

# 中尺對流系統之雷電特徵

徐天佑 路心誠 劉崇治 吳樹正  
空軍氣象聯隊

## 摘 要

本文針對 1995 年 10 月 8 日發生在本省東北部及其外海雙胞型之中尺度對流系統加以分析，透過衛星紅外數據資料、雷電資料以及傳統之雨量資料可以得到以下數點結果：

1. 伴隨雙胞型之中尺度對流系統之雷電資料幾乎為負電放電，正電放電僅出現在對流系統逐漸減弱時。
2. 對流系統之發展與雷電資料的分佈呈現正相關，並且雷電資料的出現較先於對流系統之發生，亦即雷電資料的出現可以預期對流系統之生長或加強。
3. 雷電資料並不出現在雲頂最高處而是在兩個對流胞中間邊界處密集存在，當對流系統結構較鬆散時雷電資料變得較為稀疏。
4. 大量降水發生在對流胞發展旺盛及雷電資料同時存在之附近雷電資料已經是氣象作業人員所認為守視惡劣天氣之最佳工具然而不同的天氣系統其伴隨之雷電資料特性應該有所不同，因此透過許多不同個案之分析應該是重要而且可以期待的。

### 一、前言

中尺度天氣系統一直是造成台灣地區惡劣天氣的主要因子之一，因此針對中尺度天氣系統方面的研究與預報可說是未來大氣科學研究的一個主流，相關的研究報已有很多亦相當成熟，例如陳(1980)曾對台灣地區梅雨季中尺度低壓之氣候特徵做過歸納，張(1992)更針對綜觀環境如何影響中尺度對流系統的結構和進化分析，陳等人(1992)則分析梅雨季伴隨豪雨之中尺度低壓個案研究。另外，Lin(1994)，也曾經提及台灣地區的地形效應對於中尺度對流系統的發展及其所扮演之角色。由於中尺度對流系統經常帶來劇烈之天氣變化，因此如何有效地預報與掌握一直是氣象人員的重大挑戰。過去的研究多半使用傳統的氣象觀測資料或是數值模擬，近年來由於雷電資料在惡劣天氣的守視上已顯著地優於其他傳統的觀測器，特別是這類資料具有相當好的時間、空間解析能力，因此已成為氣象從事人員另一項新興的有力工具並廣

泛地被使用，例如李等人(1995)曾針對台灣地區颱風落電特徵進行個案分析，徐等人(1995)亦曾透過雷達回波、衛星以及落雷資料的比較，以了解落雷與閃電在台灣地區所產生之特性。潘等人(1995)亦曾針對台灣地區春季鋒前對流系統的落雷資料進行分析，其並認為深入了解本省對流雷電活動的主要及共同性特徵是刻不容緩的事情。

事實上，中尺度對流系統的一般雷電資料分佈特徵，也已經有不少學者做過研究，例如 Goodman and MacGorman(1986)、Rutledge and MacGorman(1988)，以及 Keighton et al(1991)，不過似乎很少研究報告是從中尺度對流系統發生之初到結束，逐步討論該對流系統各階段雷電資料特徵，因此本文嘗試透過個案之分析，期望歸納出一些中尺度對流系統所伴隨雷電資料之特性，以利作業上對中尺度對流系統的生成及發展能有利的預報與掌握。

二、資料收集與研究方法

本文收集 1995 年 10 月 8 日，日本同步衛星 GMS-05 逐時的紅外線資料、中央氣象局蘇澳測站雨量等傳統氣象資料以及台灣電力公司之雲對地雷電偵測資料。每小時之雷電資料的統計以每個正點 45 分前後半小時的總量做計算，這樣的做法，主要是為了配合衛星接收的時間，以便使衛星資料與雷電資料的時間一致。至於中尺度對流系統生命期分階段的化分，是使用類似 McAnelly and Cotton (1989) 的方法，亦即以紅外線衛星資料雲頂亮度溫度  $-53^{\circ}\text{C}$  為閾值，當亮度溫度逐漸降低至  $-53^{\circ}\text{C}$  時代表對流系統正在發展，當亮度溫度逐漸升高且  $-53^{\circ}\text{C}$  涵蓋範圍漸漸減少時，則表示系統正處於消弱當中。

關於雷電資料，則分別針對中尺度對流系統成長及消散計算正、負電放電總次數與降水資料及衛星資料比較分析，期望找出其間之相關性。

三、綜觀環境場之分析

本文選取 1995 年 10 月 7-9 日發生在本省東北部及外海之中尺度對流系統為個案加以研究。10 月 7 日 1200 UTC 地面圖顯示台灣位於高壓迴流的勢力範圍內，台灣東側外海風向為偏東風(圖 1A)。由 10 月 7 日 1200UTC 850hpa 天氣圖可發現  $30^{\circ}\text{N}$  以南並無明顯的冷暖平流且北台灣處於較高的濕度區內( $T-T_d \leq 2^{\circ}\text{C}$ )(圖 1B)。700hpa 台灣地區風向為偏南風(圖 1C)；500hpa 台灣地區為微弱的偏南風氣流(圖 1D)；主要的槽、脊系統並未影響台灣，300hpa 高空圖顯示台灣一帶風向為緯流向、且無噴流通過台灣地區(圖略)。所以基本來說台灣地區在缺乏有利的大尺度激發機制情況下對流難以發展。

10 月 8 及 9 日的地面綜觀配置與 10 月 7 日大致相同(圖略)但是由 850hpa 我們可以看出濕度區有明顯擴大並向南移動的趨勢(圖 1E)，10 月 9 日(圖 1F)基本上也是反應類似的結果。

本省在大尺度無法提供有利的條件下，東北部及其外海都一直不斷地有長生命期的中尺度對流系統在此消長。所以我們相信，其中必有其它中尺

度系統透過彼此之交互作用使其發展。

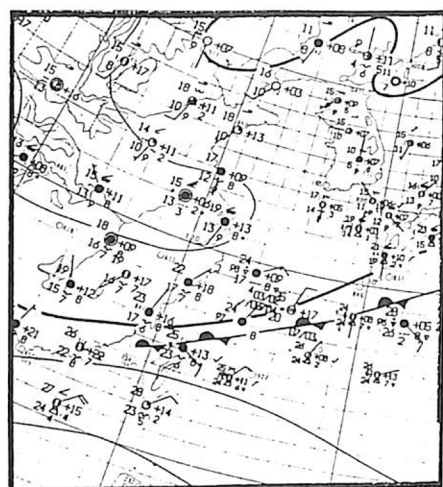


圖 1 (A)1995-10-07 1200UTC 地面天氣圖。

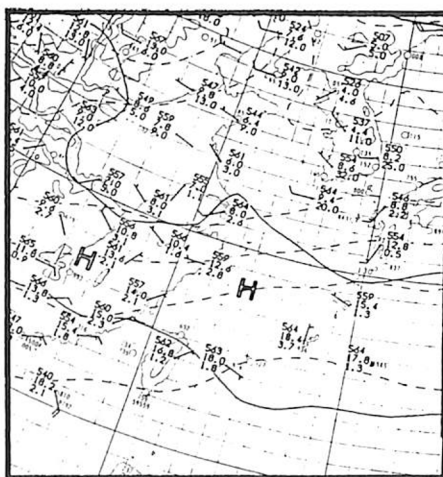


圖 1 (B)1995-10-07 1200UTC 850hpa 天氣圖。

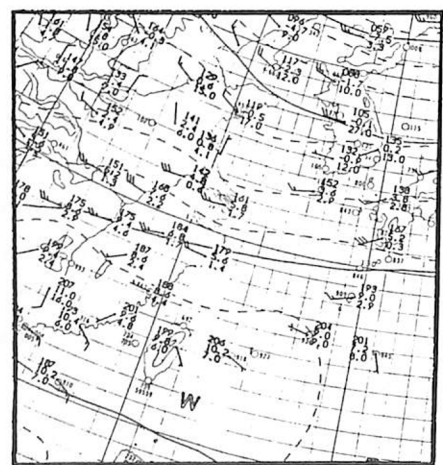


圖 1 (C)1995-10-07 1200UTC 700hpa 天氣圖。

四、衛星及雷電資料分析

10 月 7 日 1930LST 對流系統在台灣東方海面發展(圖 2)，在北台灣地區並無顯著的對流系統發

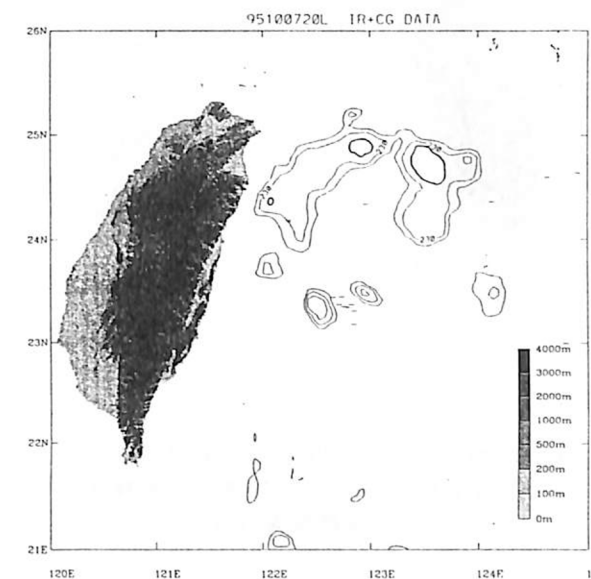


圖 2 1995-10-07 1200UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

生。到了 10 月 8 日 0030LST，在蘭陽平原開始有對流系統發生，並與東方海面對流系統呈現合併狀且對流強度為加強的型態(圖 3)。此外，在  $123^{\circ}\text{E}-124^{\circ}\text{E}$  之間另有一對流胞存在，只不過暫時沒有明顯之消長，亦無與其它對流胞有交互作用。海面上之中尺度對流系統原本存在只是逐漸加深而已。然而為什麼陸地上也開始有對流胞長出。基本上，我們認為東北風在無法越過山脈時，因質量累積作用而將在山前會產生一中尺度高壓，此高壓之氣壓梯度力將使東北風減速而使其在山前發生風速輻合而導致垂直上升運動。山區降水後之冷空氣產生之下坡風將會增強低層的風速輻合作用。再加上東北季風又從黑潮(暖海)提供北台灣地區的水汽而導致此次中尺度對流系統之發生(吳等 1995)。當此兩個對流胞相接觸時，迅速地合併為一個發展良好的對流胞，雷電資料在此時迅速的增加且以負電放電為主。其位置約在  $-53^{\circ}\text{C}$  等值線邊界。當然，亦有部份的雷電資料並高於  $-33^{\circ}\text{C}$  之雲上，但多呈稀疏之分佈。到了 10 月 8 日 02L

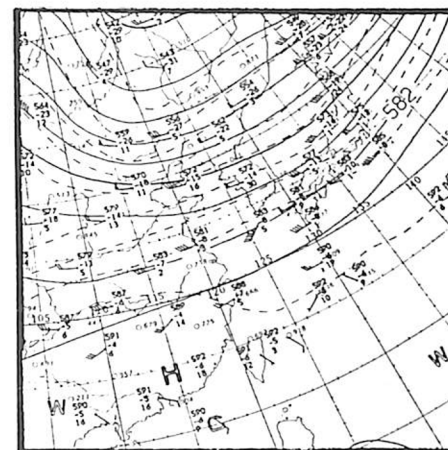


圖 1 (D)1995-10-07 1200UTC 500hpa 天氣圖。

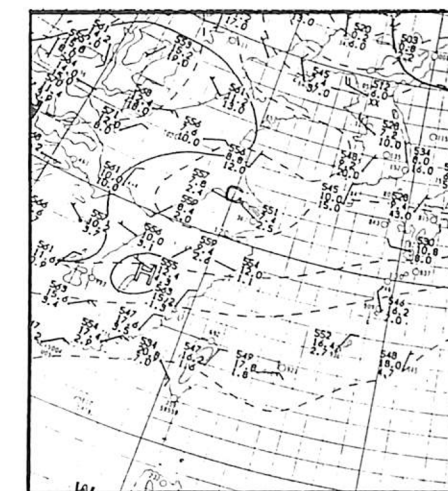


圖 1 (E)1995-10-08 1200UTC

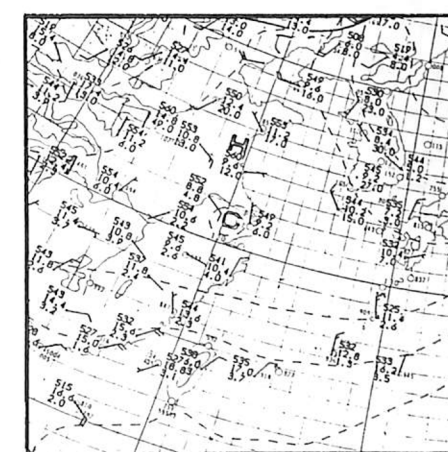


圖 1 (F)1995-10-09 1200UTC 850hpa 天氣圖。

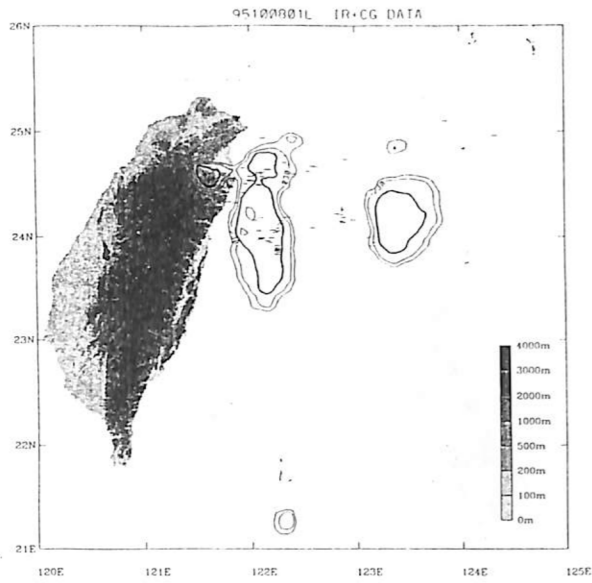


圖 3 1995-10-08 0100UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

時，雲系繼續加強，並形成南北兩胞。蘭陽平原處之雲胞有明顯之增強，而南邊海面上之對流胞則稍微減弱。在兩對流胞中線靠近北側胞處有明顯之雷電資料存在，並以負電放電為主。蘇澳地面南邊亦有明顯地雷電資料出現。而南邊海面上之雷電資料則較為稀疏，甚至出現正電放電(如圖4)。由 03L

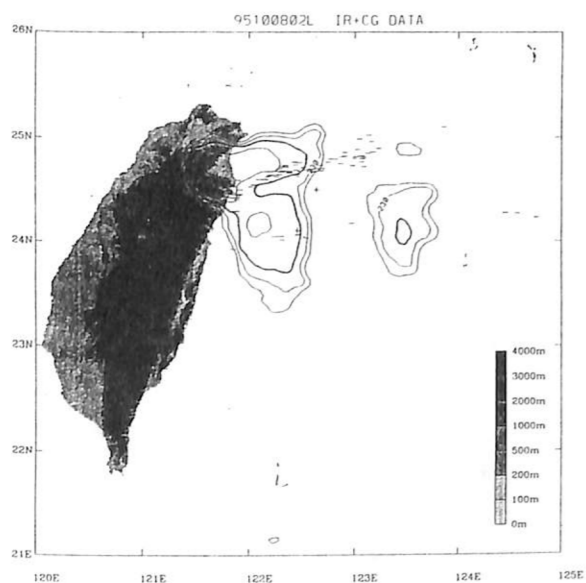


圖 4 1995-10-08 0200UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

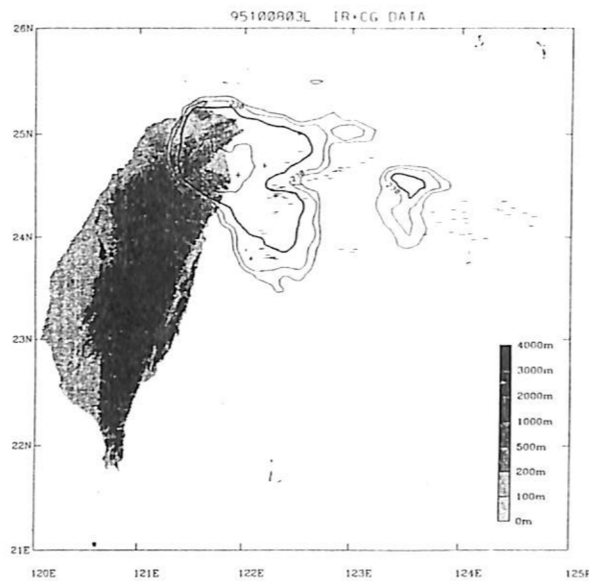


圖 5 1995-10-08 0300UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

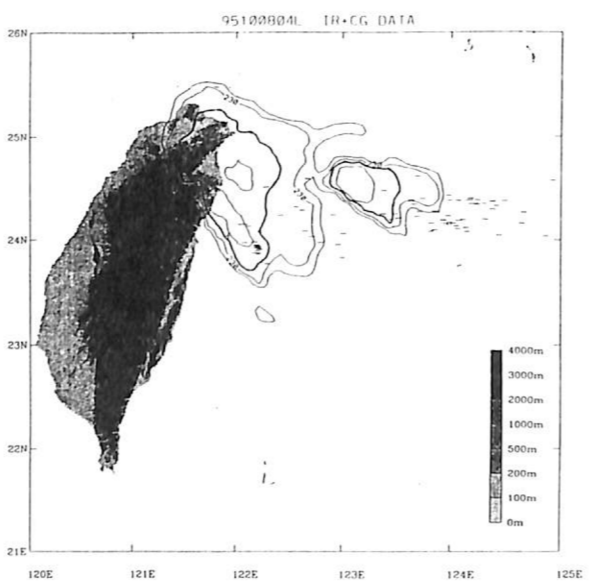


圖 6 1995-10-08 0400UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

對流胞果然開始增強，雷電資料增加，但仍舊位於對流胞邊側處，而非雲頂發展最高處，而兩對流胞再呈現相互消長之現象。到了 07 時，達到一個新的平衡。此時兩者雷電皆以負電為主。但較為稀疏，而雲系在此時呈現消弱的現象(如圖 7)。08-

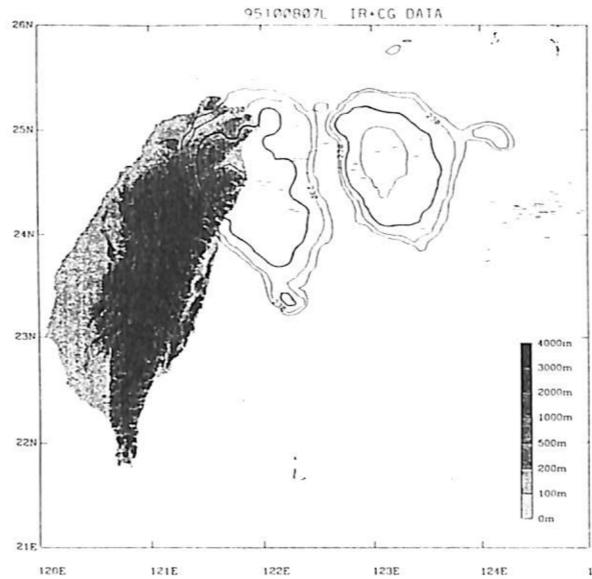


圖 7 1995-10-08 0700UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

09L 東西兩胞逐漸合併，此時如雲系強度減弱，雷電資料稀疏，亦出現零星之正電放電。到了 10L 時，此中尺度對流胞再度形成雙胞型之對流系統。位於蘭陽平原一帶之雲系有明顯之增強現象。雷電資料亦有迅速增多且密集之趨勢(如圖 8)。此雲系在 11L 時發展至最強然後逐漸減弱，至此以後雙胞型之中尺度對流系統雖然仍存在，但兩者強度皆弱(  $-53^{\circ}\text{C}$  等值線涵蓋範圍小)，因此沒有再度的增強。到了 17L，台灣東方及東北方海面呈現一微弱且無組織的對流系統，直到 2000L 蘭陽平原之對流系統才開始重新建立(圖略)。圖 9 為 1995 年 10 月 8 日，蘇澳測站每小時的累積雨量資料。由雨量、雷電及衛星資料，蘇澳地區大量降水的發生，除了有發展旺盛的對流雲胞存在於當地，並且皆伴有大量的負雷電資料在其附近。因此，就作業的觀點而言，雷電資料與衛星資料的搭配使用，可以有有效的掌握大量降水的發生。

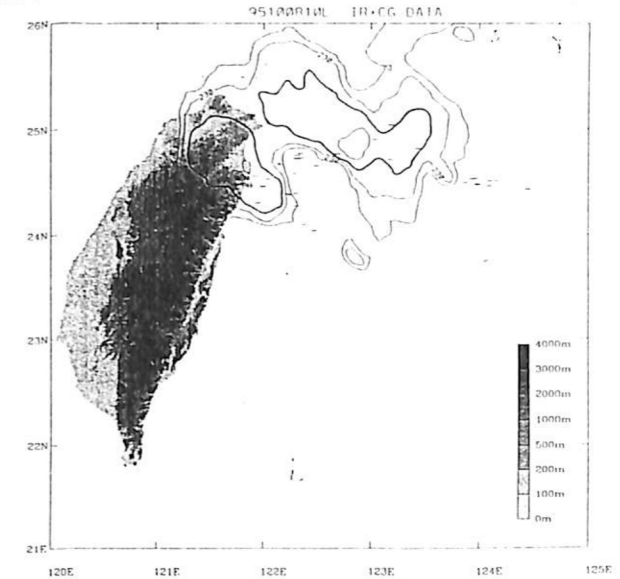


圖 8 1995-10-08 1000UTC 衛星紅外線雲頂溫度數值線及雷電資料，其中深黑線表  $-53^{\circ}\text{C}$  線，曲線間隔為  $10^{\circ}\text{C}$ 。

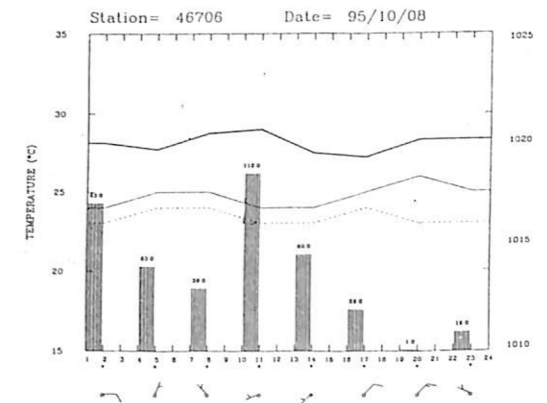


圖 9 1995-10-08 蘇澳每三小時雨量值。

### 五、結論與建議

由綜觀尺度天氣系統之分析，大尺度綜觀環境場屬於穩定型之天氣型態，並沒有合適的觸發機制來造成中尺度對流系統之發生。然而在本省東北部及其外海一直存有雙胞型之中尺度對流系統在相互作用並互為消長。因此，我們認為本個案系統之消長是中尺度系統相互影響的結果。此外，透過衛星資料、雷電資料以及雨量觀測資料的整合，可以歸納出以下數點結果，相信透過衛星及雷電資料的同時使用，對了解中尺度對流系統消長，必有很好的助益：

1. 中尺度對流系統伴隨的雷電資料皆以負電放電為主，並且隨著對流系統之加強，放電頻率亦同時增加聚集。正電放電僅發生在系統逐漸減弱時，而且較為零散。
2. 雙胞型之中尺度對流系統，不會同時增強，而是呈現一消一長的型態。同樣的雷電資料亦不會同時增加或減少，而是在對流胞開始加強之前雲到地之負電流先增強，亦即當雷電資料增多時，意謂著該處對流即將逐漸增強，此點對於作業上之守視助益極大。
3. 雙胞型對流系統，雷電資料並不是出現在雲頂發展最高處，而是兩對流胞交界且溫度梯度較大區域附近。
4. 較大的降水不只僅和雲頂發展的高度有關，而是同時和雷電資料之是否出現有關。也就是和雲系結構有很大的關係，至於雷電資料與降水之相關有待進一步之探討。

由於本個案中尺度對流系統並非移動性，故雷電資料的特徵只能看出雲系的發展趨勢，但無法由此觀測中尺度對流系統之移動。不過雷電資料之特性與中尺度對流系統的相關性應該已是可以肯定，而且值得作業人員加以利用的工具。後續再針對許多不同的個案分析，應該可以得到更具有應用性的結果，值得期待。

#### 六、誌謝：

本文是在國家科學委員會專題研究計劃支持下完成的，計劃編號為 NSC85-2111-M-072-003-AP6，在此特別表達感謝之意。

#### 七、參考文獻

- 陳泰然，1990：台灣梅雨季中尺度低層之氣候特徵。大氣科學，18，73-84。
- 張泉湧，1991：綜觀環境如何影響中尺度對流系統的結構和進化。19，189-229。
- 李紀恩、劉崇治、潘大綱、張培臣，1995：台灣地區颱風落雷個案分析。84年氣象雷達應與四種資料同化研討會，25-29。
- 徐天佑、呂貴寶、劉崇治，1995：利用雷達

衛星資料比較分析台灣地區閃電之研究。潘大綱、吳美芳、劉廣英，1995：本省春季鋒前對流雷電特徵之個案分析，119-124。

吳樹正、劉崇治、潘大綱：1995年10月8-9日蘇澳豪雨個案之初步研究。氣象預報與分析，146，8-24。

Goodman, S.J., and D.R. MacGorman, 1986: Cloud-to-ground lightning activity in mesoscale convective complexes. Mon. Wea. Rev., 114, 2320-2328。

Keighton, S.J., H.B. Bluestein, and D.R. MacGorman, 1991: The evolution of a severe mesoscale convective system: Cloud-to-ground lightning location and storm structure. Mon. Wea. Rev., 119, 1533-1556。

Lin, Y.-L., 1994: Orographic effect on airflow and mesoscale weather system over Taiwan, TAO, 4, 381-420。

McAnelly, R.L. and W.R. Cotton, 1989: The precipitation life cycle of mesoscale convective complexes over the central United States. Mon. Wea. Rev., 117, 784-808。

Rutledge, S.A., and D.R. MacGorman, 1988: Cloud-to-ground lightning activity in the 10-11 June 1985 mesoscale convective system observed during the Oklahoma-Kansas PRE-STORM project. Mon. Wea. Rev., 116, 1393-1408。

## The Characteristic of Lighting data for Meso-scale Convective system

Tian-Yow Shyu Ching-Chen Leu Chung-Chih Liu Su-Cheng Wu  
Weather central, Weather Wing of R.O.C

### Abstract

The purpose of this paper is focus on the characteristic of C-G data for meso-scale convective system. There are several results about this study.

- a. All of the lighting data are almost negtive electricity. The postive electricity are just show up during decaying time.
- b. The devolpment of convective system is related to the distriction of lighting time, and reporters can forcast the devolpment or decay of weather system by using C-G data.
- c. C-G data are not show up around the highest top of clouds but the boundary between the two cells.
- d. The large amount of precipitation is related to C-G data.

It is good for weather reporters to forcast the development of system by using C-G data, so it is necessary for us to study more cases.