

# 利用衛星歸一化對流指數探討對流雲系與強降水的相關 研究

徐天佑<sup>1</sup> 劉崇治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>台北城市科技大學通識中心

<sup>2</sup>明新科技大學通識教學中心

## 摘要

颱風或強對流天氣系統往往造成豪大雨現象，但造成強烈降雨的對流雲系判斷甚難掌握，通常由雷達迴波與衛星雲圖加以判斷，而強降雨的對流雲系有時甚難從單一的衛星雲圖或雷達回波很明確顯示出來。本研究由另一種方式探討衛星雲系資料與強對流降雨的相關。

氣象衛星資料中的紅外線(IR)頻道資料代表雲系發展的高度，水氣(WV)頻道資料代表雲系的水氣含量，因此本研究綜合衛星紅外線與水氣觀測資料，建立歸一化對流指數(Normalized Difference Convection Index; NDCI)，藉以判斷颱風降雨的強度，NDCI 的定義如下：

$$NDCI \equiv \frac{IR1 - WV}{IR1 + WV}$$

本研究由 NDCI 值大小的物理意義探討雲系降雨的強弱，並由經由個案分析加以驗證。

## 一、前言

天氣系統中的對流系統往往造成強降雨，以致成災。在追蹤觀測降雨雲系時，最有效的工具為氣象雷達與氣象衛星，同時雷達迴波與衛星雲圖的分析研判也是一般最直接使用的方法，因而利用衛星與雷達所觀測到的雲系變化，對降雨系統強弱的判斷非常有利，且對雲系移動的追蹤也是一很有利的工具。

然而衛星雲細觀測資料是由高空向下偵測，而雷達觀測資料則是由地面向上觀測，如能將兩者觀測結合比對，對雲係發展與降雨的估量會有較精確的研判，也是本研究所進行探討的方向。

BEDKA等(2012)利用雷達觀測資料探討兩雷雨案例，其中一個案由雷達RHI回波資料分析，顯示在通過 overshooting 處的垂直剖面分析，其對流雲系發展較周圍稍高，而再由衛星觀測資料發現由紅外線(IR)頻道與水氣(WV)頻道的亮度值(Brightness)，在 overshooting 處的亮度值(Brightness)差值最小，而另一雷雨個案利用雷達觀測資料分析與衛星資料分析，則由發現雷達顯示的對流雲頂的 overshooting 處，其紅外線(IR)頻道與水氣(WV)頻道的亮度值(Brightness)，在 overshooting 處的亮度值(Brightness)差值最大，因而顯示兩個案在 overshooting 處有極大的不同，主要因兩個案分析 overshooting 時皆以通過對流雲的一縱剖面加以分析，因此未能概括對流雲系的全貌，且未比較對流雲系的降雨特徵。而 Martin(2013) 等也利用衛星資料探討赤道地區深對流雲系的發展，有甚佳的結果。HAIYAN等(2013)則利用 TRMM 衛星資料探討熱帶氣旋內核與雨帶的關係。雲系的降水為影響氣象災害最重要的因素，因此本研究則利用Liu等(2015)所發展的衛星歸一化對流指數(NDCI)，探討對流雲與降雨的關係，並以實際案例予以驗證比對。

## 二、衛星歸一化對流指數(NDCI)簡介與運用

衛星歸一化對流指數係 首先用於分析颱風中心所發展出的一套方法，方式如下：

$$NDCI = \frac{IR1 - WV}{IR1 + WV}$$

NDCI的值介於-1與+1之間，當IR值與WV值皆甚大，且WV值大於IR值時，則NDCI值小於零。但當IR值與WV值皆甚小，且IR值大於WV值時，則NDCI值大於零。

因此 $(IR - WV) / (IR + WV) < 0$ ，且  $NDCI < 0$  則代表深對流雲系，因水氣量甚充分。

而 $(IR - WV) / (IR + WV) > 0$ ，且 NDCI 值甚大，代表低雲系發展較低，且為水氣量較少區域。

當颱風眼被高層卷雲遮蓋時，Liu(2015)等藉由 NDCI 方式判斷颱風中心的位址，有甚佳的效果，因此本研究進一步藉由 NDCI 追蹤衛星雲圖中的深對流區域，並與雷達迴波值比較，判斷強對流降雨區域的範圍，再以地面實際降雨觀測加以驗證。

### 三、案例探討

本研究利用NDCI探討颱風在台灣附近地區時，研判局部地區降大雨的可能區域。探討的個案包括兩個颱風，一為蘇拉颱風，另一為海葵颱風。

#### 1、蘇拉颱風

圖1為蘇拉颱風的路徑，在颱風靠近台灣地區時，台灣部分地區已有大雨產生。由地面降雨記錄，顯示2012年7月31日12000UTC颱風中心在台灣東南海面時，宜蘭與台中的局部地區地區也有較明顯的降雨區，如圖2所示。而由圖3的2012年7月31日12UTC強化衛星雲圖顯示，亦甚難分辨各地地強雨區域，再由2012年7月31日12UTC的雷達迴波圖(如圖4)，顯示宜蘭地區有明顯的回波，但台中與宜蘭交界處，仍難辨別出有較大雨的局部區域。圖5為2012年7月31日12UTC之NDCI圖，圖中顯示宜蘭與台中地區為負值較明顯的區域，代表水氣量較明顯，且與地面降雨區相吻合，因此NDCI有助於研判局部地區產生較大雨的特性。

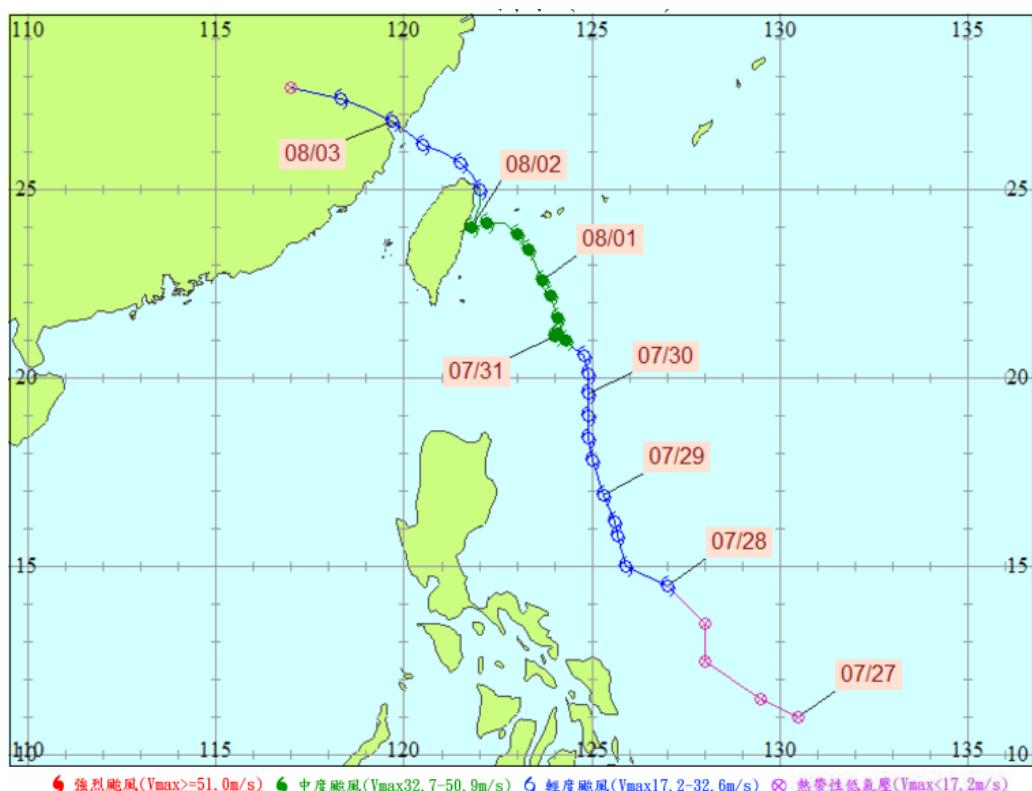


圖 1 、2012 年蘇拉颱風路徑圖

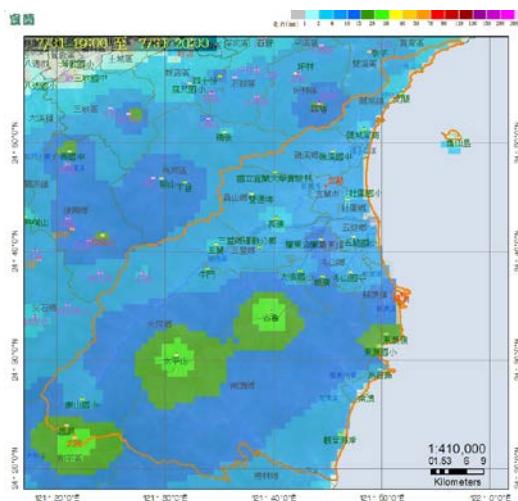


圖 2-1、2012 年 7 月 31 日 2000 時宜蘭地區降雨圖

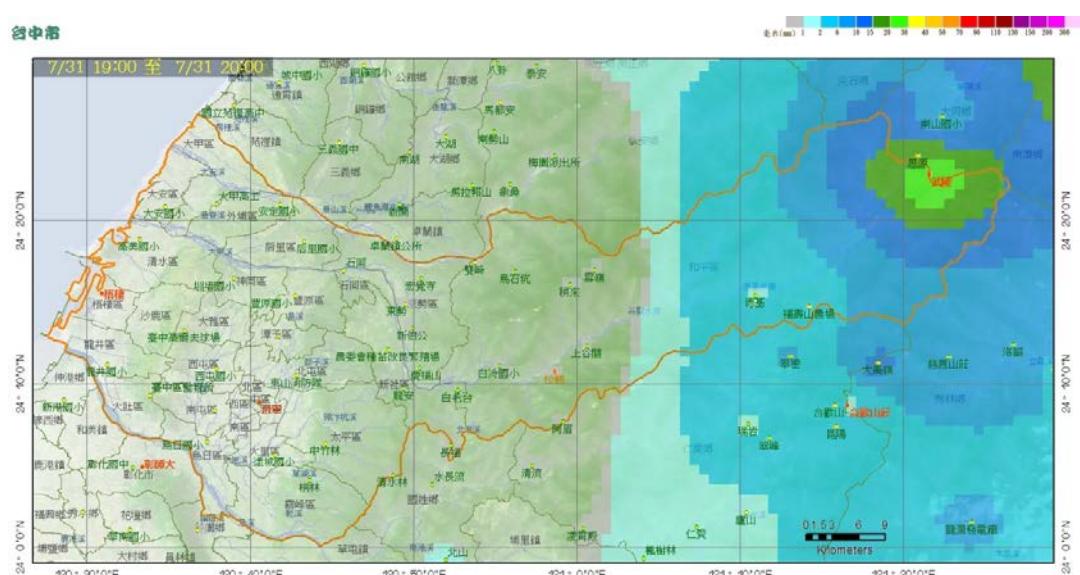


圖 2-2、2012 年 7 月 31 日 2000 時台中地區降雨圖

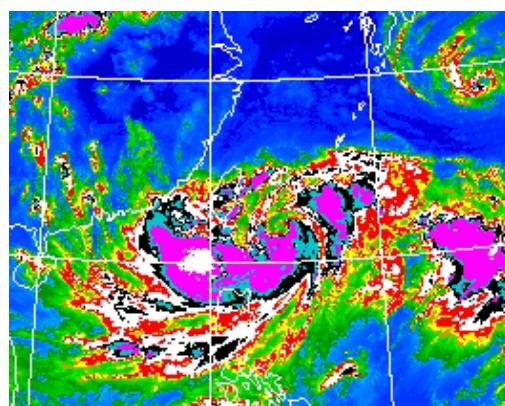


圖 3、2012 年 7 月 31 日 2000 時強化衛星雲圖

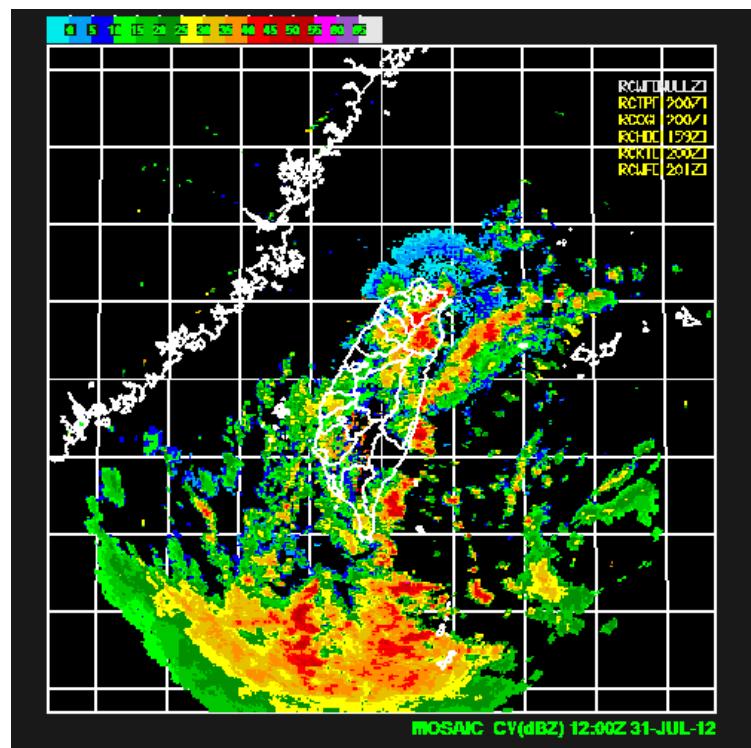


圖 4、2012 年 7 月 31 日 2000 時雷達迴波圖

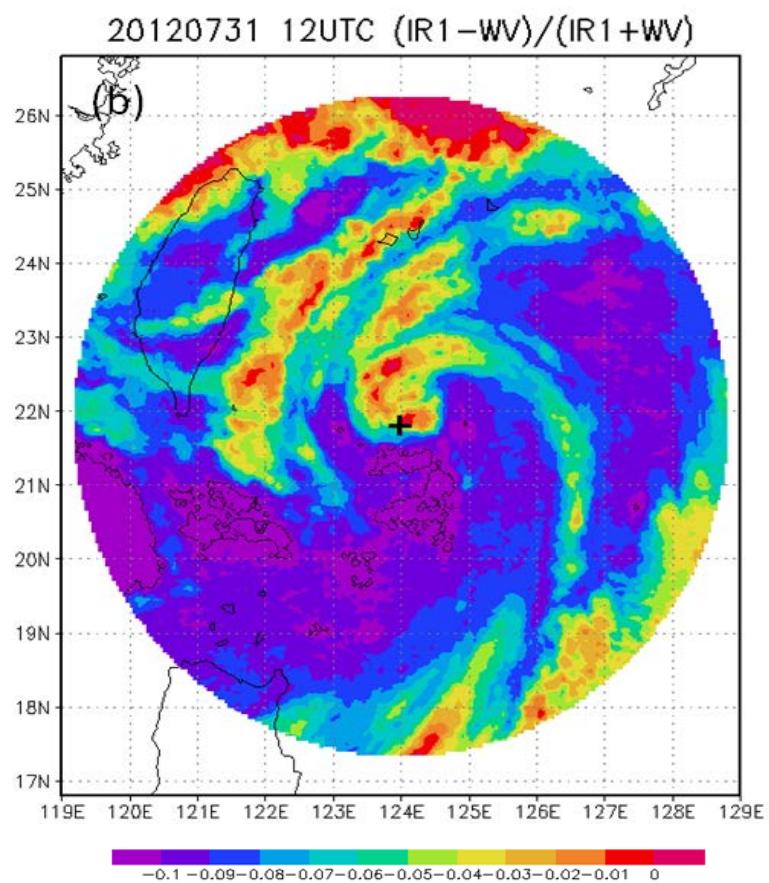


圖 5、2012 年 7 月 31 日 2000 時 NDCI 圖

## 2、海葵颱風

海葵颱風路徑距離台灣地區有一段距離，未對台灣地區帶來較大的災害，圖 6 為海葵颱風路徑，因颱風中距離台灣地區稍遠，致使台灣地區未有強烈降水，而當颱風雲系影響台灣地區時，再應用 NDCI 方式針對台灣地區的降水加以檢驗。由海葵颱風的路徑圖，顯示颱風中心未登陸台灣地區。圖 7 為 2012 年 8 月 6 日 1932 時衛星雲圖，此時台灣地區在颱風外圍雲系籠罩下，部分地區有降雨情況，圖 8 為 2012 年 8 月 6 日 2000 時北部地區降雨情況，圖中顯示最大降雨區在台北地區的竹仔湖與鞍部一帶。圖 9 為 2012 年 8 月 6 日 2000 時強化衛星雲圖，圖中甚難顯示竹仔湖與鞍部一帶為較強降雨區，圖 10 為 8 月 6 日 2000 時雷達迴波圖，亦難辨認何處為較強降雨區域。

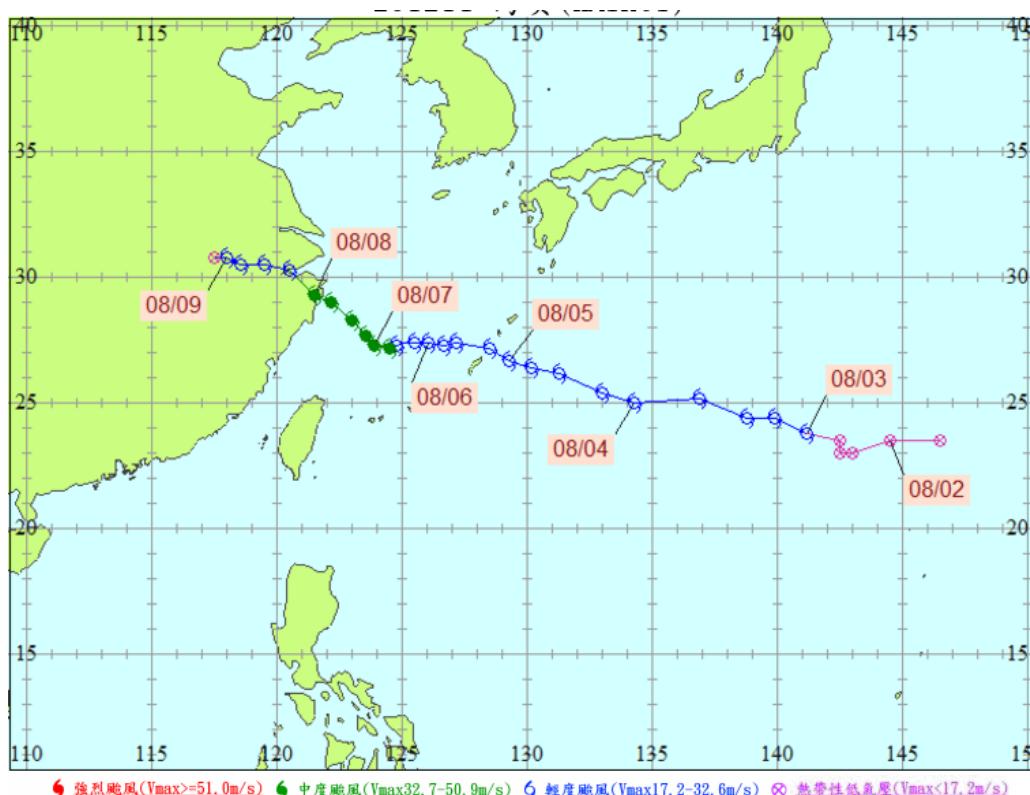


圖 6、2012 年 8 月海葵颱風路徑



圖 7、2012 年 8 月 1932 時衛星雲圖

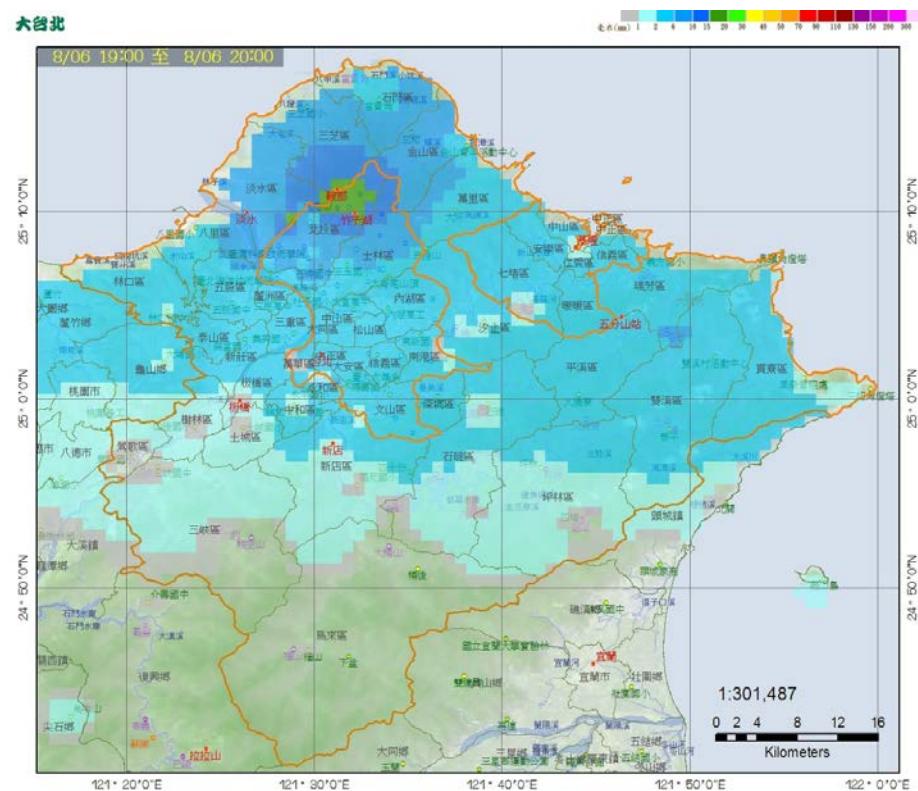


圖 8、2012 年 8 月 6 日 2000 時台灣北部降雨圖

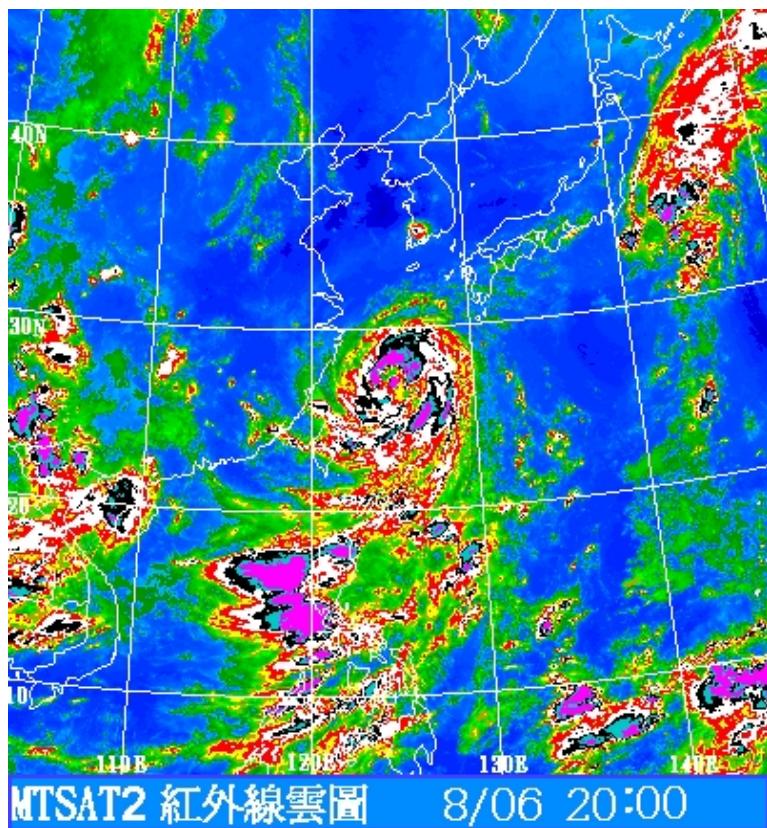


圖 9、2012 年 8 月 6 日 2000 時強化衛星雲圖

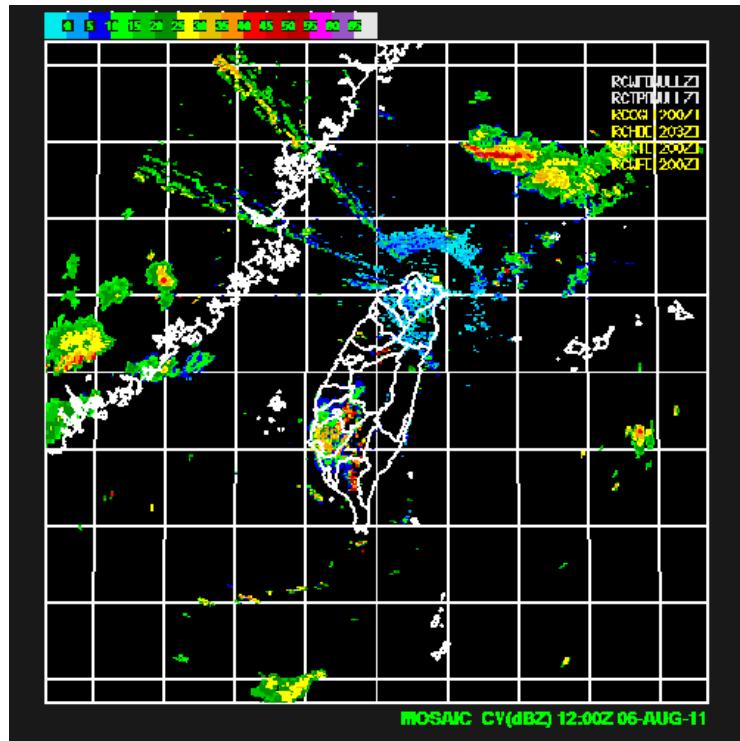


圖 10、2012 年 8 月 6 日 2000 時雷達迴波圖

圖 11 為 2012 年 8 月 6 日 2000 時 NDCI 分析圖，圖中顯示在台灣北部地區的竹仔湖與鞍部一帶為一負區，並與地面降水區相比對(圖 8)，證實為降雨較強的區域，也驗證 NDCI 指數能與降雨較大區相吻合。

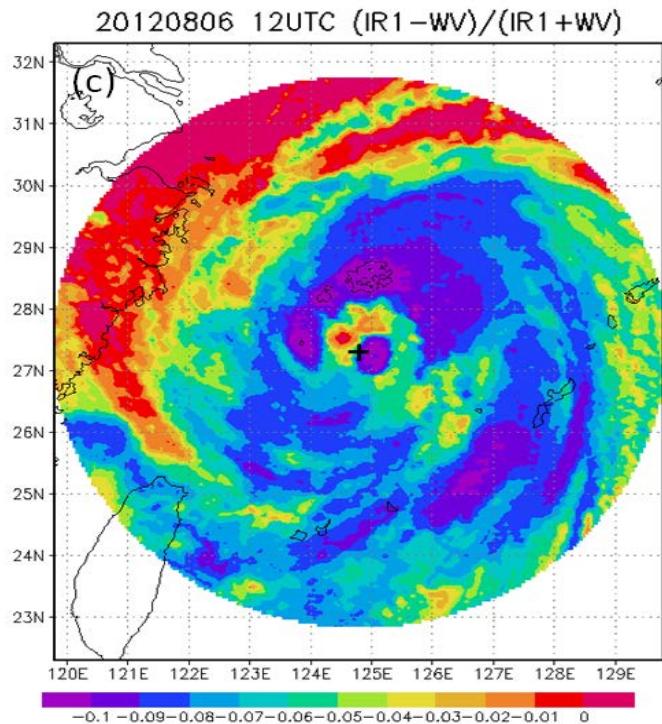


圖 11、2012 年 8 月 6 日 2000 時 NDCI 圖

## 四、結論

颱風所伴隨的降雨，往往造成災害，而颱風雲系是降雨主要的因素，本研究則利用 NDCI 方式檢驗颱風降雨量強度，因 NDCI 分析包含雲係發展與水氣含量兩種因素，因此 NDCI 的分析對較強降雨區應有甚佳效果，而再由案例分析其效果也甚吻合，對爾後的颱風降水探討，NDCI 指數應是一個有利的分析工具。

## 參考文獻

- BEDKA K. M, D. RICHARD, B. JASON, FELTZJOURNAL W. 2012 Validation of Satellite-Based Objective Overshooting Cloud-Top Detection Methods Using CloudSat Cloud Profiling Radar Observations. JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY. VOLUME 51 1811-1822,2012.
- Liu, C. C., T.Y.Shyu,T.H.Lin,C..Y. Liu 2015, Satellite-derived normalized difference convection index for typhoon observations. Journal of Applied Remote Sensing Vol. 9, 1-18,2015.
- Martin Setvák, Kristopher Bedka , Daniel T. Lindsey, Alois Sokol, Zdeněk Charvát, Jindřich Štástka, Pao K. Wang 2013, A-Train observations of deep convective storm tops Atmospheric Research 123 229–248,2013.
- HAIYAN JIANG, ELLEN M. RAMIREZ, DANIEL J. CECIL 2013 Convective and Rainfall Properties of Tropical Cyclone Inner Cores and Rainbands from 11 Years of TRMM Data. MONTHLY WEATHER REVIEW FEBRUARY VOLUME 141, 431-450,2013.