

### 第三章 資料來源與實驗設計

#### 3.1 資料來源

本研究使用 WRF 模式(Weather Research and Forecast model)3.0.1 版針對 2008 年辛樂克颱風與薔蜜颱風模擬，並以 2008 年觀測系統研究及預報實驗亞太區活動(The WMO/WWRP Observation System Research and Predictability Experiment Pacific-Asian Regional Campaign; THORPEX-PARC; Elsberry and Harr 2008)期間美國國家環境與預報中心(National Center for Environmental Prediction; NCEP)之全球預報系統(Global Forecast System; GFS)預報場做為模式之初始場與邊界場，其網格解析度為  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。辛樂克颱風預報場選取時間為 2008 年 9 月 9 日 0000 UTC 起，每 12 小時一筆，至 2008 年 9 月 20 日 0000 UTC 止，共進行 21 個不同時間點模擬，最長預報時間為 120 小時；薔蜜颱風預報場選取時間為 2008 年 9 月 24 日 1200 UTC 起，亦為每 12 小時一筆，至 2008 年 9 月 30 日 1200 UTC 止，共進行 9 個不同時間點模擬，最長預報時間為 120 小時。

本研究使用美軍聯合颱風警報中心(JTWC)所公布之最佳路徑，作為比較颱風路徑預報優劣的依據；另外在研究中所使用到之主要全球預報模式 EC、NCEP、UK 及 JMA 等颱風預報路徑是由中央氣象局提供。

#### 3.2 WRF 模式簡介

WRF 模式在近年來被廣泛使用於氣象預報及大氣模擬研究上，是發展相當完善的中尺度數值天氣預報系統。本模式是由美國國家大氣研究中心(NCAR)、美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)的國家環境預報中心(NCEP)及地球系統研究實驗室(ESRL)、美國空軍氣象局(AFWA)、美國海軍研究實驗室(NRL)、奧克拉荷馬大學風暴分析與預報中心(CAPS)及聯邦航空管理局(FAA)……等單位共同合作開發。

WRF 模式的特點具備複合動力核心，為一個具有彈性及高效率的預報模式。模式中有許多物理及動力參數選項，提供不同形態的天氣現象進行模擬；而對於從事理想化初始條件研究而言，資料同化系統可以吸收許多觀測資料的類型；另外亦有化學模式，可以提供大氣化學研究領域進行模擬之用。WRF 模式可以支援兩種動力計算模式，一種是由 NCAR 發展的 WRF 進階研究版(Advance Research WRF, ARW)，另一種為 NCEP 發展出的非靜力平衡中尺度模式(Nonhydrostatic Mesoscale Model, NMM)。本研究是使用 NCAR ARW 模式版本進行研究。

WRF 模式適用於相當廣泛的模擬研究，例如：即時數值天氣預報、資料同化發展與研究、物理參數化研究、區域氣候模擬、空氣品質模型、海氣耦合以及理想化模擬……等，目前全世界已經有許多氣象機構使用 WRF 模式進行預報及研究之用。WRF 模式亦持續更新版本，以提供使用者在參數化選擇上有更完善的假設，抑或提供新的研究方法，讓模式更臻完美。相關更詳細之 WRF 模式介紹、動力架構與物理過程介紹可參考 Skamarock et al.(2008)。

### 3.3 實驗設計

#### 3.3.1 巢狀網格設計

本研究使用巢狀網格設計，藍伯特投影，選取模擬的兩個颱風其外層粗網格 Domain 1 設計相同，真實緯度(real latitude)分別為北緯 10 度及 30 度，投影中心位在北緯 28 度，東經 120 度，解析度 45 公里，網格數 227 x 136，參考中央氣象局非靜力預報系統(Non-hydrostatic Forecast System, NFS)有限區域模式解析度 45 公里的範圍所設計；內層細網格 Domain 2 則以颱風生命期為設計，解析度 15 公里；辛樂克颱風模擬中採用的網格點數為 280 x 229(見圖 3.1)；薔蜜颱風模擬中採用的網格點數為 280 x 208(見圖 3.2)，垂直方向有 27 層。

### 3.3.2 物理參數組合設計

本研究選用 4 種微物理參數法與 4 種積雲參數法組成 16 種不同降水物理過程參數組合。微物理參數法選用：Kessler、Lin et al.(LFO)、WRF Single moment 3-class(WSM 3-class)及 WRF Single moment 6-class(WSM 6-class)。積雲參數法選用：Kain-Fritsch(KF)、Betts-Miller-Janjic(BMJ)、Grell-Devenyi 及 New Grell(見表 3.1)。長波輻射參數使用 RRTM Scheme，短波輻射參數使用 Dudhia Scheme，邊界層物理選用 YSU Scheme。藉由上述各參數法之設計，進行颱風路徑系集預報。

### 3.3.3 渦旋植入法設計

由於 NCEP GFS 預報場解析度仍偏低，模擬出的颱風強度偏弱，不符合國際作業單位分析之強度，因此本研究使用 Chou and Wu (2008)所提出之概念來進行渦旋植入，以加強初始場之颱風強度，並測試渦旋植入法後對於不同降水物理過程之颱風路徑系集預報的影響。

在渦旋植入過程中，由於颱風距離陸地過近會有無法進行渦旋植入的問題，因此，重新選定實驗時間：辛樂克颱風為 2008 年 9 月 9 日 0000 UTC 起，每 12 小時一筆，至 2008 年 9 月 16 日 1200 UTC 止，共進行 6 個不同時間點模擬，最長預報時間為 120 小時；薔蜜颱風為 2008 年 9 月 24 日 1200 UTC 起，每 12 小時一筆，至 2008 年 9 月 30 日 1200 UTC 止，共進行 6 個不同時間點模擬，最長預報時間亦為 120 小時。

本研究中渦旋植入有兩個主要步驟：第一、依照不同時間點的颱風強度植入適合的理想渦旋，然後進行 12 小時模式積分，以產生模式 spin up 之渦旋結構；第二、將模式初始場之颱風結構由 spin up 之渦旋結構取代，然後再開始進行模式積分。

第一步驟中渦旋植入法所使用的 Rankine vortex 結構，其軸對稱風場依據下列公式定義：

$$v = W(z)F(r) \quad (1)$$

$$F(r) = V_{\max} \frac{r}{R_{\max}} \quad ; (r \leq R_{\max}) \quad (2)$$

$$F(r) = V_{\max} \left( \frac{r}{R_{\max}} \right)^{\alpha} \quad ; (r > R_{\max}) \quad (3)$$

式中， $v$  為切向風場； $W(z)$  為切向風場在垂直壓力層之權重； $F(r)$  為切向風場在徑向之變化； $V_{\max}$  為近中心最大風速，實驗中依照颱風強度需求，分別假設 20、30、40、50 及 60  $\text{m s}^{-1}$ ，並植入原時間點颱風初始場之位置，經過 12 小時模擬使渦旋與環境場平衡後可得到不同強度且與模式平衡之非對稱渦旋結構； $R_{\max}$  為最大風速之半徑，實驗中設為 80 公里； $\alpha$  為風速隨半徑遞減指數，實驗中設為 -0.7。另外，渦旋植入的第二步驟中，距離中心 300 公里內之資料完全由 spin up 之資料取代，而 300~600 公里則為模式 spin up 資料與初始場資料的簡單線性結合。

