

# 七股雷達於午後對流之統計分析

陳家琦 謝章生 曾以真

中央氣象局台灣南區氣象中心

## 摘要

本研究以七股雷達 230 公里範圍之第一層~第五層仰角 PPI 上的回波資料,挑選 2003 及 2004 年 7~9 月午後對流的 91 個個案(此為「一般午後對流個案」),來統計超過 30dBZ 強回波發生的頻率,藉以了解午後對流的時空分布;並由其中挑選 30 個強午後對流個案(此為「強午後對流個案」),以期能更加了解較強午後對流發生時強回波隨時間的空間分布。

統計結果顯示在「一般午後對流個案」中的日夜變化是十分明顯的,這五層強回波的共同的變化趨勢為在清晨 10 時出現數量的極小值,12 時之後快速增加,並於 16 時達到極大值,之後再緩慢下降,而第三~第五層在 19 時或 20 時皆出現一個次極值,次極值在「強午後對流個案」中更為明顯。

至於空間上的分布,可發現「一般午後對流個案」中於 14 時在嘉義斜坡及屏東凹槽開始有強回波生成,於 15 時範圍最大,16 時又稍微減弱,其回波主要都發生在斜坡上,到 17 時已無明顯強回波了。「強午後對流個案」中強回波生成時間較早,消弱時間則延後,範圍也相對較大。不過兩者相同之處,為最初生成的地點都是在嘉義斜坡及屏東凹槽一帶,且隨時間有向台南、高雄斜坡擴大的趨勢。值得注意的是,山區的強回波會比斜坡處的強回波來的晚發生,而靠近沿海的平地幾乎都沒有超過 30dBZ 的回波。

關鍵字:午後對流

## 一、前言

七股雷達站自 2002 年 6 月 1 日正式作業以來,對於中南部地區降水系統的觀測扮演重要的角色,但是這些雷達觀測資料至今仍尚未進行系統性分析研究,尤其是南台灣常於夏季所發生的午後對流。

由於去年已針對午後對流的降水特性進行分析(陳, 2004),其結果發現午後對流最強處多發生於 100~200 公尺的斜坡上,時間主要集中在 14 時~20 時;另外也發現嘉義斜坡所發展之對流胞隨時間移動較為緩慢且不明顯,故此區域的累積雨量大,而屏東凹槽所發展之對流胞隨時間移動較為快速,大多向北移動。

因此本研究將收集所有的雷達觀測資料,針對午後對流個案,就統計上分析午後對流在雷達上所表現的生命期、時空分佈特徵,並與降水特性作一比較,其統計分析結果也可反映出南台灣地區的午後對流特徵並提供數值模式校驗的重要參考依據。

## 二、研究方法及資料來源

午後對流個案是選取是以主觀方式判斷 2003 及 2004 年 7~9 月間的雷達網連每半小時之合成回波圖,不論台灣周邊有何天氣系統,只要嘉義以南的地區不

是由颱風螺旋雨帶、西南氣流或其他天氣系統自海上移入所帶來之降水回波,而是由陸地自發性長起,不論其強度是強或弱皆被選為個案,但是若主要回波的位置是發生在嘉義以北地區則不選取,所選取之個案共 91 天,其中 2003 年計有 50 天,2004 年則只有 41 天,整體而言約占整個夏季天數的一半。

七股雷達的 PPI 資料是以掃描半徑 230 公里範圍內,主要選取仰角為第一層~第五層,即 0.5°、1.4°、2.4°、3.4°及 4.3°。在 2003~2004 年這段期間,七股雷達的掃描策略皆為 2A 系列,每 10 分鐘作一次體積掃描(volume scan),各仰角水平掃描方式為由 1°掃描至 360°,間距為 1°,每一個方位角(beam)有 924 筆資料(gate),即水平解析度為 250 公尺,而每一仰角的 PPI 面上計有 332640 個資料點。

強回波則定義為大於 30dBZ 及大於 40dBZ 兩個標準。當某一仰角 PPI 上某一點的回波值分別大於這兩個標準時則列入發生次數的計算。每一個案天若資料完整則會有 144 筆資料(6 筆/小時 X 24 小時/1 天),但因雷達作業期間,有時因停機維修或其他不明因素,會有少部份資料遺失,在此研究中所得到的資料共有 12773 筆,比預期中的 13104 筆(144 筆/天 X 91 天)約少了 2.5%。

## 三、結果與討論

此節會將統計的結果依91天個案(此為「一般午後對流個案」)在時間、空間上的分布來做討論,並由這91個個案挑出有較大回波的30天個案(此為「強午後對流個案」)做統計。

#### (一)時間上的分布

首先劃分各時段,例如01時代表01:00~01:59這時段內的6筆資料,24時則代表00:00~00:59這時段內的6筆資料,接著將第一層~第五層各仰角PPI面上回波值中分別大於30dBZ及40dB這兩個標準者進行數量計算,將「一般午後對流個案」每小時內所累計的個數依其筆數做平均,可得到平均累積個數的逐時統計,其結果如圖一所示,當仰角越高時,其掃描高度越高,PPI面範圍越小,越不容易出現天氣回波,又因對流胞在低層的強回波會較明顯,所以仰角愈高者,其累積個數也愈少。另由圖一得知大於30dBZ的逐時變化趨勢比大於40dBZ的變化趨勢來的明顯,在同一仰角的16時,大於30dBZ的累積個數約比40dBZ多3倍,除了第一層(0.5°)及第二層(1.4°)仰角,因為有地形回波的影響外,其餘各層的日夜變化是十分明顯的,尤其以大於30dBZ的第三層(2.4°)的變化最為突出。而所有仰角共同的變化趨勢為清晨10時出現極小值,12時之後快速增加,並於16時達到極大值,之後再緩慢下降,其中大於30dBZ的第三~第五層在19時或20時皆出現一個次極值。由圖可發現較特別的是極小值並非出現在夜間,而是出現在清晨10時,這可能是午後對流的消弱是較為緩慢的,所以會延遲到夜間,或者海上在夜間也會有對流胞生成,所以夜間依然有少部分的強回波值,其隨時間遞減的結果就是在10時出現極小值。另一特別的是12時~15時這三小時之間強回波快速的增加,足見地表加熱後對午後對流激發的強烈影響。在這裡也顯現出平常作業上常用的0.5°及1.4°仰角在PPI面上被地形雜波干擾的嚴重情形。

#### (二)空間上的分布

將「一般午後對流個案」各仰角分別大於30dBZ及40dB的個數依逐時方式各別累加後,再取其平均,則可以得知各仰角於PPI面上逐時的平均空間分布,由於對於南台灣的午後對流較感興趣,所以以下的圖只取115公里範圍來看,又由圖一已知回波值分別大於30dBZ及40dB累積個數的峰值是座落在14~17時,其中以大於30dBZ的第三層(2.4°)為最明顯,因此取此仰角來統計下午各時段的空間分布,其結果如圖二所示,可發現14時在嘉義斜坡及屏東凹槽(圖a中的紅色圓圈)開始有回波生成,於15時範圍最大,16時又稍微減弱,其回波主要都發生在斜坡上,到17時已無明顯強回波了。此結果與陳(2004)發現南台灣午後對流的降水極值是發生於16~17時一致,因16時的累積雨量代表15:01~15:59之降水總合,而此時段正代表雷達資料的15時。

由以上的討論,大致已知七股雷達觀測午後對流的時空分布,但因為一開始所選的午後對流個案為不論回波值大小皆被選取,所以有部分午後對流較弱的

也被選取,因此統計後的結果會發現午後對流大於30dBZ的頻率並不明顯,而這正也反應出南台灣午後對流雖然占夏季天數的一半,但並非每次對流發生時都會帶來強回波。

為更了解較強午後對流發生時強回波隨時間的空間分布,因此從原來91個個案中挑選第三層仰角、大於30dBZ之累積個數最大的前30天作為個案(此為「強午後對流個案」),這30天個案如表一所示,並於表中將當時台灣週邊的天氣型態做一分類,可以發現最多的是台灣附近有颱風或是低壓系統,約占了50%,其次為弱綜觀的天氣型態及高層冷心低壓的天氣系統。

#### (三)「強午後對流個案」之時空分布

這30天個案隨時間的日變化如圖三所示,趨勢與圖一相同,但大於30dBZ的第三層~第五層仰角中,19時~20時的次極值比圖二來的更明顯。至於隨時間的空間分布狀況則如圖四所示,由此圖得知在13時嘉義斜坡及屏東凹槽(圖a中的紅色圓圈)已開始有強回波生成,並隨時間往台南、高雄一帶的斜坡處擴大,15與16時範圍最大,17時強回波已明顯減少,主要分布在山區,到18時僅有嘉義、南投一帶有強回波,而19時則僅有嘉義一帶有少量的強回波,這可能代表嘉義一帶的對流胞幾乎是沒有移動的,或是對流胞一直在這裡消消長長。這結果與陳(2004)利用雨量資料所得的結果顯示嘉義斜坡區域的累積雨量大的結果一致。

由以上可知,在「強午後對流個案」中,強回波生成時間提早,消弱時間則延後,範圍也相對較大。不過兩者相同之處,就是一開始生成的地點都是在嘉義斜坡及屏東凹槽一帶,並且隨時間有向台南、高雄斜坡擴大的趨勢。值得注意的是,嘉義一帶一直有強回波,山區的強回波會比斜坡處來的晚發生,而靠近沿海的平地幾乎都沒有超過30dBZ的回波。這結果也與陳(2004)所提到平地的降水強度最弱一致。

由於作業上最常看第一及第二層仰角(即0.5°及1.4°),其統計結果與2.4°仰角相似,這裡僅以1.4°的13~16時做代表(如圖五所示)。

## 四、結論

本研究利用2003及2004年7~9月共91天午後對流個案(此為「一般午後對流個案」),以七股雷達230公里範圍之第一層~第五層仰角(0.5°、1.4°、2.4°、3.4°及4.3°)PPI上的回波資料(raw data),來統計強回波發生的頻率,藉以了解午後對流的時空分布。為更加了解較強午後對流發生時的狀況,因此又從原個案中挑選第三層仰角(2.4°)、大於30dBZ之累積個數最大的30天作為個案,此為「強午後對流個案」。

結果顯示在「一般午後對流個案」中大於30dBZ強回波的逐時變化趨勢比大於40dBZ強回波的變化

趨勢來的明顯，除了第一層(0.5°)及第二層(1.4°)仰角因為有地形回波的影響，其餘各層的日夜變化是十分明顯的，其中又以大於30dBZ的第三層(2.4°)的變化最為突出。各層的共同變化趨勢為清晨10時出現極小值，12時之後快速增加，並於16時達到極大值，之後再緩慢下降，而大於30dBZ的第三~第五層在19時或20時皆出現一個次極值，這次極值在「強午後對流個案」中更為明顯。

至於空間上的分布，可發現「一般午後對流個案」中於14時在嘉義斜坡及屏東凹槽開始有回波生成，於15時範圍最大，16時又稍微減弱，其回波主要都發生在斜坡上，到17時已無明顯強回波了。當午後對流較強時，強回波生成時間會提早，消弱時間會延長，範圍也相對較大。不過兩者相同之處，就是一開始生成的地點都是在嘉義斜坡及屏東凹槽一帶，並且隨時間有向台南、高雄斜坡擴大的趨勢。值得注意的是，山區的強回波會比斜坡處的強回波來的晚發生，而靠近沿海的平地幾乎都沒有超過30dBZ的強回波。

以上結果與陳(2004)利用雨量資料所得的結果有多處相同：(一)午後對流的降水極值是發生於16~17時，而強回波在15~16時範圍最大。(二)嘉義斜坡所發展之對流胞隨時間移動較為緩慢且不明顯，而屏東凹槽所發展之對流胞隨時間移動較為快速，大多向北移動。(三)靠近沿海地區的平地降水強度最弱。

## 五、未來展望

由此研究已統計出午後對流強回波在各仰角上的時空分布，並發現南台灣強回波主要發生地點是在嘉義斜坡及屏東凹槽的斜坡上，時間則為14~16時，其中以15時範圍最大，但這畢竟只是統計上的結果，但每個個案還會有各自的特性。

因此未來期望能挑選部分個案，針對各對流胞的生成、移動路徑、垂直發展、生命期或消散情形等，來分析對流胞特性，藉以更加了解南台灣午後對流胞的特性，以期將來對預報、數值模式有所幫助。

## 六、參考文獻

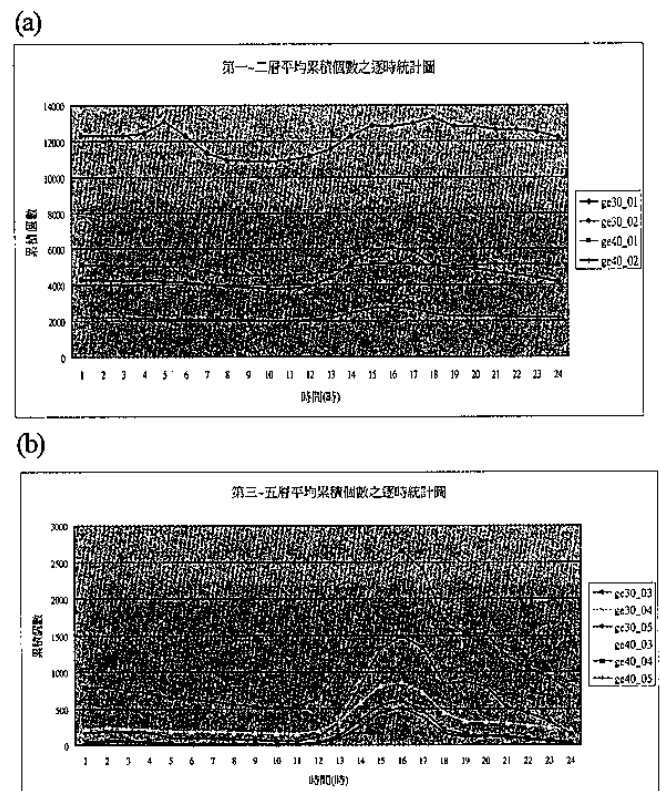
- 洪景山，2002：雲對地閃電和雷達回波參數之相關：個案研究。大氣科學，30:1，21-34。  
 陳家琦，2004：南台灣午後對流特性之分析研究，中央氣象

局研究發展研究。

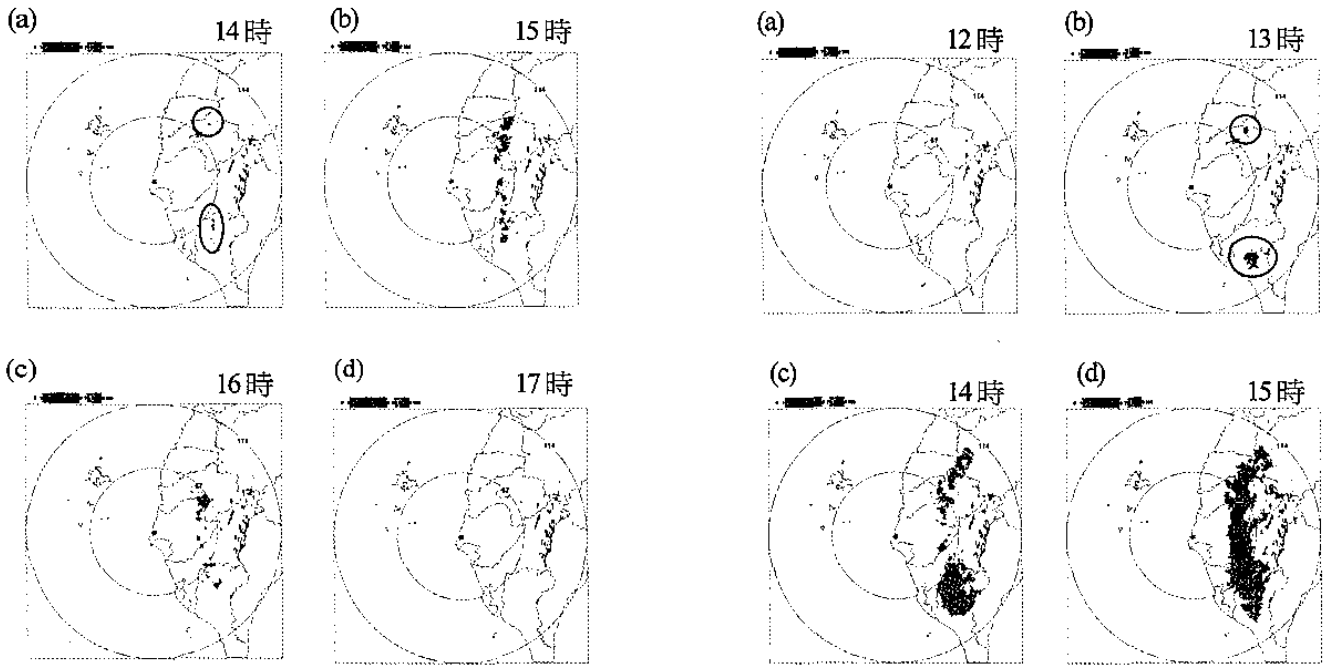
- 陳熙揚、陳泰然與林麗芬，2000：台灣北部地區五-七月雷達回波特徵與局部環流探討。大氣科學，28，73 - 89。  
 張保亮等，2004：網連雷達雜波統計特性分析。大氣科學，32:1，57-72。

日期	天氣型態	個數
20030811、20030815、20030816、 20030824、20030920、20030924、 20040728、20040819、20040830、 20040831、20040903、20040904、 20040907、20040914	颱風或低壓系統	14
20030708、20030830、20040710、 20040715、20040720、20040723、 20040805、20040821、20040922、 20040929	弱綜觀	10
20030831、20040717、20040729、 20040730、20040802、20040804	高層冷心低壓	6

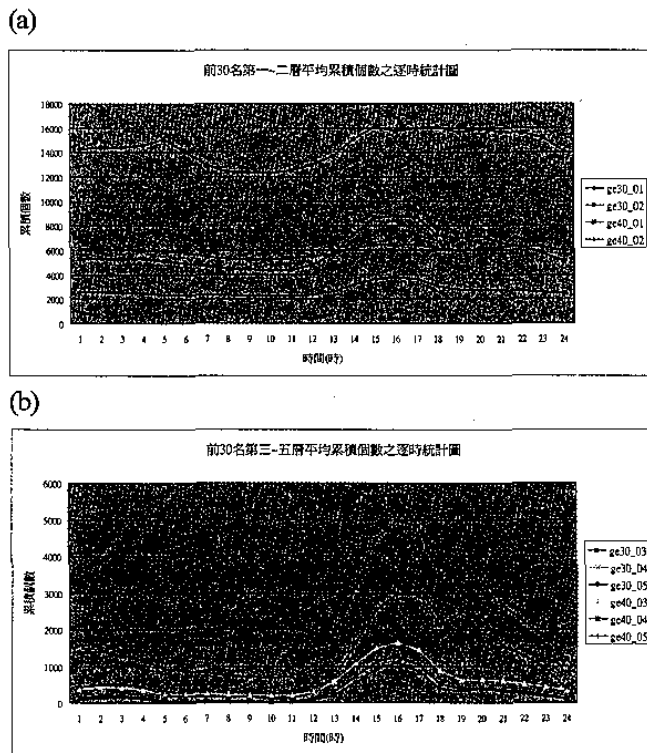
表一 「強午後對流個案」的日期及其個案天氣型態的個數。



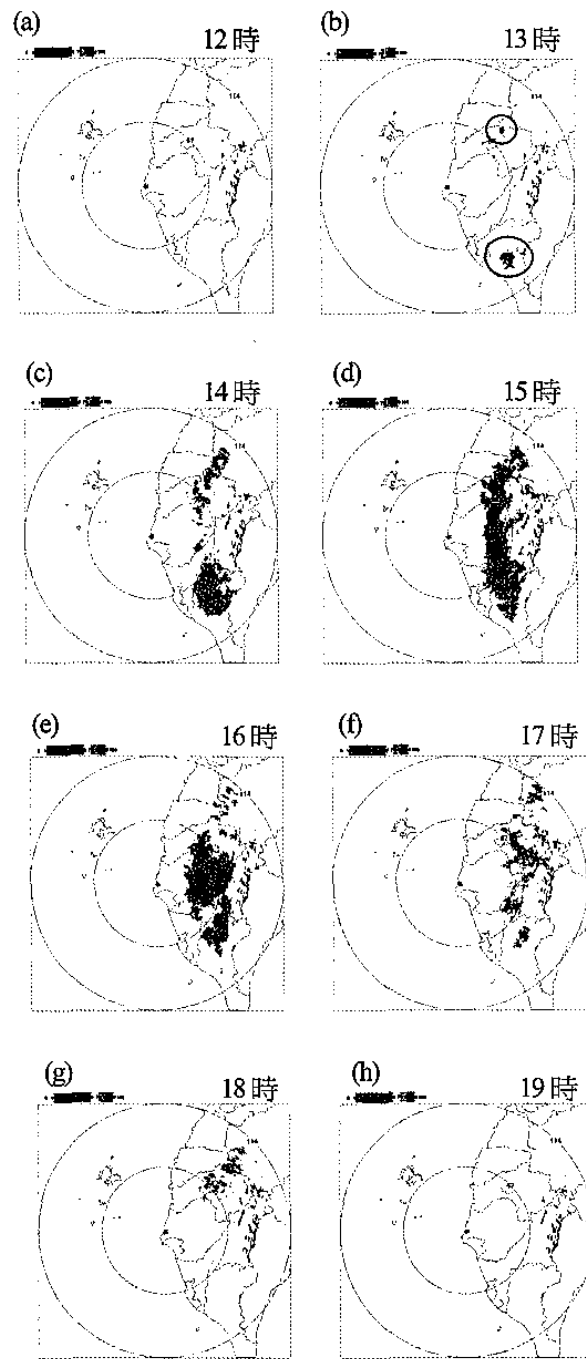
圖一 91 個「一般午後對流個案」中，回波值大於 30dBZ、40dB 之各仰角 PPI 面上所統計之平均累積個數逐時統計圖，(a) 為第一~二層仰角(即 0.5°、1.4°)，(b) 為第三~五層仰角(即 2.4°、3.4°及 4.3°)；其中 ge30\_01 代表大於 30dBZ 之第一層仰角。



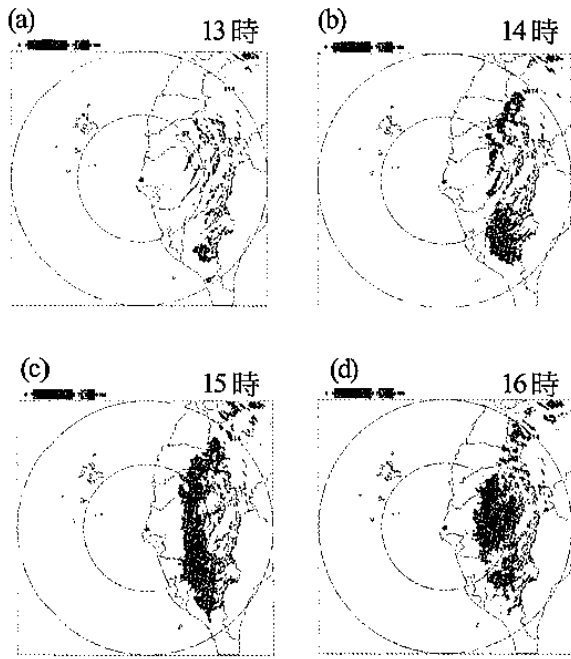
圖三 同圖一，但為「強午後對流個案」。



圖四 同圖二，但為「強午後對流個案」的12~19時，其中(a)為12時，(b)為13時，(c)為14時，(d)為15時，(e)為16時，(f)為17時，(g)為18時，(h)為19時。



圖四 同圖二，但為「強午後對流個案」的12~19時，其中(a)為12時，(b)為13時，(c)為14時，(d)為15時，(e)為16時，(f)為17時，(g)為18時，(h)為19時。



圖五 同圖四，但為第二層仰角(1.4°)，時間為13~16時，其中(a)為13時，(b)為14時，(c)為15時，(d)為16時。