

在台灣梅雨期間利用TRMM微波資料進行陸上降雨反演之研究

陳萬金¹ 蔡明達¹ 劉振榮² 張茂興¹

國防大學中正理工學院應用物理系¹ 國立中央大學太空遙測中心²

摘要

台灣陸地地區常受豪大雨的影響而造成嚴重的災害，而豪大雨主要由颱風、梅雨滯留鋒面或中尺度對流系統（MCSs, Mesoscale Convective Systems）所造成。本研究係使用TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 衛星上的微波資料 (TMI, TRMM Microwave Imager) 及中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS, Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors) 降雨資料，利用散射法針對台灣地區梅雨時期進行陸地降雨的研究，以求得在該時期台灣陸上的衛星估算降雨量。

本研究係利用2005年陳等人所發展在台灣陸地地區降雨反演的方程式 (LRCT, Land Rainfall Retrieval by Chen and Tsai)，進行梅雨期間陸地降雨的降雨估算，並利用台灣自動雨量觀測站的雨量為真值進行評估及驗證。此外，在本研究中也針對地形對陸地降雨估算的影響進行探討，以進一步了解地形及風場對於陸地降雨反演研究的重要性，冀能以此提昇降雨估算的準確度。

關鍵詞：梅雨、TRMM、微波、劇烈天氣監測系統、散射法

一、前言

在台灣地區每年的梅雨及颱風季節，往往會夾帶大量的雨量。對於台灣多山的島嶼地形，會造成河川及水庫的嚴重淤積而導致洪水氾濫甚至造成國土流失，對國家經濟及國土安全的影響甚巨。再加上，近年因山坡地過度開發造成水土保持不易，往往在降雨事件發生後山區上游處便會產生土石流。因此，如何改進豪大雨的預警技術，提早預警豪大雨的發生，有效減輕或避免災害性降雨所造成的損失，一直是氣象界努力的目標。

近年來，由於衛星科技的發展迅速，利用衛星微波資料於降雨研究已成為全球降雨研究不可或缺的工具。台灣四周環海，利用氣象衛星可以針對來自海上所有災害性的降雨系統進行有效的觀測及追蹤是最為簡便的方法，並可以了解降雨系統發展的過程及強度，進而提供防災防共所必要的資訊。過去，本實驗室已利用衛星微波資料進行台灣附近海域的海上降雨研究並得到不錯的成果 (Chen 和 Li, 2000; Chen 和 Li, 2002; 胡, 2002; 陳, 2004)，為延續陸地的降雨觀測及進一步了解降雨系統在陸地上發展的情形，有必要利用微波資料針對陸地降雨的特性及反演進行研究。

目前，台灣地區對於陸上降雨的觀測及研究，以台灣陸上自動雨量觀測網及雷達觀測站為主。然而，在全台自動雨量觀測網中，山區的雨量觀測站分佈較為稀疏；此外，陸基雷達觀測站大都建置於海邊，對於山區降雨的觀測易受山區地形的影響而出現降水觀測上的死角。以氣象局五分山、七股、墾丁及花蓮等四個雷達站，所構成的台灣陸地雷達觀測網中，位於台灣中部山區及東部的花東地區，其雷達波束距離地面之高度大多超過 3 公里以上，明顯為雷達觀測上的

死角，不利於雷達在定量降水估算上的運用 (張等人, 2004)。故利用氣象衛星由上而下觀測的特性，可有效的消除雷達降水觀測之死角，以彌補目前山區降雨資料不足的缺失。本研究主要的目的是使用TRMM/TMI的微波資料利用散射指數法，進行陸地梅雨降雨反演的研究，並以中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS) 的雨量資料，探討衛星估算陸上降雨的特徵，以提升衛星微波資料對於陸上降雨的精準度。

利用衛星遙測技術進行地表降雨的觀測及研究，在過去以可見光及紅外線波段進行降雨觀測，礙於其波段無法穿透雲層，因此，只能間接利用雲頂的觀測資料進行降雨的估算 (曾, 1988) 然而，對於微波頻道而言是可以直接穿透雲層並對雲層下的降雨進行觀測。微波係指電磁波波長介於 0.1 至 100 cm (0.3 至 300 GHz) 的波段。以衛星遙測到的微波輻射包含了地表及大氣向上輻射等兩貢獻項，利用降雨雲中雨滴及冰晶在微波傳送過程中，所發生發射 (emission)、吸收 (absorption)、與散射 (scattering) 的作用，使衛星上被動微波輻射儀天線可以偵測到因降雨所產生的微波輻射強度變化，以用來量度雲層下表面降雨強度，及分析降雨系統的特性 (曾, 1988; Liou, 2002)。不同波段的微波頻道對於大氣中雨滴及冰晶會有不同的交互作用，充分的了解各波段的特性將有利於陸地降雨的研究。

Spencer等人 (1989) 以 Mie 理論為基礎，降雨粒徑的分佈以 Marshall - Palmer 雨徑譜作為假設，利用 SSM/I 微波頻道中三個不同頻率分別為 19.35、37、85.5 GHz 對降雨觀測所得的之 Mie 容積散射係數、吸收係數及單一散射反照率經由實驗的結果可歸納為：冰粒子對微波輻射的能量只有散射而沒有吸收作用；而液態水同時具有散射及吸收的作用，但主要是由吸收機制所支配。散射與吸收係數會隨著頻率及降雨量的增加而上升。此外，Wu 和 Weinman

(1984) 分別以 18、37、85.6 GHz 不同頻率探討亮度溫度與降雨量之間的關係，由實驗中顯示不管任何頻道，在陸地上其亮度溫度皆隨著降雨量的增加而降低。在低頻(18 GHz) 部份下降的幅度只有 20 K 左右，而在高頻(85.6 GHz) 卻可達到快接近 200 K。

對於陸地降雨反演的研究以散射法為主(Wilheit等人, 2003)，依據各地區地表的屬性及大氣條件，以經驗法進行降雨公式的反演並估算地面降雨量。在輻射傳遞的過程中，輻射能量會受到大氣中結冰層以上的冰含量及結冰層以下較大的雨滴散射作用的影響，而使得亮度溫度隨降低。因此，當所觀測的溫度愈低，代表散射的的水晶粒子(對流發展愈高)及大雨滴的含量愈多，相對應於地面的降雨量也會愈大。換言之，散射法是藉由觀測冰晶粒子、大雨滴的水象資料間接估算地面降雨，因此減低了暖背景的輻射量的作用，尤其是強降水使得凍結高度層以上的冰晶層厚度增加時，高頻微波亮度溫度反應更為顯著，對於陸地或海面降水反演均可使用。

本研究利用Grody於1991所發展的散射指數法(SI, Scattering Index)針對台灣陸上地區進行降雨反演估算。Grody在1991年利用SSM/I的多頻道微波輻射資料，其微波頻道分別有19.35、22.23、37.0、85.5GHz等四個，除了22.23GHz只有單一的垂直極化頻道，其他三個頻道皆有垂直及水平極化的頻道，為簡化起見，以下分別以Tb19V、Tb22V、Tb37V、Tb85V代表19.35、22.23、37.0、85.5GHz垂直極化頻道的亮度溫度，而水平極化則將“V”改為“H”。針對各頻道對降雨區與降雪區等不同類型地表進行研究。發現對於降雨區及有雪覆蓋的地區其Tb22V會大於Tb85V，並歸納乾雪地表、沙漠及降雨區為散射物質(scattering material)。反之則為吸收物質(absorbing material)，如融雪地表等。對於降雨散射指數SI的定義 $SI = [A_1 + A_2(Tb19V) + A_3(Tb22V) + A_4(Tb22V)^2] - Tb85V$ ，在無散射的大氣條件下，即 $[A_1 + A_2(Tb19V) + A_3(Tb22V) + A_4(Tb22V)^2] = Tb85V$ 。若大氣中含有冰粒子或較大的水滴存在時則會因散射作用造成Tb85V的亮度溫度降低，進而使得SI會大。當雲雨系統發展愈高大氣中冰粒子或大水滴的含量也會相應的增加，其SI的值也隨之增大。因此，可以藉由SI的值間接的得到地面降雨。

Ferraro等人(1994)依據Grody(1991)所發展的散射指數法，進行全球陸地降雨的研究。並定義陸地降雨的散射指數(SIL, Scattering Index over Land)方程式為：

$$SIL = 451.9 - 0.44(Tb19V) - 1.775(Tb22V) + 0.00575(Tb22V)^2 - Tb85V$$

此外，Ferraro和Marks(1995)利用美、英、日等國的陸基雷達的資料，建立陸地散射指數(SIL)與地面降雨量(RR, Rain Rate)的關係式為：

$$RR(\text{mm/hr}) = 0.00513(SIL^{1.9468})$$

在文中將利用2005年陳等人所發展在台灣陸地地區降雨反演的方程式(LRCT, Land Rainfall Retrieval by Chen and Tsai)，並使用TRMM/TMI的微波資料，進行梅雨期間陸

地降雨的降雨估算，並利用中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS, Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors)的雨量資料為真值進行評估及驗證，以提升台灣陸地降雨的反演的準確度。

二、資料蒐集及處理

研究範圍為北緯：21.5°~25.5°N，東經：120°~122°E其範圍包含了台灣本島及其附近的海域，所蒐集的觀測資料為2005年五、六月份梅雨期間TRMM衛星通過台灣上空的TMI微波資料及當時中央氣象局劇烈天氣監測系統的雨量資料。同時也由GOES-9衛星雲圖了解梅雨鋒面的移動及變化情形。因此，有關資料蒐集可包括二大部分：1、衛星資料，2、陸地上雨量觀測站資料。其次，有關資料處理部份，將蒐集的衛星資料及地面觀測資料內差到研究區中的網格點中，以利於陸地降雨的研究。

(一) 資料蒐集

1、衛星資料

(1) TRMM/TMI 微波資料

TRMM衛星自1997年11月27日由美、日合作發射後，其任務為對地球南北緯40度間的熱帶區域作降雨觀測。觀測資料可用來研究如聖嬰現象等氣候異常的原因，並可改進全球環境變遷模式的降雨物理機制，及研究熱帶降雨系統動力與熱力變化的過程。其軌道高度在2001年八月之前為350km，以35度傾角、周期約92分鐘繞地球運轉，進行預計為期三年的熱帶地區降雨觀測。在2001年八月之後為延長其任務壽命，衛星高度已提高到402km。所搭載的TMI屬被動式微波輻射儀，是用來觀測熱帶地區降雨的利器之一。

其他觀測降雨的儀器還有全世界第一具衛星搭載的主動式降雨雷達(PR, Precipitation Radar)，可見光與紅外線探測儀、輻射能量收支儀(CERES, Clouds and the Earth Radiant Energy System)、閃電觀測儀(LIS, Lightning Imaging Sensor)等設備。圖1為TRMM衛星上不同星載觀測儀器的掃描方式及其解析度(Kummerow等人,1998)。

TMI改良自美國DMSP衛星SSM/I，具有目前作業用氣象衛星微波輻射儀器中，最好的資料解析度。在頻道設計方面，增加了10.7GHz頻道，並因應熱帶地區降雨特性，將原22.235GHz頻率改為21.3GHz，故其九個微波探測頻道，所使用的是10.7、19.4、21.3、37與85.5GHz五個微波波段，其中除了21.3GHz僅有垂直線性極化外，其餘均有垂直與水平極化的頻道。為簡化起見，以下分別以Tb10V、Tb19V、Tb21V、Tb37V、Tb85V垂直極化頻道的亮度溫度，而水平極化則將“V”改為“H”。

本研究所使用的TMI資料為Level-1B11資料，經過輻射校正與幾何定位後的微波亮度溫度資料，解析度為

10 km。本研究所使用的波段分別為 Tb19V、Tb21V 及 Tb85V 等三個微波頻道的亮度溫度。在 TRMM 衛星的觀測資料中，以 2005 年五、六月梅雨期間台灣地區降雨為個案。透過 GOES-9 衛星雲圖掌握梅雨鋒面在台灣陸地的最佳時間，並蒐集 TMI 各微波頻道的亮度溫度資料來進行陸上降雨反演之研究。所蒐集的資料如表 1 所示，共計 22 筆。

(2) GOES-9 衛星資料

GOES-9 地球同步衛星位於東經 155 度的赤道上空，距離地面約 35,800 公里。隨著地球的自轉而同步運行，相對於地面是靜止不動的。自 2003 年 5 月 22 日起，GOES-9 替代 GMS-5 於西太平洋上空運作，並為本地區提供守視衛星圖像。因此，可以 24 小時不斷監視西太平洋地區上空的雲層。其圖像動畫能令觀者清楚掌握雲團的移動及變化。由一連串的衛星雲圖中可以判斷整體梅雨鋒面的雲團的移動是由西南往東北方向前進，圖 2 為六月梅雨鋒面系統在台灣上空的衛星雲圖，其時間分別為 2005 年六月 13 日 03:00。

2、地面雨量資料

本研究之地面降雨驗證資料，係採用中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS; Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors) 的 10 分鐘降雨資料。該資料由中央氣象局、經濟部水利署及美國劇烈風暴實驗室 (National Severe Storm Laboratory; NSSL) 在 2002 年共同進行開發多重觀測工具之定量降雨估計與分類技術，有效利用氣象雷達、衛星及地面雨量觀測站等觀測資料以準確估計降雨型態及降雨強度，並透過分析技術的開發，以雷達定量降水技術與後端的產品顯示為發展目標，以提昇對於台灣地區劇烈或突變天氣發生之監測、分析與預警能力。

在該資料的蒐集方面，以衛星通過台灣上空的時間為基準前後各取 60 分鐘的 10 分鐘的降雨資料，以作為衛星在陸地降雨反演的驗證資料。故每筆 TRMM/TMI 微波資料所對應的 QPESUMS 10 分鐘雨量資料共計有 12 筆。

(二) 資料處理

本研究以台灣本島的陸地降雨為主，其研究範圍為北緯：21.5°~25.5°N，東經：120°~122°E。因為所使用的資料包括：衛星觀測資料、地面雨量資料等不同性質及解析度的參考資料。因此，在此範圍中規劃 0.1°*0.1° 的網格坐標，並將上述的資料內插到台灣地區的網格坐標中，以利日後資料的處理。其涵蓋範圍包括台灣本島及其附近的海域。

在本研究區中規劃 0.1°*0.1° 的網格坐標點共計有 861 個，經由分類將本研究區域的地表區分成三類：陸上區域計有 217 個點 (紅色部份)、海岸區域計有 157 個點 (灰色部份)、海上區域計有 487 個點 (藍色部份)，如圖 3 所示。經由地表屬性的分類之後，陸上區域部份其放射率就不會受到海上放射率的干擾，而模糊了陸地雨區的辨識。本研究將針對紅色陸地部份 (217 點) 進行陸上降雨反演的研究。

三、陸地降雨反演與成果分析

(一) 陸地降雨反演

本研究將利用 2005 年陳等人所發展在台灣陸地地區降雨反演 LRCT 的方程式，進行梅雨期間陸地降雨的降雨估算。首先，使用 TRMM/TMI 的微波資料求得散射指數 (SIL)，以 TRMM/TMI 微波資料中 Tb19V、Tb21V 及 Tb85V 等三個微波頻道，利用散射指數方程：

$$SIL = (220.878 - 0.747(Tb19V) + 0.554(Tb21V) + 0.00147(Tb22V)^2) - Tb85V。$$

其次，扣除台灣地區散射指數法的降雨閾值 (8K)，之後，將大於 8K 之 SIL 值帶入以下的降雨反演方程式，即可求得台灣陸地的衛星估算降雨量

$$RR(\text{mm/hr}) = 0.126 SIL^{1.239}。$$

應用以上台灣陸地地區降雨反演 LRCT 的方法，即可估算出 2005 年五六月梅雨期間台灣陸地的降雨量。

(二) 成果分析

將上述衛星微波資料估算台灣陸地降雨的成果，並以 QPESUMS 系統 10 分鐘的雨量資料進行驗證。在 5 月份共蒐集 11 個個案有效樣本數為 1339 筆，而 5 月份共蒐集 11 個個案有效樣本數為 1939 筆。其統計分析的結果如下。

表 2 及圖 4 為 QPESUMS 系統每 10 分鐘的雨量與衛星估算降雨量二者之間的均方根偏差的結果，由圖中二者之間的差異可以發現，最大的差異值出現在圖中的二側，離衛星通過時間愈久則其 RMS 的值差異愈大；而相反在愈接近衛星通過的時間其 RMS 的值差異則愈小。在五月中二者降雨量差異最小的值發生在衛星通過台灣上空後 10 分鐘的時間，其 RMS 為 6.72 mm/hr。而最大的差異值則發生在衛星通過台灣上空之前的 50 分鐘時間，其 RMS 為 8.9 mm/hr。在六月中則最小差異值發生在衛星通過台灣上空的時間，其 RMS 為 5.86 mm/hr。而最大的差異值則發生在衛星通過台灣上空之前的 40 分鐘時間，其 RMS 為 7.42 mm/hr。

其次為相關係數的比較，其結果為表 2 及圖 5 所示。由此可知 QPESUMS 系統每 10 分鐘的雨量與衛星估算降雨量二者之間的相關係數，與上述 RMS 的差異一致，離衛星通過時間愈久則其相關性愈差；相反在愈接近衛星通過的時間則其相關性愈好。在五月中相關係數的最大值，發生在衛星通過台灣上空後 10 分鐘的時間，其值為 0.6。而最小值則發生在衛星通過台灣上空之前的 60 分鐘時間，其值為 0.19。在六月中相關係數的最大值，發生在衛星通過

台灣上空的時間，其值為0.6。而最小值則發生在衛星通過台灣上空之後的50分鐘時間，其值為0.45。

此外，在本研究中也發現SIL值會隨著降雨系統發展的強度增大而變強，而地面的降雨觀測量除了與降雨系統的強度有關之外，也會隨著地形的高低起伏及當時風場方向而有不同的降雨分佈。由研究中發現在地形的迎風面上衛星估算的雨量值有明顯的低估而背風面的卻有高估的情形。圖6為2005年六月13日 04:16 UTC 時 TRMM 衛星通過台灣地區的雨量分佈圖。其左圖為當時QPESUMS的雨量分佈圖，中間的圖則為衛星微波資料所反演之台灣陸地上之雨量分佈圖，而右圖則為二者差異的雨量分佈圖。從右圖中發現在阿里山山區的西南面一直往北延伸至台中地區，衛星所估算的降雨量有低估的情形。

為進一步探討地面降雨觀測量與衛星估算降雨量的關係，在此一個案中我們將衛星通過台灣陸地上空之前後各40分鐘二者雨量差的分佈圖進行分析，如圖7所示。在圖7中(A)-(H)分別代表不同時間雨量差的雨量分佈圖，從整個雨量差的變化趨勢，可看出衛星低估的區域由南逐漸向北擴張且有加大的趨勢，但始終在中央山脈以西的區域而在中央山脈以東及北部地區衛星所估算的降雨量大部分都呈現高估的情形。

四、結論與未來發展

本研究中利用中央氣象局劇烈天氣監測系統QPESUMS 10分鐘的降雨資料，進行衛星降雨量估算的驗證。發現不論是均方根偏差或是相關係數計算。二者的降雨資料對於離衛星通過時間愈久則其RMS的值差異愈大且相關性愈差；而相反在愈接近衛星通過的時間其RMS的值差異則愈小且相關性愈好。此外，在本研究中也發現在地形的迎風坡衛星有低估的情況而在背風坡則呈現高估的情況，利用10分鐘時間解析度的雨量資料進行比較分析也呈現相同的情況。由此可知，未來對於使用衛星微波資料進行陸地上的降雨估算，必須考量地形及地面風場的變數，方能提升地面降雨估算的精度。

致謝

本研究得以完成，感謝中央氣象局衛星氣象中心提供的衛星雲圖及其相關資料。

參考文獻

胡仁基，"AMSU微波頻道反演海上定量降水之研究"，碩士論文，國防大學中正理工學院，桃園大溪，2002。
陳永強，"利用 AMSU 微波頻道資料估算颱風定量降水"，碩士論文，國防大學中正理工學院，桃園大溪，2004。
張保亮、丘台光、王碧霞、林品芳，2004：網連雷達雜波統計分析。大氣科學，32，57-71。

曾忠一，大氣衛星遙測學，渤海堂文化事業公司，臺北 630頁，1988。

Chen Wann-Jin and C. C. Li, 2000: "Oceanic rain rate retrievals using TRMM Microwave Imager multi-channel brightness temperatures obtained during the 1998 SCSMEX", *TAO*, Vol. 11, No. 4, 765-788.

Chen Wann-Jin and C. C. Li, 2002: "Rain retrievals using Tropical Rainfall Measuring Mission and Geostationary Meteorological Satellite 5 data obtained during the SCSMEX", *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23, No. 12, 2425-2448.

Ferraro, R. R., Grody, N., and Marks, G. F., "Effects of surface conditions on rain identification using the DMSP-SSM/T", *Remote Sens. Rev.*, Vol. 11, pp. 195-209, 1994.

Ferraro, R. R., and G. F. Marks, 1995: "The development of SSM/I rain-rate retrieval algorithms using groundbased radar measurements", *J. Atmo. Ocean. Tech.*, 12(4), 755-770.

Grody, N. C., 1991: "Classification of snow cover and precipitation using the Special Sensor Microwave Imager", *J. Geophys. Res.*, Vol. 96, pp. 7423-7435.

Kummerow, C., Barnes, W., Kozi, T., Shiue, J., and Simpson, J., 1998: "The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package", *J. Atmo. Ocean. Tech.*, Vol. 15, pp. 809-817.

Liou, K. N., *An Introduction to Atmospheric Radiation*, Academic, USA, p. 583, 2002.

Spencer, R. W., Goodman, H. M., and Hood, R. E., 1989: "Precipitation Retrieval over Land and Ocean with the SSM/I: Identification and Characteristics of the Scattering signal", *J. Atmo. Ocean. Tech.*, Vol. 6, pp. 254-273.

Spencer, R. W., 1986: "A Satellite Passive 37-GHz Scattering-based Method for Measuring Oceanic Rain Rates", *J. Appl. Meteor.*, Vol. 25, pp. 754-766.

Todd, M. C., and J. O. Bailey, 1994: "Estimates of rainfall over the United Kingdom and Surrounding Seas from the SSM/I Using the Polarization Corrected Temperature Algorithm", *J. Appl. Meteor.*, Vol. 34, pp. 1254-1264.

Wu, R., and J. A. Weinman, 1984: "Microwave radiances from precipitating clouds containing aspherical ice, combined phase, and liquid hydrometeors", *J. Geophys. Res.*, 89, 7170-7178.

Wilheit, T., C. Kummerow, and R. Ferraro, 2003: "Rainfall Algorithms for AMSR-E", *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*, Vol. 41, pp. 204-214.

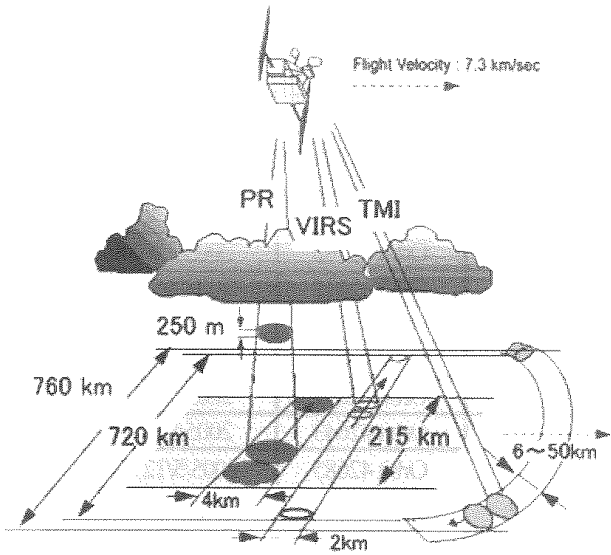


圖 1 TRMM 衛星上不同星載觀測儀器的掃描方式及其解析度。

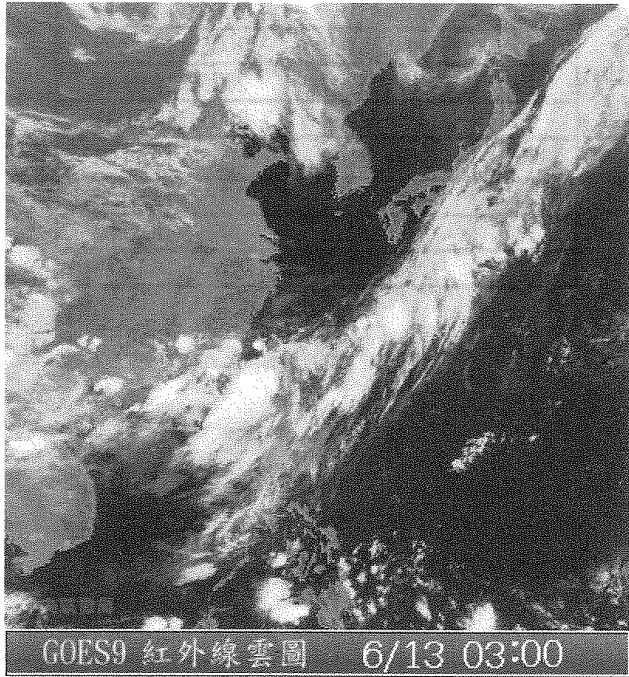


圖 2 利用 GOES9 衛星雲圖資料掌握雲團的移動及變化，以利台灣陸地降雨之研究。

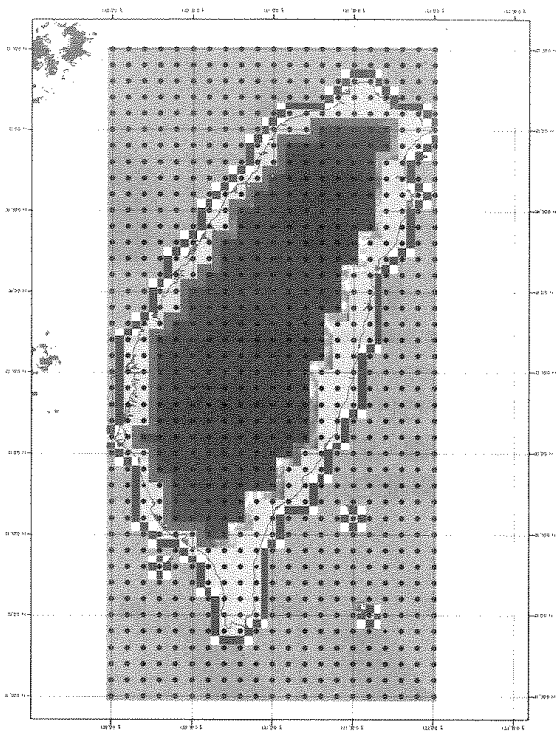


圖 3 以台灣地區為研究範圍並規畫 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 的網格坐標。在本研究區域的地表分類：紅色部份代表陸上區域計有 217 個點、灰色部份代表海岸區域計有 157 個點、藍色部份代表海上區域計有 487 個點。

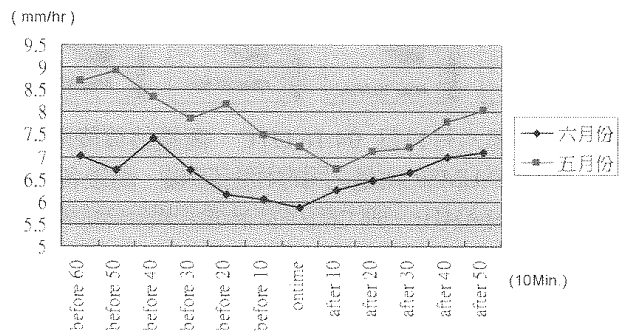


圖 4 2005 年梅雨期間衛星降雨估算量與 QPESUMS 10 Min 雨量資料二者之間的均方根偏差值。

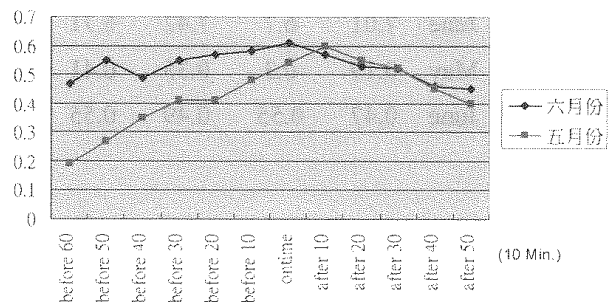


圖 5 2005 年梅雨期間衛星降雨估算量與 QPESUMS 10 Min 雨量資料二者之間的相關係數。

On time

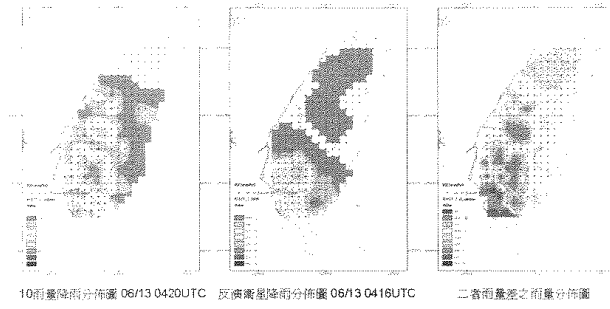


圖 6 2005年六月13日 04:16 UTC衛星通過台灣地區的雨量分佈圖。左：QPESUMS的雨量分佈圖，中：衛星降雨估算量的分佈圖，右：二者差異的雨量分佈圖

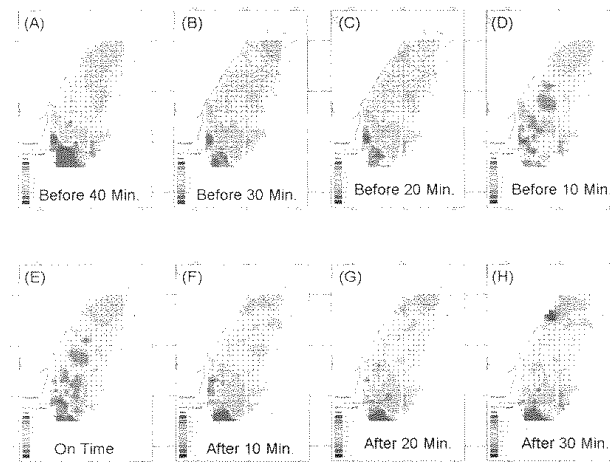


圖 7 2005年六月13日 04:16 UTC，衛星估算降雨量與QPESUMS的雨量之間的雨量差異圖，前後各40分鐘由(A)-(H)分別代表當時的雨量差異分佈結果。

表 1 五、六月梅雨期間本研究所蒐集TMI微波資料之軌道號碼及其時間

項次	軌道號碼	日期時間 (UTC)
1	Orbit 42532	2005/5/2 18:42
2	Orbit 42582	2005/5/6 00:05
3	Orbit 42612	2005/5/7 22:13
4	Orbit 42624	2005/5/8 16:23
5	Orbit 42628	2005/5/8 22:55
6	Orbit 42639	2005/5/9 15:27
7	Orbit 42643	2005/5/9 21:59
8	Orbit 42685	2005/5/12 14:19
9	Orbit 42689	2005/5/12 20:51
10	Orbit 42704	2005/5/13 19:55
11	Orbit 42719	2005/5/14 18:59
12	Orbit 43158	2005/6/11 22:39
13	Orbit 43162	2005/6/12 05:12
14	Orbit 43173	2005/6/12 21:44
15	Orbit 43177	2005/6/13 04:16
16	Orbit 43188	2005/6/13 20:48
17	Orbit 43192	2005/6/14 03:20
18	Orbit 43204	2005/6/14 21:31
19	Orbit 43208	2005/6/15 04:03
20	Orbit 43219	2005/6/15 20:35
21	Orbit 43223	2005/6/16 03:07
22	Orbit 43234	2005/6/16 19:39

表 2 以QPESUMS的10分鐘雨量資料驗證衛星降雨反演的成果

		Before 60	Before 50	Before 40	Before 30	Before 20	Before 10	On Time	After 10	After 20	After 30	After 40	After 50
RMS	May	8.7	8.9	8.33	7.86	8.17	7.48	7.22	6.72	7.1	7.2	7.78	8.04
	June	7.01	6.7	7.42	6.71	6.15	6.05	5.86	6.25	6.5	6.6	6.98	7.09
Correlation Coefficient	May	0.19	0.3	0.35	0.41	0.41	0.48	0.54	0.6	0.55	0.52	0.45	0.4
	June	0.47	0.55	0.49	0.55	0.57	0.58	0.61	0.57	0.53	0.52	0.46	0.45