

第三章 資料來源與模式設定

3.1 資料來源

本研究使用的模式為中尺度數值模式 WRF 來針對 2005 年的兩個強颱風來做個案模擬，初始資料來源為 NCEP (全名為 National Center for Environment Prediction) 的 GFS (全名為 Global Forecast System) 分析場資料，泰利颱風的資料初始場資料為 2005 年 8 月 31 日 0000UTC，資料為每 12 小時一筆；而龍王颱風亦為每 12 小時一筆的資料，時間為 2005 年的 10 月 1 日 0000UTC。其中 NCEP GFS 的資料為 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ，10 hPa 以下有 26 層，分別是 1000, 970, 950, 925, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 550, 500, 450, 400, 350, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 21 以及 10hPa。

3.2 WRF 模式簡介

WRF (Weather Research and Forecast model) 為新一代的中尺度數值模式，由 NCAR (國家大氣研究中心) 發展，與聯邦航空管理局、奧克拉荷馬大學等大氣機構合作研發，此模式主要為完全可壓縮的非靜力穩定方程式。優點為計算的速度快，可以提供作為天氣預報；對於個案的研究探討 WRF 模式中有許多的物理設定可以選擇，公開使用至今，已有 MEFSEA (Mesoscale Ensemble Forecast for South East Asia, <http://pblap.atm.ncu.edu.tw/mefsea/>) 及防災中心等等作為預報之用。因為此模式具有許多的動力核心，可以透過平行的運算藉以模擬出真實的個案或是作為理想化的模擬實驗之用。模擬的網域大小(水平為經緯、

垂直為 ($\sigma = P/P_s$)座標)、模式的各項物理設定及模擬的時間,皆可隨模擬的需求而有所變更。WRF 模式的初始場資料可以為 NCEP GFS 或是 CWB GFS 等,透過 WRF SI (WRF Standard Initialization),選取網格範圍,以及多重巢狀可移動網格,然後將 NCEP GFS 內插至網格點上,並設定地形、土地利用資料等統計資料後以 WRF 模式進行模擬計算。

核心程式為模式進行計算的主程式所在,目前 WRF 模式(2004 年的 2.0 版之後)採用的垂直座標為幾何質量座標(Eulerian-mass):

$$H = \frac{\pi - \pi_{top}}{\pi_s - \pi_{top}}$$

其中 H 為乾靜力氣壓,模式動力方程式如下:

$$\text{動量方程: } \frac{\partial U}{\partial t} + \mu a \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial H} \frac{\partial \phi}{\partial x} = - \frac{\partial Uu}{\partial x} - \frac{\partial Wu}{\partial H}$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} + g(\mu - \frac{\partial p}{\partial H}) = - \frac{\partial Uw}{\partial H}$$

$$\text{熱力方程: } \frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial U\theta}{\partial x} + \frac{\partial W\theta}{\partial H} = \mu Q$$

$$\text{連續方程: } \frac{\partial \mu}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial W}{\partial H} = 0$$

保守定義量為 $U = \mu u$ 、 $V = \mu v$ 、 $W = \mu w$, 而 $\mu = \pi_s - \pi_{top}$

WRF 模式輸出的部份可透過 RIP4、GrADS、NCAR Graphics、Vis5D 等繪圖軟體繪製氣象場各個變數來分析資料。另外,WRF 模式在產生初始資料的過程中,可以附加使用三維變分同化系統(WRF3DVAR)或是四維資料同化(4DVAR)將觀測資料同化至模式中以增進模式模擬的準確性,加入觀測資料之所以能改善模擬的結果,是因為加入的觀測資料能修正初始猜測(first guess)場,使模式大氣的初始

場最佳化，進而影響模式的模擬結果。(本研究未使用資料同化)

Chien et. al(2004)，對於台灣地區的天氣系統(MCS、颱風)都有很好的模擬結果，且都有相當的掌握，可見 WRF 模式對於台灣區域的掌握度相當不錯，搭配 WSM 5-class 雲微物理及 K-F 積雲參數化法模擬為最佳，針對於艾莉颱風及敏督利颱風，在降水的模擬部分都較 MM5 的為佳。對於不同的天氣系統狀況，都須在更加的了解、測試，本研究以 WRF 模式來探討泰利颱風以及龍王颱風在遇到地形前後所造成的差異。

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，而在 Chien et.al.(2004)中提到 WRF 在校驗定量降水時，發現模式的降水量受到積雲參數化法的影響，在本研究中兩個個案的積雲參數化法為 Kain-Fritsch(以下稱 K-F)，微物理法採用 WSM 5 (WRF Single-Moment 5-class scheme)，此為經過敏感度測試後之最佳搭配結果。本研究採用 WRF 2.1 版，模式模擬為三層巢狀網格(圖 3-1)分別為 Domain1(180x110，解析度為 45km)、Domain2(136x103，解析度 15km)，以及 domain3(160x160，解析度為 5km)。模式採用美國 NECP(National Center for Environment Prediction)GFS (Global Forecast System) 全球模式資料作為初始場，模擬時間為 48 小時，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，其他詳細設定如(表一)，垂直解析層為 31 層，分別為 1, 0.993, 0.98, 0.966, 0.95, 0.933, 0.913, 0.892, 0.869, 0.844, 0.816, 0.786,

0.753 , 0.718 , 0.68 , 0.639 , 0.596 , 0.55 , 0.501 , 0.451 , 0.398 , 0.345 ,
0.29 , 0.236 , 0.188 , 0.145 , 0.108 , 0.075 , 0.046 , 0.021 , 0。

3.3 實驗設計

由於全球分析場的水平解析度較低，所以其解析出的來的渦旋結構通常強度都比較弱且範圍較大，而這樣的錯誤訊息留在初始場會導致模式預報在後續的模擬中對於颱風的強度、結構甚至是在地形上的風雨分佈造成很大的影響。因此為了解決這問題，我們使用植入初始渦旋的方式，藉以得到較佳的模擬結果，此法為 Low-Nam and Davis(2001)對於 MM5 模式所發展的渦旋植入方法，在 MM5 第三版的 REGRID 前處理過程中加入了渦旋的植入步驟，主要分為兩個步驟：

步驟一：移除第一猜測場 (first guess) 的渦旋。此步驟的用意在於，若不移除第一猜測場的渦旋，當第一猜測場渦旋與要植入的渦旋的距離上有差距的話，渦旋植入完成之後可能會有兩個渦旋存在，而會產生錯誤的初始場。

步驟二：植入渦旋。主要根據使用者所給定的最大風速、最大風速半徑以及下列假設：

- (1) 軸對稱結構；
- (2) 固定強暴風半徑 (Radius of maximum wind , RMW)；
- (3) 質量場和風場為非線性平衡；
- (4) 渦旋核心部分的水氣為飽和。

颱風渦旋的風場使用 Rankine vortex:

$$V = A(z) F(r)$$

$$F(r) = \frac{V_m}{r_m} r \quad (r \leq r_m)$$

$$F(r) = \frac{V_m}{r} r^m \quad (r > r_m)$$

其中， V_m 為最大風速， r_m 為最大暴風半徑。 $A(z)$ 則為風場隨高度的結構。泰利颱風及龍王颱風的實驗設計如表二。

由第二步驟所得之渦旋再加到第一步驟去除渦旋的環境場，即可得到完成渦旋植入的初始猜測場。得到之猜測場在經過轉換之後，放置到 WRF 模式中作為前處理階段匯入初始資料的部分，接下來在將資料內插至模擬區域藉以產生 input，最後再將產生的資料放入 WRF 模式中加以計算，以得到模擬結果。