 4.15 b、圖 4.16 b，發現在 500 hPa 模擬的太平洋高壓亦比分析場來的弱，但龍王颱風中心強度較強，在低層（925 hPa），圖 4.15 c、圖 4.16 c 模擬的高壓與分析場的高壓分佈也相當一致，到了模擬時間 36 小時，模擬結果與分析場（圖 4.17 d、圖 4.18 d），在各層的綜觀環境分布都相當一致，顯見植入了對稱性渦旋對於模擬有所助益，且比沒有植入對稱性渦旋的模擬來的好。

從雷達回波看來，模擬的龍王颱風在 2005 年 10 月 1 日 1900 UTC（圖 4.19 a），在台灣東部海面即將登陸陸地，此與觀測的雷達回波圖（圖 2.8 a），在颱風中心位置上相當一致，強回波範圍也非常相近，直到中心登陸（圖 4.19 b），颱風中心結構仍舊明顯，與觀測結果（圖 2.8 b）也相當一致，直到颱風中心達到了中央山脈的區域，颱風中心結構才逐漸受到破壞而強度減弱（圖 4.19 c、d），而從

觀測資料來看也有相同的現象(圖 2.8 c、d),最後颱風中心出海,此時模擬回波值(圖 4.19 e、f)較觀測(圖 2.8 e、f)來的弱,不過在位置上相當吻合。

綜合以上模擬結果校驗可知,植入了對稱性渦旋的模擬(MM5 bogus)結果都有較好的表現,所以在第五章,將以加入對稱性渦旋的模擬為主,來探討兩個颱風在經過台灣地區時兩者路徑、結構上的差異。