

台灣北部夏季午後閃電特性分析

賴世運、林得恩、戴志輝
空軍氣象中心

摘要

本文利用2004-2006年之間，台灣電力公司「整合型閃電偵測系統」(Total Lightning Detection System, TLDS)資料，分析北部地區暖季(5-9月)午後對流分布特徵。結果顯示：(一)發生日數以雪山山脈西北側、高度約海拔500公尺的山坡最多；(二)受中、低層盛行風向影響，午後對流分布的位置呈現隨月份轉移的特性。

一、前言

夏季午後對流預測不易，但大致上可以從三個方向了解其特性。一為透過數值模擬，探討地形性局部環流條件下，利於午後對流發展的區域(Chen and Lin 1997; 林與郭 1996)。其次是運用長期記錄，探討午後對流的氣候特徵(陳 1994; Chen and Chen 2003)。另外則是運用遙測工具進行個案探討，閃電觀測系統便是常用的工具之一(洪 2002; 林 1999)。

台電舊型的閃電觀測系統(Lightning location system)僅能偵測雲對地(CG)閃電，2002年新型「整合型閃電偵測系統」(TLDS)建置完成後，系統還可以記錄到雲中(Intra-Cloud, IC)、雲間(Inter-cloud)放電發生時間、經緯度與及型態(定義為type 0至5，其中0為IC，1、2及3分別為雲間閃電之起點、中間點及終點，4為CG，5為該次CG放電的次數)資訊，除了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。

本研究過濾2004至2006年間的TLDS記錄，根據 type0、1、4歸納出北部地區夏季午後對流的時間與空間特徵，作為天氣診斷與預報時可參考運用的背景。

二、個案選擇

本文所定義的北部地區，範圍為 120.5 至 $122.0^{\circ}E$ 、 24.5 至 $25.5^{\circ}N$ 之間的區域(圖1a)。又為了區隔午後對流與其他天氣系統，首先將每一天都區分為本地時間00至06、06至12、12至18及18至24等四個時段。個案成立的原則，除了閃電一定要在第三時段內出現在陸地上之外，也必須滿足以下各條件：(一)為了區隔午後對流與其他天氣系統所造成的閃電，在第一及第二時段內必須沒有自海面上移向陸地的記錄，以排除直接受鋒面或颱風等其他天氣系統影響的個案；(二)如果第三時段內在海面上也有記錄，這些記錄必須是自陸地上移出去的；(三)進入第四時段後陸地上仍有記錄的個案也要加以探討(但若僅在第四時段內的陸地上有記錄，則可能同時受到其他較為複雜的非熱力機制激發，這類個案均去除)；(四)只發生於宜蘭地區(過去研究均指出暖季午後對流多半發生在山脈西

側坡地)的個案亦去除。由於TLDS的資料夠完整，在前述原則與條件的限制之下，所挑選出的午後對流個案數仍然達到96天(表略)。

將圖1所涵蓋的範圍，細分成 1 km^2 為單位的格點，並計算在每 1 km^2 內午後出現閃電的日數，結果顯示北部地區夏季午後對流的發生日數，以雪山山脈西北側、高度約海拔500公尺的山坡最多(圖2)，整體分布特性與過去直接分析閃電次數之結果相近(陳 1994)。

三、閃電隨月份轉移的空間分布特徵

我們針對所有個案，將 120.9 至 $121.9^\circ E$ 、 24.6 至 $25.1^\circ N$ 之間的矩形區域，出現在第三時段、共六個小時之內型的 type 0、1、4記錄，以 1 km 為寬度相加總，分別呈現2004、2005及2006年的經度—時間序列(圖1 b、c、d)。其中存在一些規律性—每年春末夏初，午後對流出現的經度較偏定義範圍東側，在盛夏至夏末則稍偏西。由於閃電總次數在個案間差異極大，若以所有個案總和方式呈現，則一般個案的特徵將無法突顯，故本文以 $121.4^\circ E$ 為界，將前述範圍區分為面積相等的A、B區域(圖1a紅色框所示)，逐一標準化每一個個案在A、B區域內的閃電次數，轉換為百分比值，再計算出每月的平均值(簡稱百分比值，圖3)。

五月份A區的百分比值達72.9，而B區的百分比值僅27.1，即五月份午後對流大多分布於 $121.4^\circ E$ 以東；相反地，九月份在A區的百分比值僅29.3，反而是在B區百分比值升高至70.7，即九月份的午後對流分布多半偏 $121.4^\circ E$ 以西。在六及八月份，A、B區之間閃電分布的百分比值差距都在5以下(六月份在A、B區分別為49.6及50.4，八月份在A、B區分別為48.1及51.9)；至於七月份，東、西兩側百分比差值為27(在A區為36.4、在B區為63.6)，仍以 $121.4^\circ E$ 以西的區域為主。

以五及九月份(六至八月略)天氣圖說明轉移的主因。圖4合成自五月份A區百分比值大於B區百分比值的個案(全部15天中佔12天)，圖5合成自九月份B區百分比值大於A區百分比值的個案(全部21天中佔12天)。五月份台灣處於梅雨季前期(Chen and Chen 2003)，當梅雨鋒面尚未接近台灣，副高脊線及鋒面分別位於台灣東、西兩側，均呈東北—西南方向，在中、低層均盛行西南風。而九月份天氣系統與五月份有很大差別；低層大陸高壓出現，副高位置向東調整，微弱鋒面分別位於二者之間及華北，當熱帶系統出現在南海，台灣位於鋒面與熱帶系統之間的低壓帶內，盛行偏南風(圖5a)；在中層，此時正好位於副高脊線南側，盛行東南風(圖5b)。換言之，對於北部地區的午後對流而言，有利的熱力環境是必要條件，低層氣流方向則是充分條件，中層氣流方向更影響其分布位置；由於氣流方向逐月均有不同特徵，也就造成對流分布位置隨月份轉移的結果。

參考資料

林熹閔、郭鴻基，1996：台灣南部夏季午後對流個案模擬。大氣科學，24，4，249-280。

林熹閔，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，2002：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。

陳泰然，1994：台灣地區梅雨季中尺度現象之氣後研究（一）。國科會研究報告 NSC 83-0202-M002-002，112 頁。

Chen, C. S., and Y. L. Chen, 2003: The Rainfall Characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.

Chen, C. S. and C. Y. Lin, 1997: A numerical study of airflow over Taiwan island. *Atmospheric Environment*, **31**, 3, 463-473。

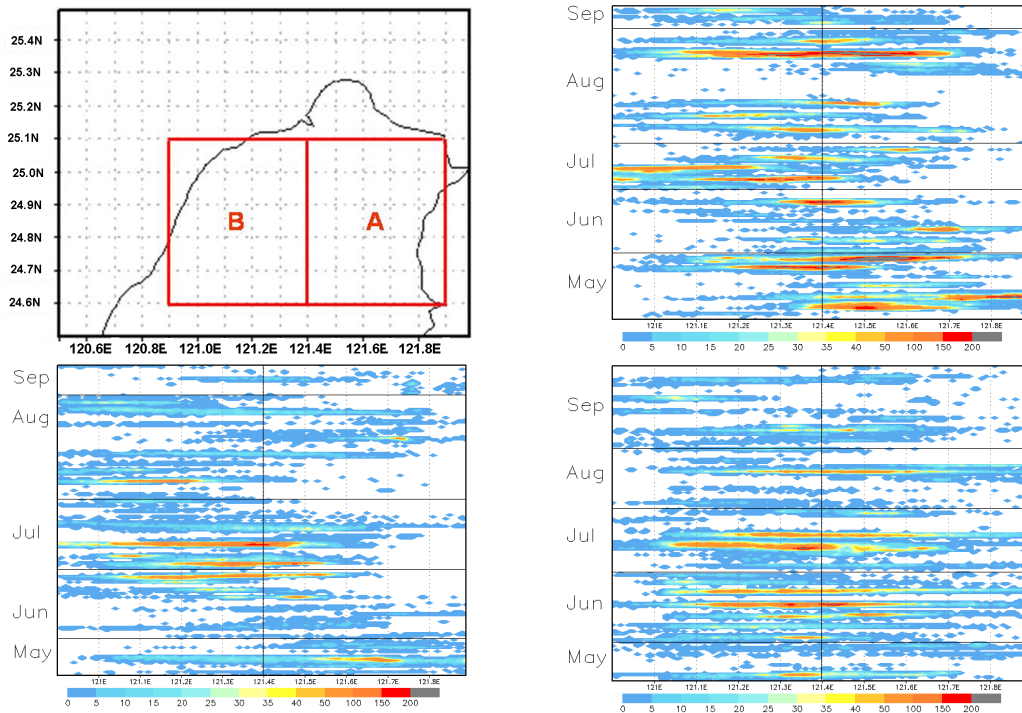


圖 1 (a) 本文中所定義之北部地區，A、B 為分析各月份的平均標準化閃電次數百分比值時所區分的區域。(b)、(c)、(d)分別為 2004、2005、2006 年所有午後對流個案的經度—時間序列，色階為累積閃電次數。

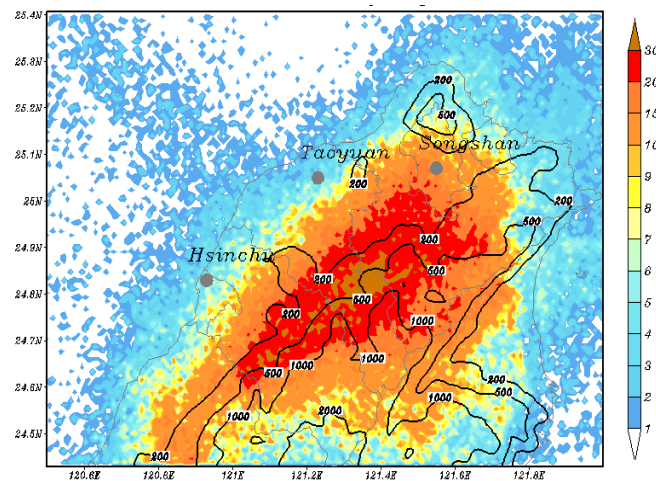


圖 2 台灣北部五至九月份午後對流出現天數（色階）的時、空分布（不含一天以下）。黑色實線分別為海拔 200、500 及 1000 公尺高度，灰色實線為海岸及行政區界。

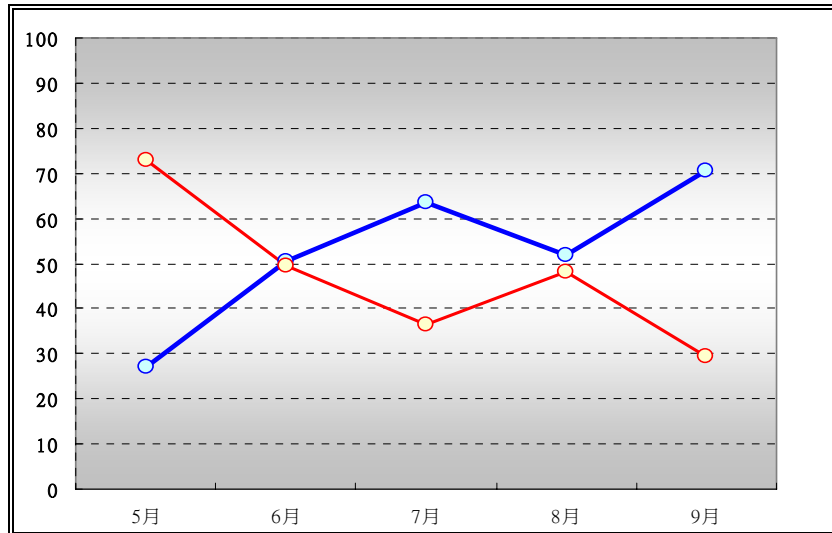


圖 3 A、B 區域內各月份的平均標準化閃電次數百分比值。

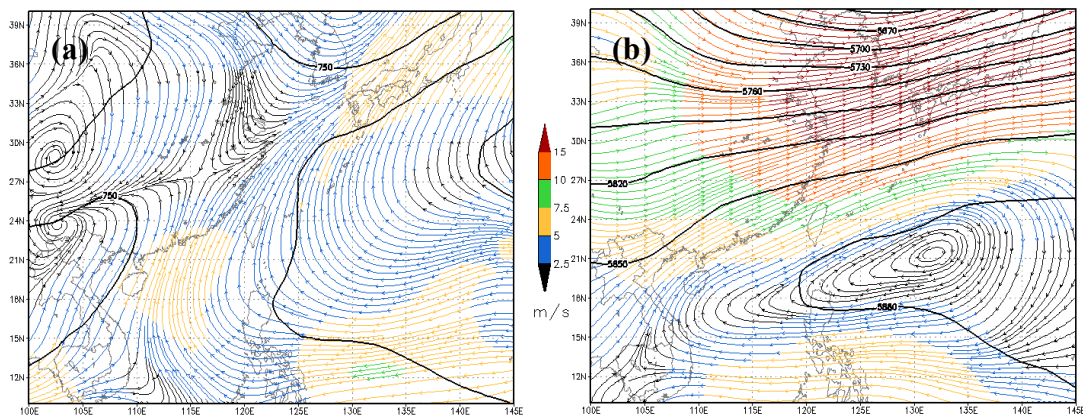


圖 4 五月份 A 區百分比值大於 B 區百分比值個案之合成 (a) 925 hPa 氣流線及 (b) 500 hPa 氣流線與等高線 (間距 30 gpm)。各圖色階均為風速，單位為 ms^{-1}

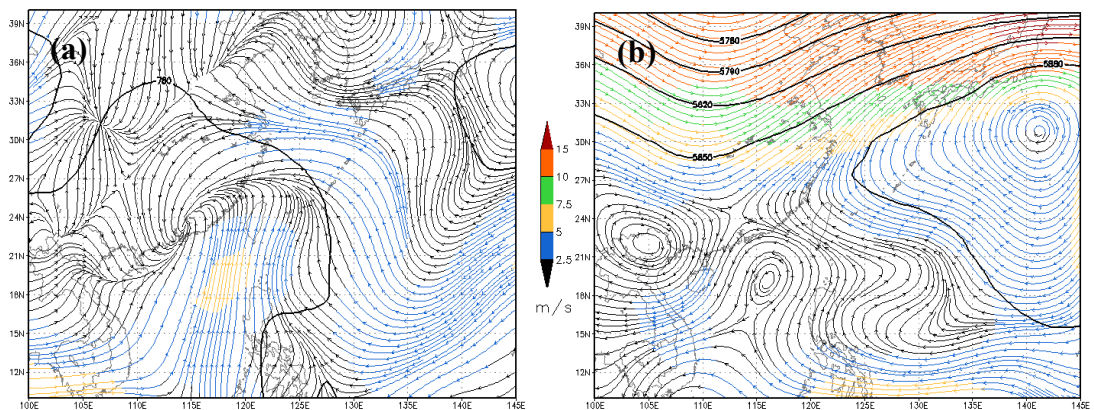


圖 5 九月份 B 區百分比值大於 A 區百分比值個案之合成 (a) 925 hPa 氣流線及 (b) 500 hPa 氣流線與等高線 (間距 30 gpm)。各圖色階均為風速，單位為 ms^{-1} 。