

# 2006年梅雨季 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 雨量預報之統計分析

張惠玲 黃葳芃 王溫和 丘台光 陳嘉榮  
中央氣象局氣象衛星中心

## 摘要

本文針對中央氣象局 LAPS 短時預報系統目前上線作業的兩個模式 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 進行梅雨季大降水個案及整期 0 至 12 小時的降水預報校驗，結果顯示兩模式均有相當不錯的預報能力，特別是針對大降水個案的校驗。整體而言，在降水門檻較小時，LAPS-MM5 偏低估，而在降水門檻較大時(10 mm 以上)，LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 均偏高估，且 Bias 的變異性較大。

針對梅雨季大降水個案及整期的校驗的分析結果顯示兩模式技術得分的穩定性相當，但 LAPS-WRF 表現明顯優於 LAPS-MM5，其 ETS 較高、Bias 接近 1、FAR 稍高但 POD 卻遠高於 LAPS-MM5。如比較不同降水門檻時的表現及穩定性則顯示兩模式均隨著降水門檻增加，校驗成績變差，此結果顯示此兩模式對小雨的掌握不錯，但對中大雨的預報能力較差。至於比較兩模式校驗成績長期統計的機率分布則顯示 LAPS-WRF 有較大機率得到高校驗得分。

關鍵字：LAPS-MM5、LAPS-WRF、ETS、Bias、POD、FAR。

## 一、前言

中央氣象局為提升對劇烈天氣現象的即短時(0-12小時)預報能力，自2002年起與美國海洋暨大氣總署之預報系統實驗室(NOAA/FSL)技術合作，發展台灣地區中尺度模式短時預報系統 LAPS-MM5(Local Analysis and Prediction System-Fifth-generation NCAR/Penn. State Mesoscale Model)。自2003年起 LAPS-MM5 正式上線作業提供每日預報，之後自2005年起 LAPS-WRF (Weather Research and Forecasting) 模式也正式上線，以作為即短時預報的重要參考指標之一。

## 二、資料及研究方法

本文分別採用今年梅雨季(五月至六月) LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 0-6小時及6-12小時的雨量預報結果，以QPESUMS (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors) 經過自動雨量站雨量校正之6小時估計降雨為觀測資料，進行ETS (Equitable Threat Score)、Bias、POD (Probability Of Detection)及FAR (False Alarm Ratio)的計算。如此所得之結果再區分為兩組資料進行穩定性及機率分佈分析，一組是根據觀測降水挑選出梅雨季期間大降水個案，另一組資料則是梅雨季期間整期之所有資料，即包含在這段期間所有預報結果。

## 三、結果分析

### (一) 大降水個案結果

圖1為此期間大降水個案 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 之 ETS 的分佈情形，由圖1(a)可見 LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 ETS 有 50% 集中在 0.37-0.61 之間，顯示 LAPS-MM5 對於用以判斷是否降雨有相當不錯的預報能力。當門檻值增加至 5 mm 時，ETS 有 50% 集中在 0.2-0.45 之間，成績已略為下降。當門檻值為 10 mm 時，ETS 有 50% 集中在 0.14-0.4 之間；至門檻值為 25 mm 時，ETS 有

50%集中在 0.05-0.28 之間，成績隨著門檻值增加而降低。至於 LAPS-WRF 在降水門檻值分別為 0.5 mm、5 mm、10 mm 及 25 mm 時，50%的 ETS 則分別集中在 0.53-0.74、0.25-0.5、0.15-0.45 及 0.05-0.3。如比較 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 兩者之 ETS 即可發現，LAPS-WRF 之 ETS 較 LAPS-MM5 成績為高，特別是在門檻值較小的情況下。

圖2為 bias 的分佈情形，由圖2(a)可見 LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 bias 有 50% 集中在 0.48-0.82 之間，顯示 LAPS-MM5 對於較小門檻值時有低估的情形。當門檻值增加至 5 mm 時，bias 有 50% 集中在 0.48-1 之間，仍是略為低估情形。當門檻值為 10 mm 時，bias 有 50% 集中在 0.62-1.18 之間，至門檻值為 25 mm 時，bias 有 50% 集中在 0.58-2 之間。由中位數的分佈則可見在門檻值大於 10 mm 時，其值皆大於 1；反之則小於 1。至於 LAPS-WRF 在降水門檻值分別為 0.5 mm、5 mm、10 mm 及 25 mm 時，50%的 ETS 則分別集中在 0.8-1.1、0.8-1.3、0.8-1.4 及 0.8-2 之間。如比較 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的結果即可發現，LAPS-WRF 在門檻值較小(小於 10 mm 時)之 bias 較 LAPS-MM5 低估的程度為小，但在門檻值較大的情況下其 bias 則與 LAPS-MM5 相似，都具有高估的情形。

圖3為 POD 的分佈情形，由圖3(a)可見 LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 POD 有 50% 集中在 0.48-0.77 之間，當門檻值增加至 5 mm 時，POD 有 50% 集中在 0.28-0.66 之間，成績已略為下降。當門檻值為 10 mm 時，POD 有 50% 集中在 0.24-0.62 之間，至門檻值為 25 mm 時，ETS 有 50% 集中在 0.12-0.6 之間，由此可以發現 POD 隨著門檻值增加而明顯降低。至於 LAPS-WRF 在降水門檻 0.5 mm 時 POD 有 50% 集中在 0.68-0.9 之間；當門檻值分別為 5 mm、10 mm、25 mm 時，POD 有 50% 則分別集中在 0.44-0.8 之間、0.33-0.75 之間及 0.12-0.65。如比較 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的結果即可發現，LAPS-WRF 之 POD 在任何門檻值皆較 LAPS-MM5

成績為高，結果相當明顯。

圖 4 為 FAR 的分佈情形，由圖 4(a)可見 LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 FAR 有 50%集中在 0.05-0.18 之間，當門檻值增加至 5 mm 時，FAR 有 50%集中在 0.2-0.5 之間，當門檻值為 10 mm 時，FAR 有 50%集中在 0.3-0.68 之間，至門檻值為 25 mm 時，FAR 有 50%集中在 0.54-0.95 之間，由此可以發現 FAR 隨著門檻值增加而明顯增加。至於 LAPS-WRF 在降水門檻 0.5 mm 時 FAR 有 50%集中在 0.08-0.22 之間；當門檻值分別為 5 mm、10 mm、25 mm 時，FAR 有 50%則分別集中在 0.25-0.56 之間、0.33-0.7 之間及 0.54-0.92。如比較 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的結果即可發現，LAPS-WRF 在門檻值較小時其 FAR 值較 LAPS-MM5 為高，在門檻值較大時兩者之差異就較不明顯。

圖 5 為門檻值為 0.5 mm 時 ETS 得分之分佈機率圖，結果顯示 LAPS-MM5 所得之 ETS 機率最大的前三位為 0.4、0.5 及 0.6，其機率皆大於 15%。至於 LAPS-WRF 較大的機率則是分佈在 0.6、0.7 及 0.8，其機率皆大於 15%，有此可見 LAPS-WRF 較 LAPS-MM5 有較大機率得到高校驗得分。

#### (二) 整期結果

圖 6 為今年梅雨季整期 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 之 ETS 的分佈情形，由圖 6(a)可見 LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 ETS 有 50%集中在 0.15-0.5 之間，當門檻值增加至 5 mm 時，ETS 有 50%集中在 0.03- 0.35 之間，當門檻值為 10 mm 時，ETS 有 50%集中在 0.02-0.25 之間，至門檻值為 25 mm 時，ETS 有 50%集中在 0.02-0.15 之間，與上一節所示之大降水個案的趨勢相同，成績皆隨著門檻值增加而降低。如比較大降水個案與本節整期在每個門檻值的中位數就可以發現，整期的校驗成績皆較大降水個案為低。

至於 LAPS-WRF 在降水門檻 0.5 mm 時的 ETS 有 50%集中在 0.25 - 0.63 之間；當門檻值分別為 5 mm、10 mm 及 25 mm 時，ETS 有 50%則分別集中在 0.05-0.4 之間、0.02-0.28 之間及 0.02-0.15。如比較上一節大降水個案與本節整期在各個門檻值的中位數就可以發現，整期的成績皆較大降水個案為低，與 LAPS-MM5 的結果相似。但如比較 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 整期成績的中位數及分佈就可發現，LAPS-WRF 在門檻值較小（小於 15 mm）的情況下其 ETS 較 LAPS-MM5 成績為高。

圖 7 為梅雨季整期門檻值為 0.5 mm 時 ETS 得分之分佈機率圖，結果顯示 LAPS-MM5 所得之 ETS 機率最大的前三位為 0.4、0.5 及 0.6，其機率皆大於 12%。至於 LAPS-WRF 較大的機率則是分佈在 0.5、0.6 及 0.7，其機率皆大於 12%，由此可見 LAPS-WRF 仍有較大機率得到高校驗得分。不過如與上節大降水個案的結果比較可以發現，在 ETS 的機率分佈上，整期校驗結果得到低分的機率較大降水個案提高許多，且由其分佈也可以看出整期校驗在低門檻值時的變異性增加。

#### 四、結語及未來展望

本文針對 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 在梅雨季大降水個案及整期 0 至 12 小時的降水預報進行校驗，結果顯示兩模式均有相當不錯的預報能力，特別是針對大降水個案的校驗，LAPS-MM5 在降水門檻 0.5 mm 時的 ETS 有 50%集中在 0.37-0.61 之間，而 LAPS-WRF 為 0.53-0.74 之間。整體而言，在降水門檻較小時，LAPS-MM5 偏低估，而在降水門檻較大時(10 mm 以上)，LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 均偏高估，且 Bias 的變異性較大。

針對梅雨季大降水個案校驗的分析結果如下：

(一) 針對不同降水門檻，比較兩模式的表現及穩定性：結果顯示兩模式技術得分的穩定性相當，但 LAPS-WRF 表現明顯優於 LAPS-MM5，其 ETS 較高、Bias 接近 1、FAR 稍高但 POD 卻遠高於 LAPS-MM5。(二) 分別就兩模式，比較不同降水門檻時的表現及穩定性：結果顯示兩模式均隨著降水門檻增加，校驗成績變差，此結果顯示此兩模式對小雨的掌握不錯，但對中大雨的預報能力較差。(三) 比較兩模式校驗成績長期統計的機率分布：結果顯示 LAPS-WRF 有較大機率得到高校驗得分。以上的分析結果，若是針對梅雨季整期來校驗，結果亦相似，但校驗成績明顯降低且低門檻值時的變異性增加。

未來可繼續針對目前平行測試中的另一模式 LAPS-WRF(NMM)的預報結果進行校驗成績分佈特性的探討，以瞭解目前上線作業之 LAPS-MM5、LAPS-WRF(ARW) (即文中前述之 LAPS-WRF) 及現在正在測試的 LAPS-WRF(NMM)之預報結果特性的差異，此有助於未來在天氣預報應用時的參考。在未來亦可針對台灣地區不同地區進行校驗，例如在梅雨鋒面的影響下，對於中部、南部及山區校驗成績的分佈特性，以增進對於個模式結果在應用上的參考價值。

## 參考文獻

- 葉天降，1998：嘉南地區 1997 年梅雨期降水之特性與作業模式預測校驗。*大氣科學*，26，41-61。
- 張惠玲，1997：台灣地區午後對流降水之研究。碩士論文。
- 黃葳芃、王溫和、丘台光與陳嘉榮，2005：LAPS-MM5 於 2005 年梅雨季及颱風季的預報表現回顧。*天氣分析與預報研討會論文彙編*，216-220。
- Albers, S., 1995: The LAPS wind analysis. *Wea. Forecasting*, 10, 342-352.
- Albers, S., J. McGinley, D. Birkenheuer, and J. Smart, 1996: The Local Analysis and Prediction System (LAPS): Analyses of clouds, precipitation, and temperature. *Wea. Forecasting*, 11, 273-287.
- Jian, G.-J., S.-L. Shieh, J. McGinley, 2003: Precipitation associated with Typhoon Sinlaku (2002) in Taiwan area using the LAPS diabatic initialization for MM5. *TAO*, 14, 1-28.

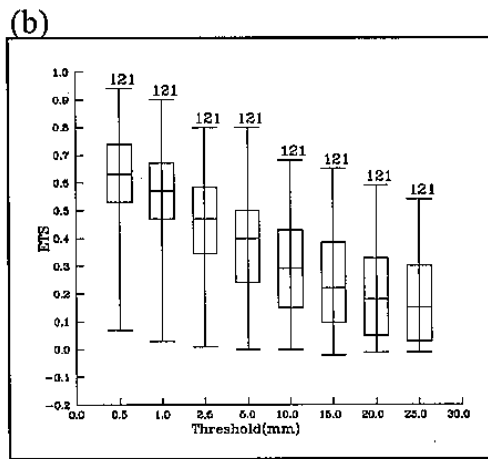
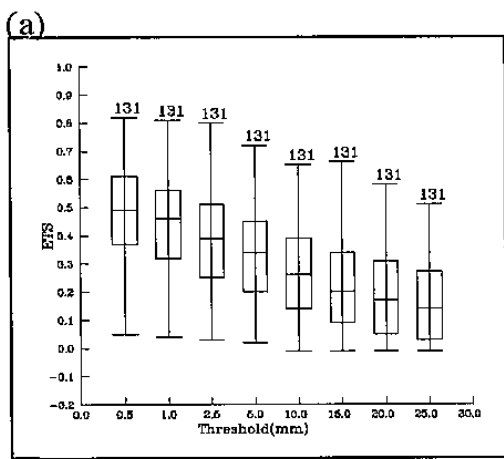


圖 1 梅雨季大降水個案期間(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 ETS 分佈。

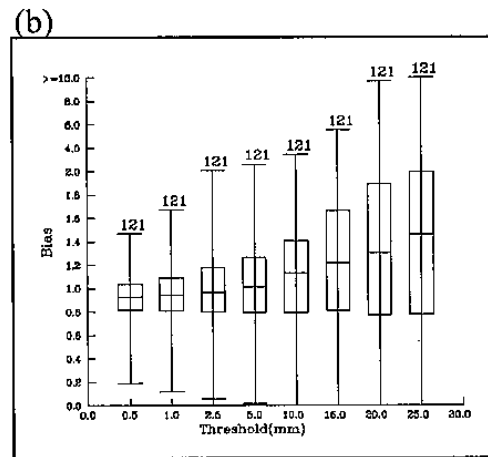
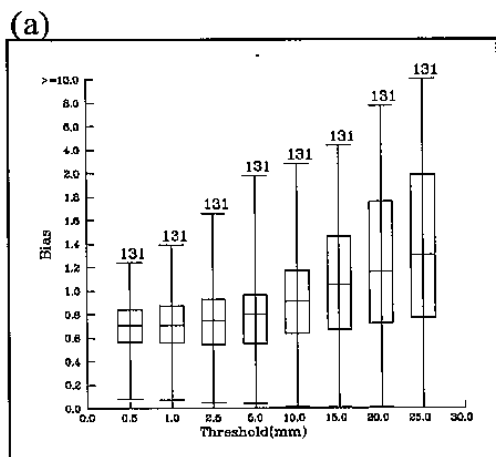


圖 2 梅雨季大降水個案期間(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 bias 分佈。

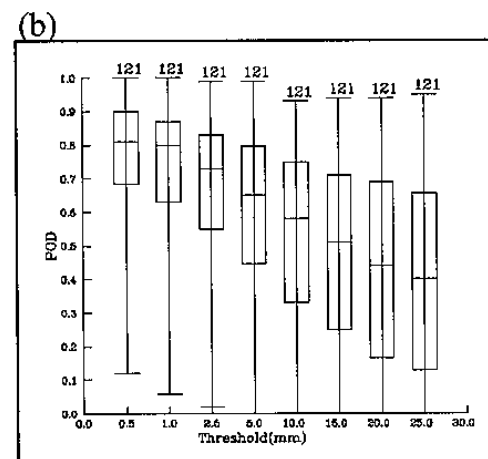
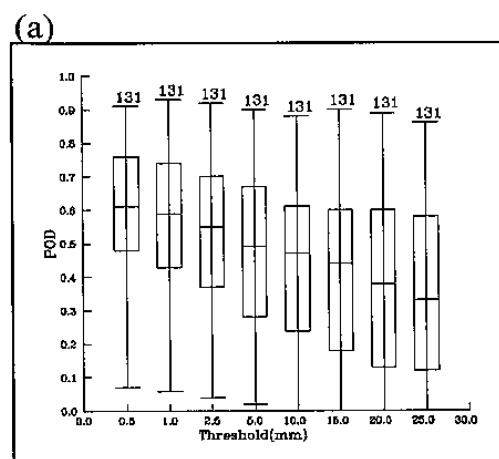


圖 3 梅雨季大降水個案期間(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 POD 分佈。

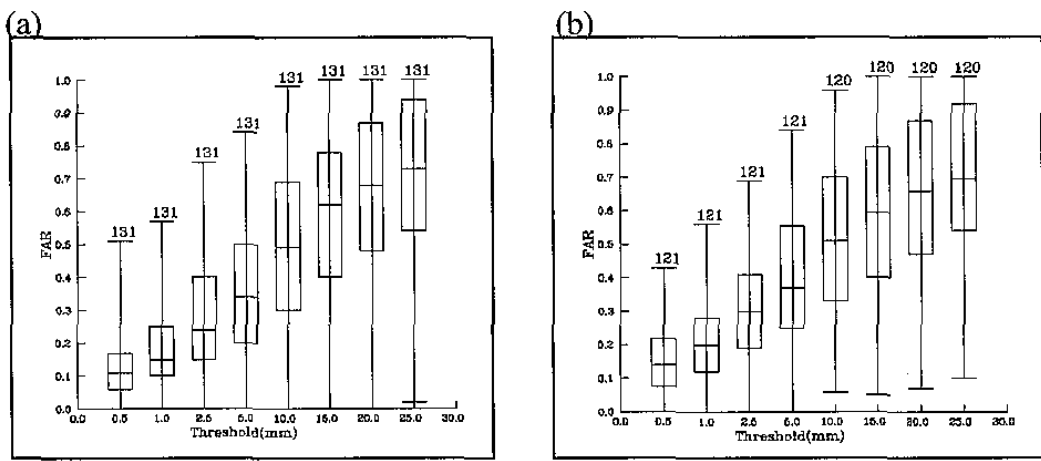


圖 4 梅雨季大降水個案期間(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 FAR 分佈。

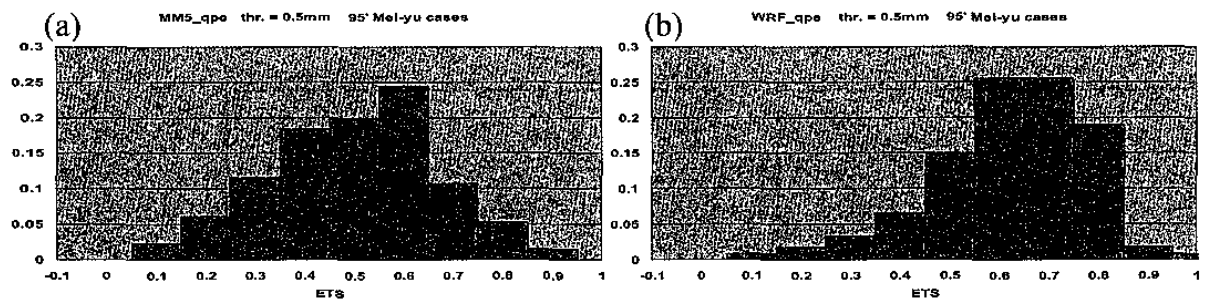


圖 5 梅雨季大降水個案期間門檻值為 0.5 mm 時(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 ETS 機率分佈。

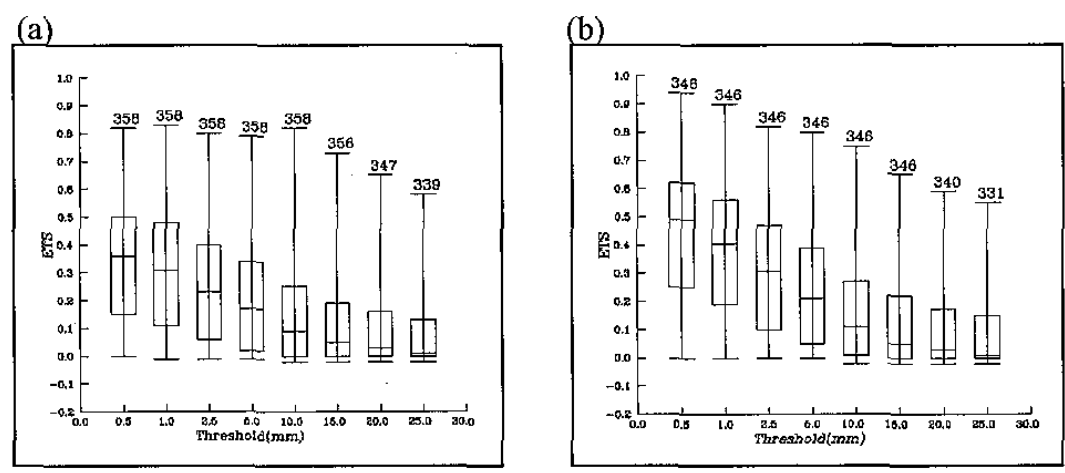


圖 6 梅雨季整期(五月及六月)(a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 ETS 分佈。

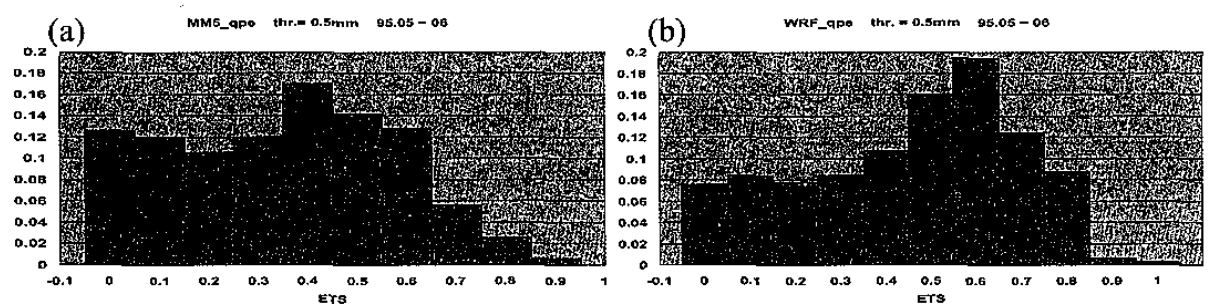


圖 7 梅雨季整期(五月及六月) 門檻值為 0.5 mm 時 (a)LAPS-MM5 及(b)LAPS-WRF 之 ETS 機率分佈。