

臺灣地區衛星雲系的降雨判別

王光華

中央氣象局氣象衛星中心

摘要

紅外線雲圖提供24小時的雲上層表的雲頂溫度及雲相，雖然對於雲底的降雨是呈間接關係；但是利用雲頂溫度及其雲頂溫度分佈的均勻度、雲高等資訊，可發現對於雲雨仍然有相當的關係存在。在夏季形降雨雲與非降雨雲有比較明顯的差異可以區分，但是冬季的降雨雲系與非降水雲的雲頂輻射的差異則比較模糊。單一微波頻道也不易區分冬季的微量降水雲。而由微波所估算的PCT值可以輔助降雨雲的識別。

一、前言

衛星雲系因衛星雲物理的複雜與缺乏實際觀測資料，所以在利用衛星估計降雨量時容易產生雲雨量估計上的偏差。衛星在高空觀測不易觀測到雲下層的降雨；因此利用衛星紅外線資料估計雨量多屬於間接性的方法。微波資料(以SSM/I為例)雖然與降雨是直接相觀但是對於雲高及水滴的垂直分佈仍然有相當的盲點存在。結合紅外線與微波頻道可以互補兩種不同頻道的特性，以截長補短。

以微波來判別是否屬於降雨雲的有如 Polarized Corrected Temperature(PCT)法(Spencer, 1989)。Spencer指出低於255K是3mm/hr的參考值，臺灣地區冬季有降雨PCT值最高是288K，平均最高值是275K，在夏季則略增高。Spencer所提出的PCT值判別方法應用在海上為主，因為海上的PCT值比較穩定。用在臺灣的陸地地區其準確率約是66.1%。Todd(1995)則以修正後的PCT值對英國的區的降雨雲進行分析，也可以識別出小雨。

Croosby(1995)以logistic迴歸分析的方式也對降雨與否從SSM/I的微波資料做了分析。將其方法用於臺灣地區的陸上，結果對於有雨區的判別頗

佳但是對於無降雨雲的判別仍有一些的偏差。如圖1所示。也就是部分地方被認為沒有降雨的地方的確沒有下雨。但是在視為該下雨的地方卻沒有下雨。準確率約74.7%。

筆者在畢業論文中(王,1997)也曾以各頻道的偏極化差異來比較其中的變化，因為受到地面的影響其變化的幅度並不明顯，不足以作為判別的指標。準確率約68.4%。

下雨時的液態水含量必然比較高，由於微波頻道可以提供大氣中的整體液態水含量，所以也是判別降雨的有效因子之一。但是液態水含量高時卻不一定下雨。而與當時的風與地形有相當的關係。由臺灣地區96年、97年兩年的資料所得判別的準確率約為75.5%。Neale(1990)以多重閾值法做地物的分類，同時以22GHz與19GHz的亮度溫度差、85GHz與19GHz的亮度溫度差、85GHz與37GHz的亮度溫度差及19GHz來分別降雨。用在臺灣地區的準確度分別是70.1%、71.6%、70.9%、75.8%。

以紅外線的亮度溫度來分析 6、7兩年的15739個觀測值，2727個降雨資料，若以雲頂溫度小於0度C視為會降雨則有雨的比例是15%，無雨的比例卻有45.9%。如表1。因此單一的以某個閾值來判別是否降雨會有相當的偏差產生。由不同的觀測因子中來共同分析降雨是比較客觀的做法。

二、GMS資料分析

由GMS衛星所提供的亮度溫度資料輔以探空資料就可以得到雲頂高度。以SSM/I的直下點解析度25Km為目標，則在此12.5x12.5Km範圍下有約5.5個GMS觀測值，SSM/I衛星與GMS衛星資料的網格是先予以做位置的合併，如圖2所示。以此範圍的GMS資料可以找出降雨雲的特性。由衛星

資料的平均亮度溫度、標準偏差及雲高等對於夏季和冬季的雲做分析。

首先就臺灣地區全年的GMS衛星的降雨雲高、雲頂分佈的均勻度及平均亮度溫度進行分析。如圖3.所示整體看來由亮度溫度分析，在無雨及微量雨及小雨是非常的接近，而中、大雨就很明顯的Tb值下降。微量雨及大雨的雲頂分佈比較均勻。無雨區的雲層可能比較凌散而不均勻。同樣的由雲高看來無雨或小雨的雲都是比較的低，屬於層狀雲降水所以無大雨，而中、大雨則多為積狀雲因此雲頂發展較高。

將資料分為夏季與冬季兩類來分析則才明顯的不同。如圖4.圖5所示。夏季的降雨雲與非降雨雲在亮度溫度上有比較明顯的不同，因為地面比較暖，又因為雲的高度比較低或有比較大的晴空區所以無雨的雲受到地面的熱輻射比較多。但是20mm/hr 以下的降雨雲就不容易分辨清楚。惟豪大雨就很明顯了。溫度低而均勻且雲頂高。至於冬季的降雨雲就不是那麼清楚，主要都是層狀雲系，下雨雲與降雨雲的亮度溫度差很減小，因此冬季的降雨主要因素是地形，而非雲系本身的熱力機制。事實上臺灣地區冬季的主要降雨地區是迎風面的基隆、宜蘭地區，雲層都不高。

若由微波資料來分析，因為微波的高頻對於小雨很敏感，因此由85GHz的PCT值來分析可以有比較清楚的結果。由圖6.所示。在冬季雖然無降雨和有降雨差別不太大，但是對於1mm/hr以上的降雨就有比較明顯的差異，因為微波對於1mm/hr以下的降雨並不夠敏感。PCT 僅降2度，但是小雨則平均降5度。SSM/I微波頻道除了85GHz外受降雨影響的情形則如表3.所示。由表3. SSM/I的22GHz 是水汽頻道，由分析顯示冬季當有微量降雨時22GHz有比其他頻道比較大的變化幅度，變化幅度也大於標準偏差，這表示水汽含量比較充沛。且散射現象不顯著。而19GHz的亮度溫度不增反而略減少。37GHz在小雨時則有明顯的上升，這與輻射傳遞方程的磨擬結果相符。19GHz則因為地面潮濕後使得地面發射率減小，19GHz受地面發射率影響

最大(王，1997)，所以雖然亮度溫度因降雨而增高卻被地面的發射率減小而抵消了。

三、結果與討論

因此夏季的降雨雲無論是颱風或是午後雨或是西南氣流所衍生的中尺度系統多屬於積雲性降雨。由GMS或微波資料來判別是否下雨，在資料內容就含有充分的訊息且頗明確。當GMS的亮度溫度在255K以下且標準偏差小於2.3K時是屬於會下雨的雲。而在冬季GMS衛星資料則不能提供充分的降雨訊息。當無其他地形或風速時必須由微波資料來協助。PCT值小於273K時且22GHz的亮度溫度大於265K時是屬於降雨雲。

結合GMS衛星資料的資訊在加上微波頻道所提供的觀測資訊。可已再提升判斷的精確度達80%。固然陸地的降雨估計在雨量站密集的臺灣地區助益並不明顯，但是此成果轉移到海上，進而在降雨發生前預估可能的降雨量則對於防災工作會有很大的幫助。

衛星的瞬間資料無法提供雲系的生命期，但是GMS衛星逐時觀測則可以提供發展的資訊，如何將此資訊數值化，將其此資料轉為模式在加上由風速資料，對於雨量估計必可大大提升的估計的精確度。

四、參考文獻

1. 王光華, 1987: 利用微波估算臺灣地區降雨量之研究, 國立中央大學大氣物理研究所博士論文
2. Crosby, David S., Ralph R. Ferraro, 1995: Estimating the Probability of Rain in an SSM/I FOV Using Logistic Regression, *Journal of Applied Meteorology*, Vol.34, 2476-2480
3. Neale, Christopher M.U., Marshall J. McFarland, Kai Chang, 1990: Land-Surface-Type Classification Using Microwave Brightness Temperature From the Special Sensor Microwave/Imager, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 28, No. 5, p829-838
4. Spencer, Roy W. and H. Michael Goodman, Robbie E. Hood, 1989: Precipitation Retrieval over Land and Ocean with the SSM/I: Identification and Characteristics of the Scattering Signal, *Journal of Atmospheric and Ocean Technology*, Vol. 6, No.2, 254-273

表1 臺灣地區GMS雲頂溫度和降雨的關係

雲頂溫度	無雨		有雨	
	個數	比例	個數	比例
<0 C	7,225	55.2	2,358	86.5
< 1	567	4.3	59	2.1
< 2	516	3.9	47	1.7
< 3	481	3.6	48	1.7
< 4	493	3.7	38	1.3
< 5	451	3.4	25	0.9
< 6	470	3.6	17	0.6
< 7	312	2.3	28	1
< 8	249	1.9	42	1.5
< 9	247	1.8	29	1.1
< 10	233	1.8	25	0.9
< 11	235	1.8	7	0.3
< 12	124	0.9	3	0.1
> 12	1,408	10.7	1	0
Total	13,011	100	2,727	100

表2 判別降雨與否的機率及比例分佈

項目	有雨閾值	準確率	項目	有雨閾值	準確率
TB22V-TB19V	<23K	70.1%	TB19V	>240K	75.8%
TB85V-TB19V	<30K	71.6%	TB22V	>256K	75.2%
TB85V-TB37V	<21K	70.9%	TB37V	>253K	74.8%
PCT85	<276	66.1%	NPD	<0.015	68.4%
Probability	>0.42	74.7%	Prob+LWC	>1	74%
LWC	>0.75	75.5%	LWC+Prob+19V+37V+22V	>3	75.5%(1996) 80.4%(1994)

表3 微波頻道在臺灣陸地不同降雨雲的統計分析(單位:K)

頻率 GHz	平均亮度溫度	微雨量時變量	小雨時變量	最大頻率TB值	微雨量時變量	小雨時變量	小雨時亮度溫度的分佈範圍
19V	267	-2.9(9.9)	-1.3(9.9)	270.4	3.6	-0.6	280.2 -- 232.2
19H	257	-4.1(18.3)	-0.3(17.6)	278	-8	-8	278.9 -- 193.8
22V	257	11.8(5.4)	12.3(5.6)	272	0.2	1.4	280.7 -- 247.3
37V	269	-1.8(6.0)	-1.5(5.8)	265	7	5.9	278.1 -- 242.2
37H	263	-2.1(12.1)	-0.3(10.8)	276	-7	1.6	276.7 -- 215.3
85V	275	-2(2.7)	-5.2(4.7)	273	-1	0	282.7 -- 255.7

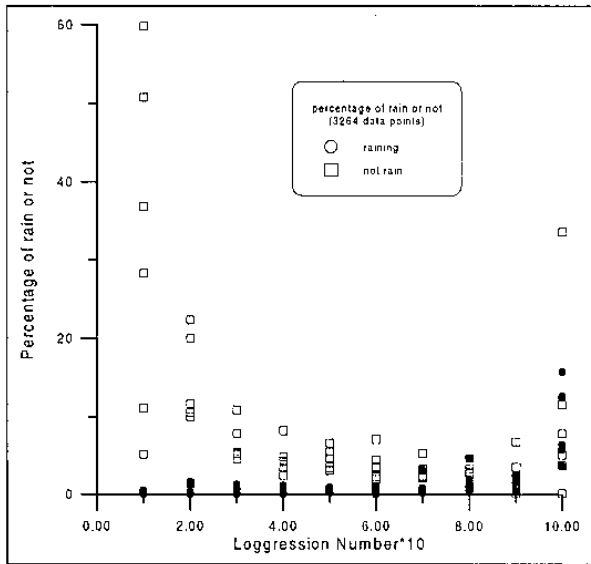


圖1.由SSM/I資料分析降雨的機率分析結果。接近0表示無降雨，接近10表示會降雨，因此估計為0附近的確無雨，但是接近10處仍然有一些無降雨的案例。

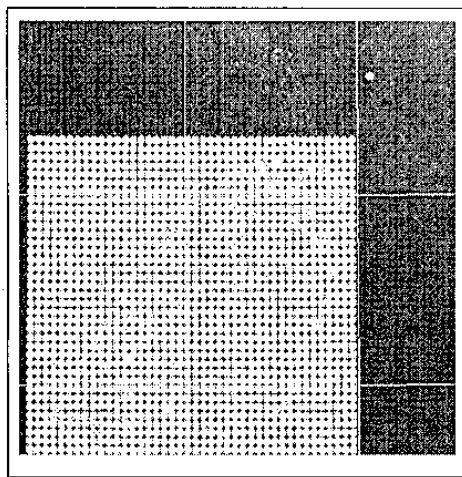


圖2. SSM/I在降雨地區與GMS畫素重合位置說明圖，每個SSM/I畫素中約有5.5個畫素。

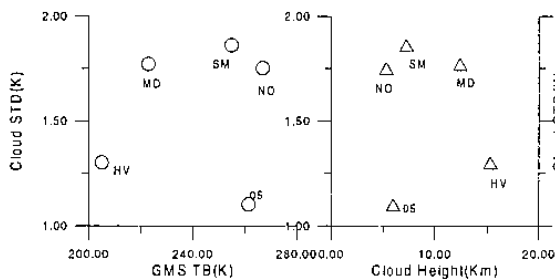


圖3. HV表示20mm/hr以上的大雨，MD表示10-20mm/hr的中雨，SM表示1-10mm/hr的小雨，OS表示未滿1mm/hr的雨跡，NO表示無雨。

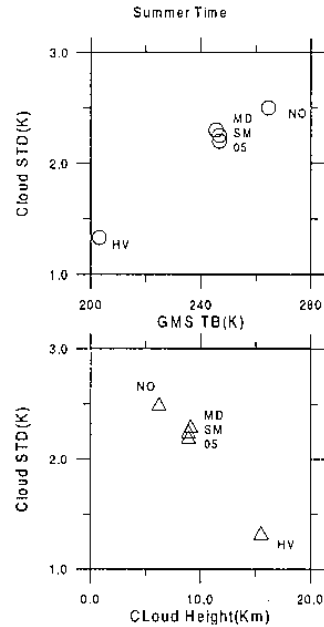


圖4. 夏季降雨雲的GMS雲特性。中雨、小雨及微量雨的TB值很接近。無雨及大雨的TB值分居兩旁。無雨的雲系分佈則比較不均勻。

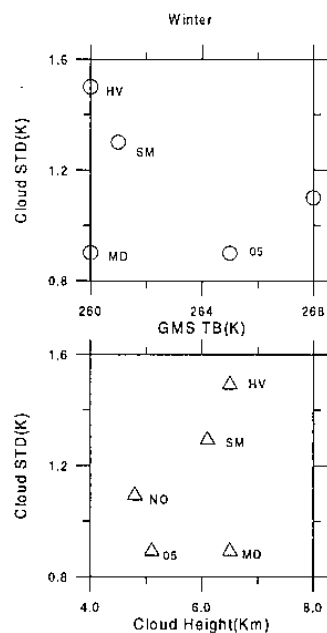


圖5. 冬季的GMS雲系資料在無雨與有雨的區別變小。雲高的差異也減小。只有大雨有比較明顯的差別。

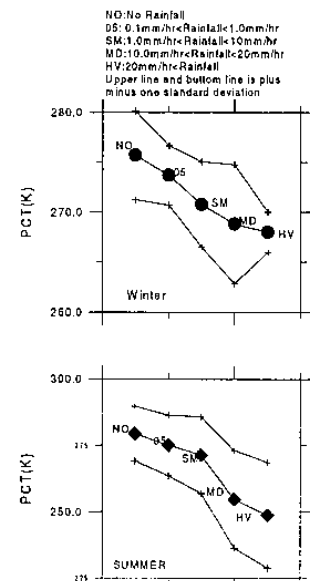


圖6.由SSM/I微波資料估算的不同降雨情形下的PCT值分佈情形。上下線分別是加減一個標準偏差的分佈，依序是無雨、微量雨、小雨、中雨、大雨的分佈。上圖是冬季，下圖是夏季。