

# GMS 衛星資料分析與應用

羅國誠 劉清煌\* 吳福山

空軍航空技術學校總教官室氣象組 \*私立中國文化大學大氣科學系

## 摘要

本文採用日本氣象廳所使用的雲分類法 (Nephanalysis, NEPH) (Masami and Ryoji, 1996), 利用 GMS-5 的 IR1, IR2, IR3 及可見光將衛星所觀測的雲予以分類, 由於此分類法需要可見光的輔助, 因此, 可以分析的時間僅限於上午十點到下午四點, 至於清晨、黃昏以及晚上的時段, 本方法之雲分類誤差較大。因此, 本研究進一步使用聚類分析 (Cluster) 將 NEPH 有可見光的時段所分析到的雲種依照 IR1, IR2, IR3, 及 IR1-IR2 等四種參數加以聚類分析, 進一步利用有限之地面觀測資料印証之, 初步的分析結果發現兩者相當接近。

利用此分析方法針對台灣地區部分天氣類型 (冬季冷鋒、颱風侵襲、颱風外圍環流侵襲、西南氣流、梅雨鋒面。) 進行雲種分類, 估計日降水量, 在選取時間內針對台灣北、中、南區以及全區與地面自動雨量站比較, 發現對於豪大雨估計雨量而言有著不錯的估計能力, 其平均誤差介於 (20 mm/day~30 mm/day), 因此對於運用本文估計特殊天氣類型所產生的區域平均日降水量有著不錯的估計能力。

關鍵詞：雲分類法、聚類分析、降雨估計。

(2002年04月26日收稿; 2002年05月16日完稿)

## 一、前言

衛星資料的處理運用上早期比較著重於運用衛星雲圖判斷綜觀天氣系統的發展, 與進行簡單的雲種分類, 1980年以後, 雲種的分辨技巧增加 (Garand, 1988), 自1977起的全球降水氣候計畫 (Global Precipitation Climatology Project, GPCP, Arkin and Xie 1994) 即開始運用衛星資料估計降水。衛星估計降水具有多方面的用途, 在長期氣候的研究中, 衛星所估計的降水可供氣候診斷之用; 在短期天氣研究方面, 衛星所估計之降水可供校驗數值模式所預報之降雨量, 及作為短期降水估計或預報使用 (陳等 2000)。由於地球同步衛星擁有時間密集的半球觀測, 適合綜觀天氣觀測的需求, 因此 1970

年代起同步氣象衛星觀測資料已經被運用於估計地面降水強度供作業單位或預報人員使用 (Griffith et al. 1978, Adler and Negri 1988), 卻受限於雲頂之亮度溫度並無法正確反應對流系統強度之故, 使得估計降水仍有許多的不確定性。因此努力改善衛星估計降水的技術仍然是氣象遙測的努力目標。近十年來仍有許多學者研究雨量估計及實驗。如以雲頂溫度低於 $-20^{\circ}\text{C}$ 的範圍及雲塊時間的時間變化估計降水量的 GWT 法 (Griffith/Woodley Technique 簡稱 GWT) (Griffith et al. 1978)。Scofield (1987) 使用雲的生命期估計雨量。Lovejoy and Austin (1979a, b) 運用紅外線和可見光的衛星資料以二維的雲型判別加上雷達資料來估計

降水。Arkin(1979,1987)的全球降水指數(Global Precipitation Index)以三小時的網格內冷雲比例，依統計的關係求得雨量關係。綜合以上降水估計法發現到多半是運用紅外線影像的最低亮度溫度、梯度，冷雲所佔的面積及雲種發展時間的長短來估計雨量。

## 二、來源與分析方法

本文運用GMS-5紅外線及可見光衛星資料進行雲種分類，其觀測解析度而言可見光頻道為1.25公里，紅外線頻道約為5公里。印證雲分類的正確性，使用地面觀測的資料中雲類資料情形予以比對，地面觀測的雲類資料將雲的雲狀分做三大項分別為 $C_L$ （低雲狀）， $C_M$ （中雲狀）， $C_H$ （高雲狀）。 $C_L$ （低雲狀）中所含的雲類有層積雲、層雲、雨層雲等雲類，雲高低於2000公尺。 $C_M$ （中雲狀）所含的雲類有高積雲，高層雲等雲類，雲高介於2000~6000公尺。 $C_H$ （高雲狀）所含的雲類有卷雲，卷積雲和卷層雲等雲類，雲高為6000公尺以上。地面觀測的資料為三小時一筆，其觀測時間分別為00Z，03Z，06Z，09Z，12Z，15Z，18Z，21Z。由於衛星是由上往下觀測，因此低層雲無法得知，且地面觀測乃是由下往上看，上層雲經常無法掌握，因此，在本研究中選取當地面可以同時判別低，中，高雲之觀測資料當作驗證之資料。

雨量估計比較部分，選取台灣區域內324個自動雨量測站的日平均降水量，文中依照緯度的差異將台灣區域分為北（北緯24.3~25.3度）、中（北緯23.5~24.3度）、南（北緯22~23.5度）三區。上述資料來源由中央氣象局提供。

本文採用了雲分類法Nephanalysis(Masami and Ryoji, 1996)，是利用GMS-5紅外線和可見光頻道進行雲類判別的初步閾值分類試驗。首先利用紅外線頻道1(IR1)的亮度溫度將選取的範圍依所在高度作4大分類，分別為(A)高雲區(>400hpa)(B)中雲區(400hpa~600hpa)(C)低雲區(600hpa~900hpa)(D)晴空區(900hpa以下)(詳見附錄A)。並給予判別關係閾值 $N = N_A + N_B + N_C + N_D$ ，(A, B, C, D分別代表上述4區)，N值小於等於1，閾值 $N_A = 0.8$ ， $N_B = 0.8$ ， $N_C = 0.6$ ， $N_D = 0.8$ ，以便判定。在利用紅外線頻道1, 2(IR1,2)的亮度溫度差，及紅外線頻道1, 3(IR1,3)的亮度溫度差及可見光(VIS)反照率，就4大雲區作雲類細分。雲類初步細分類型如下：積雨雲(Cb)，發展中的積雲(Cg)，卷雲(Ci)，卷雲+中雲(Ci+Cm)，卷雲+積雲(Ci+Cu)，中雲(Cm)，積雲(Cu)，厚雲區域(Dense)，層雲(St)，其他(Other)，雲霧和水氣(Fog/Water vapor)，晴空(Clear)。由於NEPH雲分類法受限於夜間無法判斷雲種型態，因此運用統計學上的聚類分析法加以分析，由於此種聚類分析法在進行雲分類時，需要給予所分雲類的各頻道雲頂溫度參考值，因此再進行一天的雲種分類時，將NEPH雲分類中具有可見光資料時的各雲種之各頻道的平均亮度溫度及IR1-IR2之亮度溫度差等四個平均值求出當作聚類分析之參考值，因此聚類雲分類法即選用其各雲種於各頻道的平均亮度溫度，加以辨別，於是再將先前2000年6月11日06Z(梅雨鋒面)紅外線資料運用此聚類法分析(圖1)，與之前NEPH具有可見光資料所分析的雲圖(圖2)比較，發現其分析結果與聚類分析

差異不大。

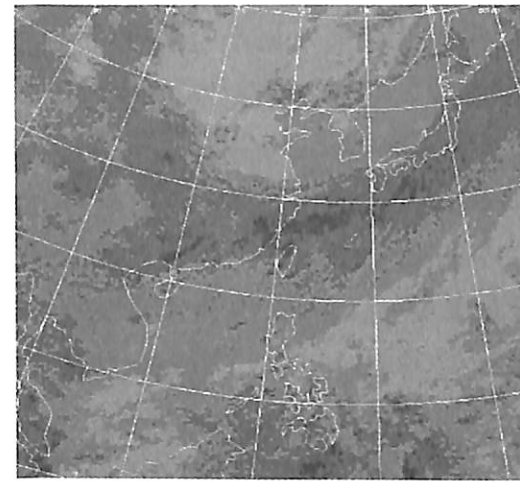


圖 1：2000 年 06 月 11 日 06Z 聚類分析雲分類圖

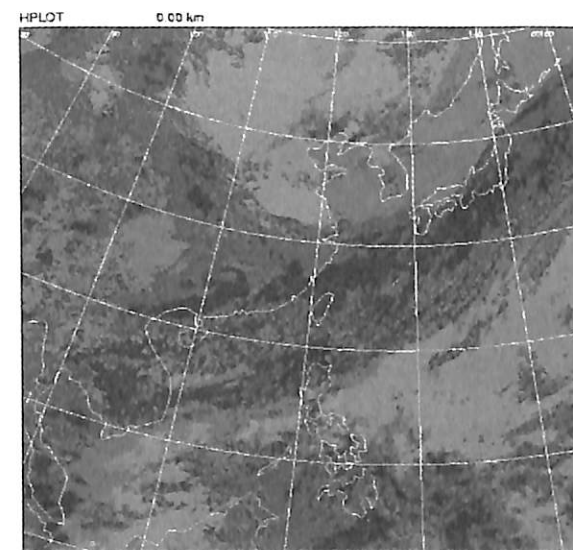


圖 2：2000 年 6 月 11 日 06Z NEPH 雲分類圖 (具有可見光資料)

## 三、分類與地面觀測的比較

為印證本文所採用雲分類法的可行性，

將五大類型天氣情形下(梅雨、颱風、午後對流、大陸冷氣團)雲分類的結果和地面觀測的資料予以比對，比較之類型如：

積雲類：將所分類出的積雨雲(Cb)，發展中的積雲(Cg)，厚的積雲域(Dense)，積雲(Cu)與地面觀測低層 $C_L$ ，中層 $C_M$ 的積雲類加以比對。

層雲類：將所分類出的層雲(St)與地面觀測低層 $C_L$ ，中層 $C_M$ 的層雲類加以比對。

卷雲類：將所分類出的卷雲(Ci)，卷雲+中雲(Ci+Cm)，卷雲+積雲(Ci+Cu)與地面綜觀報高層 $C_H$ 的卷雲類加以比對。

各天氣類型的三大雲類與地面觀測的比較情形，整體比較而言，除了西南氣流的積雲部分與雲分類的比較有著較大的差異外，其餘天氣類型均有不錯的相關性；顯示聚類分析能掌握到簡單雲類之佔有百分率。而西南氣流類型掌握的能力較差，可能與該天氣的變化情形有關，因為西南氣流中，積雲的發展比較迅速，而聚類分析所採用的參考值乃取各類雲種的日平均溫度，因此較不易掌握能力，不及其他類來的好。

在冬季中，積雨雲的含量是很少的，多半為層雲和積雲的結構，因此冬季所帶來的降水多半為層狀性，日平均累積雨量也比較少，圖3為針對2000年台灣地區冬季冷鋒天氣型態所做的雲種分配圓餅圖。不難發現到，其對流性強的雲種如積雨雲(Cb)，發展中的積雲(Cg)，和深厚的雲域因此颱風期間所帶來的降水為十分強對流性的降水。

為颱風外圍環流的雲種分佈情形，颱風高層外圍環流一般存在多的卷雲，此乃颱風上層氣流是以順時鐘方向旋出而外流(Outflow)所造成的，這種結果與觀測情形相當一致。

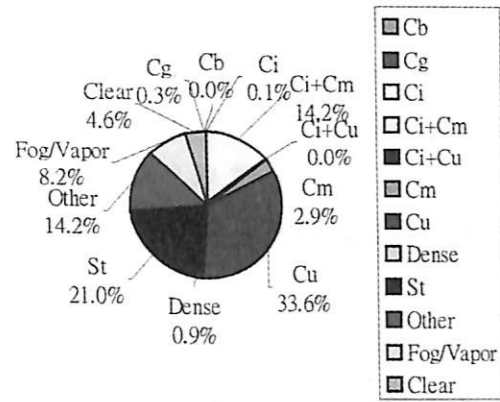


圖 3：冬季冷鋒雲種百分率分配圓餅圖

西南氣流的雲種分析，由於西南氣流所形成的多半為區域性的對流降水，維持的時間也比較短，因此針對台灣區域所做的平均發現雖然積雨雲 (Cb)，發展中的積雲 (Cg)，和深厚的雲域 (Dense) 含量並沒有像其他對流性旺盛的天氣來的多，但是如果其雲種的降水強度如果夠強，也會在短時間內形成豪大雨。

梅雨鋒面各雲型所佔的比率，可見各類雲均佔有相當之比率，因為梅雨滯留鋒面存在的時間久，且經常伴隨劇烈的中尺度對流系統，因此當對流性的雲種增加時則平均日降水量就會增加。

#### 四、估計區域日平均降水量

由於所做的雲分類和地面觀測比較後有著不錯的相關結果，因此針對台灣區域中 324 個自動雨量站的逐日雨量資料，與之前所做的雲分類中較易產生降水的三大雲類 (對流旺盛積雲類、濃厚積雲類、層雲類) 進行日平均雨量的比較驗證，估計區域平均日降雨量的數學概念如下式所示 (夏, 1989)：

$$R_{24} = K_1 C_1 + K_2 C_2 + K_3 C_3 = \sum_{i=1}^3 K_i C_i \quad (式 5.1)$$

式中的  $R_{24}$  為 24 小時 (1 日) 的降水量，單位以毫米 (mm)， $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  分別是易產生降水的三大雲類在所估計的範圍裡所佔的百分比比率， $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$  為經驗降水係數，此一係數將隨著選取地區、天氣類型而有所不同和差異，主要表示易產生降水的三大雲類在所選取的估計區內的日平均降雨量。

#### 五、結語

分析結果針對台灣地區 5 種天氣類型 (冬季冷鋒、颱風侵襲、颱風外圍環流侵襲、西南氣流、梅雨鋒面。) 分析該天氣系統所佔有各種雲的比例，過去台灣地區之研究對於雲類較少被提及，因此，了解各系統之雲類分析有助於了解該天氣系統之物理過程。

各天氣類型中：

##### (一)、冬季冷鋒：

由於冬季鋒面的斜壓性較弱因此所帶來的降水就比較少，雲型分配以積雲 (Cu) 及層雲 (St) 佔有率比較多。

##### (二)、颱風：

積雲的生成將會給颱風 (熱帶低壓) 本身提供能量，而低壓所造成的輻合為積雲的發展輸送了水氣，因此颱風侵襲範圍內以積雨雲 (Cb) 及發展中的積雲 (Cg) 佔多數比率。

##### (三)、颱風外圍環流：

颱風中心區向外旋出為冷源的高雲團，其中卷雲帶由因積雨雲衰減而遺留下來的雲砧生成，外環流多半為此結構因而以卷雲 + 中雲 (Ci+Cm) 比例較其他雲種多。

#### (四)、西南氣流：

各種雲種的比例均為平均，可能因為西南氣流所帶來的降雨多半為小尺度的降水，因此若將選定範圍更為縮小，其強對流雲的狀態分佈比率將會更為明顯。

#### (五)、梅雨鋒面：

梅雨鋒面其雲種中含有積雲、濃積雲、積雨雲和高層雲等，有時梅雨鋒面雲系中會有一個個大小不等的積雨雲團，其中以發展中的積雲 (Cg)，卷雲 + 中雲 (Ci+Cm)，中雲 (Cm) 及濃厚雲域 (Dense) 為主要成分。

對於台灣地區應用雲分類估計日降水量的部分，在選取時間和針對台灣北、中、南區域予以比對，發現對於豪大雨估計雨量而言估計結果之平均誤差介於 (20mm/day-30mm/day)，對於颱風侵襲個案中其降水估計的誤差其值，比先前學者 (丘等, 2000) 所做之估計誤差更小，因此對於運用本文估計特殊天氣類型所產生的區域平均日降水量有著不錯的估計能力。(圖 4)

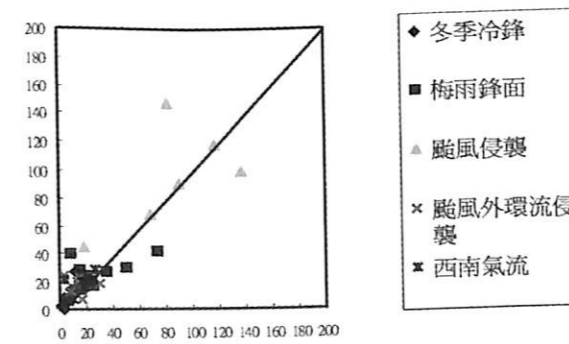


圖 4：台灣區域實測與估計平均日降水量 x、y 散佈圖。橫方向為雨量測站的單日平均降水量 (單位為 mm)，縱方向為雲分類分析所估計的單日平均降水量 (單位為 mm)。

由於選取天氣類型及個案時間均以 2000 年為主，較為稀少，導致在求解時，K 值之穩定性較低，因此選取更多時間天氣類型的雲分類及降水情形，有助於提高 K 值的準確性。

另外在使用聚類分析時，所選取之參考值乃來自於白天 NEPH 之分析結果，將此結果應用於夜間之衛星資料可能會有些誤差，如日夜變化之效應等等，這可以說明為何西南氣流之分析結果比較不理想，但是其他類之分析結果仍相當合理。而雲分類的資料在未來可以提供給類神經網路予以參考，使得降水估計的準確性更高。

#### 參考文獻

林博雄、曾忠一，1994：GMS 地球同步衛星影像數位資料在雲分類上的應用。大氣科學，第 22 期第 3 號，P319~335。

林怡平、劉清煌，2001：2000 年象神颱風之研究，氣象預報與分析，第 167 期。

陳泰然、謝信良、陳來發、陳清得，1991：台灣地區現階段豪 (大) 雨預報能力。大氣科學，第 19 期第 2 號，P177~187。

陳泰然、紀水上，1995：台灣梅雨季衛星觀測與傳統資料所顯示的對流活動時空變化研究，) 中央氣象局委託計畫，cwb-2M-02

陳圭宏，2000：民國 89 年元月至十二月間台灣地區重要天氣概述。中華民國氣象學會會刊。第 42 期，P56~75。

黃美元 徐華英，1999：雲和降水物理。科學出版社，北京市，P118~p166。

張泉湧，1995：普通氣象學。國立編譯館，台北市，P234~235。

曾鴻陽、曲克恭，1989：台灣北部豪雨時空分佈。大氣科學，第17期第3號，P237~255。

## Research of Classification for GMS-5 Satellite Cloud Data Analysis

Grow-Chen Lo\* Fu-Sane Wu\* Ching-Hwang Liu\*\*

Air Force Aeronautical Technical School\*

Department of Atmospheric Science Chinese Culture University\*\*

### Abstract

We used GMS-5 satellite cloud image data to classified in order to estimate daily heavy rainfall with visible data aid by using infrared (IR1,IR2 and IR3) and visible channels. Because of the limitation of visible data, it's available only from 10am to 16pm, the results of early morning, evening and nighttime have some discrepancies. For improved the shortcoming, a new method named "Cluster" analysis were applied to classification of cloud imaged data in this study.

There are five categories weather patterns daily heavy rainfall over Taiwan areas were analyzed, i.e. (1) winter cold fronts, (2) typhoon invade periods, (3) typhoon outer flows, (4) southwest flows, (5) Mei-Yu fronts, then, the results compared with auto-ground based rain-gauge stations in the areas around north, middle, and south in Taiwan. The results shown that the classification of cloud was capability of estimating heavy rainfall. The mean discrepancies were about 20~30mm/day, especially typhoon invade periods were better than former studied.

Keyword : Neph, Cloud Analysis Cluster