

# CWB WRF 與 ECMWF 0.125° 之定量降水預報校驗

許捷勝 王志嘉 陳白榆 張庭槐 馮欽賜

中央氣象局氣象資訊中心

## 摘要

隨著數值天氣預報與電腦效能的發展，目前已可提供高時空解析度之定量降水預報(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)。而藉由公正預兆得分(Equitable Threat Score, ETS)與偏倚得分(Bias Score)等校驗技術，對於提升劇烈降水預報的準確度，以及如何避免造成災害，扮演相當重要的角色。

本研究使用的觀測資料為中央氣象局自動雨量站逐時累積雨量，模式資料為 CWB WRF 模式(Weather Research and Forecasting Model)各組成員 5km 解析度與 ECMWF 模式(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)台灣地區 0.125°x0.125°解析度(簡稱 ECTW)之 12 小時預報累積雨量。校驗方法是以模式網格點為中心，取模式網格點  $0.5\Delta x$  為半徑內的雨量測站之平均視為觀測值，與網格點上的預報值進行校驗，即為 QPF 校驗格點。以 CWB WRF 5km 解析度為例，於模式網格點(F)上搜尋 2.5km 半徑內之自動雨量站，若無法搜尋到雨量站，則此點將不進行校驗;若搜尋到兩個以上之雨量站，則取其平均值作為觀測值(O)，並進行計算與校驗。

### 一. 前言

台灣高聳的地理環境影響，每年由颱風與梅雨等極端降水事件所造成之生命財產損失不可小覷。近年來，受到水土保持不良的條件下，洪水災情更是有增無減。因此，如何進行防災減災的工作，也是氣象研究單位與作業預報上的當務之急。隨著數值天氣預報與電腦效能的發展，目前已可提供高時空解析度之定量降水預報。而藉由公正預兆得分(ETS)與偏倚得分(BIAS)等校驗技術，對於提升劇烈降水預報的準確度、如何避免造成災害，則扮演著相當重要的角色。

數值天氣預報是根據大氣的熱力及動力學及流體連續方程式為基礎所發展出來的預報模式。預報就像是一個實驗，已給定了一組的初始狀態，做了假設之後會得到某種結果。我們必須等到確認結果以後，才能確定這個實驗完成與否。

### 二. 資料來源與校驗方法

本研究使用的觀測資料為中央氣象局自動雨量站逐時累積雨量，模式資料為 WRF 模式(Weather Research and Forecasting Model)各組成員 5km 解析度(表 2.1)與 ECMWF 模式(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)台灣地區 0.125°x0.125°解析度(簡稱 ECTW)之不同預報時段的 12 小時預報累積雨量。

台灣地區降水預報得分是以模式網格點為中心，取模式網格點  $0.5dx$  為半徑內的雨量測站之平均作為觀測值，與網格點上的預報值作校驗，如圖 2.1 所示，圖中藍實線圓圈即為 QPF 校驗格點。以 WRF 5km 解析度為例，於模式網格點(F)上搜尋 2.5km 半徑內之自動雨量站，若無法搜尋到雨量站，則此點將不進行校驗;若搜尋到兩個以上之雨量站，則取其平均值作為觀測值(O)，並進行計

算與校驗。圖 2.2 分別表示 WRF 5km、ECMWF 0.125°解析度的模式 QPF 校驗格點，因 WRF 模式解析度較細，故選取的校驗格點數較多且藍圈的半徑較小(WRF:318 個、ECTW:184 個)。

本研究使用的降水預報得分包含兩種計算方式：偏倚得分(BIAS)：事件(高於門檻之降水)實際與預報發生之比值。BIAS>1 表示預報高估，BIAS<1 表示預報低估。

$$BIAS = F/O \quad F: \text{Forecast} \quad O: \text{Observation}$$

公正預兆得分(ETS)：模式與觀測之交集除以兩者之聯集，扣除隨機命中率。ETS=0 無技術，ETS=1 表示完美的預報。

$$ETS = \frac{H - E}{F + O - H - E} \quad E = N \frac{F - O}{N - N}$$

H : Hit   N : Entire Verification Grid

以上預報降水得分中，模式於統計期間內不同預報時間(00-12, ..., 60-72)之 12 小時累積雨量，與相同期間的觀測累積雨量，轉換至台灣地區 QPF 校驗格點上，再依據不同的降水門檻值，分別計算出其 BIAS 與 ETS 得分。

### 三. 校驗結果與分析

本研究校驗統計期間為 2013 年，並依季節區分為冬季 1、2 月，春季 3、4 月，梅雨季 5、6 月，夏季 7、8 月及秋季 10、11 月分別校驗比對。

2013 年 1、2 月冬季降水普遍偏低，台灣全區 12 小時平均累積降水皆不超過 10 mm (圖略)。模式前 12 小時預報的累積降水比對此段時間的觀測降水顯示，WRF 於台灣東側有降水預報不足的情形；反之 ECTW 於東半部則有降水高估。且兩組模式 24-36、48-60 小時預報皆有相似的降水分佈(圖 3.1a)。

BIAS 得分顯示出 ECTW 於 0.1 至 10mm 小雨門檻值明顯高估、10-50mm 中大雨門檻值則為低估；WRF 系列模式除 WRFM02 外，於

全門檻值皆為低估。於 ETS 與 TS 得分，WRF 系列模式在全門檻值皆高於 ECTW，但 WRF 系列隨預報時間的增加，得分亦快速的下降(圖 3.2a)。

3、4 月的春天降水較冬天多雨，主要集中在於四月份(圖略)。降水主要集中在於中部山區，WRF 模式預報降水明顯低估；ECTW 模式則於東部地區高估降水(圖 3.1b)。ECTW 模式的 BIAS 得分仍於小雨門檻值高估，中大雨低估；WRF 系列則於中小雨門檻普遍低估。ETS 與 TS 於降水較多且集中的小雨門檻值會有明顯的差異。TS 得分於小雨門檻值時，ECTW 較 WRF 模式有較高的得分，中大雨門檻值則是以 WRF 系列得分較高。WRF 模式仍隨預報時間的增加，得分有快速下降的情形；ECTW 則較不明顯(圖 3.2b)。

2013 年梅雨季節降水主要集中在於五月份，約有三至四波豪大雨的發生(圖略)。WRF 模式降水較觀測降水偏東側，ECTW 則較偏西側且東側高估(圖 3.1c)。BIAS 得分 ECTW 仍保持小雨高估、大雨低估的特性；反之 WRF 系列模式前 12 小時預報則相當接近 1，但隨預報時間有略為低估(圖 3.2c)。ETS 與 TS 受到降水較多且集中的梅雨季有明顯的差異，主要仍為 WRF 系列有較高的降水得分。但隨著預報時間的增加，WRF 系列得分快速降低，ECTW 於中小雨門檻值反之有較高的得分(圖 3.2c)。

夏季在受到颱風的影響，降水主要集中在於中南部山區。2013 年 7、8 月造成台灣有強降水的分別為蘇力、潭美及康芮颱風。BIAS 得分 ECTW 仍有小雨高估、大雨低估的特性；WRF 系列模式只有略為低估的情形(圖 3.2d)。於 TS 得分的部分，ECTW 及 WRF 系列模式在各預報時間兩者表現相當，但 WRF 模式在較高門檻值得分表現明顯高於 ECTW(圖 3.2d)。

秋季期間除 10 月 4 日至 7 日受到菲特颱風影響外，台灣全區 12 小時平均累積降水皆不超過 10mm(圖略)，降水普遍偏低。降水皆集中於東部地區，且 WRF 及 ECTW 模式皆有隨預報時間增加，東部降水明顯的減少(圖 3.1e)。ECTW 模式於小雨門檻值，BIAS 得分仍明顯高於 1；中大雨門檻值 WRF 及 ECTW 皆有低估的情形發生。模式前 12 小時預報的 ETS 與 TS 得分，於全門檻值 WRF 模式皆有較好的得分表現。但隨者預報時間得分的下降，中大雨門檻值於 48-60 小時的預報，則為 ECTW 模式有稍好的得分(圖 3.2e)。

#### 四. 總結

本研究使用的中央氣象局自動雨量站逐時累積雨量，分別對 CWB WRF 模式各組成員 5km 解析度與 ECMWF 模式台灣地區  $0.125^\circ \times 0.125^\circ$  解析度各 12 小時預報累積雨量，進行定量降水預報校驗。校驗期間為 2013 年，並依季節區分為冬季 1、2 月，春季 3、4 月，梅雨季 5、6 月，夏季 7、8 月及秋季 10、11 月分別校驗比對。

分析結果顯示，於降雨較少的季節，WRF 模式之整體得分表現高於 ECTW 模式。於降雨較多的季節，中小雨閾值兩者模式表現相當。而 WRF 模式於大閾值降水得分較佳。

此外，WRF 模式有隨預報時間增加，而降水得分下降的特性；ECTW 則較無顯著的相關。WRF 模式常有降水低估的情形，以春冬兩季最為顯著；ECTW 則於小雨閾值有降水高估、中大雨閾值降水低估的特性。

#### 五. 參考文獻

- Schaefer, J. T., 1990: The critical success index as an indicator of warning skill. *Wea. Forecasting*, 5, 570-575.
- Xin, L., G. Recuter, and B. Larochelle, 1997:

Reflectivity-rain rate relationship for convective rainshowers in Edmonton. *Atmos. Ocean*, 35, 513-521.

- Zhang, J., K. Howard, and J. J. Gourley, 2005: Constructing three-dimensional multiple-radar reflectivity mosaics: Examples of convective storms and stratiform rain echoes. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 22, 30-42.

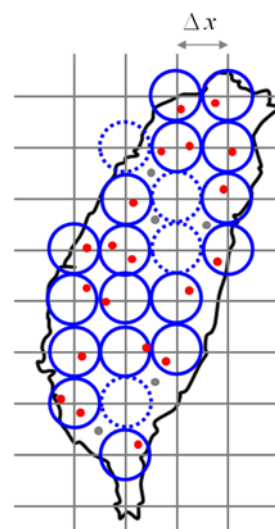
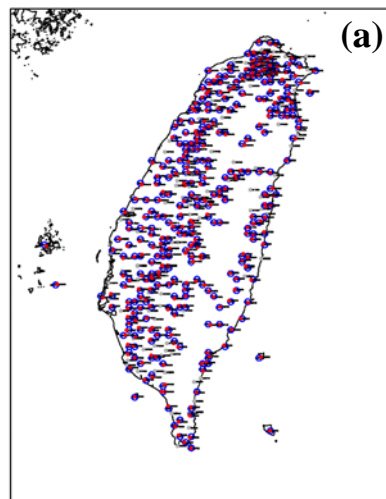


圖 2.1  
QPF 校驗格點篩選方法。紅點為已採用的雨量測站、灰點為未採用的雨量測站、藍圈為已採用的校驗格點，與虛線藍圈為未採用的校驗格點。



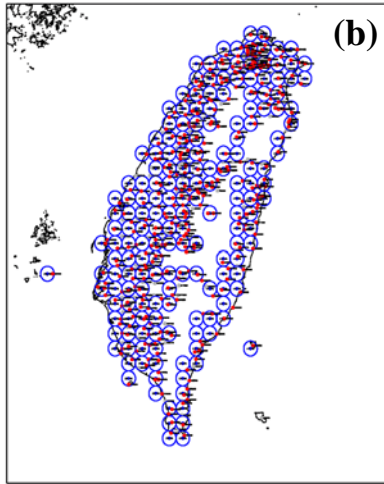
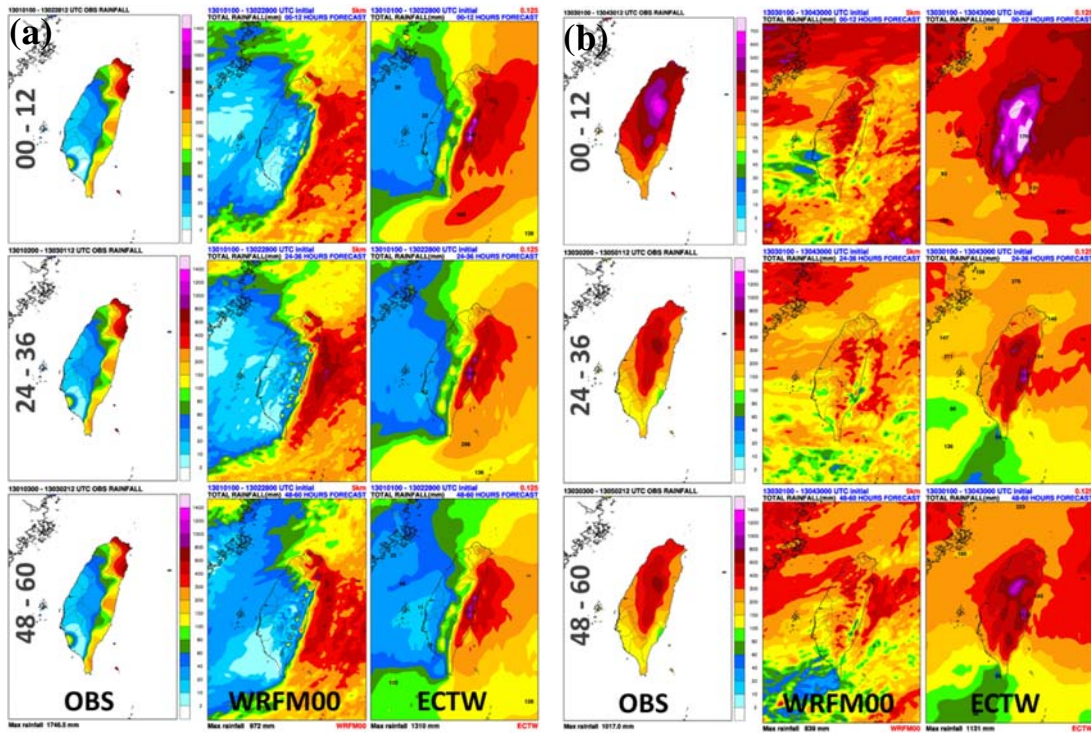


圖 2.2 (a) WRF-5km 解析度之 QPF 校驗格點 (b) ECTW-0.125° 解析度之 QPF 校驗格點

表 2.1

模式名稱	模式說明
WRFM00	採用 partial cycle，並以 NCEP 資料為邊界條件
WRFM01/TWRF	採用 partial cycle，並以 NCEP 資料為邊界條件，專為颱風調整模式
WRFM02	採用 partial cycle，並以 CWB GFS 資料為邊界條件



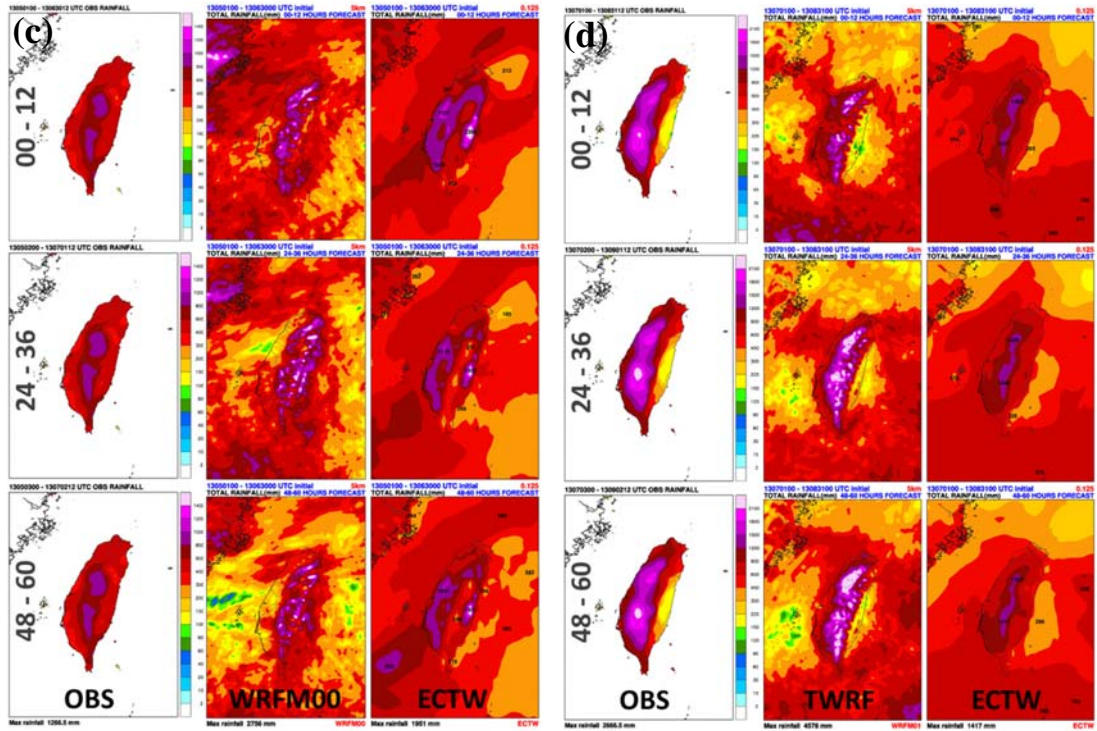


圖 3.1 待續

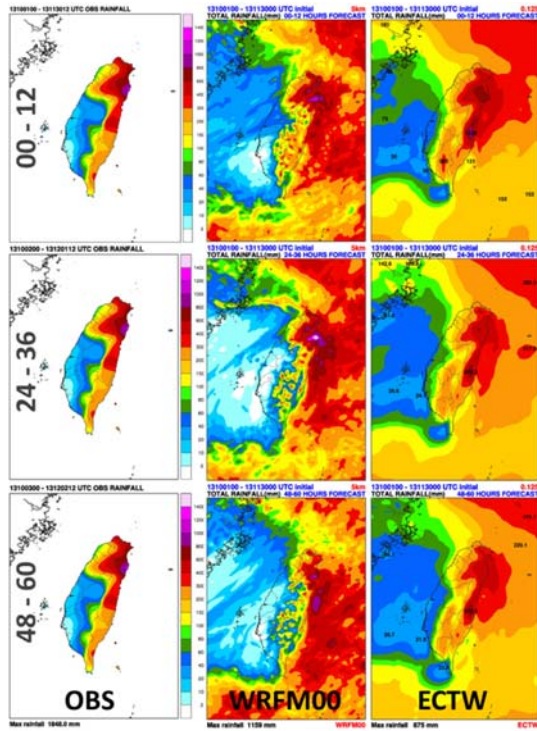
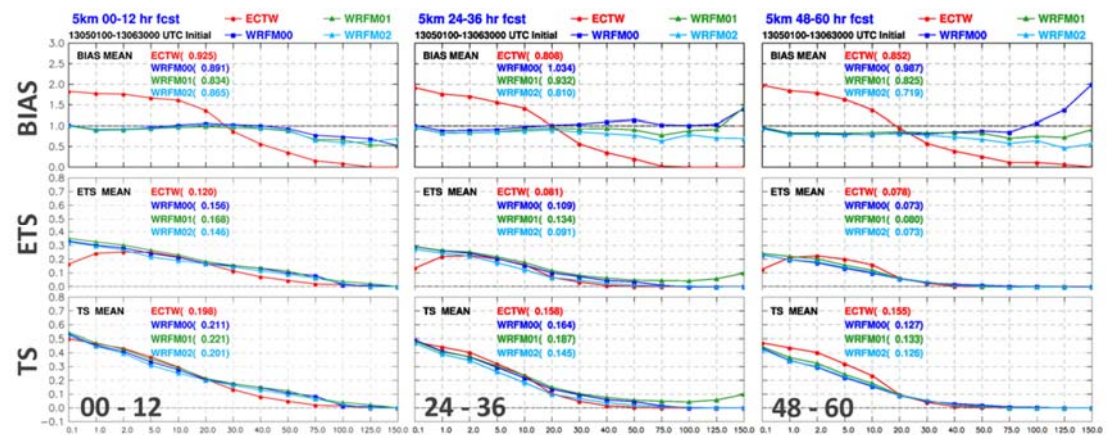
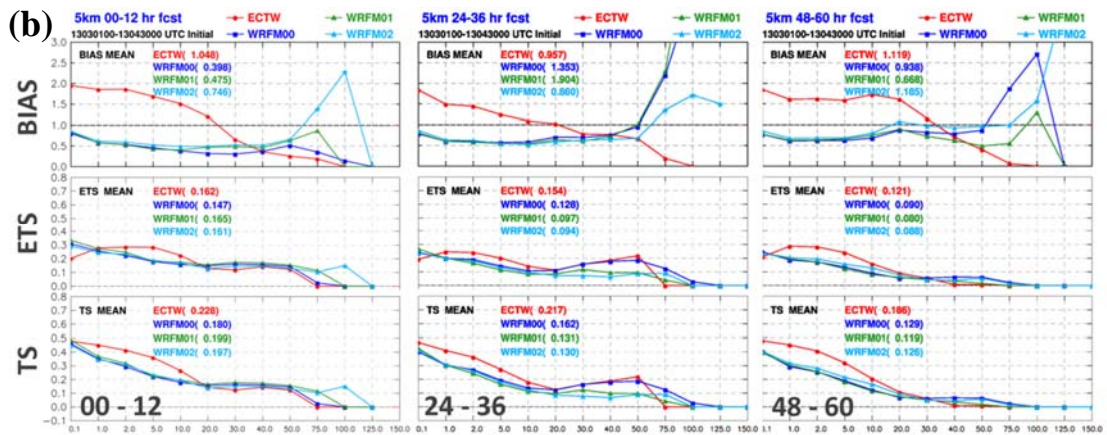
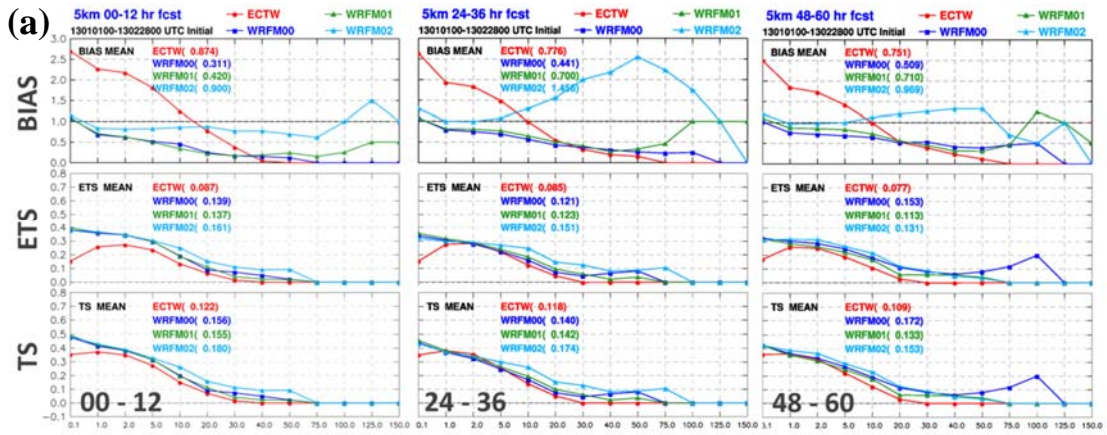


圖 3.1

ECTW 及 WRF 模式於統計期間內不同預報時間(一列 00-12 hr, 二列 24-36 hr, 三列 48-60 hr)之累積雨量圖(兩、三欄), 與相同期間的觀測累積雨量圖(一欄), 色階如上所示。

統計時間分別為:

- (a) 冬季 2013/01/01-2013/02/28
- (b) 春季 2013/03/01-2013/04/30
- (c) 梅雨季 2013/05/01-2013/06/30
- (d) 夏季 2013/07/01-2013/08/31
- (e) 秋季 2013/10/01-2013/11/30



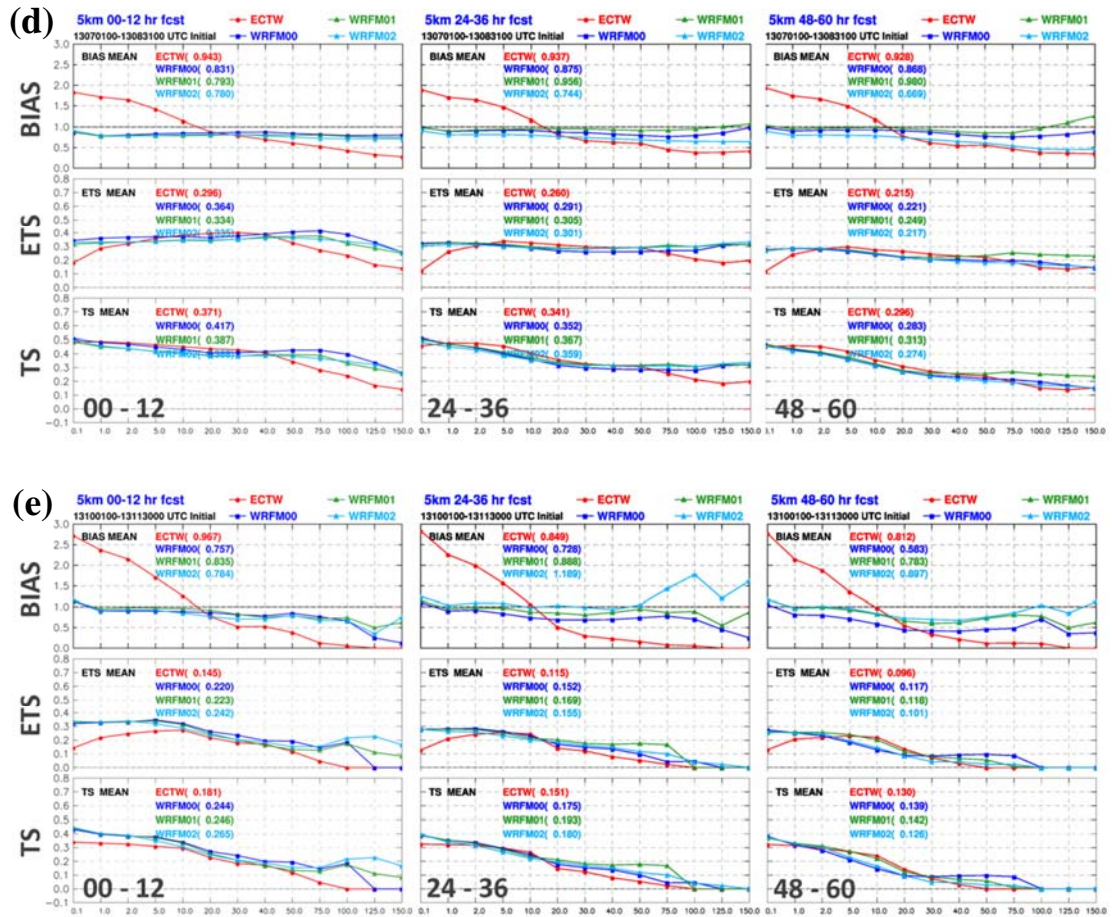


圖 3.2 ECTW 及 WRF 系列模式於統計期間內不同預報時間(一欄 00-12 hr, 二欄 24-36 hr, 三欄 48-60 hr)之 12 小時累積雨量, 與相同期間的觀測累積雨量, 轉換至台灣地區 QPF 校驗格點上(圖 2.2), 再依據不同的降水門檻值, 分別計算出其 TS、ETS 與 BIAS 得分。統計時間同圖 3.1, 紅線為 ECTW、深藍線為 WRFM00、綠線為 WRFM01/TWRF 及淺藍線為 WRFM02 模式。