

以不同初始場參數系統地研究 MM5 為模擬基礎之颱風預測 -以康森颱風為例

張明龍¹ 黃德豐^{2*}

¹龍華科技大學 資訊網路工程系 ²龍華科技大學電機工程系

dfhuang@mail.lhu.edu.tw*

摘要

本研究預計使用 PSU/NCAR 的 MM5 中尺度模式模擬康森(2004)颱風，在不引進資料同化的狀態下，有系統地分別對不同模式物理參數、解析度、積分範圍之初始場差異探討不同物理參數法對模擬康森颱風的影響。物理參數法實驗組亦分為三組實驗，之各種物理參數包含雲物理中之積雲參數法、雲微物理參數法及邊界層參數法做康森颱風之模擬，並比較其輸出物理參數之結果。使用數值模式為非靜力 MM5 模式 3.6 版，採三層巢狀網格，垂直座標為 σ 座標(共 20 層)。為探討 MM5 程式對颱風預測之影響，所有模擬時間皆以 2004 年 06 月 07 日 0000UTC 為初始時間，積分 80 小時。

關鍵字：MM5，圖形使用者介面

一、前言

颱風為台灣地區最主要的氣象災害來源，但其所帶來的豐沛雨量亦是台灣地區重要的屬資源之一。自 1976 年起之全國大氣相關研討會及歷年來之相關期刊，颱風之研究及為學術研究與社會所關心的重要議題，數十年來與颱風研究相關之文獻多不勝數，在此不再贅述；除早期之方法論與建立基礎觀察與處理系統說明與以經驗為基礎之颱風研究外，絕大多數之文獻皆以通過台灣本島或颱風路徑預測較為困難之颱風為主，誠然此類研究在一個學科發展初期當然有其參考價值，但以科學研究角度而言，雖然儀器、數據觀測皆較早年之大氣科學進步許多，但是用同一種數值資料處理工具或理論，以相當少的數據竟能適當地處理颱風路徑之預測，似乎並未能達到科學實驗觀測最基本的可重複性，遑論由此眾多之案例研究而形成之假說甚或可靠之理論；當然由於數據太少，合理可靠的大氣非線性模式之不可得，另一觀測應為所週知的台灣的地形實為全球大氣科學界一難題，無論以任何一種學術界的計算模型皆因解析度不足而導致大誤差，另一可能原因為所有案例所提出之結果皆已經過專業知識之處理，其經驗與資料無法再為他人利用；因此本論文之出發點希望能由以上兩可能問題著手建立一個新的方向，選擇康森颱風之原因即為官方之預報路徑並未通過台灣本島，降低了台灣地形之影響，可以探討 MM5 模式對此類簡化案例之模擬能力；以此類颱風之資料庫為基礎以作為未來更複雜行徑颱風研究之基礎，本論文將所有的執行結果及錯誤均提出討論，藉以了解數值模式之問題，本實驗室亦將儘可能地將數據全數留存供學術界參考甚或指正吾人處理過程中之錯誤。

因此本研究以康森颱風作為研究個案，探討 MM5 模式不同物理參數法對模擬康森颱風路徑的影響，並比較其輸出物理參數之結果。2004 年 6 月 9 日侵台的康森(CONSON)颱風，生成後向北北東移動，進入巴士海峽後轉向東北並加速通過臺灣東南近海，朝琉球方向移動，最大強度為中度，近中心最大風速 33.0(公尺/秒)。未有災情傳出。受到康森颱風

外圍環流影響，恆春半島、東半部及南部地區有局部性大雨或豪雨發生，自 8 日 0 時至 9 日 23 時各地日累積較大累積雨量地區如下：宜蘭縣冬山 281 毫米、屏東縣牡丹池山 112 毫米、花蓮縣龍澗 109 毫米、蘭嶼 92 毫米、台北縣泰平 87 毫米、綠島 71 毫米、台東縣大武 52 毫米。出現最大陣風地區：蘭嶼 16 級。圖 1 為中央氣象局公佈之康森颱風路線圖。

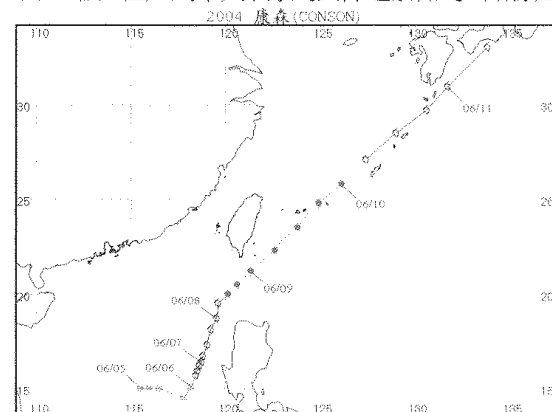


圖 1. 康森颱風路徑圖

二、研究方法

本論文所使用的數值模式為非靜力 MM5 模式 3.6 版，水平網格間距分別為 45、15、5 公里的三層巢狀網格，如圖 2 所示，垂直座標為 σ 座標(共 20 層)。所有系集模擬實驗皆以 2004 年 6 月 7 日 0000UTC 為初始時間，積分 80 小時。初始條件與邊界條件皆使用歐洲中期天氣預報中心 ECMWF/TOGA 的全球分析資料，其解析度為 $1.125^\circ \times 1.125^\circ$ ，而海平面溫度在整個積分期間則維持一定。

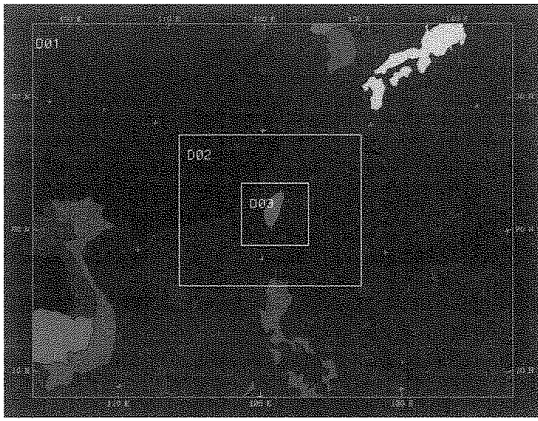


圖 2. 三層巢狀網格

本研究主要採物理參數法實驗組做敏感度測試實驗。參考青等(2004)[1]之物理參數法實驗組設計表，物理參數法實驗組亦分成三組實驗，分別對不同的積雲參數法、雲微物理參數法及邊界層參數法做測試分析。各實驗組物理參數法設定參考表 1。

表 1. 物理參數法實驗組設計表

參數	名稱	參數值
雲微物理參數	warm rain	3
	simple ice	4
	mix phase	5
	grauple (gsfc)	6
	graupel (reisner2)	7
	schultz	8
積雲參數	None	1
	kuo	2
	Grell	3
	KF	6
	BM	7
	KF2	8
邊界層參數	Blackadar	2
	Burk Thompson	3
	Eta M-Y	4
	MRF	5
	Gayno-Xiu	6

MM5 模式中可選物理參數法，如表 2，將有 512 (8×8×8) 種選擇，本實驗選用雲微物理參數六種、積雲參數六種、邊界層參數五種，共計 180 (6×6×5) 種選擇，無法使用之參數與編譯問題列於表 3。

表 2. 所有物理參數法表

參數	名稱	參數值
雲微物理參數	Dry	1
	stable	2
	warm rain	3
	simple ice	4
	mix phase	5
	grauple (gsfc)	6
	graupel (reisner2)	7
	schultz	8

積雲參數	None	1
	Kuo	2
	Grell	3
	AS	4
	FC	5
	KF	6
	BM	7
	KF2	8
邊界層參數	no PBL fluxes	0
	bulk	1
	Blackadar	2
	Burk Thompson	3
	Eta M-Y	4
	MRF	5
	Gayno-Xiu	6
	Pleim-Xiu	7

表 3. 無法使用之參數

參數	名稱	參數值	錯誤
雲微物理參數	Dry	1	FRAD=2
	stable	2	FRAD=2
積雲參數	AS	4	記憶體不足
	FC	5	記憶體不足
邊界層參數	no PBL fluxes	0	編譯錯誤
	bulk	1	編譯錯誤
	Pleim-Xiu	7	編譯錯誤

三、執行結果

使用的電腦為 12 個節點之 x86 linux cluster (Xeon 3.06GHz, 4G RAM /node)，即使在記憶體相對足夠的情形下，亦易產生記憶體不足之情形，顯見在軟硬體方面仍有再組合的需求，對同一個案例(即同一組數據)及同一個計算模組(表示同樣功能)而言，因為可被執行的參數組合約僅佔所有可能組合的三分之一 ($\frac{180}{512}$)，此時更應思考的是此類不能執行的參數組合是否會有更接近真實路徑預測的狀況。

另外，平均每組參數之計算約 3.5 小時，共需 630 小時計算，模擬後結果檔案約佔 253GB 硬碟空間，轉換 GrADS 相容格式後約佔 236GB。

本研究之 180 組颱風路徑結果疊合在同一圖時之結果見圖 3，由圖中可見在受台灣地形影響相對小的情形下大致之路徑雖很接近，但每個時間點之誤差其實相當大，因此以此類似之計算模組為基礎之圖形，即使由經驗法預測亦可能產生極大的誤差。

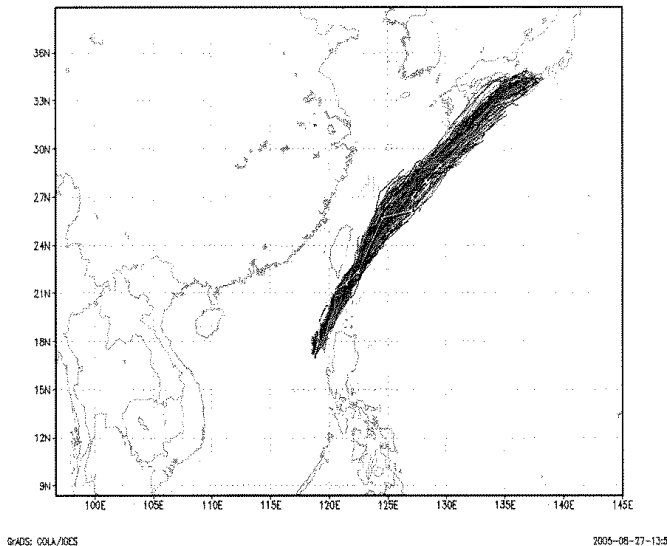


圖 3. 180 組實驗颱風路徑圖

根據青等[1-5]結果討論，在初始渦旋參數中，用不同的最大暴風半徑與最大風速做 Rankine vortex 風場的初始渦旋植入，無論是最大暴風半徑或是最大風速，對於模擬路徑的影響皆不大。初始渦旋最大暴風半徑對於颱風強度亦無明顯影響，但植入較大的風速會模擬出較強的颱風。

圖 4 為典型多個物理參數組合產生之颱風路徑，在同一個時間點颱風中心(綠線，參數組合 4,3,5 比歐洲中期天氣預報中心的全球分析資料之颱風中心位置(黑線)有落差差距，自第 24 小時後開始差距越來越大。

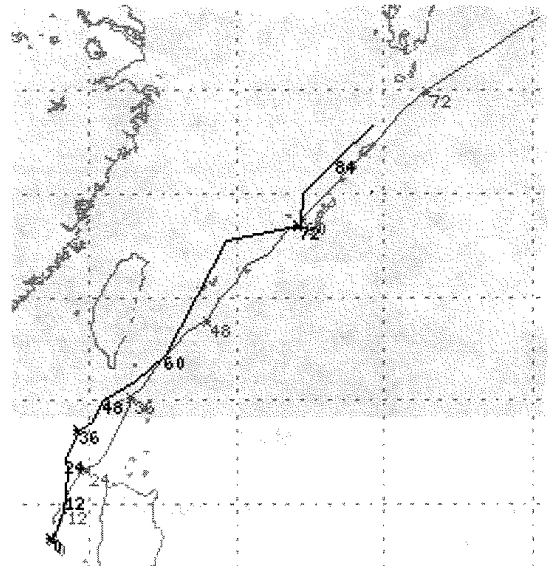


圖 4. 颱風路徑比較圖

四、結論

在本研究中吾人嘗試探討以不同初始場參數系統研究 MM5 為模擬基礎之颱風預測，找出各物理參數產生的不同模擬結果，也期望日後能增加大氣方面的知識以增強各物理參數的準確能力，以增加如植入初始場等相關等物理問題之相關性研究，甚至不同物理參數與不同物理方法之敏感度分析與更精密之關係分析。另外，由於專業知識之不足，分析之錯誤與不足希望能經由本實驗室儘可能地保留所有數值分析資料於儲存設備彌補與改進，並供學術界日後分析之參考，亦希冀在科學之探討上能提出些微改進。

致謝

本研究感謝龍華科技大學在軟硬體上全力與無私的支持，冀望此類的研究能為颱風的研究提供些微的貢獻，即使是讓學術界不需再重複已完成的數據計算，減少生命財產的損失。

參考文獻

- [1] 青麟、楊明仁，2004：“桃芝(2001)颱風之系集模擬研究”。
- [2] 林靜芝、黎守德，第十五屆粵港澳重要天氣研討會：“模式初始及邊界場對颱風瑪姬(9903)預測路徑的影響”。
- [3] 顏自雄，2003：“賀伯颱風(1996)及其受台灣地形影響之數值模擬研究”。
- [4] 羅雅尹，2001：“芭比絲颱風(1998)與東北季風共伴環流對台灣地區降水影響之數值模擬探討”。
- [5] 黃康寧、陳得松、葉天降、彭順台，2002 年中央氣象局“颱風路徑預報模式之表現與探討”。

定量降水估計與預報

Quantitative Precipitation Estimates and
Forecasts

定量降水估計與預報