

# 全閃電資料應用於午後雷暴發展的即時診斷

戴志輝<sup>1</sup> 王尹懋<sup>2</sup> 王安翔<sup>3</sup> 林博雄<sup>1</sup> 林得恩<sup>4</sup>

<sup>1</sup>國立台灣大學大氣資源與災害研究中心

<sup>2</sup>國立台灣師範大學地球科學系

<sup>3</sup>國家災害防救科技中心

<sup>4</sup>空軍氣象聯隊

## 一、前言

深對流冷雲厚度的發展，與雲內電荷分布及充電率正相關(Yoshida et al. 2009)。在混合的水相環境中，大小不一的冰相粒子在垂直運動影響下，碰撞、帶電及分離並形成充電區，最後引起密集的放電現象(Deierling et al. 2005)，使得發展中之雷暴系統，分析診斷其雲中(intra cloud, IC)閃電的頻率變化，可作為雷暴強度變化及其所伴隨劇烈天氣現象出現與否之即時預警指標(Schultz et al. 2009; Gatlin and Goodman 2010)。伴隨高回波值雷暴的生命期長、空間沿展也寬廣，伴隨較多的 CG 與 IC 活動(Boussaton et al. 2007)，其 IC 頻率的躍升(jump, IC 頻率的時間變率，在相鄰兩時段內大幅增加)，對如冰雹、地面強陣風及龍捲風等劇烈天氣現象，最多可有數十分鐘的預報領先時間(leading time)。此外，夏季午後陸地上雲對地(cloud to ground, CG)閃電的頻率，也與對流性降雨呈現正相關(Petrova et al. 2014)。

## 二、資料及方法

為了解目前台灣所擁有的閃電資料，是否也對雷暴發展的即時預警能有所幫助，本文使用臺電公司全閃電偵測系統(total lightning detection system)資料(空軍氣象聯隊提供)、氣象局 QPESUMS-CV(column vector)及氣象局自動雨量站資料，分析 2007-2009 年的午後雷暴個案。儘管台灣西部午後雷暴的 IC，集中在幾個區域的現象十分明顯(圖 1)，但在 IC 定位不確定性的因素未釐清以前，本文針對閃電資料受干擾程度較輕的北部區域(24.6 ~ 25.2°N、120.9 ~ 121.9°E，圖 1 紅色框)進行分析。

閃電記錄的時間可精確至秒，而 CV 及雨量站資料的時間間隔均為 10 分鐘，過去分析經驗(戴等，2013)顯示，採用 10 分鐘做為累積閃電次數的時間間隔，在某些個案裡，已足以呈現出 IC jump 領先 30 dBz 以上回波強度最大格點數(範圍)的趨勢(圖 2)；但 10 分鐘的間隔有可能導致 jump 出現時間的稍微延後，而時間間隔過短，則有弱化 jump 的可能。儘管在各種 IC jump 的演算方法中， $2\sigma$  法可能相當合適(Schultz et al. 2009)，但同樣因為 IC 定位的不確定，本文以 5 分鐘為累積區域內閃電數量的時間間隔，並以連續 3 個 5 分鐘時段內，IC 次數至少由 0 增加至 1，再增加至 3 的最低門檻，做為 jump 出現與否的標準。此外，本文以區域內 10 分鐘平均雨量大於或等於 2.5 mm，作為伴隨午後雷暴大雨出現與否的判斷標準。

## 三、討論

滿足最低 IC jump 門檻的個案有 157 個，但其中 13 個的雷達回波資料不齊，可分析個案數為 144 個，其中

CV 至少達到 30/40/50/60 dBz 的個案數各為 144/143/142/69 個。分析結果顯示，在可探討的 144 個案中，最低 IC jump 門檻值之出現時間，多半領先於 30/40/50(圖 3)/60 dBz 等各不同強度 CV 值的最大格點數，具有領先效果的個案數各為 120/118/110/48 個，比例約各為 86/83/77/70%；又在此 144 個案裡，大雨共出現 137 次，而 IC jump 領先大雨的個案數為 98 個，比例約為 72%。此分析結果顯示，以目前國內可取得的閃電觀測資料，針對 IC 的即時診斷分析，可作為判斷午後雷暴發展趨勢的有效方法之一。

#### 四、未來展望

當閃電定位不確定性獲得改善(氣象局自 2014 年起測試新建閃電偵測網)，各種 IC jump 及 convective cell(s)-flash clustering 演算方式經過測試後，應可提升對午後雷暴系統即時預警的準確性。此概念可適合用於機場及航路天氣守視，或是夏季午後雷暴環境下人工增雨時機的判斷。

#### 參考文獻

- 戴志輝、林博雄、王尹懋、王安翔，2013：午後對流個案之全閃電分析。102 年天氣分析與預報研討會，桃園龍潭，A1-18。
- Boussaton, M. P., S. Soula, S. Coquillat, 2007：Total lightning activity in thunderstorms over Paris. *Atmos. Res.*, **84**, 221-232.
- Deierling, W., J. Latham, W. A. Petersen, S. M. Ellis, H. J. Christian Jr., 2005：On the relationship of thunderstorm ice hydrometeor characteristics and total lightning measurements. *Atmos. Res.*, **76**, 114-126.
- Gatlin, G. N., and S. J. Goodman, 2010：A total lightning trending algorithm to identify severe thunderstorms, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **27**, 2 - 23.
- Petrova, S., R. Mitzeva, V. Cotroni, 2014：Summer-time lightning activity and its relationship with precipitation: diurnal variation over maritime, coastal and continental areas. *Atmos. Res.*, **135-136**, 388-396.
- Schultz, C.J., W.A. Petersen, L.D. Carey, 2009：Preliminary development and evaluation of lightning jump algorithms for the real-time detection of severe weather. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **48**, 2543-2563.
- Yoshida, S., T. Morimoto, T. Ushio, Z. Kawasaki, 2009：A fifth-power relationship for lightning activity from Tropical Rainfall Measuring Mission satellite observations. *J. Geophys. Res.*, **114**, D09104, doi:10.1029/2008JD010370.

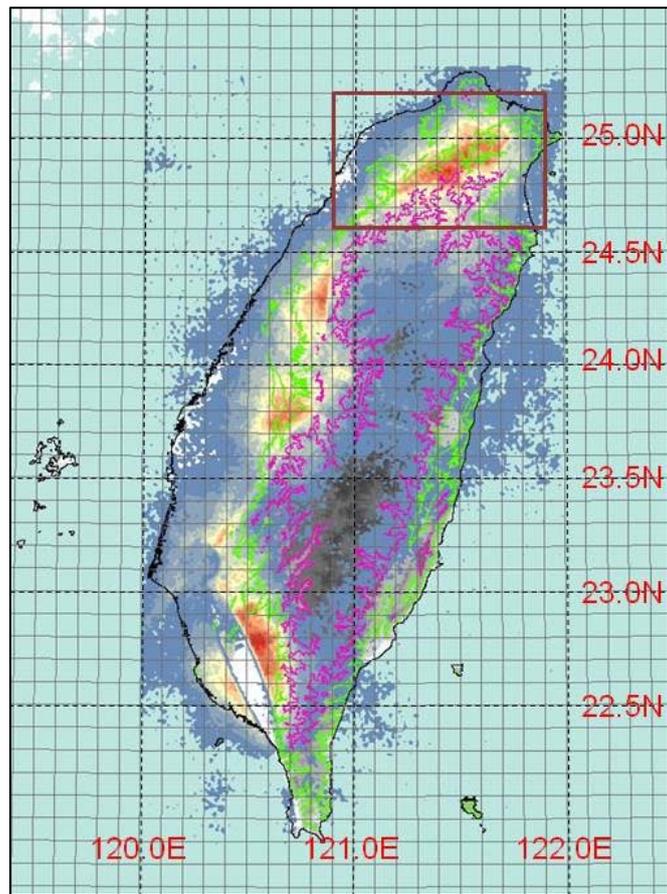


圖 1 2007-2009 年午後雷暴 IC 分布。紅色框為本文所定義的北部區域。綠/紫色等值線為 200/1000 m 海拔等高線。

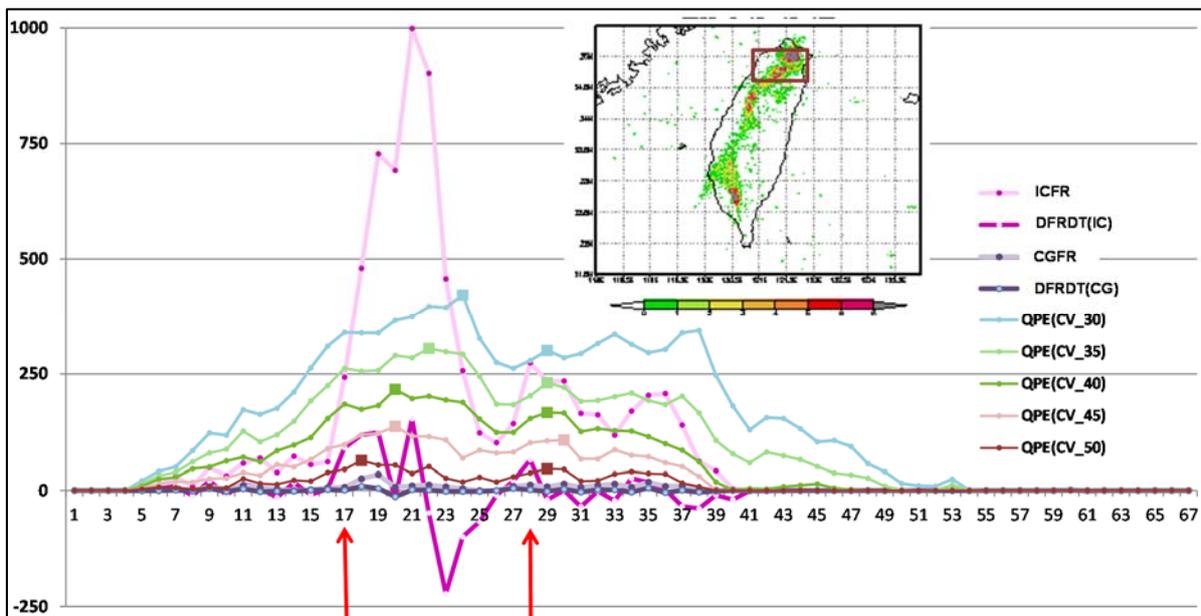


圖 2 2008 年 8 月 15 日午後雷暴閃電與回波強度等演變時序。紅色框為分析範圍；淺紫/紫色分別為 IC 頻率/IC 頻率之變率，灰/黑色分別為 CG 頻率/CG 頻率之變率，藍/淺綠/綠/淺棕/棕色分別為 CV 達到 30/35/40/45/50 dBz 的格點總數；橫坐標表示自 11 LST 起的第 N 個 10 分鐘；紅色箭號表示 IC 頻率之變率出現躍升的時間。

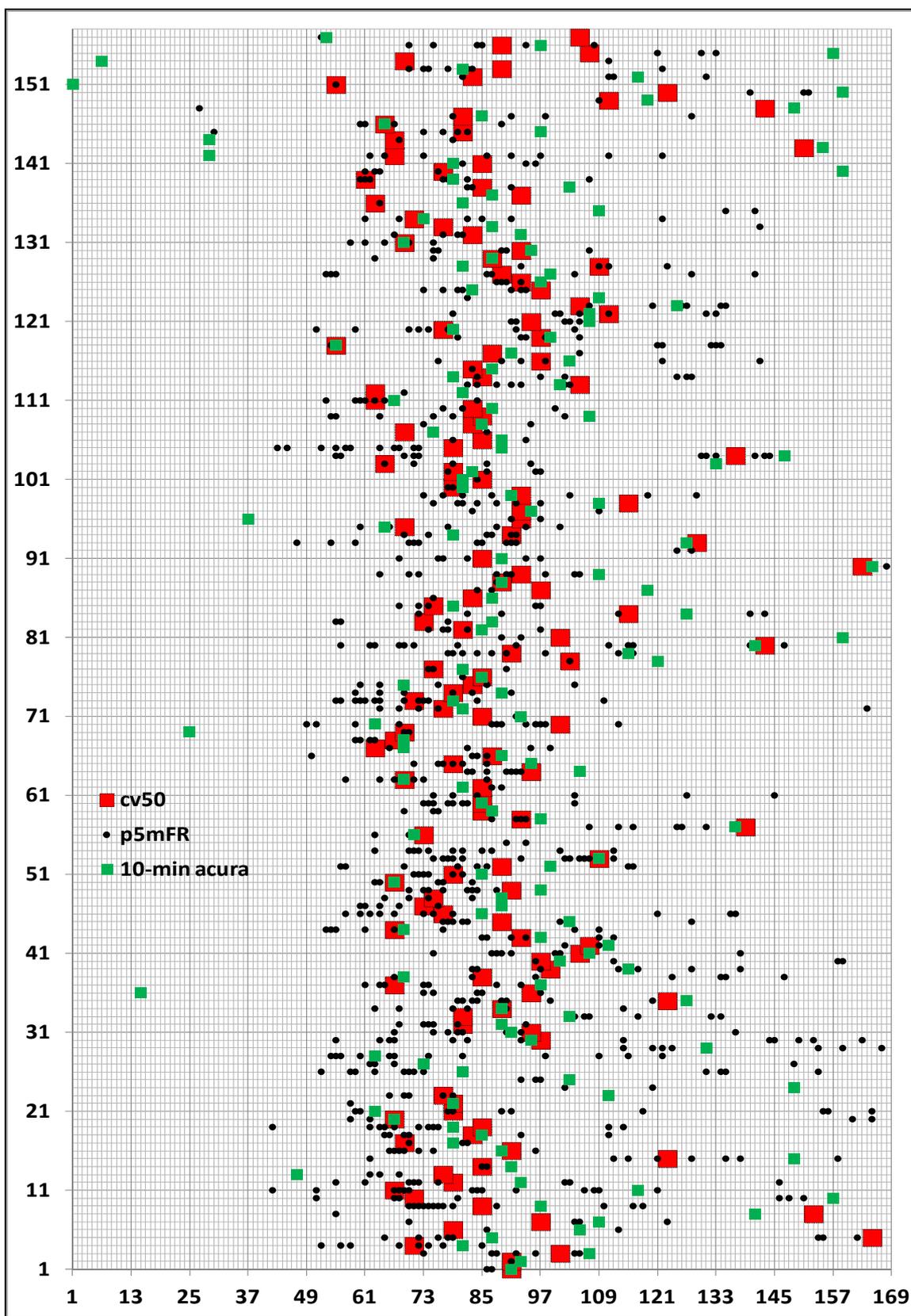


圖 3 可探討的 144 天午後雷暴個案(縱座標)中，北部地區每日 IC jump(黑色圓圈)、CV 強度大於 50 dBz 之最大範圍(紅色方塊)，及平均 10 分鐘雨量大於或等於 2.5 mm(綠色方塊)的出現時間(橫坐標表示自 08 LST 起的第 N 個 5 分鐘)。