

第一章 前言

1.1 研究目的

西北太平洋是世界上生成熱帶氣旋最多的海域，每年平均約 27 個颱風生成，而臺灣位於此海域最易受颱風侵襲的區域之一，每年約 3 至 4 個颱風影響臺灣，其豐沛雨量是臺灣重要的水資源之一。然而，隨著氣候變遷，高頻率的極端天氣形態可能日趨嚴重，對生命財產的威脅亦有增無減。近十餘年來，造成臺灣重大生命財產損失的颱風，如：1996 年的賀伯颱風、2001 年的桃芝颱風及納莉颱風、2004 年的敏督利颱風、2005 年的科羅莎颱風及 2009 年的莫拉克颱風……等，皆為臺灣帶來豐沛雨量，無不重創臺灣，尤以莫拉克颱風造成的生命財產損失為近 15 年來最為慘重。

颱風，是一個跨尺度且相當複雜的劇烈天氣系統，受限於其生命期多位於海上而難以得知颱風的綜觀氣象資訊，對於預報上增加不少難度。近來，在臺灣自 2003 年起所進行的「侵台颱風之飛機偵查及投落送觀測實驗」，提供額外特殊颱風周圍觀測資訊，已有許多著作顯示可改善颱風路徑預報，降低預報誤差(Wu et al. 2005, 2007; Chou and Wu 2008)。目前國內、外對於颱風及其他氣象研究日益先進，但仍無法避免颱風路徑預報誤差以及定量降水預報難以準確的事實。

氣象研究，其最終的目的是為了應用於實際氣象預報中，提供更好的預報結果。如欲改善颱風事件中定量降水預報，則必須要有準確的颱風路徑預報及高解析度的初始資料，故希望透過此研究，可以找到更好的颱風路徑預報方法，甚至提供做為颱風路徑預報參考的依據之一，對於定量降水預報及防救災裨益有助。

1.2 文獻回顧

在 WRF 模式發展前，即已有許多使用 MM5 模式來進行颱風模擬研究，如：喬等(1996)使用 MM5 模式以黛特颱風(1990)作為研究個案，結果顯示對於路徑

模擬有不錯的掌握。Liu et al. (1997, 1999) 也使用 MM5 模式針對 Andrew 颶風 (1992) 的路徑、強度及結構進行模擬研究。李與林(1999)亦使用 MM5 模式對歐菲莉颱風(1990)進行研究，對其路徑模擬大致與實際觀測相近。

近年來，許多研究使用數值模擬方式，利用降水物理過程相關之參數法對氣象預報進行校驗，例如：青(2003)與 Yang et al. (2005)使用 MM5 模式，以桃芝(2001)颱風為研究個案，針對不同的積雲參數法、微物理參數法及邊界層參數法對颱風路徑做測試，發現積雲參數法以 Grell 參數法最佳，微物理參數法則是 Goddard Graupel 微物理參數法表現最好，邊界層參數法則以 MRF 參數法對於模擬桃芝颱風之路徑較佳；而在強度模擬中發現微物理參數法 Warm Rain 可獲得最大強度模擬，其原因在於雨滴的終端速度較快且集中於眼牆附近，滿足靜力平衡條件下可產生較小之中心氣壓。簡等(2003)使用 MM5 模式測試發現 Grell 積雲參數法與 Resner I 微物理過程的物理組合方式對於梅雨季降水有較好表現；簡等(2004)亦使用 MM5 模式研究發現梅雨季數值模擬比較適合使用 GFS 初始場，搭配 Grell 參數法與 Mixed-phase 或 Goddard 微物理方法組合。洪等(2006)以 WRF 模式於東亞地區進行數值天氣預報，發現就探空站上的氣象場校驗而言，邊界層參數法使用 YSU，微物理參數法使用 WSM 5-class，積雲參數法使用 Kain-Fritsch 為最佳的物理參數法組合。而在定量降水預報校驗中，臺灣地區應以 Kain-Fritsch 積雲參數法，WSM 5-class 微物理參數法與 YSU 邊界層參數法的物理組合為首選，但臺灣地區大雨模擬的物理設定則以 Grell-Devenyi 積雲參數法為首選。

而針對颱風路徑預報誤差也有所研究，如：黃等(2006)使用 EOF 分析可以客觀顯示環境流變化之方向，可用於輔助對颱風路徑預報誤差之了解；黃等(2007)亦使用 WRF 3DVAR 將 CHAM GFS 掩星觀測折射率資料及傳統觀測資料同化於 WRF 模式，針對敏督利(2004)颱風及海棠(2005)颱風進行模擬，其結果顯示加入多種衛星資料對於預報模擬有正面效應。簡等(2008)透過 WRF 3DVAR 的方法，同化近似三維分佈的投落送資料及二維分佈的 QuikSCAT 資料進行模擬，其結果

顯示可以確實掌握颱風及梅雨鋒面的環境訊息，對於颱風路徑預報及梅雨鋒面的水氣掌握有一定程度的影響。

系集預報、季氣候模擬及預報技術的發展亦於近年成為研究及數值天氣預報相當重要的議題。最初是使用增加擾動的方法改變初始條件以提供較多的預報成員進行系集預報，其方法包括：breeding of growing modes (Toth and Kalnay 1993)、特徵向量 (Buizza and Palmer 1995； Molteni et al. 1996)以及Monte Carlo近似 (Mullen and Baumhefner 1988； Houtekamer and Derome 1995； Du et al. 1997)……等，並使用此概念進行熱帶氣旋相關研究，如：Aberson et al. (1995)以NCEP的系集成員作為初始條件，使用VICBAR正壓模式對大西洋颶風進行預報；Morison et al. (1996)應用Monte Carlo近似的方法於西南太平洋上的熱帶氣旋，關注其登陸的可能性；Vitart et al. (1997)也使用Monte Carlo近似的技術於GCM中模擬熱帶氣旋之旋生在年際的變化。而近期的研究如：Krishnamurti et al. (1999, 2000a,b, 2001, 2003)進行一系列多模式(multimodel)系集預報，並以超級系集預報方法改善了天氣預報及季氣候模擬；而Kumer et al. (2003)亦使用超級系集預報的方法，在training phase期間有系統地移除多模式的偏差並使用於forecast phase，對於颱風路徑、強度的預報可有所改善，在此研究中亦指出此法對於天氣及季氣候預報有一定貢獻。

Fovell et al. (2007) 使用WRF模式針對2005年襲擊美國南部的Rita颶風進行模擬，利用改變積雲參數法及雲微物理參數法得到不同降水物理過程之組合，可得到颶風路徑系集預報，與美國國家颶風中心(National Hurricane Center)所發布之多種模式預報之結果相近，產生颶風可能侵襲的範圍。其研究指出，微物理參數法對於颶風的特徵有直接或間接的影響，如颶風半徑的大小、強度及其移動；積雲參數法對於模擬颶風的維持和發展具有幫助；Fovell et al. (2009)的研究亦指出，不同的降水物理過程會改變雲中粒子的終端速度，對暴風半徑外的風具有影響；而微物理參數法可調節溫度梯度進而得到較大的氣壓梯度，產生引導風暴移

動的氣流。Mark et al. (2008)亦利用2002及2003年東太平洋及大西洋作為熱帶氣旋的training sets，而後用於2004年東太平洋預報中，此超級系集預報結果可有效改善颶風強度及路徑預報。Elsberry et al. (2008)則是依據系集預報路徑與實際颶風路徑比較，決定出權重的方式，發展出權重定位及權重移動向量的技術，可有效增進颶風或颱風的路徑預報。

1.3 研究動機

由上述的文獻回顧中可以發現，MM5 模式對於颱風路徑模擬具有不錯的掌握。在模式中使用與降水物理過程相關的參數法，包括積雲參數法、微物理參數法等，對於氣象預報之提升與颶風路徑預報具有貢獻。而在颱風路徑預報研究中使用 EOF 與 WRF 3DVAR 亦可有效減少路徑預報誤差。雖然青(2003)利用改變不同參數法可以得到較佳的颱風路徑，但在國內研究中卻未有使用不同降水物理過程相關的參數法組合進行颱風路徑之系集預報。因此，吾人使用 Fovell et al.(2007, 2009)的研究概念，嘗試找出適合臺灣地區不同降水物理參數法組合下的颱風路徑系集預報。

本研究使用 WRF 模式，針對 2008 年襲臺的辛樂克颱風與薔蜜颱風做為模擬個案，選用 16 組不同降水物理過程的參數法組合進行系集預報，並與世界主要的全球預報模式比較，以期可以得到較佳的預報結果。

1.4 論文架構

本論文共有六個章節：第一章為前言；第二章為研究個案介紹，針對 2008 年襲臺之辛樂克颱風與薔蜜颱風做綜觀天氣介紹；第三章則為資料來源、WRF 模式及實驗設計之介紹；第四章為討論路徑系集預報實驗結果並統計分析其結果；第五章則延續第四章實驗方法，使用渦旋植入的方式檢視系集預報實驗結果並統計分析之；而最後第六章為實驗結論及未來展望。