

中央氣象局104年天氣分析與預報研討會

2.5 km及5 km網格間距的雲解析模式對臺灣梅雨季 豪大雨定量降水預報技術之評估比較

莊璧瑜 王重傑

國立臺灣師範大學

摘 要

本文為探討二解析度之雲解析模式CReSS對臺灣梅雨季豪大雨的三天24-h定量降水預報技術。評估的時間為2012~2014年5、6月份，且先挑選出超過全臺10%的雨量站數之24-h累積雨量達到50 mm者為A組；達到130 mm者為A++組之後，再進行2.5 km及5 km網格間距的模式對A組和A++組的三天24-h定量降水預報技術評估，而使用的技術得分有TS、BS、POD及FAR等四種技術得分，雨量門檻為0.05、2.5、10、25、50、75、100、130、160、200、250、350及500 mm等13個雨量門檻值。評估結果表示，當模式解析度提高時，在50~500 mm雨量門檻的預報技術較佳，且降雨預報不足之情形有所改善，又隨預報時間拉長，預報技術降低的速率較慢。因此，當模式的解析度提高時，模式對規模較大的豪大雨事件之定量降水預報技術較佳。

關鍵字：臺灣梅雨季、定量降水預報技術、豪大雨事件、技術得分

一、前言

在過去對臺灣各地區梅雨季豪大雨的特徵研究中，規模大的豪大雨事件與梅雨鋒面過境有關，加上其綜觀環境主要為低層輻合和高層輻散的耦合，同時，850 hPa相當位溫極值通過臺灣、低層西南季風帶來充足的暖濕水氣通量及700 hPa上升氣流速度大等；另外，中尺度的大氣運動亦是增加雨量極值的重要因素之一，例如中央山脈的地形效應及伴隨在鋒面中的對流系統(龔等, 2010; 陳等2002; 陳等2013; 陳等, 2007; Chen et al., 2005; Chen et al., 2007)。

然而，2005年之前的梅雨季12-h定量降水預報技術評估中，其結果表示，隨雨量門檻增加，模式的預報技術下降，且模式只掌握小雨雨量門檻，而在中雨及大雨雨量門檻的預報技術不佳(簡等, 2005; Chien et al., 2004; Hong, 2003)，又模式的預報技術在24小時之後，便會下降(Colle et al., 1999)。因此，本文將評估2.5 km及5 km網格間距的模式預報技術，並比較二者對規模較大的梅雨季豪大雨預報技術之主

要差異，以探討當模式解析度提高時，模式對梅雨季豪大雨或可能成災的降雨事件之預報技術是否有所改善。

二、研究方法

本文以2012-2014年5、6月全臺自動雨量站及中央氣象局局屬測站之逐時雨量資料為梅雨季降雨量觀測資料，並評估2.5 km和5 km網格間距的雲解析模式CReSS三天24-h定量降水預報技術。然而，並非所有梅雨季的降雨事件皆評估，在事件選取方面，先排除受到颱風影響的降雨事件後，再以全臺有超過10%的雨量站之24-h累積雨量達到50 mm者為雨勢規模較大的事件群，並列為A組(共有61筆)；另外，從A組中挑出有達到130 mm者為雨勢規模最大的事件群，並列為A++組(共有13筆)。

在模式預報方面，使用預報初始時間為00和12 UTC的三天預報結果為評估對象；初始場及邊界條件為NCEP GFS分析場及預報場；2.5 km網格間距的模

式範圍為1500 × 1200 × 20 km(600 × 480 × 40點)；5 km 網格間距的模式範圍為1080 × 900 × 20 km (216 × 180 × 40點)。

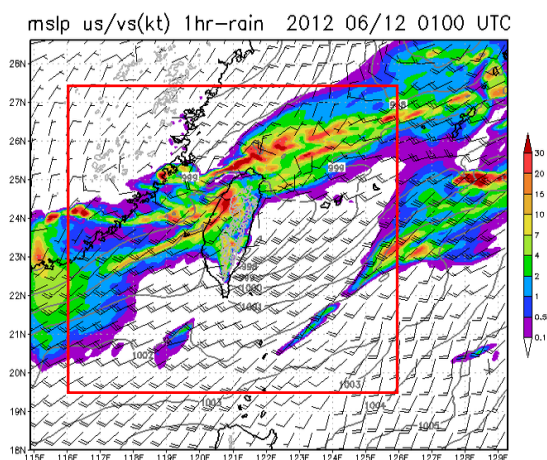


圖2.1 2.5 km網格間距的模式預報範圍：經度約115°~129°E；緯度約18~28.5°N。紅色方框為5 km網格間距的模式預報範圍，經度約116~126°E；緯度約19.5~27.5°N。

評估模式定量降水預報的技術得分為TS、BS、POD及FAR等4種技術得分，而雨量門檻設定為0.05、2.5、10、25、50、75、100、130、160、200、250、350及500 mm等13個雨量門檻。以下為技術得分之計算公式：

$$TS = \frac{a}{a + b + c} \quad (1)$$

$$BS = \frac{a + b}{a + c} \quad (2)$$

$$POD = \frac{a}{a + c} \quad (3)$$

$$FAR = \frac{b}{a + b} \quad (4)$$

以上技術得分皆是使用2 × 2 聯列表格(contingency table)中各欄位統計的總雨量站數計算而來。TS為在某一雨量門檻的觀測雨區和預報雨區之中，模式預報命中所佔的比例，當TS=1時，表示完美預報；當TS=0時，表示沒有預報技術。BS為在某一雨量門檻的預報雨區和觀測雨區之比值，當

BS越接近1時，表示預報情形越理想；當BS > 1時，表示預報過多；當BS < 1時，表示預報不足。POD為在某一雨量門檻的觀測雨區之中，模式預報命中所佔的比例，當POD越高時，表示模式命中越高，失誤越少。FAR為在某一雨量門檻的預報雨區之中，模式錯誤預報所佔的比例，當FAR越低時，表示模式預報真的佳，或者模式預報(嚴重)不足。

threshold	obs_yes	obs_no
fcst_yes	a (hit)	b (false alarm)
fcst_no	c (miss)	d (correct negative)

表2.1 2×2聯列表格(contingency table)。在某一雨量門檻，觀測或預報達到該雨量門檻的各欄位總雨量站統計。

三、結果

(一) TS比較

由圖3.1及圖3.2知，在大部分的雨量門檻，2.5 km較5 km為佳，而在50~500 mm雨量門檻之差異較大。由TS結果表示，較高解析度的模式較有預報技術，且隨預報時間拉長，在50~500 mm雨量門檻的預報技術降低較慢，例如A++組第三天的50~130 mm雨量門檻，2.5 km仍然有預報技術(TS=0.40~0.19)而5 km之TS較低(TS=0.34~0.11)。

(二) BS比較

由圖3.3及圖3.4知，二者在部分較高的雨量門檻降雨預報不足，且隨預報時間拉長，預報不足之情形越嚴重，但是2.5 km較5 km輕微，表示較高解析度的模式預報較有能力達到較高的雨量門檻，而改善預報不足之情形。

(三) POD比較

由圖3.5及圖3.6知，在大部分的雨量門檻，2.5 km較5 km為佳，而在50~500 mm雨量門檻之差異較大。

由POD結果表示，當模式解析度提高時，模式預報命中 (hit) 會增加，而預報失誤 (miss) 會減少，且隨預報時間拉長，預報技術降低之速率較慢。

(四) FAR比較

由圖3.7及圖3.8知，在大部份較高的雨量門檻，2.5 km較5 km之FAR高，此結果和前3種技術得分之評估 (2.5 km較有預報技術) 相抵觸，然而，在進一步探討原因之後發現，由於5 km在較高雨量門檻降雨預報 (嚴重) 不足，所以，錯誤預報 (false alarm) 的比例也較低，如同「多做多錯 (2.5 km)，少做少錯 (5 km)，不做沒錯 (5 km)」的概念，因此，當模式解析度提高時，模式預報較有能力達到較高雨量門檻。例如A++組第一天，2.5 km模式預報在500 mm雨量門檻之FAR約為0.64，而其餘雨量門檻皆小於0.6。

四、結論

由本文結果知，2.5 km和5 km網格間距的模式預報評估之差異主要在A++組及A組的50~500 mm雨量門檻，而最高的二個雨量門 (350及500 mm) 檻為然。在大部分的雨量門檻之技術得分比較，2.5 km較5 km為佳，且隨預報時間拉長，較高解析度的模式在50~500 mm雨量門檻的預報技術之降低速率較慢。另外，二模式對A++組及A組的部分較高雨量門檻有降雨預報不足的情形，但是2.5 km網格間距的模式預報較輕微。因此，當模式解析度提高時，對規模較大的豪大雨或者可能成災的降雨事件之預報能力及技術較佳，且更加改善降雨預報不足之情形。

五、參考文獻

龔楚嫻，李清勝，王重傑，2010：氣候概念模式於梅雨定量降雨預報之評估與分析。中央氣象局。
簡芳菁，柳懿秦，周仲島，林沛練，洪景山，蕭玲鳳，2005：2003年梅雨季MM5系集降水預報。大氣科學，33，255-276。

陳泰然，2007：最近之梅雨研究回顧。大氣科學，35，第261-286頁。
陳泰然，謝信良，陳來發，陳清得，1991：臺灣地區現階段豪(大)雨預報能力。大氣科學，19，177-188。
陳泰然，張子琦，2002：梅雨季臺灣中北部地區豪(大)雨之氣候特徵研究。大氣科學，30，171-185。
陳泰然，王重傑，楊進賢，2002：臺灣梅雨季對流降水之時空分佈特徵。大氣科學，30，83-97。
陳泰然，王子軒，黃心怡，2013：臺灣東部地區梅雨季降水與豪雨之氣候特徵。大氣科學，41，1-19。
陳泰然，王子軒，周鴻祺，黃心怡，2014：臺灣東部梅雨鋒面降水中尺度氣候法之預報校驗。大氣科學，42，1-27。
陳景森，陳宇能，林秉承，林沛練，劉哲伶，蘇炯瑞，彭文君，2007：梅雨季臺灣西南部豪雨之探討 (1997~2006)。大氣科學，35，287-304。
王國誠，2008：臺灣梅雨季中尺度模式定量降水預報時空分布特徵之評估研究。中國文化大學。
王時鼎，鄭俠，趙友夔，1984：臺灣天氣變化之自然季節。大氣科學，11，101-120。
Chen, C. -S. and Y. -L. Chen, 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Monthly Weather Review*, 131, 1323-1341.
Chen, C. -S., W. -C. Chen, Y. -L. Chen, P. -L. Lin, H. -C. Lai, 2005: Investigation of orographic effects on two heavy rainfall events over southwestern Taiwan during the mei-yu season. *Atmospheric Research*, 73, 101-130.
Chen, C. -S., Y. -L. Chen, C. -L. Liu, P. -L. Lin, and W. -C. Chen, 2007: Statistics of heavy rainfall occurrences in Taiwan. *Weather And Forecasting*, 22, 981-1002.
Chen, G. T. -J., C. -C. Wang, and D. T. -W. Lin, 2005: Characteristics of low-level jets over northern Taiwan in mei-yu season and their relationship to

- heavy rain events. *Monthly Weather Review*, **133**, 20-43.
- Chien, F. -C. and Ben J. -D. Jou, 2004: MM5 ensemble mean precipitation forecasts in the Taiwan area for three early summer convective (mei-yu) seasons. *Weather And Forecasting*, **19**, 735-750.
- Chien, F. -C., Y. -H. Kuo, and M. -J. Yang, 2002: Precipitation forecast of MM5 in the Taiwan area during the 1998 mei-yu Season. *Weather And Forecasting*, **17**, 739-754.
- Colle, Brian A., Kenneth J. Westrick, and Clifford F. Mass, 1999: Evaluation of MM5 and Eta-10 precipitation forecasts over the Pacific Northwest during the cool season. *Weather And Forecasting*, **14**, 137-154.
- Hong, J. -S., 2003: Evaluation of the high-resolution model forecasts over the Taiwan area during GIMEX. *Weather And Forecasting*, **18**, 836-846.
- Hongan, Robin J., Christopher A. T. Ferro, Ian T. Jolliffe, and David B. Stephenson, 2010: Equitability revisited: why the "equitable threat score" is not equitable. *Weather And Forecasting*, **25**, 710-726.
- Kuo, Y. -H. and George T. -J. Chen, 1990: The Taiwan area mesoscale experiment (TAMEX): An overview. *Bulletin American Meteorological Society*, **71**, 488-503.
- Schaefer, Joseph T., 1990: The critical success index as an indicator of warning skill. *Weather And Forecasting*, **5**, 570-575.
- Stephenson, David B., 2000: Use of the "odds ratio" for diagnosing forecast skill. *Weather And Forecasting*, **15**, 221-232.
- Wang, C. -C., 2015: The more rain, the better the model performs: The dependency of quantitative precipitation forecast skill on rainfall amount for typhoons in Taiwan. *Monthly Weather Review*, **143**, 1723-1748.
- Wilks, Daniel S., 2011: Statistical methods in the atmospheric sciences (3rd ed.). *Elsevier Inc.*, **chapter 8**.
- Yen, H. -C. and Y. -L. Chen, 1998: Characteristics of rainfall distributions over Taiwan during the Taiwan area mesoscale experiment (TAMEX). *Journal Of Applied Meteorology*, **37**, 1457-1469.

2012 - 2014年5、6月
【A++組130mm】

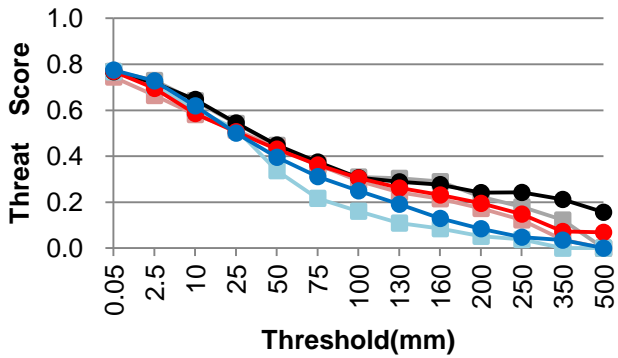


圖3.1 2.5 km與5 km網格間距的模式對A++組的三天定量降水預報技術評估之TS得分比較。黑、紅及藍色分別為2.5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之TS得分；淺灰、淺紅及淺藍色分別為5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之TS得分。橫軸為雨量門檻，單位為公釐 (mm)；縱軸為TS得分。

2012 - 2014年5、6月
【A組50mm】

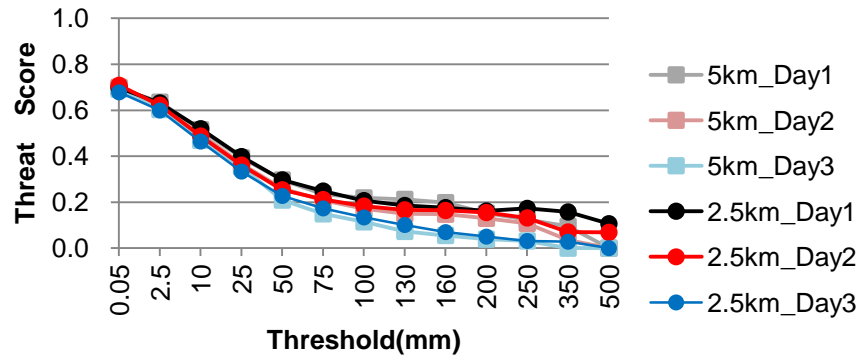


圖3.2 同圖3.1，但為A組。

2012 - 2014年5、6月
【A++組130mm】

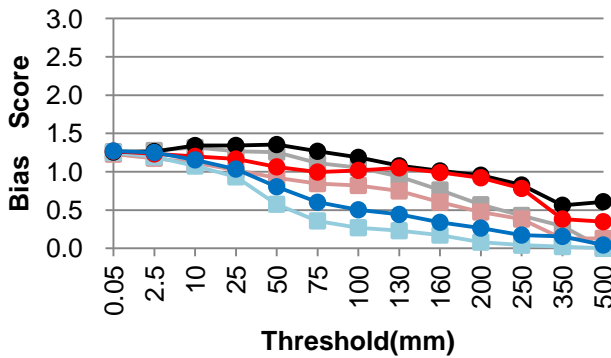


圖3.3 2.5 km與5 km網格間距的模式對A++組的三天定量降水預報技術評估之BS得分比較。黑、紅及藍色分別為2.5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之BS得分；淺灰、淺紅及淺藍色分別為5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之BS得分。橫軸為雨量門檻，單位為公釐 (mm)；縱軸為BS得分。

2012 - 2014年5、6月
【A組50mm】

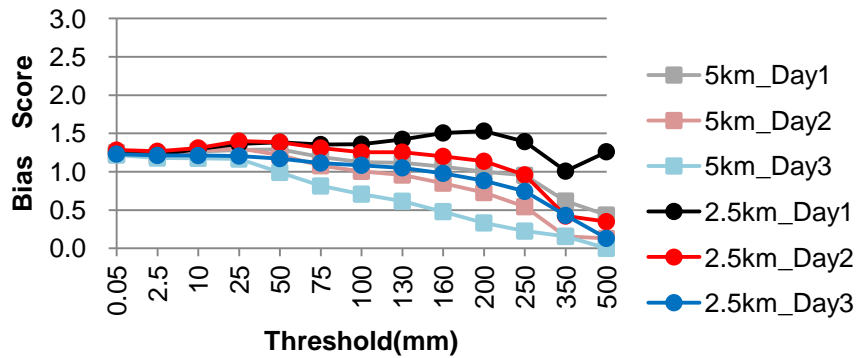


圖3.4 同圖3.3，但為A組。

2012 - 2014年5、6月
【A++組130mm】

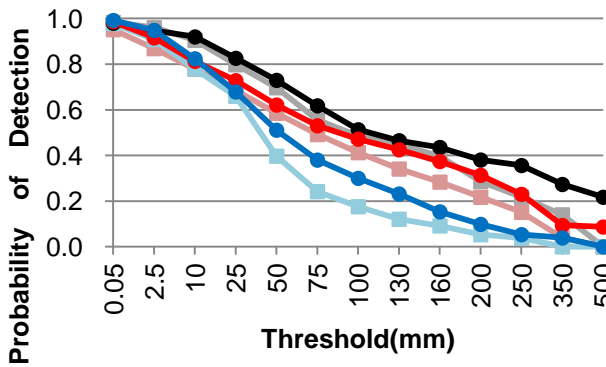


圖3.5 2.5 km與5 km網格間距的模式對A++組的三天定量降水預報技術評估之POD得分比較。黑、紅及藍色分別為2.5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之POD得分；淺灰、淺紅及淺藍色分別為5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之POD得分。橫軸為雨量門檻，單位為公釐 (mm)；縱軸為POD得分。

2012 - 2014年5、6月
【A組50mm】

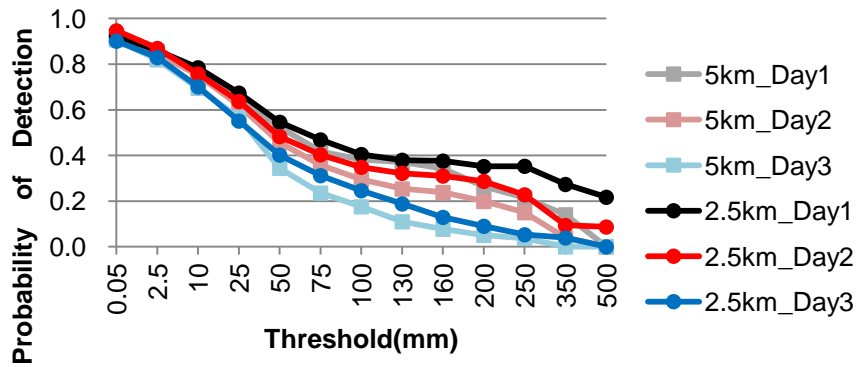


圖3.6 同圖3.5，但為A組。

2012 - 2014年5、6月
【A++組130mm】

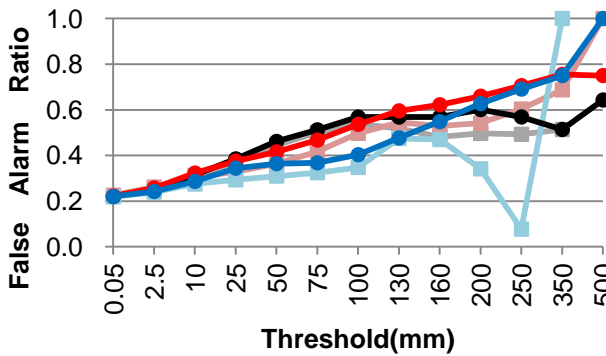


圖3.7 2.5 km與5 km網格間距的模式對A++組的三天定量降水預報技術評估之FAR得分比較。黑、紅及藍色分別為2.5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之FAR得分；淺灰、淺紅及淺藍色分別為5 km網格間距的模式預報第一、二及三天之FAR得分。橫軸為雨量門檻，單位為公釐 (mm)；縱軸為FAR得分。

2012 - 2014年5、6月
【A組50mm】

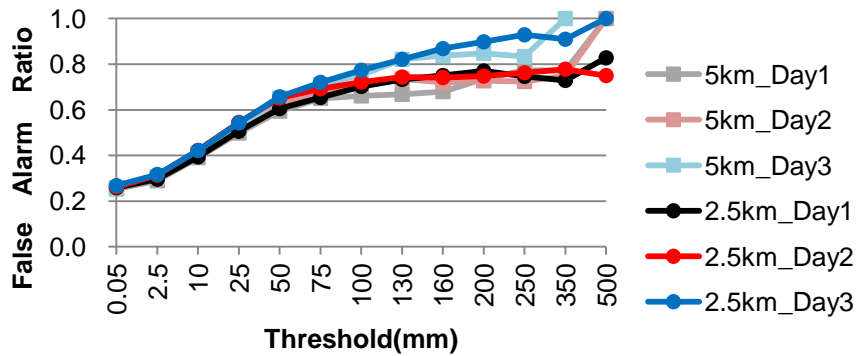


圖3.8 同圖3.7，但為A組。