

# 2005-2015 年暖季弱綜觀環境下對流降水系統之特徵統計

吳冠伯<sup>1</sup> 張偉裕<sup>2</sup>  
中國文化大學地學研究所<sup>1</sup> 中國文化大學大氣科學系<sup>2</sup>

## 摘要

本研究利用 2005–2015 年暖季 (7 至 9 月)，劇烈天氣監測系統(QPESUMS)之三維雷達資料，根據氣象局地面天氣圖濾除颱風影響個案後，並利用模糊邏輯法，濾除其他各類綜觀天氣影響的個案，挑選出 196 天弱綜觀天數進行分析。挑選出弱綜觀環境下的對流降水系統(Convective Precipitation System, CPS; 回波值大於 35dBZ)，分析 CPS 的面積、體積、發展高度、橢圓率(短軸與長軸之比值)、回波強度等變數。

統計分析顯示，北台灣 CPS 生成時間為 13 LST，消散時間為 15 LST；南台灣 CPS 生成時間為 13 LST，消散時間為 17 LST。陸地 CPS 大部分生成於中央山脈(CMR)西側，海洋 CPS 則是分佈於臺灣南方以及東方海面。進一步探討 CPS 於陸地和海洋之特性，陸地和海洋 CPS 的最大面積分別為 3973.8km<sup>2</sup> 和 3665.2km<sup>2</sup>，最大體積分別為 6,8869km<sup>3</sup> 和 5,5133km<sup>3</sup>。CPS 的形狀約為 0.3 ~ 0.8，陸地 CPS 強度大於海洋 CPS，陸地 CPS 的發展高度亦高於海洋 CPS，陸地 CPS 方向為東北-西南、西北-東南，海洋 CPS 方向以東北-西南走向為主。陸地 CPS 的生命期較海洋 CPS 長。陸地和海洋 CPS 移動方向分別為東北和西南。大部分 CPS 移動速度約 1 ~ 2 km/hr。本研究亦分析 CPS 生命期與結構特性之關係，以及 CPS 的移動方向、速度與綜觀環境之關係。

關鍵字：QPESUMS、對流降水系統(CPS)。

## 一、前言

對流降水系統的時間尺度只有幾個小時，因此在預報方面的可預測性是非常具有挑戰性的。許多研究已統計了對流降水系統的初始位置、風暴的面積和體積、降雨率、風暴的運動(Cetrone and Houze 2006; Goudenfoofdt and Delobbe 2013; Houze and Cheng 1977; Potts et al. 2000)。Goudenhoofdt and Delobbe (2013)於Belgium(比利時)檢視了高解析三維雷達資料，並分析共10年對流降水系統的氣候統計。該研究也發現對流的初始位置與地形有著高相關。Chen et al. (2014)詳細地描述了地形對於降水的調節，該研究也發現對流於迎風坡上有增強的情形。

然而過去的研究，其研究區域的地理位置之氣候環境條件也與臺灣不盡相同，因此本研究也嘗試以類似的研究方式，分析台灣的對流降水系統，除了統計對流的初始位置以及其特性，臺灣濕對流系統的時空分佈也是個有趣的議題。一些研究(Chen and Chen 2003; Chen et al. 2007; Kerns et al. 2010)指出，因為缺乏高解析度的長期觀測資料，使有關對流時空分佈的研究受到限制。

所以為了更加了解台灣午後對流在特定季節的特性，以及如何提升預報午後對流位置的準確性，本研究目的是探討台灣午後對流在暖季之特徵，分析 11 年的雷達資料(2005 年 至 2015 年 7 月 至 9 月)，

統計其對流降水系統在臺灣的時空分佈，並討論其午後對流的型態、強度、高度、大小等在不同地理位置會有何差異，進一步可探討其對流在不同地形上的分佈。藉由本研究統計 11 年的對流降水系統，預期改善觀測資料不足的問題，以及提升午後對流之時空分佈在預報上的準確度。

## 二、資料與分析方法

為了瞭解午後對流在弱綜觀環境下之特性，本研究藉由檢視中央氣象局的天氣圖，濾除縱觀環境的天數(如颱風等)，在 11 年期間(2005-2015 年的 7-9 月)，共有 311 天是為弱綜觀環境，並利用模糊邏輯法，濾除其他各類綜觀天氣影響的個案，挑選出 196 弱綜觀天數進行分析。再利用中央氣象局 11 年的雷達資料來分析及定義對流系統之特性。

(一)雷達資料來源為中央氣象局的四座都卜勒作業化雷達-五分山(RCWF)、花蓮(RCHL)、墾丁(RCKT)、七股(RCCG)，時間解析度為 10 分鐘一筆、空間解析度為 0.0125° 經緯度、高度 21 層。

(二)模式資料來源為 ERA-Interim 在分析場的資料，資料時間為一天 4 筆(00Z、06Z、12Z、18Z)，空間解析度為 0.25° 經緯度。

根據 Michael Dixon and Gerry Wiener ( 1993 ) 的分析與追蹤對流系統之方式。本研究定義回波門閾值 $T_{dBZ}=35dBZ$ ，面積門閾值 $T_{Area}=10km^2$ ，體積門閾值 $T_{Volume}=10km^3$ 。並計算風暴參數(Storm Parameter)，其風暴參數有：對流中心、面積( $km^2$ )、體積( $km^3$ )、最大回波值( $dBZ$ )、Echo top高度( $km$ )、橢圓率(短軸與長軸之比值)。

透過圖1將對流降水系統分為海洋和陸地，分別統計及分析其特性，本研究共追蹤了30411個對流系統，其中陸地對流有8708個，海洋對流有21703個。

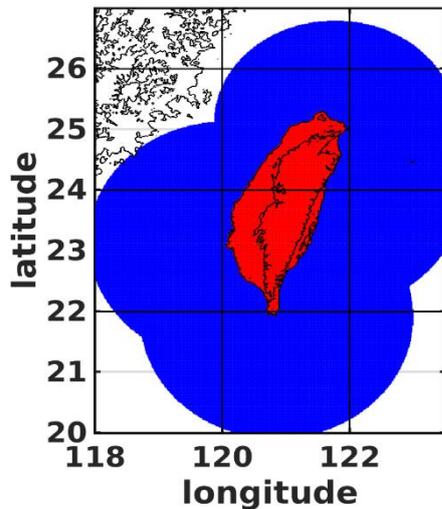


圖1 雷達資料選取範圍，藍色為海洋，紅色為陸地。藍色範圍為雷達資料3公里高的範圍。

### 三、對流降水系統時空分布

圖2為1100-1900 LST間，弱綜觀環境下對流降水系統生成次數空間分佈，陸地對流主要發生地點皆位於中央山脈西側，沿著平行山脈走向的西側斜坡上。海上對流主要發生地點為臺灣東方以及南方海域。北臺灣對流消散時間較南臺灣對流早北台灣對流於13LST開始發展，14LST發展最旺盛，於16LST開始消散；南臺灣對流於13LST開始發展，15LST發展最旺盛，於17LST開始消散。

圖3為弱綜觀環境下對流降水系統每100平方公里中生成次數逐時變化，結果顯示陸地對流於15LST生成次數最多，每100平方公里中有33個對流生成，為海洋對流最多生成次數15倍，海洋對流於清

晨有個峰值存在，約每100平方公里中有2個對流生成。

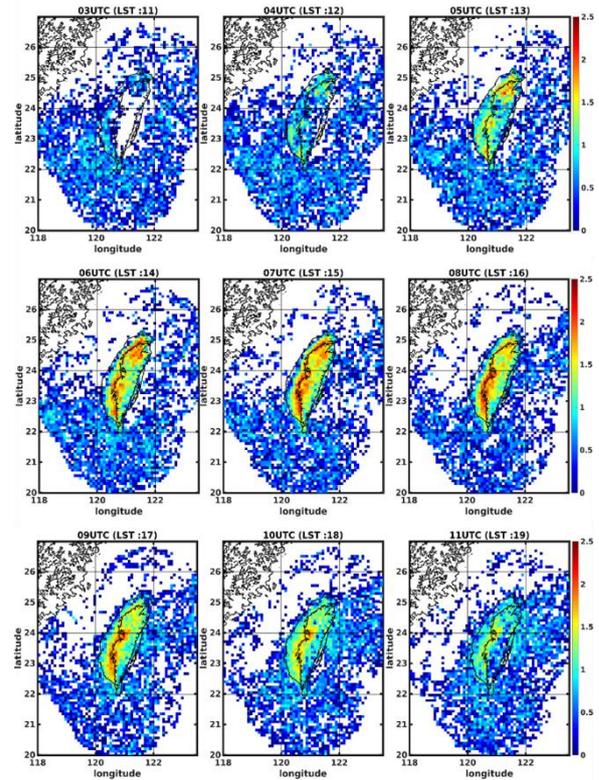


圖2 2005年至2015年暖季(7-9月)弱綜觀環境下(196天)對流降水系統生成次數之時空分佈，時間11至19LST，色階為次數(格點次數取 $\log_{10}$ )。

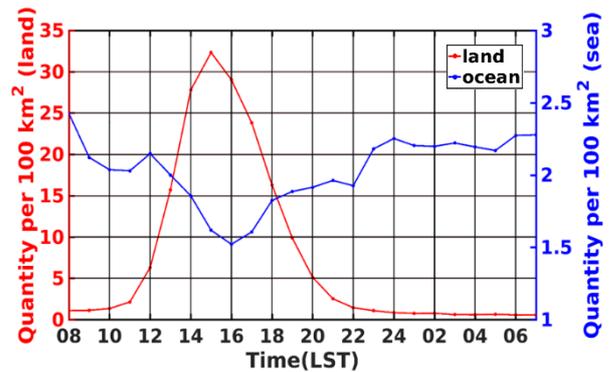


圖3 2005年至2015年暖季(7-9月)弱綜觀環境下(196天)對流降水系統生成次數之逐時變化，紅色為陸地對流，藍色為海洋對流。

#### 四、對流降水系統特性統計

圖4為陸地對流降水系統特性逐時變化，圖4中顯示初始對流強度約為50dBZ，隨著時間強對流以及大小較大的對流次數有增加，至15-16LST為陸地強對流且面積大、體積大、數量最多，而後陸地對流強度以及大小隨時間至傍晚呈現減弱的趨勢。

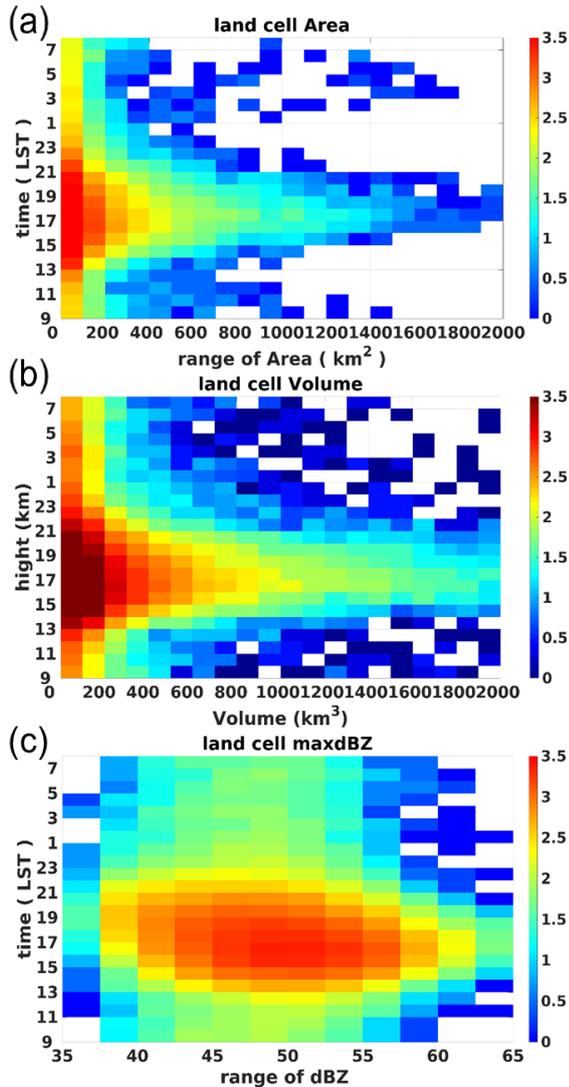


圖4 陸地對流降水系統特性。(a)面積。(b)體積。(c)強度。色階為次數(格點次數取log10)。

圖5為海洋對流降水系統特性逐時變化，圖5中顯示海洋對流之特性沒有顯著的日夜變化，海洋對流於面積大部分小於200km<sup>2</sup>，強度落在42.5~55dBZ。

圖6為陸地對流和海洋對流強度分佈之比較，圖6(a)顯示陸地強對流的比例明顯高於海洋對流，海洋對流強度大部分落在47.5dBZ，圖6(b)為逐月陸地

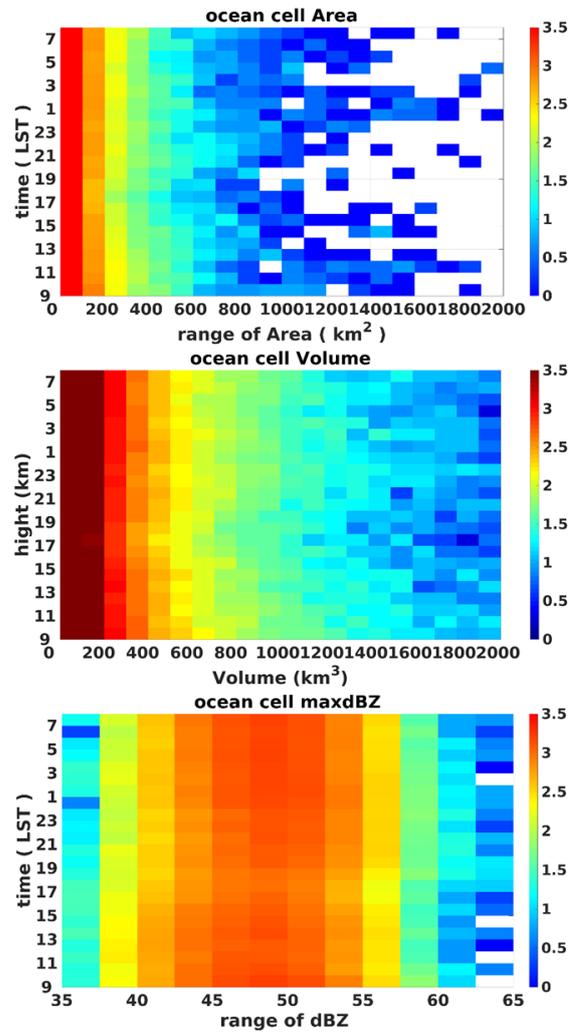


圖5 海洋對流降水系統特性。(a)面積。(b)體積。(c)強度。色階為次數(格點次數取log10)。

和海洋對流強度分佈比較，七月陸地對流強度最強，陸地和海洋對流至九月，強度皆有減弱的趨勢。

圖7分別為對流系統面積與強度以及體積Echo top之比較，圖7中顯示隨著大小增加，強度隨之增強，發展高度也隨大小增加而變高。陸地對流強度比海洋對流強，發展高度也是以陸地對流發展較海洋對流高，陸地對流最大面積3973.8km<sup>2</sup>、最大體積6,8869km<sup>3</sup>，海洋對流最大面積3665.2km<sup>2</sup>、最大體積5,5133km<sup>3</sup>，陸地對流的發展大小較海洋對流大。

圖8為對流降水系統生命期分佈，圖8中顯示陸地對流生命期較海洋對流長，生命期大於一個小時的對流比例，陸地對流為51.53%，海洋對流為45.89%，可見陸地對流發展時間較海洋對流長。

圖9分別為弱綜觀環境下(196天)對流降水系統移動方向與移動速度，圖9(a)中顯示陸地對流移動方向主要為東北、西南兩個走向，而海洋對流主要以北、西兩個走向。圖9(b)中顯示陸地對流的移動速度有50%以上為1km/hr，海洋對流的移動速度則有50%以上大於1km/hr，海洋對流的移動速度是比陸地對流快。

圖10為2006年07月04日的case分析，圖10(b)顯示環境場的風場主要為西南風，對應到圖10(a)顯示這天海洋對流主要以東北方向為主，陸地對流有30%也是往東北方向移動，說明了，綜觀環境風場與對流的移動方向有著一定的關連性。

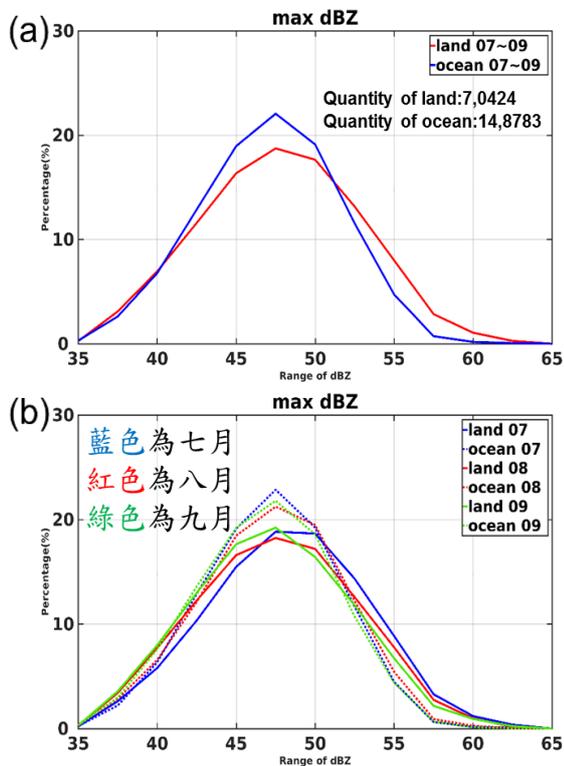


圖6 陸地和海洋對流降水系統強度分佈，以及逐月分佈。(a)藍色實線為海洋，紅色實線為陸地。(b)強度逐月分佈，實線為陸地，虛線為海洋，藍色為七月，紅色為八月，綠色為九月。

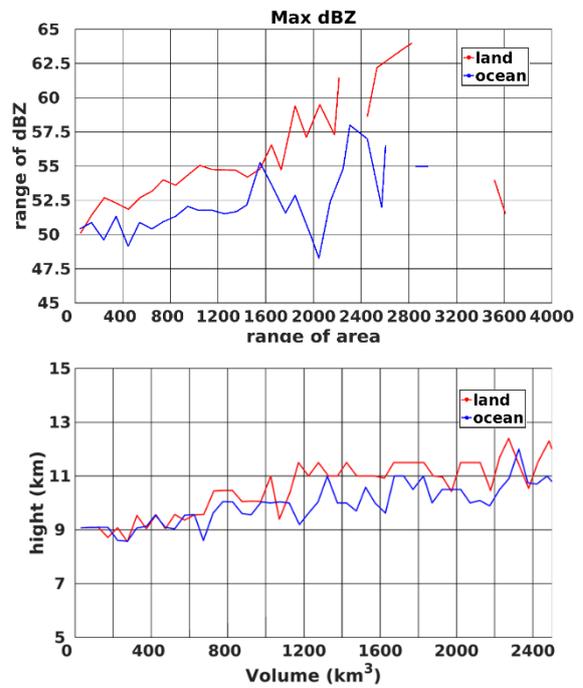


圖7 陸地與海洋特性組合比較，紅色為陸地，藍色為海洋 (a)x軸為面積，y軸為強度 (b)x軸為體積，y軸為高度。

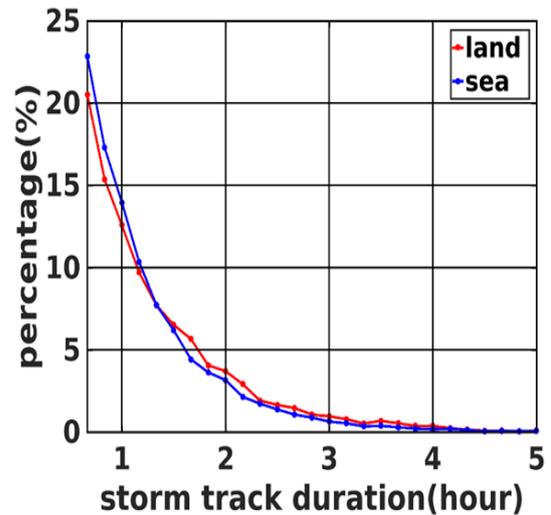


圖8 對流降水系統生命期分佈，紅線為陸地，藍線為海洋。

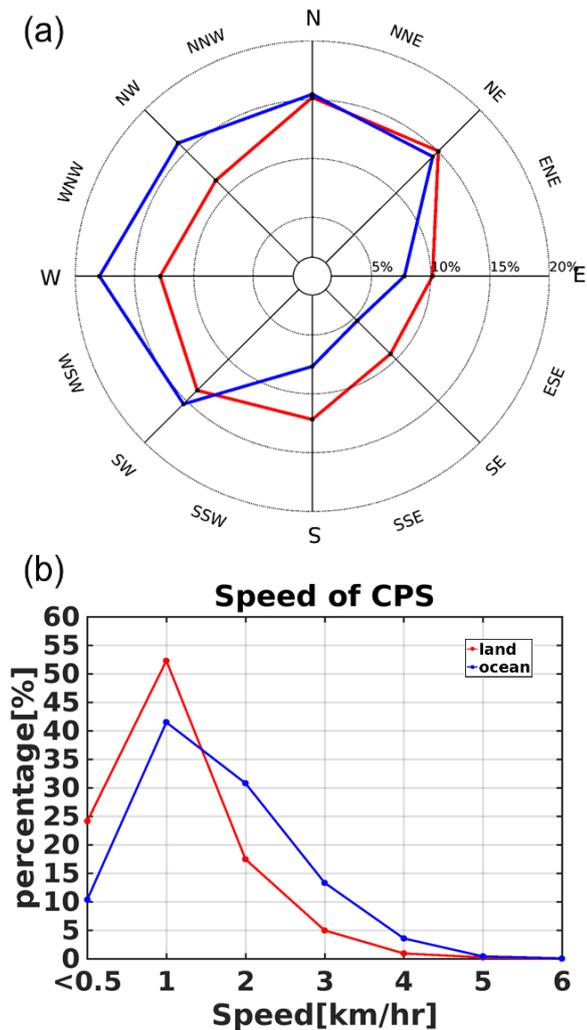


圖9 紅線為陸地，藍線為海洋。(a)對流降水系統移動方向。(b)對流降水系統移動速度。

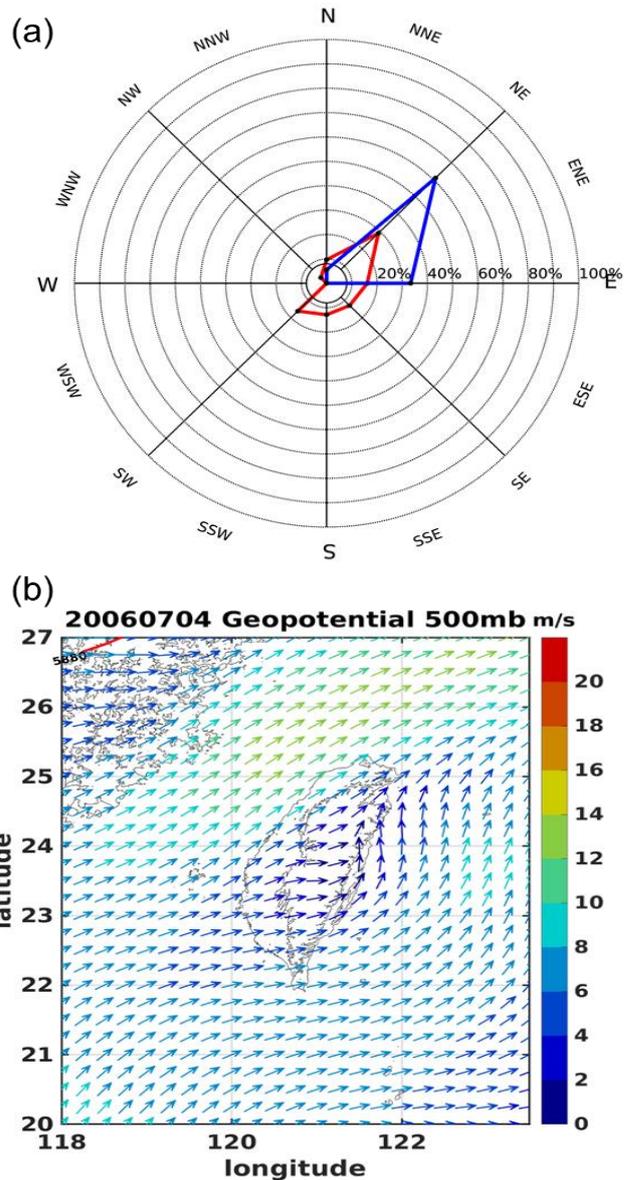


圖10 2006年7月4日 (a)對流移動方向風花圖。(b)綜觀環境925mb風場，風標顏色為風速。

## 五、總結與未來工作

本研究比較了2005-2015年暖季(7-9月)弱綜觀環境下對流降水系統於海洋及陸地的特性。結果顯示，空間分佈上，陸地對流主要分佈於中央山脈的西側，海洋對流則是臺灣南方和東方海面。陸地對流於15LST數量最多，且也是強度發展最強、面積最大、體積最大。海洋對流則是清晨數量較多，面積大部分小於 $200\text{km}^2$ ，體積大部分小於 $400\text{km}^3$ 。陸地對流發展時間較海洋對流長，且發展高度較海洋對流高。海洋對流的移動速度較陸地對流快，從case分析中，發現綜觀環境風場確實與對流的移動方向有著一定的關連性。本研究將進一步分析綜觀環境場與對流特性之關係。

## 參考文獻

- Peter, J. R., M. J. Manton, R. J. Potts, P. T. May, S. M. Collis, and L. Wilson, 2015: Radar-derived statistics of convective storms in southeast Queensland. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **54**, 1985–2008.
- Cetrone, J., and R. Houze, 2006: Characteristics of tropical convection over the ocean near Kwajalein. *Mon. Wea. Rev.*, **134**, 834–853.
- Dixon, M., and G. Wiener, 1993: TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting—A radar-based methodology. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **10**, 785–797.
- Lin, P.-F., P.-L. Chang, B. J.-D. Jou, J. W. Wilson, and R. D. Roberts (2011), Warm season afternoon thunderstorm characteristics under weak synoptic-scale forcing over Taiwan island, *Weather Forecast.*, **26**(1), 44–60.
- Lin, P.-F., P. L. Chang, Ben J. D. Jou, J. W. Wilson and R. D. Roberts, 2012: Objective prediction of warm season afternoon thunderstorms in northern Taiwan using a fuzzy logic approach, *Wea. Forecasting*, **27**, 1178–1197.
- Utsav, B., Deshpande, S. M., Das, S. K., & Pandithurai, G. (2017). Statistical characteristics of convective clouds over the western ghats derived from weather radar observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **122**.
- 陳泰然、周鴻祺、廖珮娟及楊進賢，2009b：暖季弱綜觀強迫下中北台灣午後對流的氣候特徵。 *大氣科學*，**37**，No.2，69–108。

# Statistical characteristics of Convective Precipitation System during warm season from 2005 to 2015

Guan-Bo Wu<sup>1</sup>

Wei-Yu Chang<sup>2</sup>

Department of Atmospheric Science, Chinese Culture University, Taiwan

## Abstract

The Convective Precipitation System (CPS) (reflectivity greater than 35 dBZ) under weak synoptic scale during warm season (July, August and September) of Taiwan is investigated by analyzing three-dimension composited radar reflectivity data from 2005 to 2015. The cases influenced by synoptic-scale systems (e.g., typhoon) are first eliminated manually. Other synoptic systems (e.g., monsoon) were further filtered out by using fuzzy logical method. There are 196 days selecting in this research. The area size, volume size, shape ratio (minor axis divided by major axis), echo top and intensity of the CPS are obtained.

The number of CPS start to increase around 13 LST and decrease around 15 LST in northern Taiwan. In the southern Taiwan, the CPS number increases at the same time, however, decrease around 17 LST. The majority of CPSs were located along western side of Central Mountain Range (CMR) of Taiwan. In terms of the structural characteristics of land and ocean, CPS over land (ocean) have max area sizes about 3973.8 km<sup>2</sup> (3665.2 km<sup>2</sup>), the max volume size about 6,8869 km<sup>3</sup>(5,5133km<sup>3</sup>), and the average shape ratio was about 0.3 to 0.8 over land which is similar to over ocean. The intensity of CPS over land is stronger than over ocean statistically. The echo top over land is higher than CPS over ocean. The theta of CPSs over land(ocean) were northeast-southwest and northwest-southeast (northeast-southwest). The CPSs over land have longer lifetime than over ocean. The motion of CPSs were northeast and southwest. The speed of most of the CPSs were about 1-2 km/hr. This study will continue to analyze the relationship between lifetime and structural characteristics, and find the relationship between motion of CPS and environmental wind field.

Key words: QPESUMS, Convective Precipitation System (CPS)