

# 分析動差不變量方法在辨識降雨回波圖形的特徵

陳姿瑾 陳新淦 葉世瑄 黃椿喜 呂國臣

中央氣象局氣象預報中心

## 摘要

氣象局為發展即短期 0 至 6 小時的定量降水預報，初步使用動差不變量方法之影像辨識技術篩選系集預報成員模擬與實際觀測雷達回波相似的成員(陳等 2014)。為了進一步改善此方法的可靠度，本研究針對動差不變量方法在降雨回波辨識上的圖形與環境特徵進行探討，透過比較今年 5、6 月每日逐三小時雷達回波比對的系集預報結果與原本 20 個成員的 WRF 系集模式，分析比對結果之雨量得分表現(如 Equitable Threat Score 等)相較於 WRF 系集雨量平均為高或低情況下的回波圖形特徵。比對資料包含 WRF 系集模式、WRFD、TWRF 與雷達回波(劇烈天氣監測系統, QPESUMS)，總共比對 488 筆資料。研究將分析比對前十名各排名回波與觀測回波的特性，並藉由雨量和回波值的門檻設定，探討此辨識比對方法能有效提升雨量技術得分的回波特徵，包括在顯著降水中前十名回波平均面積在範圍內所占的比例、回波形狀及位置等。除了分析得分差異，並透過此研究瞭解適用於該方法的回波特徵，進一步評估該方法在定量降水預報上的優劣性及有效性。

關鍵字：影像辨識、系集預報、回波特徵、動差不變量

## 一、前言

對於短期 (0-12 小時) 的定量降水預報 (Quantitative Precipitation Forecast, QPF)，目前主要有二種方法：一種是以數值模式作預報，另一種是以觀測到的雷達回波以外延作預報。數值模式對於大氣現象的物理過程有較佳的掌握；外延法則較能掌握即時的降雨分布及量值(蔡等 2012)。由 Golding(1998)可知外延法對於 0 到 3 小時的定量降水預報雖有很好的技術，然而之後隨著預報時間的增加，預報能力快速降低；數值模式由於擁有較佳的物理過程，但仍需前置執行(pre-run)時間，使模式處於一個平衡穩定的狀態，因此對於 1 至 6 小時預報技術上無法明顯提升。

目前國外已發展極短期降雨預報技術，包含 McGill University 發展一套名為 ARMOR 的方法 (DuFran et al. 2009)，此方法整合系集預報的數值模式，和即時觀測的雷達回波二者，利用變分回波追蹤演算法計算平均的移流場，進而校正模式預報的相位

誤差，結果顯示 ARMOR 方法較模式預報更接近觀測的降雨率分布，且減少誤報發生的區域。蔡等 (2012) 建立於 ARMOR 的思維上，以人工型態辨識挑選系集成員之預報，其降雨分布及量值，均優於系集平均的預報，且能掌握較小尺度的降水現象。

氣象局為發展極短期 0 至 6 小時的定量降水預報，陳等(2014)使用動差不變量方法之影像辨識技術客觀篩選系集預報成員模擬與實際觀測雷達回波相似的成員，初步針對 2013 年康芮颱風進行評估，比對實驗的公正預兆得分(Equitable Threat Score；ETS)大致都呈現高於原本系集平均的結果，透過該研究可客觀挑選與觀測回波較為相似的系集成員，提供更即時的定量降水預報參考指引。由於該研究初步只針對單一颱風個案，為進一步瞭解此方法所辨識出來的系集成員與觀測雷達回波在其他天氣類型的優劣，因此，本研究針對今年 5、6 月梅雨季個案評估動差不變方法在哪些類型的降雨回波特徵下能夠有較佳的辨識與預報能力。

## 二、資料及分析方法

針對今年 5、6 月梅雨季中每日逐 3 小時的個案進行分類(共 488 個)，在 WGT 比對方法中，找出在哪些回波特徵下能夠有較高的預報能力，此方法是利用高斯權重函數的方式進行比對計算，稱 WGT 比對方法(陳等 2014)。

#### (一)資料

使用劇烈天氣監測系統 QPESUMS(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor)雷達整合回波產品及 CWB EPS (Ensemble Prediction System) 20 個成員的系集模式、單一區域模式(WRFD、TWRF)，模式資料包含雷達回波及逐三小時雨量，資料範圍從東經 118 度~123.46 度、北緯 20.5 度~26.5 度，觀測與模式資料解析度皆內插為 0.03 度。

#### (二)分析方法

第一步：計算回波面積比例。

利用 WGT 比對方法，找出 WGT 比對方法在辨識降雨回波圖形上的特徵，因此計算今年 5、6 月份觀測回波面積及系集成員回波面積在資料範圍內的回波面積比例。

第二步：計算不同雨量門檻和不同方法之技術得分。

為了探討系集平均和 WGT 比對方法之表現優劣，計算比對時間的系集平均和 WGT 比對方法之 0 至 3 小時定量降雨預報 (Quantitative Precipitation Forecast, QPF3)之技術得分(TS)。

第三步：比對系集平均和 WGT 比對方法之技術得分，針對 WGT 比對方法挑選出得分高於系集平均，稱之為優的個案；反之挑選出得分低於系集平均，稱之為差的個案。

透過比對分析方法，進一步針對優差個案，分析回波面積比例，討論優差個案在 WGT 方法中降雨回波辨識上的特徵，進一步討論在不同雨量門檻之技術得分，分析不同回波強度下優差個案表現差異，進而對於不同門檻下進行優差個案分析，找出 WGT 比對方法在哪個回波特徵下能夠有比較強的辨識能力，進而能夠有更高的預報能力。

### 三、結果分析與討論

本研究利用 2014 年 5、6 月個案，探討 WGT 比對方法之表現，利用 3 小時累積雨量技術得分表現判定，圖 1 為技術得分在不同雨量門檻下 WGT 比對排序前 10 名成員平均得分高於系集平均與得分低於系集平均的個案數，由圖可看出，由 WGT 比對方法所選取的個案資料數量皆大於系集平均個案數量，由此可顯示透由 WGT 比對方法挑選出的個案數量之技術得分大多高於系集平均的技術得分，圖 1(b)為以 20% 之機率定量降水預報作為表現判定 (Quantitative Precipitation Forecast Probability, QPFP20; 黃等 2014)，由此可得知隨著雨量門檻值增加，WGT 比對方法在 QPFP20 的雨量預報表現高於系集平均的個案數有增加的趨勢，代表在強降雨事件中，WGT 比對方法在 QPFP20 的雨量較能突顯極端降雨分布，並優於系集平均的預報表現。

討論在不同雨量門檻值中不同回波門檻下，分析 WGT 比對方法的表現。圖 2(a)為以 3 小時雨量在 1mm 門檻下的 TS 得分做為比較 WGT 和系集平均 (WPSMean)的基準，比對前 10 名的系集平均和觀測在 15dBZ 以上的回波值，所占的面積比例散布圖，圖中桃色線的斜率高於灰色線的斜率，代表 WGT 比對方法所挑選的個案前 10 名回波面積比例較接近觀測回波面積比例，另外，值得注意的是當取觀測回波面積比例約大於 28%時，主要呈現優的個案分布的情況〔桃色菱形點個數約為灰色方格點個數的 3 倍〕，此可說明，當個案回波面積占較大比例(28%以上)時，WGT 比對方法有較高機會比系集平均有好的預報表現。圖 2(b)與圖 2(a)分析方法相同，其差異在於 3 小時雨量在 10mm 門檻下的 TS 得分作為個案優劣的分類，比對前 10 名的系集平均和觀測在 30dBZ 以上的回波值所占的面積比例散布圖，圖 2(b)與圖 2(a)有相似的分析結果，由斜率可看出，WGT 比對方法在優的個案比差的個案更接近觀測回波面積，另外，在觀測回波面積比例約大於 8%時，WGT 比對方法所挑選出來優的個案數明顯多於差的個案數，也就是說，在有強回波特徵的情況下，回波門檻值為 30dBZ 占面積範圍的 8%以上時，WGT 比對方法有較高的機會在較大雨勢事件表現比較好。也就是說，3 小時降雨分別在

1mm(回波門檻 15dBZ)和 10mm(回波門檻 30dBZ)下，觀測回波面積比例在 28%與 8%以上時，WGT 比對方法有較大機會改善系集平均的預報表現。

圖 3 挑選 WGT 比對方法前 10 名中回波面積與觀測回波面積大小最接近的系集成員，以 3 小時雨量在 10mm 門檻下的技術得分做為比較 WGT 和系集平均的基準，在 30dBZ 以上的回波值，所占的面積比例散布圖，可看出在 10 名成員中有一個成員回波面積比例是接近回波觀測比例，線性相關係數由原本前 10 名系集平均的 0.59 增加至 0.92。

進一步討論在不同的降雨系統中，其得分表現與不同方法的表現差異，由圖 5 可知，當 WGT 比對方法技術得分高於系集平均的技術得分，可挑選出 5/15 9z 的個案；反之，可挑選出 6/8 6z 的個案。由圖 4 分析可得兩個案降雨回波的差異，當技術得分表現較高的時候，WGT 比對方法對於回波具有大範圍、組織性且集中的特徵結構時的掌握能力比較強；當得分表現比較低的時候，WGT 比對方法對於沒有組織性的、零散分布的降雨回波掌握能力比較弱。

## 四、結論

本研究探討 WGT 比對方法對於台灣今年梅雨季期間之回波辨識特徵。初步研究結果顯示，使用 WGT 比對方法雨量門檻值之技術得分所挑選出來的個案數量皆多於系集平均個案，隨著降雨門檻值強度的增加，WGT 比對方法在 QPF20 相較於系集平均更能在較大雨量的預報有較好的表現。

由回波面積比例也可得知，當 3 小時雨量為 1mm 時(回波門檻為 15dBZ)，個案回波面積在資料範圍內占 28%以上時和 3 小時雨量門檻為 10mm(回波門檻為 30dBZ)，個案回波面積在資料範圍內占 8%以上時，WGT 比對方法之技術得分比較有機會比系集平均好，當回波面積占較大時，WGT 個案數比系集平均個案數多，通常發生在有組織性，降雨運動行為具移動性的天氣型態，一般而言，會有較顯著的回波特徵，WGT 比對方法在這類的情況下有較佳的辨識能力，因而較有效挑選出系集成員，改善原本系集平均的預報表現。

另外，從技術得分比對下分類優差個案雷達回波圖(圖 4)，當 WGT 比對方法之技術得分高時(優的個案)，從雷達回波疊加地面風場可以得知，此個案(5/15 9z)受到鋒面影響，大氣環境為強綜觀且受到動力主導，降雨系統類型為具有系統性和組織性，降雨運動行為具移動性且運動行為比較容易預測，回波一般具有大範圍且集中的結構特徵，由此可知，WGT 比對方法在這樣的回波特徵下有較佳的預報能力。反之，從技術得分低的個案中(6/8 6z)顯示出，WGT 比對方法對於沒有組織性、零散且小範圍分布的回波結構有較差的辨識能力，而這類型的回波特徵一般常發生於大氣環境由熱力激發出來的午後熱對流之降雨型態，在回波辨識上較有困難且其預報能力較弱，此也顯示，系集模式在這類的降雨類型有明顯的偏差。

## 五、參考文獻

- 陳新淦、黃椿喜、呂國臣、洪景山、張博雄，2014：“發展模式與觀測雷達回波影像比對技術及改善極短期降水預報之研究”，103 年天氣分析與預報研討會。
- 黃椿喜、洪景山、葉世瑄、呂國臣，2014：“從定量降水預報、定量降水機率預報到機率定量降水預報”，103 年天氣分析與預報研討會。
- 蔡禹明、陳姿瑾、呂國臣、黃椿喜，2012：“應用 ARMOR 方法於台灣強降雨事件定量降水預報之研究” 101 年天氣分析與預報研討會論文集編，153-158。
- DuFran, Z. M., Carpenter, R. L., Shaw, B. L., 2009: Improved precipitation nowcasting algorithm using a high-resolution NWP model and national radar mosaic. AMS 34th Conference on Radar Meteorology, Williamsburg, VA.
- Golding, B. W., 1998: Nimrod: A system for generating automated very short range forecasts, Meteorol. Appl., 5, 1-16.

## 六、附圖

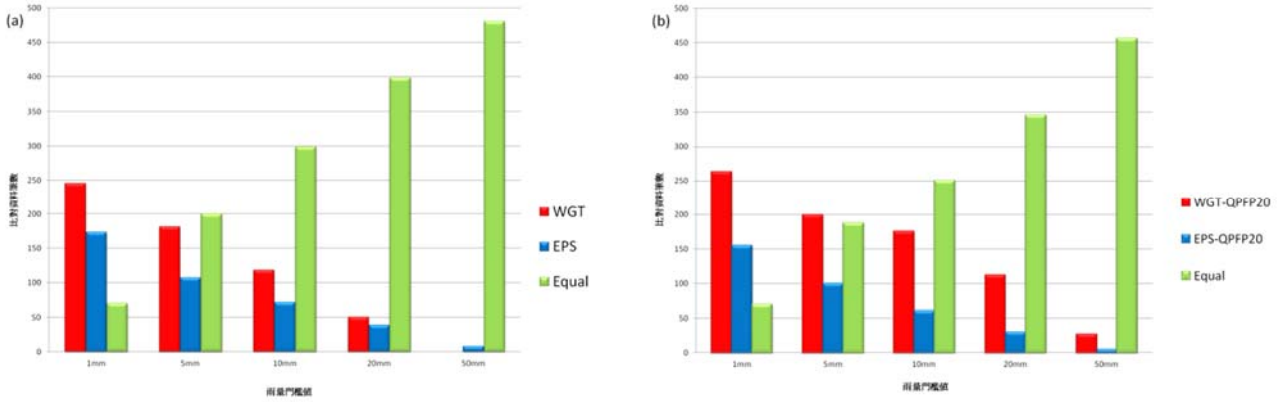


圖 1: 2014 年 5、6 月不同方法不同雨量門檻值之比對資料筆數柱狀圖，(a)為 WGT 比對方法計算出前 10 名的資料，紅色代表動差不變技術得分高於系集平均的資料個數、藍色代表系集平均技術得分高於不動變差得分資料個數、綠色代表技術得分相同時的資料個數；(b)圖如(a)，利用 WGT 比對方法計算出前 10 名 QPFP20(Quantitative Precipitation Forecast Probability, QPFP)的資料。

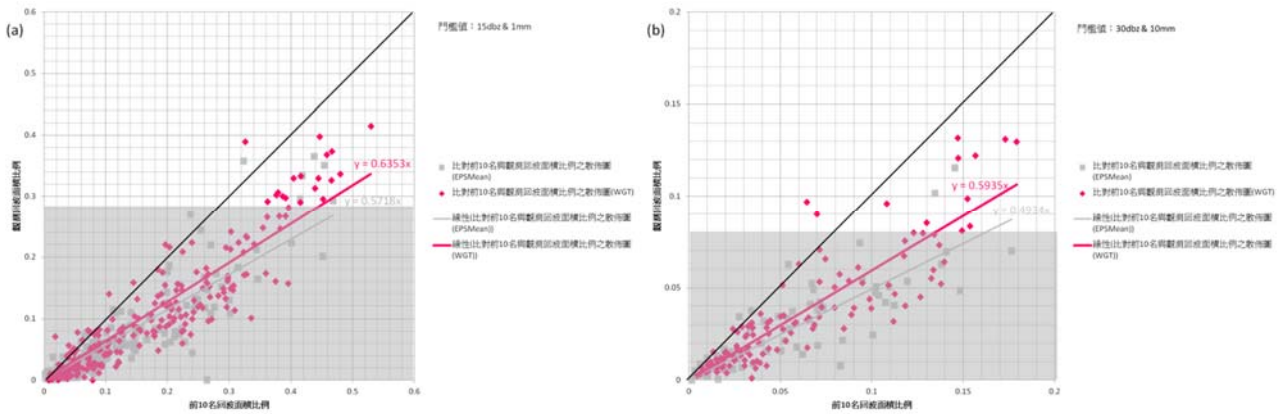


圖 2: 比對前 10 名與觀測回波之回波面積比例散布圖(回波門檻值為 15dBZ)，以 3 小時雨量在 1mm 門檻下的 TS 得分做為比較 WGT 和系集平均(EPSmean)的基準，桃色菱形點代表 WGT 比對方法技術得分高於系集平均，桃色線代表所有桃色點的線性趨勢線；灰色代表系集平均技術得分高於 WGT 比對方法，灰色線代表所有灰色點的線性趨勢線。

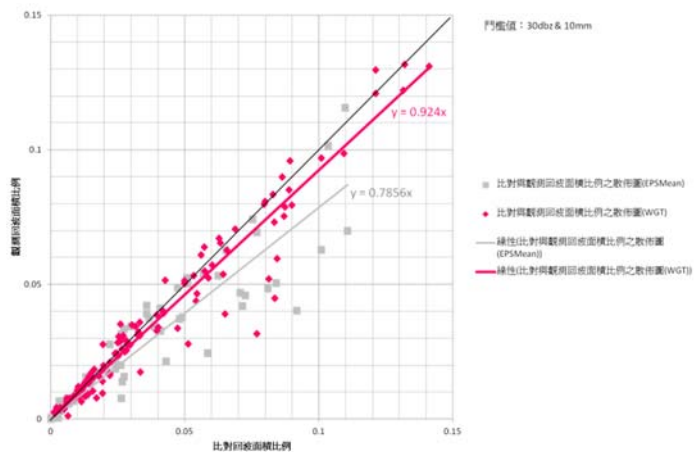


圖 3: 比對(前 10 名中回波面積與觀測回波面積最接近的系集成員)與觀測回波之回波面積比例散布圖(回波門檻

值為 30dBZ)，以 3 小時雨量在 10mm 門檻下的 TS 得分做為比較 WGT 和系集平均(EPSmean)的基準，圖說如圖 2。

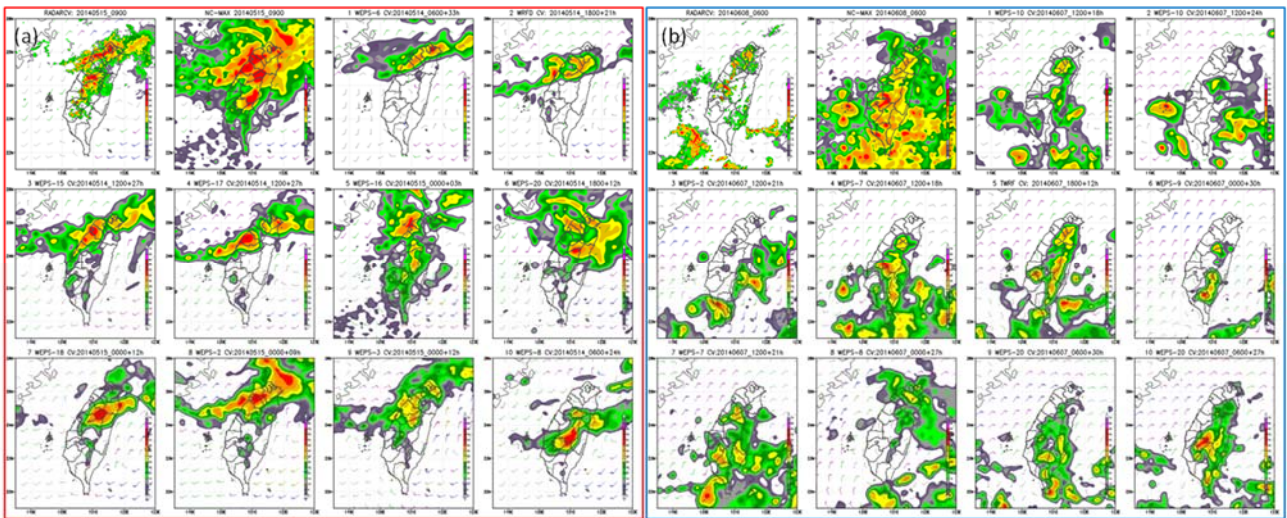


圖 4：(a)為 20140515 9z；(b)圖為 20140608 6z，此為觀測雷達回波、前 10 名系集成員中雷達回波最大值、前 10 名系集成員雷達回波排序圖。

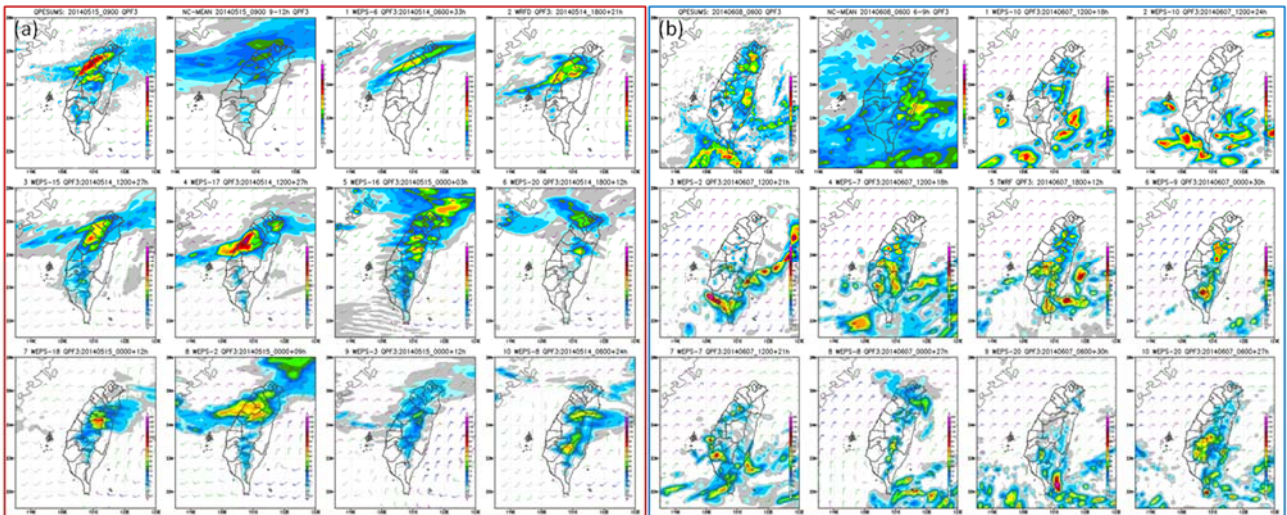


圖 5：個案時間如圖 4，此為觀測 3 小時定量降雨預報(QPF3)、前 10 名成員中系集平均之 QPF3、前 10 名 QPF3 之定量降雨預報排序圖。