

2006 年暖季台灣中部地區午後對流閃電特性分析

黃崇展 賴世運 戴志輝

空軍氣象中心

摘 要

本文利用台灣電力公司新一代「整合型閃電偵測系統」(Total Lightning Detection System, TLDS) 資料, 分析 2006 年暖季 (5-9 月) 台灣中部地區午後對流閃電分布特性, 得到以下初步結論: (1) 與中央氣象局雨量站之時雨量資料比對後, 發現雲對地閃電密集區和最大降水量之位置大致相符, 此與過去研究一致; 但若比對全閃電(雲中、雲對雲及雲對地三種類型閃電總合)之閃電次數, 則閃電密集區和最大降水量之位置並不同, 全閃電之閃電密集區約略較最大降水量位置偏西約 20Km; (2) 最大時雨量出現時間落後最大時閃電總次數出現時間; (3) 午後對流閃電總次數和降水量成正比。

關鍵詞: 全閃電、午後對流

一、前言

閃電是大氣中雲對地、雲對雲或雲中放電行為, 陳(1994)利用台灣電力公司 1991-1993 年 5-9 月閃電資料, 分析台灣地區夏季(暖季)閃電空間分布的特徵及日夜變化, 結果顯示其閃電主要發生於午後的陸地上且閃總量遠大於海上。台灣地區午後地表因太陽短波輻射加熱使得近地面空氣因密度減小而上升, 再搭配地面風場因摩擦力而產生輻合, 或因海風環流提供舉升, 激發局部對流系統, 對流胞內常並存著強陣風、風切、亂流、雷電、冰雹、低雲幕與低能見度等, 對於本軍飛行安全而言影響甚鉅。基於過去在大氣放電與對流之間關係的研究成果顯示, 閃電活動和對流發展的強度有密切關係(洪, 2001), 且雲對地閃電與對流降水之間亦有明顯正相關(林, 1999; Petersen and Rutledge, 1998)。換言之, 瞭解閃電分布特

徵, 將有助於午後對流發展情形之掌握。

台灣電力公司舊型的閃電觀測系統(Lightning location system), 其功能為偵測雲對地(CG)閃電。為記錄到更為完整詳細的 CG、雲間(CC)及雲中(IC)放電發生時間、經緯度與及型態資訊, 台電於 2004 年底建置完成新型「整合型閃電偵測系統」(Total Lightning Detection System, TLDS), 放電型態包含 type 0 至 5, 其中 type0 為 IC 放電, type1、2 及 3 分別為 CC 閃電通道建立之起點、中間點及終點, type4 為 CG 放電, type5 為該次 CG 放電的次數。以 2006 年 5 月至 9 月 TLDS 之閃電資料為例(不分個案, 係屬整個暖季而言), 圖 1(a)為全閃電之分布情形, 圖 1(b)為單純為 type 4 (即為舊型的閃電觀測系統所能觀測的雲對地閃電分佈情況)之分布情形。圖 1(a)之閃電次數以及分

佈情況明顯有別於圖 1(b)，且圖 1(a)閃電分佈區域密集區域分佈於中央山脈西半部之嘉義至屏東山麓，而圖 1(b)可進一步分析出雲林、彰化一帶為閃電次數出現最多之區域。因此，TLDS 不僅有助於即時對設備及飛安提出預警之外，在大氣環境的診斷上亦極具價值。

台灣北部暖季午後閃電特性(賴, 2006)分析結果指出,閃電(雷雨)對台灣北部機場飛航安全之影響程度隨月份有所不同,此有助於預報員對於機場天氣守視之氣候特徵獲得初步概念,提升對於飛航安全之維護。

二、資料來源與資料處理

選取日期為 2006 年 5 月至 9 月間,利用台灣電力公司 TLDS 資料的 type0、1、4 資料,其時間解析度為 10^{-4} 秒、儲存資料的時間間隔為 1 秒。本研究閃電資料使用網格空間解析度為 0.01 經緯度(約 1KM),根據每一筆閃電資料的時間以及位置,可以找出相對應的網格點,在該網格點累計一次的閃電即為如圖 1、3 所示,閃電網格資料的單位是每小時每平方公里閃電數(flashes/km²/hour);地面降水資料係由中央氣象局地面自動雨量觀測站提供,時間解析度為 1 小時(過去 1 小時累積降水量)。個案討論選取區域為「中部地區」,其定義範圍包含如下:(一) 120.3 至 121.3°E、24.0 至 24.4°N 之間的區域(二)

三、研究結果與討論

依據上述定義之個案篩選條件,得到 2006 年中部地區(定義區域範圍內)午後對流發生的個案數共計有 10 天(如表 1 所示)。個案所受的天氣系統(以氣象中心每日 08 時之每日預報單所定義天氣系統為準)包含了低壓帶、偏南氣流、太平洋高壓、太平洋高壓西伸、太平洋高壓與熱帶低壓外圍雲系所

本研究過濾 2006 年 5 月至 9 月間 TLDS 之各種放電型態記錄,針對台灣中部地區暖季午後因熱對流所造成閃電與降水情形,討論下列主題,以作為天氣診斷與預報時可參考運用的背景:(一)閃電次數與降水量之關係(閃電次數:每小時區域內閃電總次數;降水量:每小時區域內所有氣象局觀測站之降水量總和);(二)閃電與降水之空間分佈情形;(三)最大閃電次數與最大降水量之時間關係(所謂最大係指討論時間序列中出現最大值之閃電次數或降水量)。

120.2 至 121.0°E、23.3 至 24.0°N 之間的區域(三) 120.1 至 120.9°E、23.0 至 23.3°N 之間的區域(如圖 2 所示)。

若將每一天地方時 00 時至 06 時、06 時至 12 時、12 時至 18 時及 18 時至 24 時分別稱為第一時段、第二時段、第三時段、第四時段,所定義的「午後」,即為第三時段;而所定義「午後對流」個案,除了閃電發生在第三時段的陸地上之外,亦滿足以下條件:(一)第一及第二時段無自海面上移入之閃電紀錄,用以去除鋒面或颱風等系統;(二)第三時段在陸地上有紀錄,若海面上亦有紀錄,必須為陸地上所移出;(三)去除僅在第四時段陸地上有紀錄之個案,因可能有其他較為複雜的非熱力機制存在。

影響等 5 種類型天氣系統,而屬第五種類型之 8 月 1 日個案,表面上看似受到較強之綜觀系統影響,實從嘉義機場風場(圖略)、降水型態與閃電發生時間與空間分佈分析不難看出,其呈現日夜變化的情況(無顯著綜觀系統),亦即屬相對弱綜觀。

閃電次數與降水量之關係:從個案的全

閃電數(閃電型態 0、1、4 之閃電次數總和)與總降水量之相關係數 0.92,以及單日 1 小時最大閃電數與降水量之相關係數 0.85 統計結果顯示,閃電總次數與降水量之間就午後對流而言存在著某種程度之關係,而此種關係也意味著,當對流閃電量增加時,其相對的降水量亦有增加之趨勢。

閃電與降水之空間分佈情形,圖 3(a)為個案於第 3 時段區域總降水之分布。圖中顯示在此 10 個午後對流降水個案中,其總降水量分佈出現兩個最大值區域,分別位於南投與嘉義市東方山麓,而圖 3(b)卻顯示全閃電次數最大值位於彰化、雲林及嘉義縣(23.8°N、120.5°E)一帶,顯示全閃電次數最大值位置位於最大降水量位置之西,兩者相距約 20 公里;此外,單純分析雲對地(type 4)的閃電分佈情況而言,則呈現與雲對地閃電分佈位置(圖略)與降水集中區域

四、未來展望

本研究由於僅針對 2006 年中部地區之閃電與降水關係作探討,限於降水資料時間尺度及空間尺度的關係,個案數量較少。文中雖已獲得初步之結果,未來可朝下列目標廣續努力:(一)增加南部區域之探討及增加資料時間,以做更多個案分析統計探討,並

五、參考資料

林煒閔, 1999: 雲對地閃電與降水關係之研究。大氣科學, 27, 1, 75-98。

洪景山, 2001: 雲對地閃電和雷達回波參數之相關個案研究。大氣科學, 30, 1, 21-34。

賴世運、戴志輝, 2006: 台灣北部暖季午後閃電特性(賴, 2006)分析。軍事氣象研討會論文集。10-17。

陳泰然 1994: 台灣地區梅雨季中尺度現

大致相符的情況,此與林(1999 年)的結果大致相同。而此結果是否意謂著伴隨雲中及雲間放電時之降水,僅僅為大雨來時之前兆亦或是它們只出現在對流發展之初期,而當開始發生雲對地閃電時,才是對流發展到一定強度,甚至已發展至衰減階段,尚須進一步以更多個案分析探討!

最大閃電次數與最大降水量之時間關係,由各月份個案逐時降水、閃電之分析可知(圖 4、5 及 6),除 5 月 22 日及 8 月 21 日兩個案之外,最大降水量出現時間均落後於最大閃電次數出現時間,由於所使用之降水資料在時間解度上為 1 小時,因此圖中所顯示之降水最大量出現時間與全閃電出現最大量時間兩者相差有約 1 至 2 小時,事實上時間差有可能會因降水量資料的時間解度增加而縮減,此一推論可望在獲取更高時間解度的降水資料後獲得證實。

與綜觀天氣型態相互比較、分析。(二)運用逐時風向、風速、閃電及降水資料,透過實際觀測站資料及高解析度之中尺度數值模擬,來探討局部環流之海陸風效應在午後對流系統發展及降水特性所扮演之角色。

象之氣後研究(一)。國科會研究報告 NSC 83-0202-M002-002, 112 頁

Petersen, W. A., and S. A. Rutledge, 1998: On the relationship between cloud-to-ground lightning and convective rainfall. J. Geophys. Res., 103(D12), 14,025-14,040.

表1 個案之日期、所受天氣系統、閃電與降水量統計

日期	所受天氣系統	總閃電數 (次數)	總降水量 (mm/h)	最大 閃電數	最大 降水量	備 考
5/22	偏南氣流	17899	1819.5	7000	641	
5/25	偏南氣流	2847	583.5	600	262	
7/22	太平洋高壓	2229	140	120	51	
7/28	偏南氣流	5936	577	2200	354	
7/29	太平洋高壓西伸	3585	162.5	1300	130	
8/1	太平洋高壓及熱帶低壓外圍雲系	4443	443.5	1300	197	
8/6	偏南氣流	3680	680.5	800	243	
8/19	西南氣流	2361	528	160	316	
8/20	西南氣流	2292	509.5	150	256	
8/24	低壓帶	2154	512	60	161	

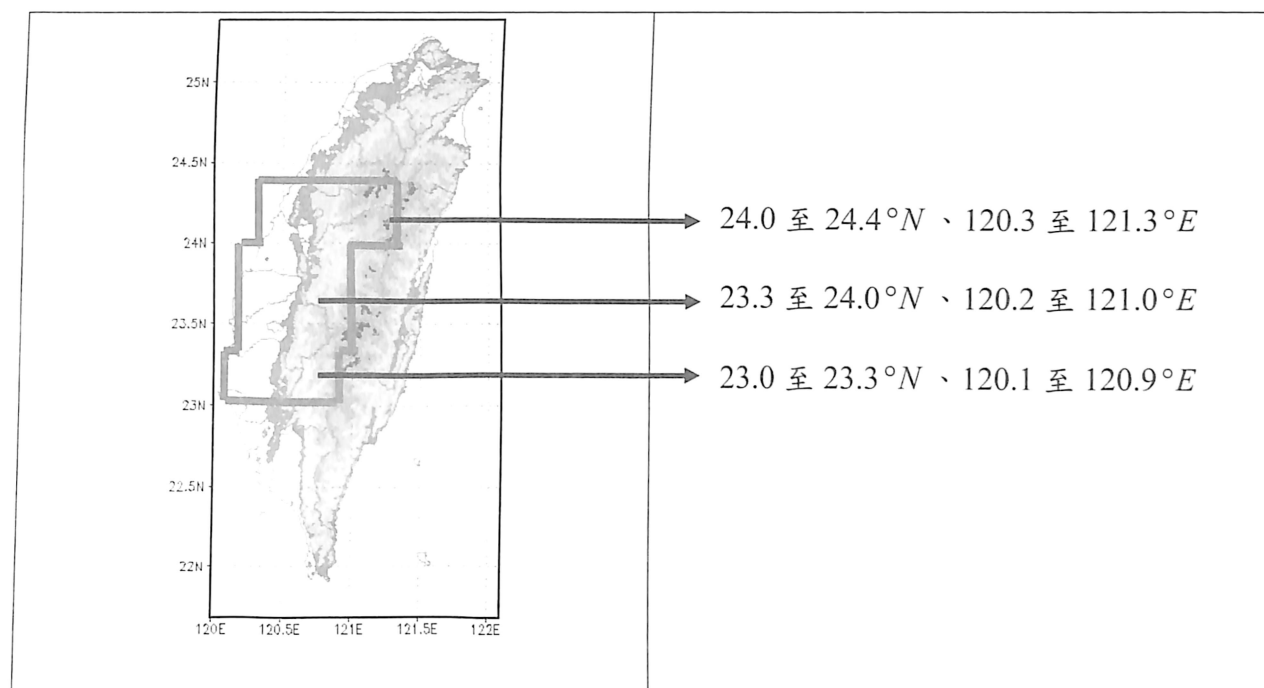


圖2. 個案所選取區域示意圖。紅色框包圍之區域為所定義「中部地區」。

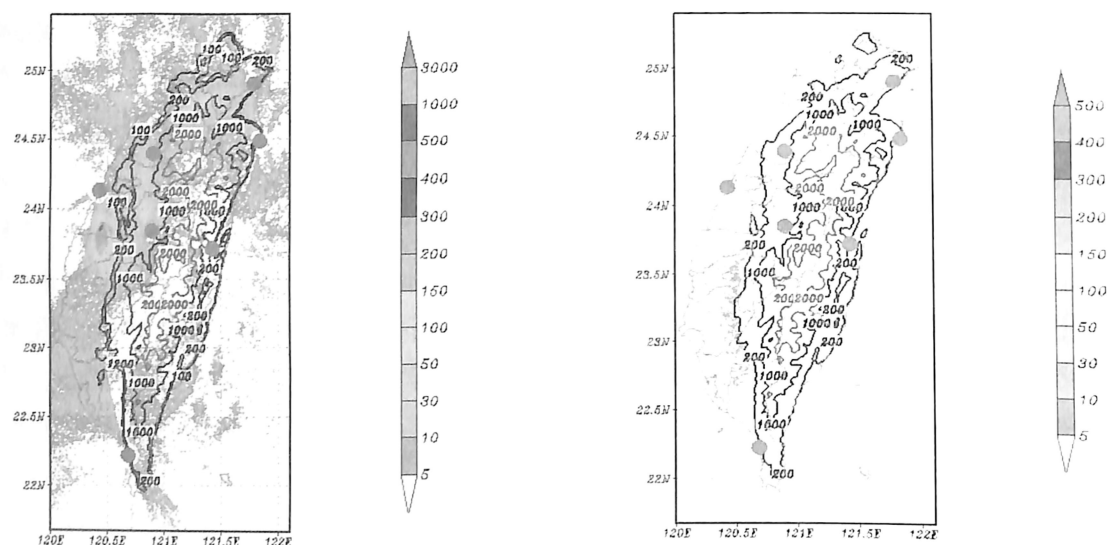
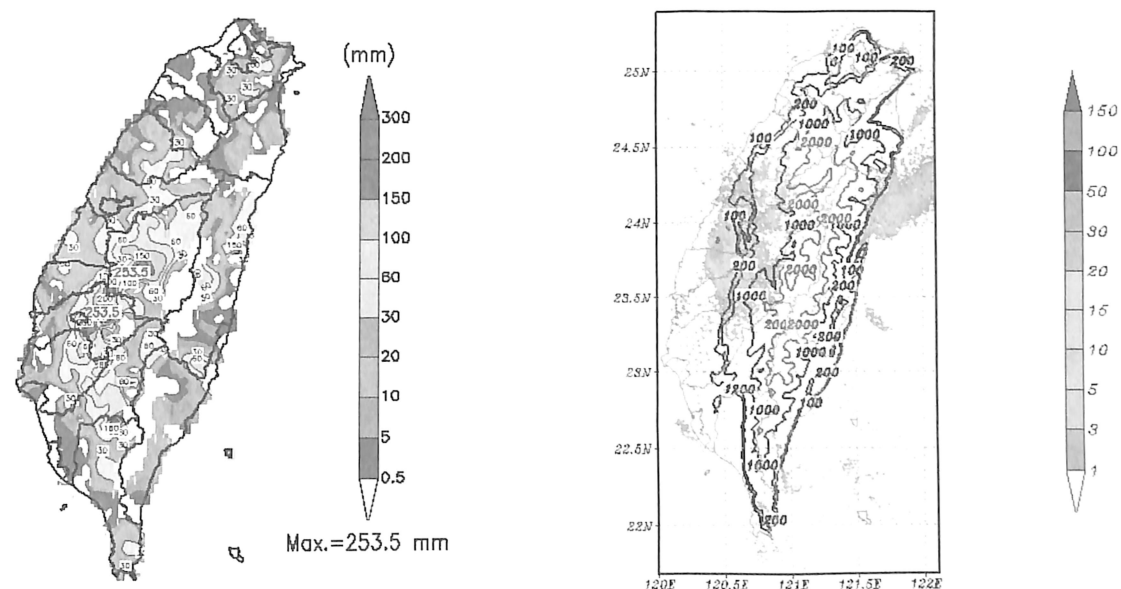


圖1. 2006年5月至9月期間，TLDS所觀測之閃電分布情形。(a) type 0、1、4。(b) type 4，即為舊型的閃電觀測系統。圖中黑色及紅色曲線為地形等高線。



(a)

(b)

圖3. 2006年5月至9月期間，所有個案降水量及TLDS所觀測之閃電分布情形。(a) 總降水量。(b) type 0、1、4 總閃電次數。

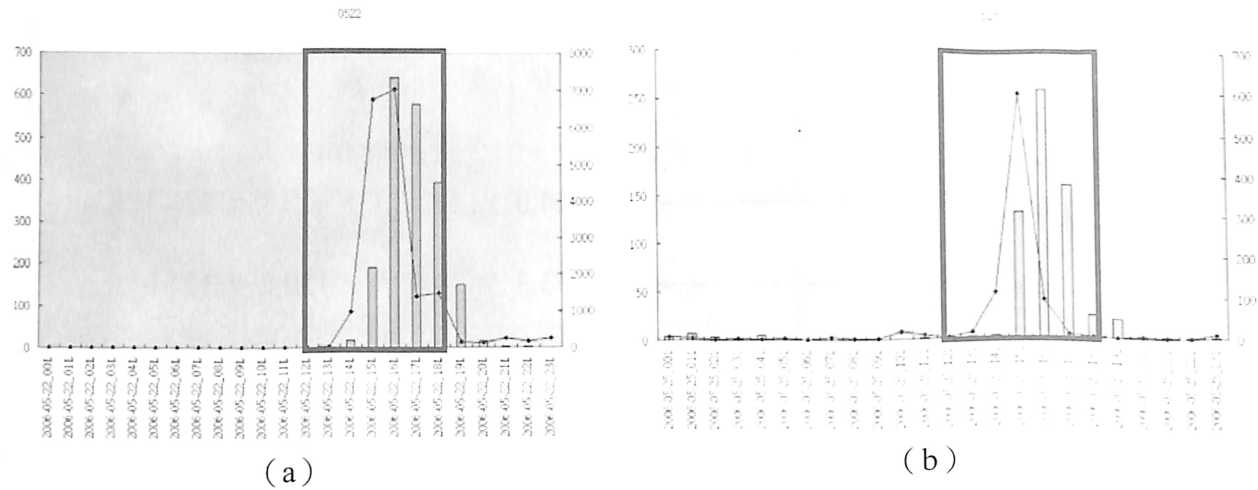


圖 4. 2006 年 5 月份於所定義區域內之個案總閃電次數、總降水量逐時分布 (a) 22 日 (b) 25 日。圖之下標為日期、時間，左標為降雨量 (單位 mm)，右標為閃電次數 (單位：次)，藍色曲線為每小時閃電次數，綠色條狀為每小時降雨量。

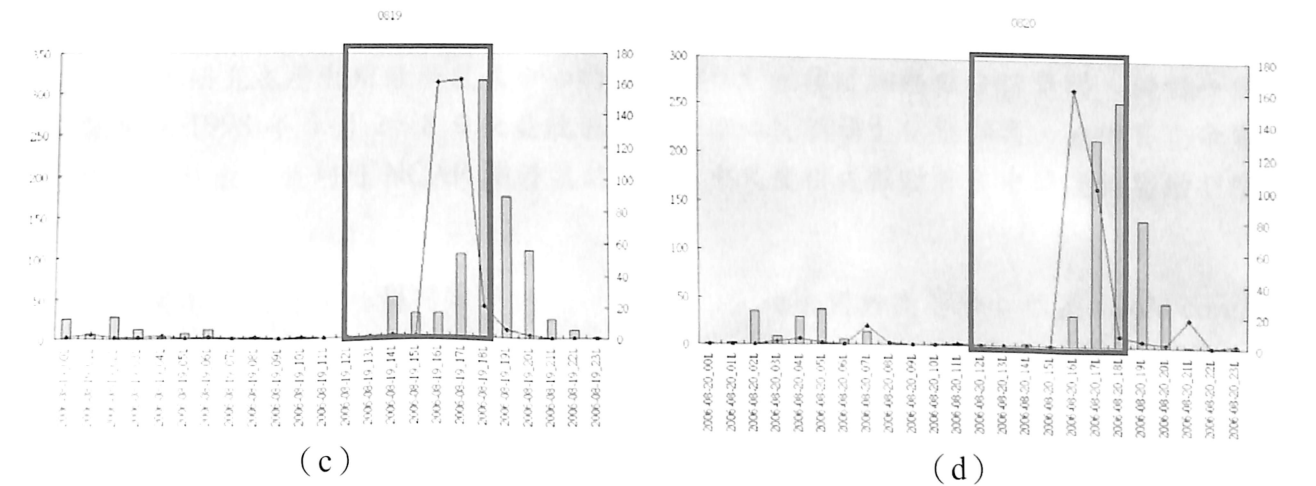
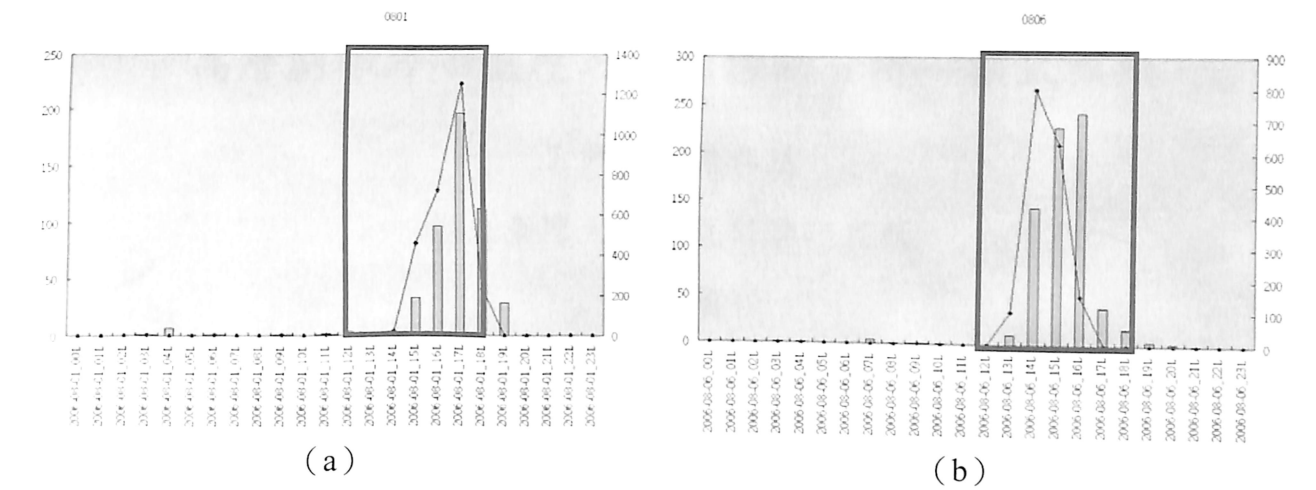


圖 6. 2006 年 8 月份於所定義區域內之個案總閃電次數、總降水量逐時分布 (a) 1 日 (b) 6 日 (c) 19 日 (d) 20 日 (e) 24 日。圖之下標為日期、時間，左標為降雨量 (單位 mm)，右標為閃電次數 (單位：次)，藍色曲線為每小時閃電次數，綠色條狀為每小時降雨量。

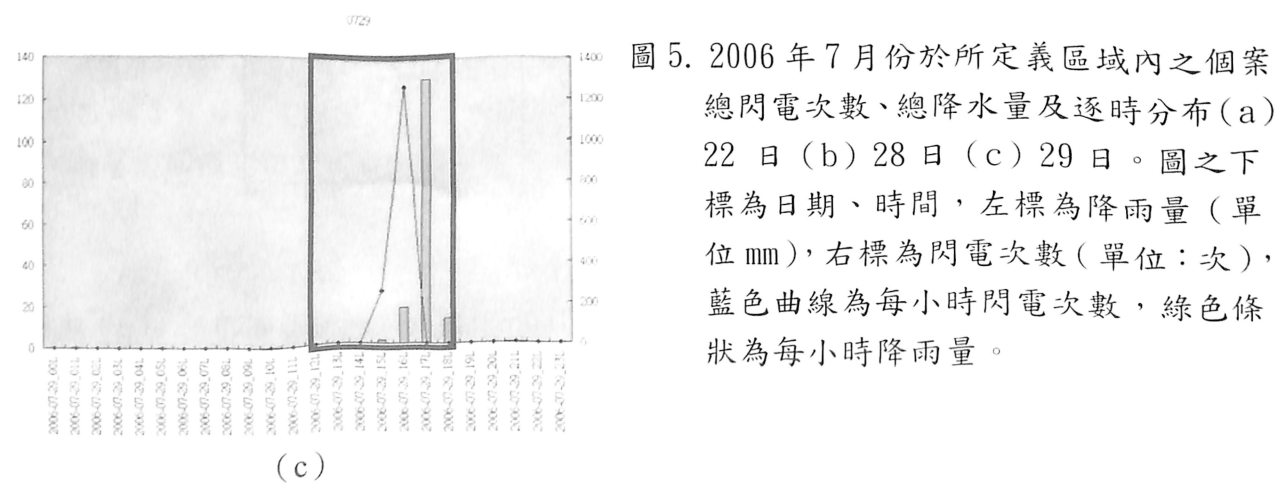
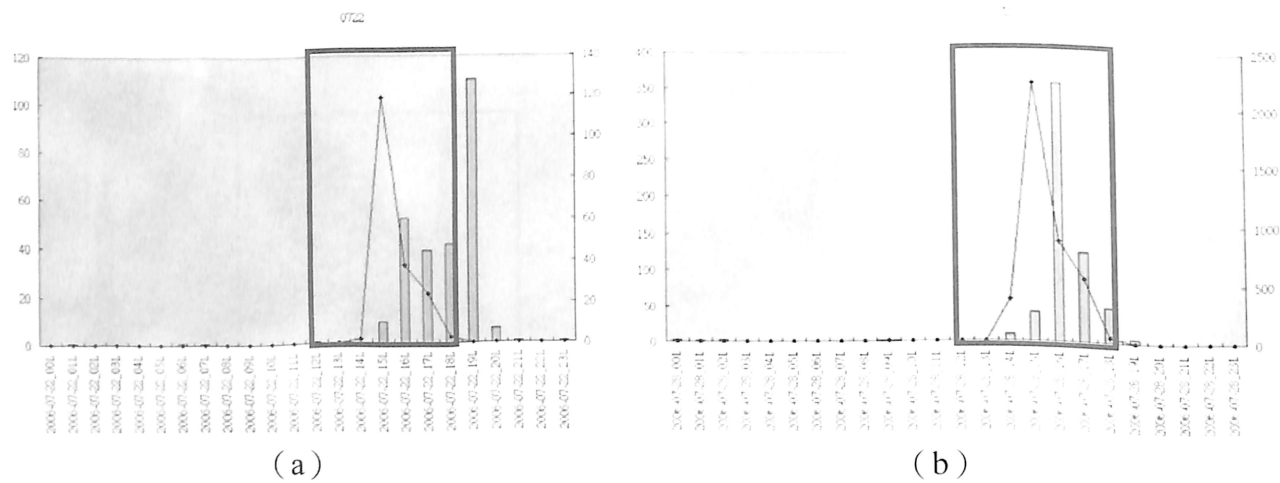


圖 5. 2006 年 7 月份於所定義區域內之個案總閃電次數、總降水量及逐時分布 (a) 22 日 (b) 28 日 (c) 29 日。圖之下標為日期、時間，左標為降雨量 (單位 mm)，右標為閃電次數 (單位：次)，藍色曲線為每小時閃電次數，綠色條狀為每小時降雨量。