

# GMS-5 衛星雲圖之雲分類

## (GMS-5 Satellite Imageries Nephanalysis)

劉清煌 羅國誠

中國文化大學 大氣科學系

chliu@twister.atmos.pccu.edu.tw

### 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地方時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, 然後推至同一天之其他時段。進一步利用有限之地面觀測資料應証之, 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 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。) 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(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。

## 1 前言

區域性的豪雨、定量降水預報是目前氣象研究重要的課題, 由於氣象衛星可以不分晝夜和不受到地形的影響, 不斷的偵測大到行星尺度小至對流尺度系統, 因此氣象衛星被認為是最佳的觀測工具之一。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。

雲型的變化是許多天氣現象的指標, 因此

為了瞭解各天氣類型中雲種分佈，則將雲種做有效的分類。運用衛星資料做分類方法頗多，較常見的是運用衛星的亮度溫度 (TBB) 的閾值 (Threshold) 予以界定，Ninomiya(1989)就利用這方法將雲型分成 4 類；有組織深對流、有組織狀淺對流、一般深對流與一般淺對流等四類雲型，來探討雲型的氣候特徵。Hirasawa et al.(1995)定義 TBB 值低於 600hpa 高度氣溫為中高雲；TBB 值低於-50°C 為高雲，用來討論東亞夏季季風 (East Asian Summer Monsoon, 簡稱為 EASM)在南海地區雲量瞬變的時間序列特徵。至於國內，紀與陳 (1984)，曾經採取-32°C與-52°C的 TBB 值，各為深對流雲與強對流雲的閾值；劉等 (1992)則是取用-20°C與-62°C TBB 值來作為降水面積。

於台灣地區颱風和梅雨期間的豪大雨為台灣最大災變天氣，對於經濟、建設上均造成相當大的損害，以台灣區域運用衛星資料對颱風做降水估計為例 (丘等，2000)，發現到導致颱風降水主要來自於颱風之雲牆、中央密雲區、外圍螺旋雨帶及內部冷對流區等雲型所造成的，並將各雲型的降水率分成三個等級大小，一般均給予中間等級的降水量，若對流雲頂快速的發展或變冷，此時需要給予比較大的降水等級，當發展較為衰弱時對流雲頂會增暖，此時給予較小的降水等級。針對 1990~1998 年 13 個侵台颱風於登陸前 6 小時沿著颱風路徑估計其降水潛勢，發現到颱風雲貌直徑大小增加或是減少均會影響到降水趨勢的增減，估計結果發現到誤差均很小，因此如何充分估計特殊天氣所形成的豪大雨，成為防災的先決條件。而是否下雨，以及降雨的強弱與雲層高低雲型的種類有著密切的關係，因此，判別雲的類型及了解雲的分佈，對於天氣預報的準確性及氣候監測的有效性，均非常重要的。而台灣地區一年四季均有不同類型的降水，因此了解各天氣類型之雲類分佈更能掌握降雨區域的分佈。本文將利用日本 GMS-5 地球同步衛星，對於台灣一些天氣型態運用雲分類法分析出的雲類與地面觀測的資料比對。由於分類中的部分雲系和降水有所關連，因此本論文將運用雲分類所分出的雲種，就台灣地區 2000 年五種天氣類型做日平均雨量的估計與印證。

## 2 資料來源

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 (圖 1)。解析度即是衛星在某時段觀測到地球的最小尺度(或面積) (夏等，1989)。而地面綜觀天氣圖用來分析和簡介造成台灣地區豪大雨的天氣形態。

為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。

## 3 個案選取與時間

本研究根據 (陳，2000) 所分析之 2000 年各類天氣型態為分析個案。選取範圍為北緯 22~25.3 度，東經 120~122 度 (台灣區域)，選取資料的時間為地面綜觀觀測時間為 3 小時一次，下述日期為 2000 年造成台灣降水的天氣類型：

- (1) 冬季冷鋒：1 月 6 日，1 月 7 日，1 月 30 日，1 月 31 日，12 月 11 日，  
12 月 12 日，12 月 13 日，12 月 18 日，  
12 月 19 日。
- (2) 颱風：7 月 8 日，7 月 9 日 (啓德颱風)。  
8 月 22 日，8 月 23 日 (碧利斯颱風)。  
10 月 31 日，11 月 1 日 (象神颱風)。
- (3) 颱風外圍環流：7 月 6 日，7 月 7 日 (啓德颱風)。

8月28日, 8月29日(巴比倫颱風)。

10月29日, 10月30日(象神颱風)。

11月5日(貝碧佳颱風)。

(4) 梅雨: 4月24日, 4月26日, 4月28日,  
6月6日, 6月11日, 6月12日,

6月13日, 6月16日, 6月17日, 6  
月18日。

(5) 午後對流: 6月20日, 7月19日, 7月  
31日, 8月1日, 8月2日,

8月3日, 8月11日, 8月12日, 8月15日,  
8月17日。

### 3 分析方法

#### 3.1 NEPH 雲分類法

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)。

#### 3.2 聚類雲分類法

所謂聚類分析就是把相似性大的分類樣本聚合為一個類型, 在特徵空間佔據著一個局部區域。每個局部區域都形成一個聚合中心, 往往以聚合中心代表相對應的類型。聚類分析避免了估計各類的概略密度的困難

### 4 結果與討論

利用此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:

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

對於雲分類法分類誤差的改善方面, 由於本文的雲分類法主要是使用聚類法分析雲型, 所選取的衛星頻道組合與權重的給予均會影響到其分類的準確性, 本文採用了 4 種類道的組合分別為, 即  $11 \mu\text{m}$  (IR1) 亮溫,  $12 \mu\text{m}$  (IR2) 亮溫, 即水汽頻道  $6.7 \mu\text{m}$  (IR3) 亮溫, 以及分裂窗亮溫差  $11 \mu\text{m} - 12 \mu\text{m}$ 。於今後將考慮更多頻道的亮溫與其權重的組合, 以便達到更為準確的分類情形。

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。

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。

## 誌謝

感謝中央氣象局提供資料，本研究由國科會計劃NSC 91-2625-Z-034-00資助，設備由中國文化大學大氣科學系提供。

## 參考文獻

王光華，2000：由衛星資料探討台灣地區降雨雲特性與降雨量關係。大氣科學，第29期第1號，P1~16。

丘台光、荀潔予、林允才，2000：利用氣象衛星資料做颱風降水潛勢預報之研究。天氣分析與預報研討會氣象論文彙編，p546-552。

李定國、劉昭民、張泉湧，1987：台灣地區梅雨期豪雨客觀預報之研究。大氣科學，第15期第2號，P247~260。

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。

俞家忠，紀水上，周仲島，2001：九十年年度氣象預報技術在職訓練講義。中央氣象局

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。

葉天降、吳石吉、謝信良，1999：簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(一)預測方法。大氣科學，第27期第4號，P395~412

謝信良，1996：台灣地區氣象災害之討論。大氣科學，第27期第13號，P89~108。

Masami Tokuno and Ryoji Kumabe，1996：雲解析情報圖。日本氣象衛星技術報告特別號，p119~p138。

Arkin, P. A., and P.Xie,1994：The Global Precipitation Climatology Project：First algorithm intercomparison project.*Buul.Amer.Meteor.Soc.*,75,401~419.

Adler, R. F. and J. N. Andrew, (1998). A satellite infrared technique to estimate tropical convective and stratiform rainfall. *J. Appl. Meteor.*, 27, 30-51.

Barrett, E. C. and D. W. Martin, (1981). The Use of satellite Data in Rainfall Monitoring. *Academic Press*, London,340pp.

Coakley, J. A. and D. G. Baldwin, (1984). Toward the objective analysis of clouds from satellite imagery data. *J. Climate Appl. Meteor.*,23,1065-1099.

Garand, L., (1988). Automated recognition of oceanic cloud patterns. Part 1: Methodology and application to cloud climatology. *J of Climate*,1,20-39

Griffith, C. G.,W. L.

Woodley,P.G.Gruber,D.W.Martin,J.stout,and D.N.Sikdar,1978： Rain estimation from geosynchronous satellite imagery visible

- and infrared studies.  
*Mon. Wea. Rev.*, **106**, 1152~1171.
- Hirasawa, N, K. Kato and T. Takeda , 1995 :  
 Abrupt change in the characteristics of the  
 cloud zone in subtropical east Asia around  
 the middle of May. *J. Meteor. Soc. Japan* ,  
**73** , 221~239 .
- Koffler, R., A. G. DeCotiis, and P. K. Rao (1973).  
 A procedure for estimating cloud amount  
 and height from satellite infrared radiation  
 data. *Mon. Wea. Rev.*, **101**, 240-243.
- Lovejoy, S. and Austin, G.L., 1979a : The  
 delineation of rain areas from visible and IR  
 satellite data for GATE and  
 mid-latitudes. *Atmosphere-Ocean*, **17**, 77~92.
- Lovejoy, S. and Austin, G.L., 1979b : The sources  
 of error in rain amount estimating schemes  
 for Goes visible and IR satellite  
 data. *Mon. Wea. Rev.*, **107**, 1048~1054.
- Ninomiya, T. , 1989 : Cloud distribution over east  
 Asia during Baiu period of 1979. *J. Meteor.  
 Soc. Japan* , **67** , 639~658 .
- Reynolds, D. W., and T. H. Vonder Haar (1977).  
 A bispectral method for cloud parameter  
 determination. *Mon. Wea. Rev.*, **105**, 446-457
- Rossow, W. B., and R.A. Schiffer (1991). ISSCP  
 cloud data products *Bull. Am. Meteor. Soc.* ,  
**72**, 2-20
- Smith, W. L., and H. M. Woolf (1976). The use  
 of eigenvectors of statistical  
 covariance Matrices for interpreting  
 satellite sounding radiometer data. *J.  
 Atmos. Sci.*, **33**, 1127-1140.
- Tokuno, M and K. Tsuchiya, (1994).  
 Classification of cloud types based on data of  
 multiple satellite sensors. *Adv. Space Res.* ,  
**Vol. 14**, No.3, (3)199-206.