

非典型鋒面誘發多重尺度對流型態降水個案之數值模擬研究

廖奕豪、侯昭平

國防大學理工學院環境資訊與工程學系

摘要

2019年5月1日梅雨季的第一道鋒面通過臺灣地區，雖然此鋒面未達典型梅雨鋒面之強度，但其通過臺灣過程中出現的多重尺度對流系統，仍然誘發了局部劇烈降水，使臺灣部分地區出現了零星的災情，對於這樣的多重尺度對流系統，使用大氣模式，在計算網格之空間解析度，受限電腦資源時，模擬降水具有一定程度的困難，為了掌握WRF模式在有限電腦資源下，正確模擬多重尺度對流系統造成降水的可行性，本研究設計了2種邊界層參數化、3種雲微物理參數化，在水平空間解析度1 km的條件下，藉由可能影響降水的參數組合，模擬降水的差異，期瞭解模式對於此類天氣系統的掌握程度。結果發現，雲微物理參數化選擇，以降水強度來說WSM6最強、WDM6次之、GODDARD最弱，邊界層參數化則為YSU邊界層參數化有較強的降水，而綜合降水型態以YWSM6的模擬降水結果最優。

關鍵字：梅雨鋒面、雲微物理參數化、邊界層參數化、敏感度測試。

1. 前言

臺灣位於太平洋西側、亞洲大陸東南方，是屬於副熱帶的海島型氣候，加上臺灣地形狹長及中央山脈高山平均3000m以上的地勢，地形複雜多端造成臺灣降水在空間上的分佈相當複雜且多變化，而就氣候而言，每年5、6月是東北季風轉換為西南季風時期，同時西伯利亞冷高壓與太平洋熱高壓勢力相當，兩者交界處往往形成狹長的滯留鋒面。鋒面伴隨之輻合降雨帶，隨著季節逐漸北移，此現象稱為梅雨同期亦為西南季風活躍期(侯與陳，2001)。

張(2008)提出不同性質之梅雨鋒面的綜觀環境氣候特徵，以多雨和少雨作為區分，可知在少雨時影響臺灣的底層噴流以大陸的北來氣流及大平洋高壓的偏南氣流為主，其中大陸北來氣流勢力可達南海，

而至700 hPa才可見強風軸；而多雨時850 hPa至700 hPa之氣流源自孟加拉灣且西南強風軸通過臺灣附近，大平洋高壓位於菲律賓北部，因此可見低層噴流特徵對於強弱降雨有很大的因素。

周(2012)選用2008年西南氣流實驗期間內 IOP-8 個案的梅雨鋒面降水事件，以WRF 模式進行模擬研究，針對WDM6、WSM6、Morrison和Thompson等雲微物理方案比較梅雨鋒面降雨表現及特性，發現比較 12 小時的臺灣地區平均累計降水，以 WDM6 及 WSM6 方案的模擬降水量較接近於觀測，Morrison 和Thompson方案則高估了降雨量。

從簡等人(2006)及Zhang et al.(2012)，發現使用YSU邊界層參數法時溫度場的較

偏暖，而使用MYJ邊界層參數法時低層偏冷高層偏暖，這述明瞭使用YSU方案中邊界層頂邊界層頂卷挾和邊界層內混合較MYJ強，因此熱量向下輸送更加有效，導致低層的溫度較高，另夜間YSU模擬的逆溫層較弱，而維持時間也小於MYJ，同時YSU模擬的邊界層高度也大於MYJ，這都有利於CCN的垂直擴散，也代表著在動力的過程中會增加碰撞和混合的機會，並將CCN傳送更高的位置。

簡等人(2006)選用 2008 年西南氣流實驗期間內 IOP-8 個案的梅雨鋒面降水事件，以 WRF 模式進行模擬研究，針對 WDM6、WSM6、Morrison和Thopmson等雲微物理方案比較梅雨鋒面降雨表現及特性，發現比較 12 小時的臺灣地區平均累計降水，以 WDM6 及 WSM6 方案的模擬降水量較接近於觀測，Morrison 和Thompson方案則高估了降雨量。

2019年5月1日的梅雨季第一道鋒面，有別於傳統的梅雨鋒面，在這鋒面的移動過程先是滯留於臺灣北部又因後方大陸冷高壓增強而快速移動通過臺灣，過程中鋒面從臺灣海峽移動通過臺灣複雜地形，與地形產生複雜的交互作用，同時間北部及中南部地區有大雨、雷雨等天氣現象，造成有局部地區有明顯的災情傳出，而此個案最特別是在臺灣中北部的線狀對流系統與南部地區的中小尺度對流系統，這樣的多重尺度的對流系統，對於WRF (Weather Research and Forecasting, WRF)模式的模擬降水，是具有一定的困難性，因此藉由各種參數化法的敏感度測試，有助於了解模式的特性，也可作為後續修正的參考依據

本研究主要目的:從觀測資料了解5月1日鋒面個案降水的特性，並藉由WRF模式的模擬降水及其相關參數化法的組合，執行敏感度測試了解模式的特性。

本文第一章為前言，第二章為觀測資料分析，第三章為模擬結果，最後第四章為結論與討論。

2. 觀測資料分析

本次研究挑選2019年4月30日1200 UTC至5月1日0000 UTC，鋒面通過臺灣地區時，造成多重尺度的對流降雨個案來實施研究，利用地面天氣圖、GFS數值分析圖、衛星雲圖等執行分析，以利進一步掌握鋒面通過臺灣地區時的降雨特徵。

2.1 綜觀環境場診斷分析

2019年4月30日1200 UTC至5月1日0000 UTC由地面天氣序列圖(圖1.1)顯示，4月30日12時高壓中心位於蒙古一帶，其勢力向東南伸展至湖南省一帶，分裂高壓中心位於江西向東移動，低壓中心則位於琉球群島一帶，冷鋒至此向西南延伸至臺灣東北部洋面，滯留鋒面則位於廣西省至臺灣北部，至1800 UTC滯留鋒面則位於南海至臺灣北部，0000 UTC高壓中心位於蒙古一帶，其勢力向東南伸展至臺灣海峽北部，高壓勢力較4月30日18時(圖1.1.b)明顯南壓，低壓中心則位於日本東方洋面，冷鋒至此向西南延伸至臺灣南部，滯留鋒面則位於南海至臺灣西南外海。

2019年4月30日1200 UTC至5月1日0000 UTC的GFS 850 hPa分析圖顯示(圖1.2、圖1.3、圖1.4)，臺灣地區及大陸沿海地區為西南風，風速為 20 kt 至 30 kt；臺灣

北部至南海混合比為 12 g kg^{-1} ，也顯示空氣中的水氣含量較高，但同個區域甚至整個臺灣地區至巴士海峽同樣出現 $\partial\theta_e/\partial Z < -5 \text{ K}$ ，顯示 1000 hPa 至 850 hPa 隨著高度上升，水氣是隨著高度遞減，同時也代表環境所提供的潛在能量是隨高度逐漸下降的，至 0000 UTC 資料顯示，臺灣地區及大陸沿海地區為西南風，風速為 15 kt 至 20 kt，風速明顯下降，臺灣北部混合比下降至 12 g kg^{-1} 以下，顯示空氣中的水氣有隨時間下降的情形；而臺灣地區仍維持 $\partial\theta_e/\partial Z < -5 \text{ K}$ 。

2019 年 4 月 30 日 1200 UTC 至 5 月 1 日 0000 UTC 的 GFS 700 hPa 分析圖顯示(圖 1.2、圖 1.3、圖 1.4)，風場部分臺灣地區及大陸沿海地區均為西南風風速為 25 kt 至 35 kt，相對濕度臺灣北部地區則是位於 80% 至 90%，顯示濕度都是偏高的情況，輻合區則是位於福建省及浙江省，至 1800 UTC 輻合區則位於東海至大陸沿海地區，風場部分臺灣地區及大陸沿海地區均為西南風，風速為 25 kt 至 35 kt，相對濕度的表現臺灣地區則是位於 80% 至 90%，顯示濕度都是偏高的情況，0000 UTC 臺灣北部海域至福建省，有局部的輻合情形，此外屏東也有局部輻合，風場部分臺灣地區及大陸沿海地區均為西南風風速為 25 kt 至 35 kt，相對濕度的表現臺灣地區則是位於 90%，顯示濕度都是偏高的情況。

2019 年 4 月 30 日 1200 UTC 至 5 月 1 日 0000 UTC 的 GFS 500 hPa 分析圖顯示(圖 1.2、圖 1.3、圖 1.4)，正渦度位於福建省一帶及臺灣東北部外海也有明顯的正渦度，顯示臺灣地區中層大氣並無有利的動力場支持發展對流的情形，至 1800 UTC 正渦度位

於臺灣海峽北部外海，但臺灣中南部地區無正渦度的表現，0000 UTC 正渦度則位於臺灣地區則無正渦度的反應。

2019 年 4 月 30 日 1200 UTC 至 5 月 1 日 0000 UTC 的 GFS 300 hPa 分析圖顯示(圖 1.2、圖 1.3、圖 1.4)，正渦度位於福建省一帶及臺灣東北部外海也有明顯的正渦度，顯示臺灣地區中層大氣並無有利的動力場支持發展對流的情形，至 1800 UTC 正渦度位於臺灣海峽北部外海，但臺灣中南部地區無正渦度的表現，0000 UTC 正渦度則位於臺灣地區則無正渦度的反應。

板橋斜溫圖(圖 1.5)中可發現 CAPE 偏低，顯示綜觀環境場無法提供有利對流發展的條件，然 KI 和 TTI 則偏高顯示有利深對流發展，代表北部地區在有動力機制時仍有利於中尺度的深對流的發展，而屏東探空圖(圖 1.5)則是 CAPE 偏高，顯示環境有助於對流發展，但 KI 和 TTI 則偏低，則說明了不利於強對流的發展，故北部的對流發展如有動力機制下，對流的發展強度將會強於南部地區，而南部地區則是較有機會產生對流，這與後續雲系發展相符合，臺灣北部地區為鋒面的造成線狀對流，而中南部地區顯示零星的對流雲系。

此個案在觀測資料中，在海外對流雲系展的位置與 700 hPa 的輻合區位置相近，然在 850 hPa 及 700 hPa 從風向風速顯示，此個案非傳統梅雨鋒面伴隨著旺盛的西南氣流，也因此與典型梅雨鋒面有較大的差別，而從 850 hPa 分析混合比顯示水氣相當充足，但在 850 hPa 臺灣地區 $\partial\theta_e/\partial Z < -5 \text{ K}$ 、500 hPa 沒有正渦度和 300 hPa 的輻散的減弱以及斜溫圖各項指數指出在熱力條件下

環境場無法有效提供能量，這些都顯示不利於旺盛的對流發展。

2.2 累積雨量分析

4月30日1600 UTC至0600 UTC累積降雨(圖1.6)雨量集中在臺北、桃園、新竹約70-110 mm累積降雨另在高雄屏東地區也有70-90 mm的累積降雨，桃園、新竹最大降雨時間為2000 UTC至2100 UTC(圖1.6)中顯示桃園、新竹累積降雨最大達40至50 mm，以達大雨標準；另從1800 UTC至1900 UTC雨量累積圖(圖1.6)中顯示高雄、屏東累積降雨最大達30至40 mm。

3. 模擬結果

3.1 WRF模式設定及參數化組合

本研究以美國環境預報中心提供的NCEP全球模式分析場FNL，資料水平空間解析度為 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ，時間解析度為每6小時1筆資料，作為模式初始資料場，針對臺灣地區作兩層巢狀網格模擬36小時，初始的模擬時間分別為2019年4月30日0000 UTC至結束時間2019年5月1日1200 UTC，研究模擬分為二層巢狀網格，模擬水平空間解析度第一層網格解析度為分別為3公里；第二層網格解析度為1公里，地形解析度分別為30 s，垂直解析度分為51垂直層頂為50 hPa，並設計了3種雲微物理參數化、2種邊界層參數化進行敏感度測試，為了針對表1.1中各類參數化的組合進行測試，我們設計了如圖1.7的個案組合設定，個案名稱以邊界層參數化縮寫的第一個字母和雲微物理參數化縮寫名稱進行組合命名，例如：YSU和WSM6的個案組合名稱稱為YWSM6，餘此類推(圖1.7)。另外，

表1.1中各代表性參數化選擇的原因，於下節中說明。相關WRF物理參數組合設定如後(表1.1)。

3.1.1 參數化選擇說明

3.1.1.1 邊界層參數化

過去學者的研究顯示，最適合應用於台灣地區的邊界層參數化為韓國延世大學的YSU法及Mellor Yamada等人所提出的MYJ法，因此本研究採用此二種邊界層參數化來進行敏感度測試，此二種邊界層參數化簡單介紹如下：

YSU是WRF中常用的邊界層參數化法，在研究中得到廣泛應用，YSU是對MRF(Medium-Range Forecasts)個案改進後的非局部K理論個案，通過在控制方程中加入反梯度通量來表示非局部梯度造成的通量，使用YSU的中熱對流產生的混合層高度升高，風切產生的混合層高度降低；反梯度項值的減小，使得邊界層結構更接近中性，解決了MRF個案中反梯度項過大的問題(Zhang et al.2012)。

MYJ方案為Mellor-Yamada的湍流閉合模型，引入了湍流動能方程。MYJ方案邊界層高度邊界層高度由湍流動能廓線決定；高階閉合模型因增加了更多的控制方程，從而對湍流輸送有更強的物理約束性。該方案適用於所有穩定條件和弱不穩定條件的邊界層，但在對流邊界層中誤差較大；由於MYJ方案考慮的物理過程比較複雜，當不能滿足其假設條件時，模擬結果存在一定偏差(Janjic et al.1994)。

3.1.1.2 雲微物理參數化

將採取與真實大氣環境接近的6種水象粒子作為雲微物理參數化的選擇考量，同時因為不同的雲微物理參數化均有各自的計算過程，而本次實驗的雲微物理參數化為3種分別GODDARD Scheme(Tao et al.2016)、WRF Single-Moment 6-Class Microphysics Scheme(WSM6)(Hong et al.2006)及WRF Double-Moment 6-class Microphysics scheme (WDM6) (Lim et al.2010)相關介紹如下：

GODDARD是包含水氣、雲水、雲冰、雨、雪、霰等6項的水項之模擬及各自的微物理過程，同時亦有飽和調整及保守修正，其微物理過程中均在一個熱力狀態下作計算，以確保過程於同一個狀態下所發生。

WSM6則是由WRF Single-Moment 5-Class Microphysics Scheme(WSM5)方案演化而來，包含包含水氣、雲水、雲冰、雨、雪、霰6項的水項之模擬及各自的微物理過程，這些過程的參數化大多和Lim et al. (2010)的方案相似，在計算增長和其他參數上有些差別。飽和度調節按Dudhia et al. (1989)和Hong et al. (1998)的方案分開處理冰和水的飽和過程，對計算的量級進行最優化處理，減小方案對模式時間步長的敏感性，適合於高分辨的模擬。

WDM6則是由WSM6發展而來，差異為雙矩陣的計算，並加強了雷達反射率，削弱（增強）了弱（強）降水活動，減少了WSM6的一些系統偏差(Khain AP et al.2006)。這種新的微物理方案的優勢在於

，它能夠以合理的計算成本，預測雲和雨水的數量濃度以及雲凝結核分佈，來靈活地改變雨滴的大小分佈。

3.2 各參數化組合之模擬降雨分析

YWSM6至MGCE模擬之累積降水(圖1.8)與觀測資料實際降水之比較，以降水型態在YWSM6、YWDM6、YGCE、MWSM6、MGCE在臺灣北部的降水型態較符合，其中以YWSM6在北部降水的強度與型態最接近觀測資料，而MWDM6在臺灣海峽中北部回波較弱；而中部降水在YWSM6、YWDM6、YGCE、MWSM6、MWDM6、MGCE，降水均集中在臺中、花蓮山區為主，與實際降水略微偏弱情形，在中部山區則有相當不錯的表現，但在中部平地地區降水YWSM6、YWDM6、YGCE、MWSM6、MWDM6、MGCE均有低估的現象，其中以YWSM6相較於他的參數組合在最強降水區的位置與實際觀測資料最為符合，臺灣高雄屏東降水在YWSM6、YWDM6、YGCE、MWSM6、MWDM6、MGCE中均未掌握其降水，其中以YWDM6、MWDM6降水差異最大，顯示使用WDM6的雲微物理參數化對於弱綜觀環境的中小尺度對流系統，模擬的結果較差。綜合模擬降雨上，YWSM6至YGCE與MWSM6至MGCE在臺灣北部和中部，鋒面所造成之降雨型態差異不大，但以強度來說WSM6最強、WDM6次之、GODDARD最弱，而比較YSU邊界層參數化與MYJ邊界層參數化的模擬降水差異，發現使用YSU邊界層參數化的組合設定有較強的降水，這樣的情形合理的對應著簡等人(2006)及Zhang et al.(2012)，表明YSU較有利於對流的發展，

同時也是本個案YSU強於MYJ的原因。而綜合降水型態以YWSM6的模擬降水結果最優。

4. 結論與未來展望

5月1日的鋒面個案在通過臺灣地區時，先滯留然後轉變成微弱冷鋒快速通過，此非典型的梅雨鋒面雖未給臺灣地區帶來明顯的災害，而過程中的多重尺度對流系統對於WRF模式的模擬降水，具有相當的挑戰性，在本次研究成果如下：

4.1 結論

4.1.1 觀測資料診斷分析

此個案在觀測資料中，在海外對流雲系展的位置與700 hPa的輻合區位置相近，然在850 hPa及700 hPa從風向風速顯示，此個案非傳統梅雨鋒面伴隨著旺盛的西南氣流，也因此與典型梅雨鋒面有較大的差別，而從850 hPa分析混合比顯示水氣相當充足，但在850 hPa臺灣地區 $\partial\theta_e/\partial Z < -5$ K、500 hPa沒有正渦度和300 hPa的輻散的減弱以及斜溫圖各項指數指出在熱力條件下環境場無法有效提供能量，這些都顯示不利於旺盛的對流發展，綜合這幾點使臺灣北部地區類線狀的對流系統，由於綜觀環境場的改變使底層並無法提供有效的能量，對流無法持續旺盛發展，同時在移動的過程中也受到地形的破壞，因此造就此個案僅達大雨等級的降水。

4.1.2 參數組合之敏感度測試

綜合模擬降雨上，YWSM6至YGCE與MWSM6至MGEC在臺灣北部和中部，鋒面所造成之降雨型態差異不大，但以強度來說WSM6最強、WDM6次之、GODDARD

最弱，而比較YSU邊界層參數化與MYJ邊界層參數化的模擬降水差異，發現使用YSU邊界層參數化的組合設定有較強的降水，而綜合降水型態以YWSM6的模擬降水結果最優。

4.2 未來展望

我們測試了3種雲微物理參數化、2種邊界層的組合搭配，這樣不同參數化的敏感度測試，有助於我們掌握模式的特性，未來希望能夠針對強降水的個案，進行相關性的敏感度測試，以了解模式對於劇烈降水個案的特性，以利往後模式改進的參考依據。

5. 參考文獻

- 侯喜真與陳泰然，2001：梅雨季伴隨華南西南風爆發之低壓發展。大氣科學，29，203-228。
- 周俊宇，2012：西南氣流實驗(IOP-8個案)觀測分析與數值模擬：雲微物理結構特徵及參數法方案比較，國立中央大學大氣科學研究所碩士論文，118頁。
- 簡芳菁、洪景山、張文錦、周仲島、林沛練、林得恩、劉素屏、繆璿如、陳致穎，2006，WRF 模式之敏感度測試，第一部分：探空測站上的校驗。大氣科學，34，241-260。
- 簡芳菁、洪景山、張文錦、周仲島、林沛練、林得恩、劉素屏、繆璿如、陳致穎，2006，WRF 模式之敏感度測試，第二部分：探空測站上的校驗。大氣科學，34，261-276。

- Hong, Song-You, Yign Noh, Jimy Dudhia, 2006: A new vertical diffusion package with an explicit treatment of entrainment processes. *Mon. Wea. Rev.*, 134, 2318–2341.
- Tao, W.-K., D. Wu, S. Lang, J.-D. Chern, C. Peters-Lidard, A. Fridlind, and T. Matsui, 2016: High-resolution NU-WRF simulations of a deep convective-precipitation system during MC3E: Further improvements and comparisons between GODDARD microphysics schemes and observations. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, 1278–1305.
- Hong, S. - Y., and J. - O. J. Lim, 2006: The WRF single - moment 6 - class microphysics scheme (WSM6) . *J. Korean Meteor. Soc.*, 42, 129 - 151.
- Lim, K. - S. S., and S. - Y. Hong, 2010: Development of an effective double - moment cloud microphysics scheme with prognostic cloud condensation nuclei (CCN) for weather and climate models. *Mon. Wea. Rev.*, 138, 1587 - 1612.
- Lin YL, Farley RD, Orville H D. 1983. Bulk parameterization of the snow field in a cloud model[J]. *J. Climate Appl. Meteor.*, 22, 1065-1092.
- Dudhia J. 1989. Numerical study of convection observed during the winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model[J]. *J. Atmos. Sci.*, 46 (20) ,3077-3107.
- Hong SY, Juang HMH, Zhao Q. 1998. Implementation of prognostic cloud scheme for a regional spectral model[J]. *Mon. Wea. Rev.*, 126 (10) ,2621-2639.
- Khain AP, BenMoshe N, Pokrovsky A. 2008. Factors determining the impact of aerosols on surface precipitation from clouds: An attempt at classification[J]. *J. Atmos. Sci.*, 65,1721-1748.
- Zhang Bi-Hui 、Liu Shu-Hua 、Liu He-Ping 、Ma Yan-Jun., 2012 : The effect of MYJ and YSU schemes on the simulation of boundary layer meteorological factors of WRF., *Chinese Journal of Geophysics-Chinese Edition* 55(7), 2239-2248.

6. 圖表彙整

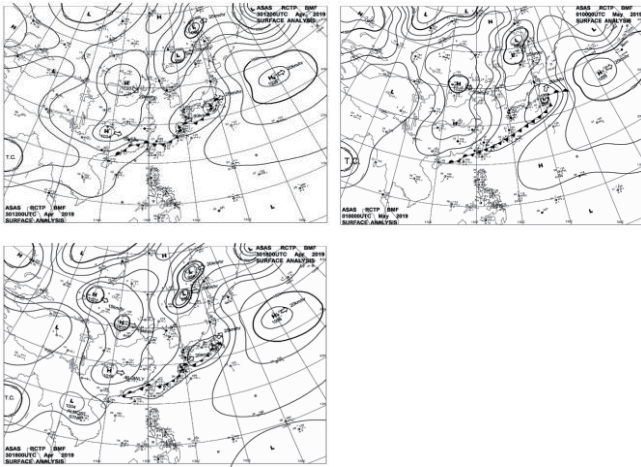


圖 1.1 地面天氣圖(a)2019年04月30日1200 UTC、(b)2019年04月30日1800 UTC、(c)2019年05月01日0000 UTC。(資料來源：中央氣象局)

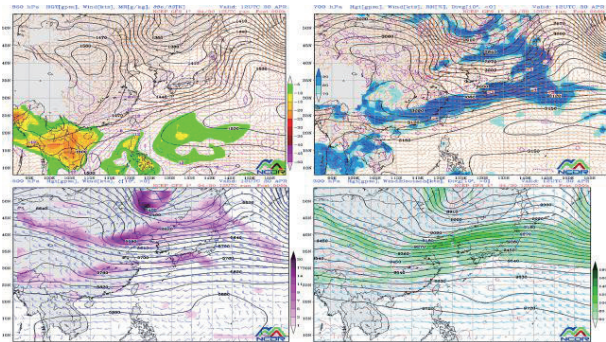


圖 1.2 2019年04月30日1200 UTC全球預報模式(GFS)數值分析圖，(a)850 hPa等高線、風速、混合比及相當位溫數值分析圖、(b)700 hPa等高線、風速、相對濕度及輻合數值分析圖、(c)500 hPa等高線、風速及渦度數值分析圖、(d)300 hPa等高線、等風速及輻散數值分析圖。(資料來源：國家災防科技中心, NCDR)

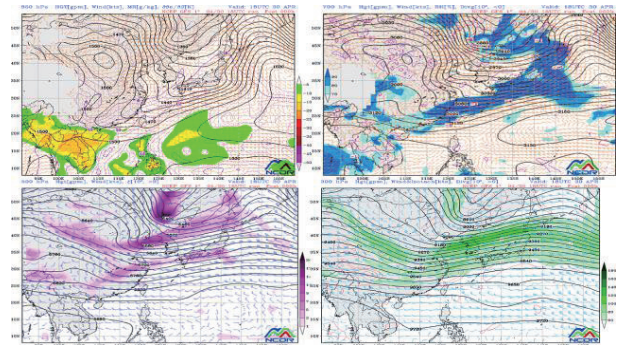


圖 1.3 同圖 1.2，但時間為 2019 年 04 月 30 日 1800 UTC。

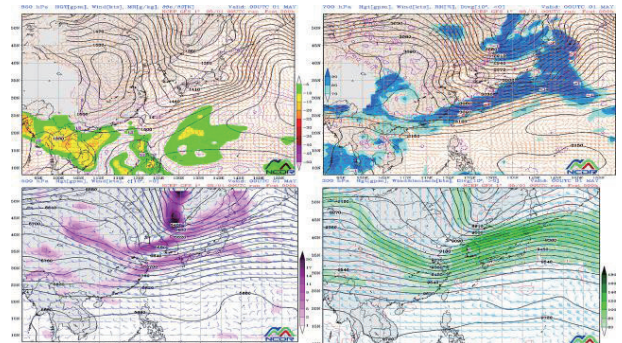


圖 1.4 同圖 1.2，但時間為 2019 年 04 月 30 日 1800 UTC。

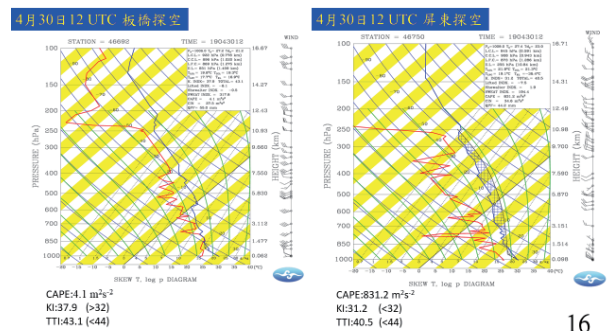


圖 1.5 2019 年 4 月 30 日 1200 UTC 斜溫圖，(a) 板橋探空、(b) 屏東探空。(資料來源：中央氣象局)

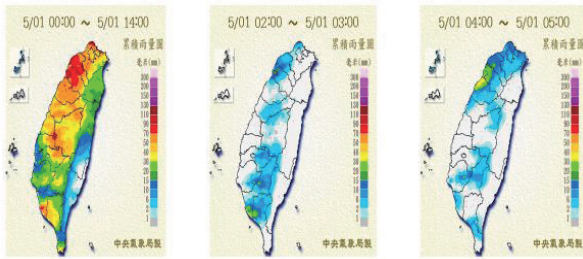


圖 1.6 2019 年 5 月 1 日 (LST) 累積雨量圖 (a) 00 時至 14 時累積雨量圖、(b) 04 時至 05 時累積雨量圖、(c) 02 時至 03 時累積雨量圖。(資料來源：中央氣象局)

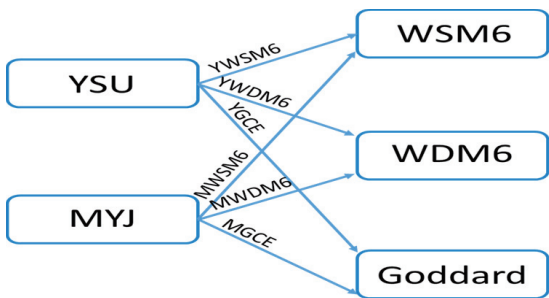


圖 1.7 WRF 雲微物理及邊界層參數組合設定，(a) YWSM6 為 YSU+WSM6、(b) YWDM6 為 YSU+WDM6、(c) YGCE 為 YSU+GODDARD、(d) MWSM6 為 MYJ+WSM6、(e) MWDM6 為 MYJ+WDM6、(f) MGCE 為 MYJ+GODDARD。

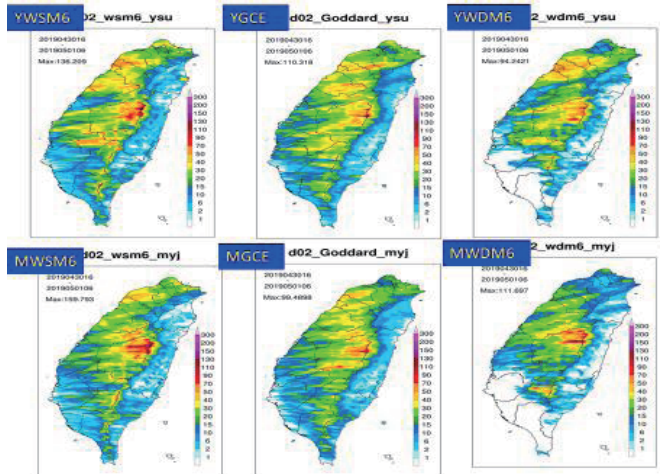


圖 1.8 2019 年 4 月 30 日 1600 UTC 至 5 月 1 日 0600 UTC 模擬累積降雨圖 (單位：mm)，(a) 為 YWSM6 內網格模擬累積雨量圖、(b) 為 YWDM6 內網格模擬累積雨量圖、(c) 為 YGCE 內網格模擬累積雨量圖、(d) 為 MWSM6 內網格模擬累積雨量圖、(e) 為 MWDM6 內網格模擬累積雨量圖、(f) 為 MGCE 內網格模擬累積雨量圖

表 1.1 WRF 模式相關設定

WRF Domain	D01	D02
水平解析度	3 km	1 km
地形解析度	30s	30s
積分步長	1秒	
垂直層數	51層	
地圖投影	麥卡托投影	
微物理參數法	GODDARD、WSM6、WDM6	
積雲參數法	無	
邊界參數法	YSU、MYJ	
P_top_requested	50 hPa	

Numerical Simulation Study on Multi-scale Convective Precipitation Induced by Atypical Front

Yi-Hao Laio and Jou-Ping Hou

Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University

Abstract

The first front of the Meiyu season passed through the Taiwan region on May 1, 2019. Although this front did not reach the intensity of the typical Meiyu front, its multi-scale convection systems during the passage of Taiwan still induced local severe precipitation, causing sporadic disasters in some areas of Taiwan. For such multi-scale convection systems, the use of atmospheric models has a certain difficulty in simulating precipitation when calculating the spatial resolution of the grid and constraining computer resources. In order to master the WRF model in limited computer resources, to correctly simulate the feasibility of precipitation caused by multi-scale convective systems, this study designed two boundary layer parameterizations, three cloud microphysical parameterizations, and changed the first layer of nested grid range. Under the condition with a horizontal spatial resolution of 1 km, by the combination of parameters that may affect precipitation and the size of the first layer of nested grids, the difference in precipitation is simulated to understand how well the model can master such weather systems. It was found that the cloud microphysical parameterization schemes are WSM6 the strongest, WDM6 the second, and GODDARD the weakest in terms of precipitation intensity. The boundary layer parameterization is that YSU boundary layer parameterization has strong precipitation, and the comprehensive precipitation pattern is YWSM6 that the simulated precipitation result is optimal.

Keywords: Mei-yu Front, Microphysics Schemes, PBL Physics Schemes, Sensitivity Test.