第七章　遙測科技在精準農業之應用—遙測水稻種植分布之實例

劉振榮　陳哲俊　林唐煌
國立中央大學太空及遙測研究中心

摘要 ---------- 80
壹、前言 ---------- 80
貳、發展精準農業體系之問題分析 ---------- 81
參、發展精準農業體系之建議 ---------- 88
肆、結語 ---------- 88
伍、引用文獻 ---------- 91
英文摘要(ABSTRACT) ---------- 92

第七章 遙測科技在精準農業之應用—遙測水稻種植分布之實例

劉振榮 陳哲俊 林唐煌
國立中央大學太空及遙測研究中心

摘 要

整合各類之遙測資料，以利衛星遙測技術在農作物、環境變遷及天然災害等相關應用研究之發展已成爲下一世紀之趨勢。在農業上傳統的農作物面積及產量的測量方法不但耗費頗大且不具時效，尤其是台灣地區面積狹小、地形和地物複雜，傳統測量方法更是困難重重。因此，在講求精準農業的現今，遙測技術在計算農作物種植面積及產量上的應用研究，已是刻不容緩，亦爲我國遙測技術應用研究發展的重要方向之一。而水稻是台灣最主要的農作物，對於種植面積及產量估算等工作，尚需人工判識，頗爲耗時耗力，如能利用衛星觀測，則可輕鬆而有效率的完成。本研究之主要目的即在發展利用衛星觀測資料估算水稻種植面積之模式，以供台灣地區計算水稻種植面積及產量預估之應用。

關鍵詞：衛星遙測、精準農業、水稻種植面積。

壹、前 言

衛星資料具有觀測時間短、觀測範圍大、觀測資料一致性佳及密集的觀測週期等優點，已廣泛地應用於農業、林業、地質、海洋、空氣品質及全球環境變遷等方面。目前美國、加拿大、澳洲等先進國家均已結合遙測、航測與資訊技術於農業應用上，未來勢必成爲主流趨勢。尤其未來我國如加入世界貿易組織(WTO)，爲提升農業上的競爭力，尤應朝高科技方向發展。

水稻是台灣首要的農作物之一，因此對於其相關的應用研究更顯得非常重要。以往國內對於水稻種植的調查，完全利用林務局所拍攝之航空照片經人工判識，製作成 50 公尺地面解析之數位檔案，並以此估算台灣地區水稻種植之面積。以台灣的農作面積，平均一期約需製作 6500 張航空照片，判識工作則需 30 人(陳哲俊等，1989)，所花費的人力物力甚鉅。若能利用遙測資料(衛星或空載)判識，不但節省人力物力，最重要的是具時效性及資料的一致性。有鑑於此，本研究嘗試建立利用衛星觀測資料計算台灣地區水稻種植面積之常規程序及應用模式，期能提供一快速而準確之計算模式供相關單位研究參考與使用。

在利用衛星觀測資料計算水稻種植面積之前有幾個重要步驟必須完成。第一

為水稻生長週期光譜反應資料之建立，因為水稻在不同的生長期所反應出來的光譜特性差異頗大。再者需具備有分辨水稻與其他地表覆蓋物之能力，以避免誤判。而另一個重要的步驟便是衛星觀測資料的大氣校正，雖然衛星的觀測頻道已盡量選擇所謂的窗區頻道，但還是無法避免大氣的影響，尤其是可見光頻道受空氣分子及氣溶膠的散射影響更是不可忽略。大氣的影響常常使地表的資訊模糊化，而提昇了地表物在辨識上的困難度及誤差，故衛星觀測資料的大氣校正是絕對重要且必要的的步驟，而大氣校正模式之準確度，亦將為影響研究結果之重要關鍵因素之一。因此，本研究除了建立水稻種植面積的計算模式外，在衛星資料的大氣校正方面亦持續的深入研究及改進，期能擴充衛星資料之應用範圍並發揮衛星遙測之最大效能。

貳、研究方法及步驟

由於水稻在不同生長期的光譜反應差異頗大，以及水稻區域並非理想的蘭氏面(Lambertian surface)和衛星觀測時幾何條件的變化等因素，使得水稻種植地區所反應的輻射強度將隨時間地點的不同而有所變化。若直接使用衛星衛所觀測之輻射強度值作為判識是否為水稻像元(pixel)，會有較大的誤判產生。因此，本研究將利用水稻之反射率作為判識水稻像元的基礎，此外亦將不同觀測幾何的多時衛星資料予以正規化，期能將誤判的機率減至最低。

台灣地區面積狹小，農作種植及土地利用較為精密，在衛星遙測資料之應用上需具備較高的地面解析力。目前台灣地區所能取得最佳之地面解析的衛星資料為SPOT 全波段(Pan; 510~730 nm)影像資料，具 10 公尺的解析力，但此頻道並未涵蓋植被特性光譜反應之最佳波段-紅光，無法有效地應用於水稻種植面積的遙測。而SPOT 彩色影像資料雖僅具 20 公尺的地面解析力，若配合全波段 10 公尺的解析力，可獲得 12.5 公尺的地面解析，且其三個觀測頻道中亦涵蓋紅光波段，非常適合於遙測植被光譜使用。因此，本研究將使用SPOT 彩色影像資料估算北台灣地區水稻種植面積。

一、水稻動態光譜特性之分析

台灣地區水稻的耕作每年約分為兩期，每一期又可概分為五個階段，即插秧、最高分蘗、抽穗開花、糊熟及收穫等五個時期，以 1994 年桃園縣為例，依前台灣省糧食局所提供的每個階段生長時間如表 2.1 所示。

表 2.1　1994 桃園縣稻作生長週期時間表。

期作	開始	盛期	結束
一期稻作			
插秧	3/05	3/10 ~ 3/21	3/28
最高分蘗	5/04	5/06 ~ 5/08	5/12
抽穗開花	6/15	6/20 ~ 6/25	6/28
糊熟	6/25	6/30 ~ 7/10	7/15
收穫	7/02	7/15 ~ 7/24	7/28
二期稻作			
插秧	7/25	7/30 ~ 8/05	8/10
最高分蘗	9/10	9/14	9/20
抽穗開花	10/15	10/18 ~ 10/22	10/25
糊熟	11/13	11/16 ~ 11/20	11/28
收穫	11/22	11/25 ~ 11/29	12/05

為瞭解水稻在各生長週期實際的光譜反應特性，本研究亦曾於 1992 年利用可攜式光譜儀(SE590)配合標準反射板之使用，在水稻生長的各個階段進行實地之量測，以獲得水稻各生長期之反射率。由於 SE590 觀測的波段範圍包括 SPOT 的三個遙測頻道，為配合 SPOT 的觀測資料使用，將 SE590 觀測資料擷取出 SPOT 三波段的光譜反射資料，其結果如表 2.2 所示(周，1993)。由表中可看出 SPOT 第一、第二波段的反射率變化不大，但第三波段則有相當大的變化情形產生，這也是在先前所提及的植被在紅光波段具有非常明顯的反射特性。此外，從表中亦可發現水稻在前兩階段，即插秧和最高分蘖期，XS3 頻道之反射率有相當明顯的變化情形。因此，本研究採用水稻生長期前兩階段的資料作為預估模式之應用研究，以達成預估水稻種植面積之目標。

表 2.2 水稻在 SPOT 三個遙測頻道的反射率隨生長週期之變化情形(周志平，1993)。

水稻生長階段	XS1	XS2	XS3
插秧	.0828	.0894	.171
最高分蘖	.0475	.0285	.460
抽穗開花	.0460	.0307	.410
糊熟	.0425	.0427	.303
收穫	.0499	.0463	.332

註: XS1 為 SPOT 第一波段，500 ~ 590 nm; XS2 為 SPOT 第二波段，610 ~ 680 nm；XS3 為 SPOT 第三波段，790 ~ 890 nm。

二、衛星影像資料正規化

對於不同時間的衛星影像觀測資料，會因不同的大氣狀況及衛星觀測幾何等因素，而有所變化。為使衛星資料能真實地反應地表的特性，影像資料正規化(Normalization)的步驟是必要的，尤其在利用多時的影像資料。本研究之主要目標物為水稻，因此配合水稻生長週期的特性，設定影像正規化的處理步驟，主要原理是應用水稻生長期前兩階段的反射資料，配合影像中不變之地表覆蓋物，利用線性回歸以完成影像之正規化。為避免正規化過程中有外差的現象產生，在選擇不變的地表物時，分別挑選了高、中、低三種具代表性的物體，高反射率之地物—主要以裸露地為主，中反射率之地物—主要以都市地區為主，低反射率之地物—則以水體地區為主。整個正規化的步驟如圖 2.1 所示(周，1997)。

本研究使用 1993 年 SPOT 的多時影像資料，其中插秧期為 7 月 29 日，最高分蘖期為 9 月 17 日，以最高分蘖期的影像為參考影像，進行線性回歸分析。結果如圖 2.2 至圖 2.4 所示，分別代表 SPOT 第一、二、三頻道的分析結果，圖中顯示了良好的線性關係，因此本研究將採用線性之正規化轉換模式，而其正規化之線性轉換係數則如表 2.3 所列。

三、水稻種植面積之計算

在利用 SPOT 資料估算水稻種植面積之步驟中，首先需將影像中正確之水稻種植地區的像元萃取出，經統計分析所獲得水稻之特性資料後，應用於大範圍面積之估算。在 SPOT 衛星影像選取水稻像元的過程中，本研究使用糧食局水稻分布圖及地籍圖資料兩種輔助資料，以減少誤差的產生。糧食局水稻分布圖為前台灣省糧食局針對台灣地區兩個生長期進行航空照片

的拍攝，經人工判識的方式，以百分之五十的面積為判識標準，所獲得的水稻種植面積的數位資料，地面解析為 50 公尺，如圖 2.5 所示。另一輔助資料則是桃園地區的地籍圖資料，此資料為向量形式，比對五千分之一基本圖存取，包括農地編號、地號及段號，本研究僅用到農地之資訊，即農地與非農地。

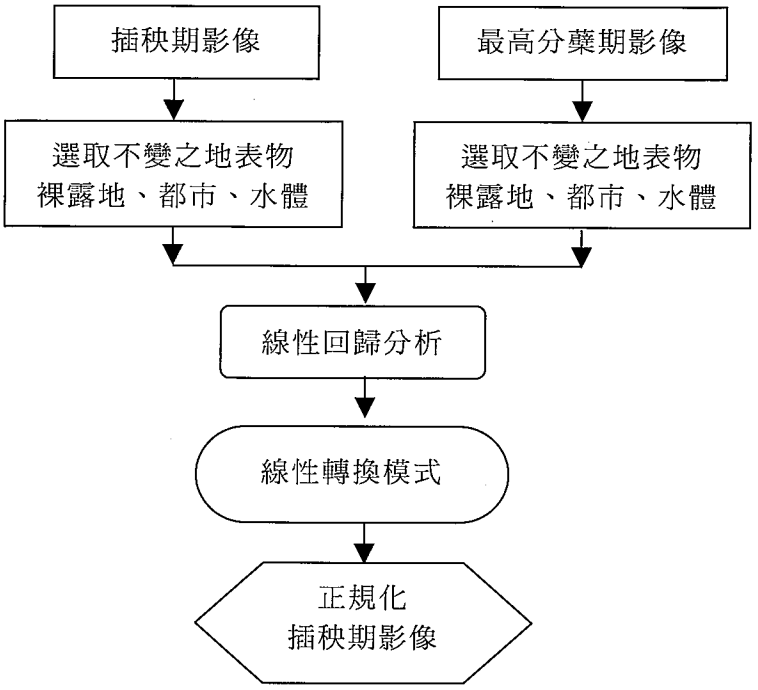


圖 2.1　多時影像正規化流程(周昶成，1997)。

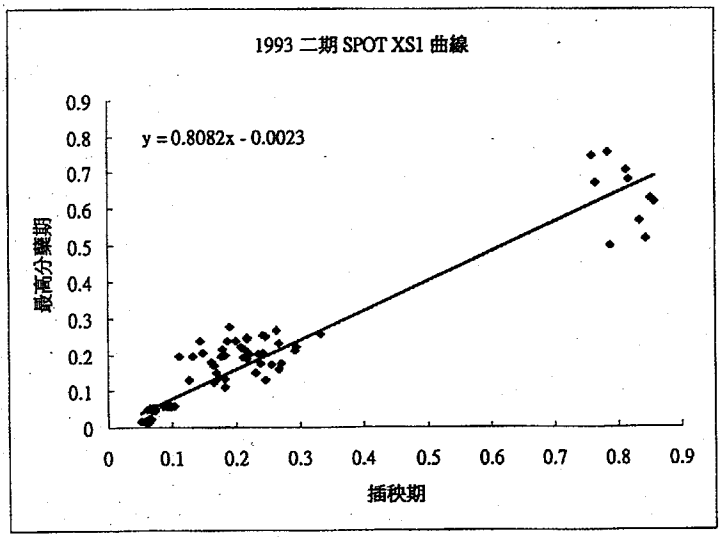


圖 2.2　1993 年桃園地區二期水稻 SPOT XS1 之正規化關係。

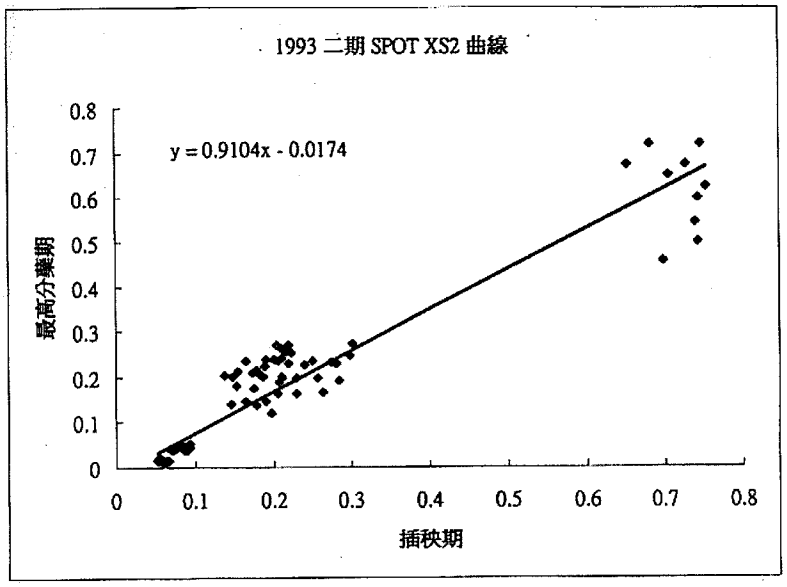


圖 2.3 1993 年桃園地區二期水稻 SPOT XS2 之正規化關係。

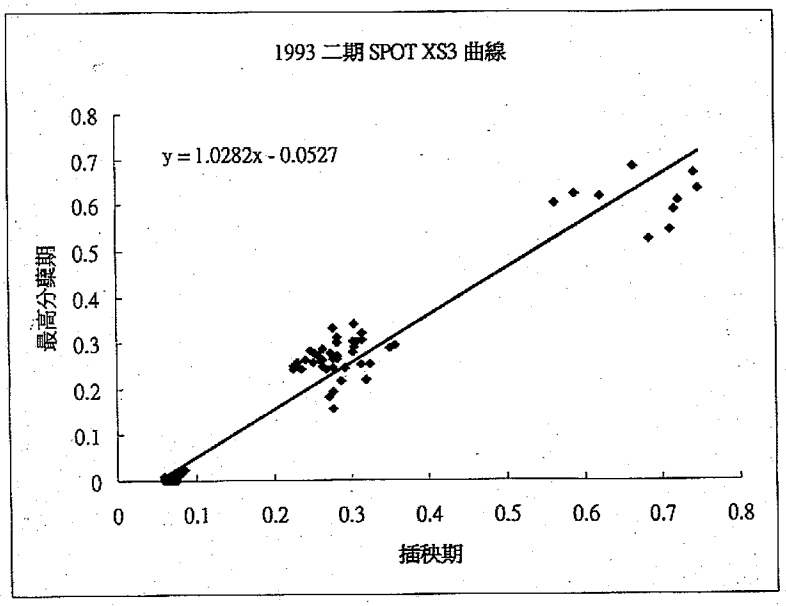


圖 2.4 1993 年桃園地區二期水稻 SPOT XS3 之正規化關係。

表 2.3　1993 年 SPOT 影像資料正規化轉換式係數(周，1997)。

Y = a X + b		
SPOT 頻道	a	b
XS1	-0.0023	0.8082
XS2	-0.0174	0.9104
XS3	-0.0527	1.0282



圖 2.5　1994 年桃園縣市地區二期水稻分布圖，其中白色代表水稻像元(糧食局)。

1.水稻像元之萃取

糧食局所提供的水稻分布圖的解析度為 50 公尺，而 SPOT 衛星影像的解析度則為 12.5 公尺，為相互配合使用，將水稻分布圖重新取樣(resmapling)成為 12.5 公尺，加上地籍圖農地資料的應用，如此便可從 SPOT 衛星影像獲得高準確度的水稻像元。

2.水稻像元之光譜特性分析

本研究選用兩張 1993 年桃園地區二期稻作的影像進行分析研究，分別為插秧期的 7 月 29 日和最高分蘗期的 9 月 17 日。首先進行影像之正規化，再配合糧食局的水稻分布圖及地籍圖資料擷取真正代表水稻的像元，對初步選取的水稻像元做多時多波段的 Isodata 非監督式分類 (unsupervised classification) ，亦即共有 6 個頻道的資料進行分類，分類結果則如表 2.4 所列(選取 5 類；周，1997)。

經過分析研判，本研究認為第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ三類為種植水稻的像元，而第Ⅰ和第Ⅴ類則為非種植水稻像元，並以其為水稻種植與否的判識標準。主要原因為: (1)糧食局水稻分布圖的解析為 50 公尺，對於 SPOT 的 12.5 公尺是不足的，所以根據分布圖所選取的水稻像元，仍有誤差的存在，需藉由其它的條件加以過濾。(2)水稻從插秧期到最高分蘗期在 SPOT 第三頻道的反射率會有明顯的增大現象。(3)即使是同一地區，相鄰農地的插秧日期也可能有數日之差異，造成同一地區水稻像元反射率值的變化較大。

表 2.4 1993 年水稻像元 Isodata 之分類結果。

類別	Ⅰ (mean)	Ⅱ (mean)	Ⅲ (mean)	Ⅳ (mean)	Ⅴ (mean)
插秧期 (反射率)	.1635	.1869	.16778	.2551	.3004
最高分蘖期(反射率)	.1670	.3412	.4295	.4078	.3557
像元數目	689	6635	5963	3992	1773
所佔百分比	3.6	34.8	31.3	21	9.3

3.水稻分布影像

在水稻類別決定後，利用平行分類法選擇兩個標準差值為水稻像元分布的範圍，即設定水稻像元反射率值之上下限，作為 SPOT 影像中水稻像元的判識標準，如此便可獲得新的水稻分布影像。圖 2.6 即為利用 SPOT 影像資料所獲得之 1993 年桃園縣二期水稻種植面積的分布情形(周，1997)。圖中所估算水稻種植的面積和糧食局計算的水稻面積頗為接近。雖然糧食局計算的水稻面積潛在最大 50%的誤差存在，但在補償作用的效應下，所估算水稻之總面積的誤差應不至於太大。而圖 2.7 (周，1997)則為整個利用 SPOT 影像資料估算水稻種植面積之步驟。

本研究再以 1994 年度資料作為測試，以評估本研究結果的準確性及適用性。首先依前述之正規化步驟處理 1994 年資料後，而在水稻像元之萃取的步驟中，則使用 1993 年所得到的水稻分布圖替代糧食局的水稻分布資料。對於所選出之水稻像元進行 Isodata 的分類工作，依分類結果訂定水稻像元之判識標準後，便可得到應用 SPOT 影像所估算的 1994 年桃園地區二期水稻的分布，如圖 2.8 所示(周，1997)。

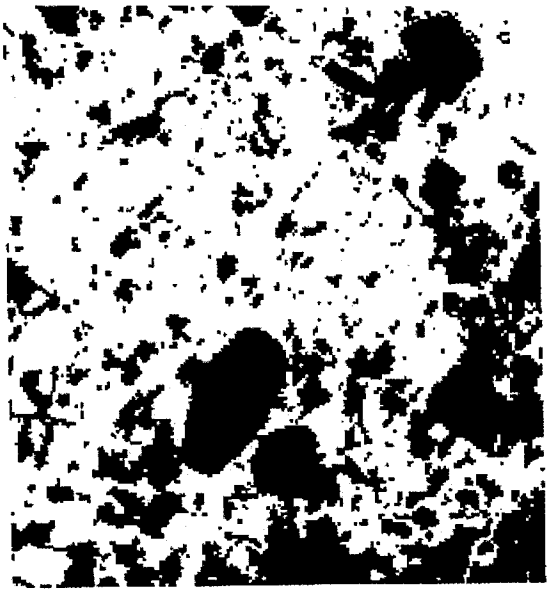


圖 2.6 應用 SPOT 衛星資料所計算 1993 年桃園地區二期水稻的分布圖，其中白色代表水稻像元。

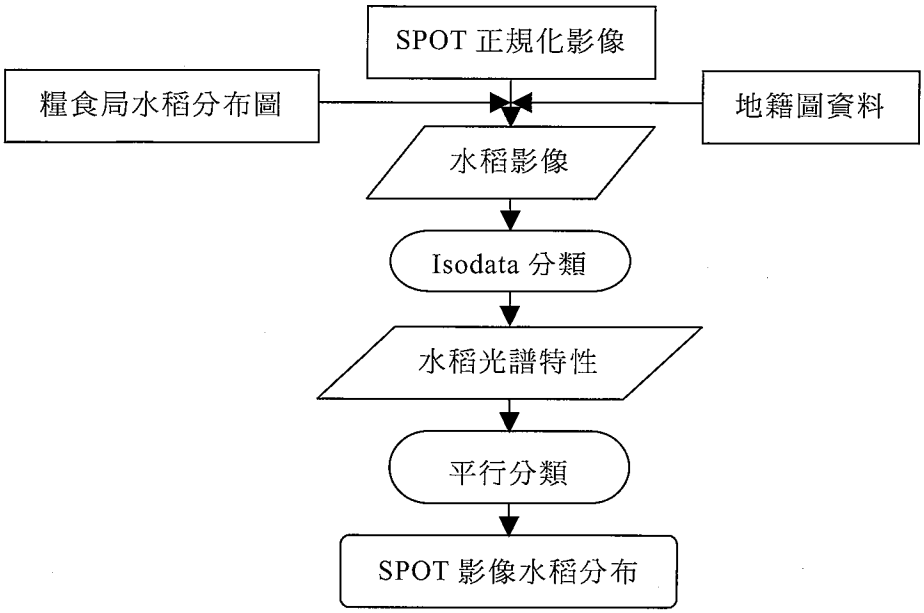


圖 2.7　利用 SPOT 影像資料估算水稻種植面積之流程。



圖 2.8　應用 SPOT 衛星資料所計算 1994 年桃園地區二期水稻的分布圖，其中白色代表水稻像元。

參、結果之比較分析

本研究利用 1993 及 1994 年 SPOT 影像資料計算桃園地區二期水稻種植面積，為瞭解研究結果之準確性，特與糧食局完成的水稻分布圖做分析比較。表 3.1 為 1993 年 SPOT 的分類結果與糧食局水稻分布比較結果，若以糧食局的資料為標準計算，則水稻種植面積估算的差異約為 11%。而表 3.2 為 1994 年 SPOT 的分類結果與糧食局水稻分布比較結果，其差異則降為 4%。主要原因為 1993 年水稻像元選取的過程是根據糧食局的資料，而 1994 年則是利用已經過本研究改善的 1993 年之水稻分布資料，因此所選擇的水稻像元具有較高的正確性。

表 3.1 1993 年 SPOT 的分類結果與糧食局水稻分布之比較(周昶成，1997)。

		SPOT 分類結果(像元數)	
		是	否
糧食局水稻分布(像元數)	是	1149	334
	否	510	555

表 3.2 1994 年 SPOT 的分類結果與糧食局水稻分布之比較(周昶成，1997)。

		SPOT 分類結果(像元數)	
		是	否
糧食局水稻分布(像元數)	是	865	504
	否	448	731

此外，在結果的比較中，對於 SPOT 認為不是水稻而糧食局認為是，或 SPOT 認為是水稻而糧食局認為不是的像元，做進一步的分析。從插秧期與最高分蘖期的兩張 SPOT 影像中，在 SPOT 認為不是而糧食局認為是水稻的像元中，大部份無法顯現出水稻生長的光譜變化特性，極有可能是裸露地，所以這一部份應該是糧食局誤判的結果。而在 SPOT 認為是而糧食局認為不是水稻的像元中，大部份的像元在插秧期的反射率都偏低，可能是水位較高所影響，但在最高分蘖期的影像上反射率已有增加的趨勢，這與水稻生長的反射率變化情形相當地符合，所以這一部份也應該是代表水稻的像元。當然還有其他情形，如在插秧期這些地區被水所覆蓋，到了水稻的最高分蘖期時長出綠色的植物，不過本研究認為，類似這樣的地區，即使有面積應該也不大。

肆、討論及建議

本研究結果顯示，利用衛星觀測資料計算水稻種植面積可行性極高。若能實際地應用，相信對於台灣地區水稻種植面積的估算及水稻產量的預估，有著莫大的助益。針對本研究之結果提出以下幾點討論:

一、傳統水稻種植面積判識工作之改進

糧食局利用航空照片經人工判識，以 50%為判識的標準，獲得 50 公尺解析之水稻分布圖，基本上已經隱含了最大 50%的誤差，且人工判識具有不客觀、時效性差及浪費人力等缺點，有改進的必要。利用衛星觀測資料計算水稻種植面積具較高的地面解析度，可將原 50 公尺改進為 12.5 公尺，可將判識的誤差減小。而在水稻的判識標準則是利用其生長週期的光譜反應特性，不但具有合理、客觀的判識標準且極佳的時效性，可改進傳統判識工作的各項缺點。未來如有更高解析的衛星資料，如 EROS、IKONOS 及 ROCSAT-2 等皆為公尺級的解析度，則應用之程度將更為精密。

二、影像正規化步驟之探討

從研究流程顯示，水稻像元的反射率

值是整個研究結果的關鍵所在，故如何從影像中求得水稻正確之反射率就成為水稻種植面積預估的一個重要步驟。基本上衛星的觀測資料必須經過大氣再傳送至衛星的感測器，因受大氣的影響故無法直接由衛星資料獲取地表的正確資訊，需將大氣的影響量去除後始能得到真實的地表資訊，大氣的影響量稱為大氣效應，而去除大氣效應的步驟則稱之為大氣校正。本研究並未對衛星影像做大氣校正，而是以正規化的步驟取代之，實際上正規化的步驟是屬於統計分析，會隨著不同的個案而有所變化。以本研究之兩個個案而言，影像正規化轉換係數的變化頗大，如表 4.1 所示。以最能反應水稻生長光譜特性的第三頻道而言，係數 b 由 1993 年的 1.0282 到 1994 年的 0.7890 約有 20% ~ 30%的變化程度，顯示具有極高的不穩定度。再者，若所取得插秧期與最高分蘖期的影像資料均在大氣效應嚴重的情況下，經正規化之影像仍無法去除大氣效應，即影像中之水稻像元受大氣影響而無法顯現其光譜反應的特性，增加水稻像元辨識上的誤差。此外，若無法同時取得插秧期與最高分蘖期的影像資料時，亦無法進行正規化之步驟。因

表 4.1　1993 年及 1994 年影像正規化轉換係數之比較。

1993 年		
Y = a + b X		
	A	b
XS1	-0.0023	0.8082
XS2	-0.0174	0.9104
XS3	-0.0527	1.0282
1994 年		
XS1	0.0575	0.7798
XS2	0.0499	0.7611
XS3	0.0488	0.7890

此，解決的根本之道還是需由影像的個別大氣校正著手，如前所述，衛星觀測資料的大氣校正在任何的遙測應用上是絕對重要且必要的的步驟。故在後續的研究中，對於衛星遙測資料的大氣校正方面將做進一步的深入探討，期能擴充衛星資料之應用範圍並發揮衛星遙測之最大效能。

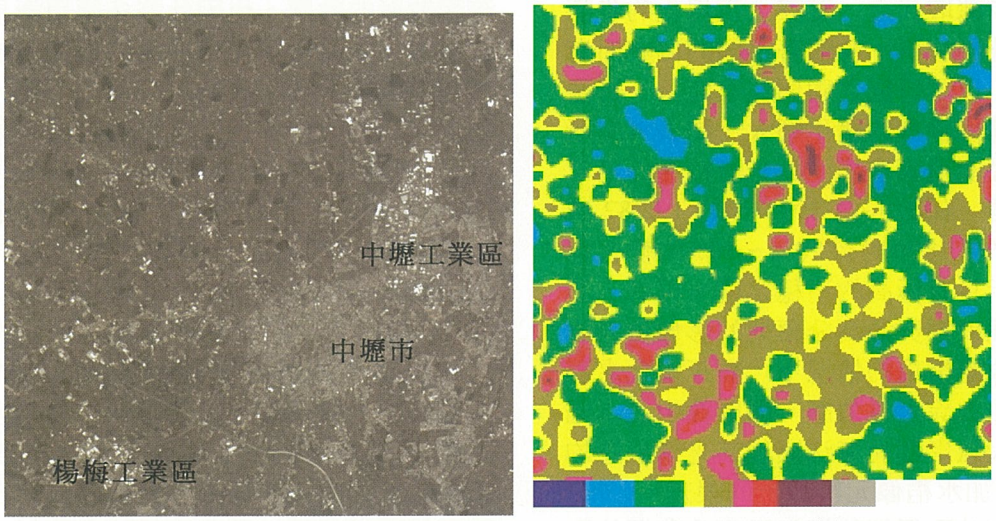
三、衛星影像大氣校正之探討

一般而言，大氣效應主要來自於空氣分子和氣溶膠的散射作用，亦模糊了地表的資訊，尤其是在可見光頻道，而這類大氣效應的訂正並不容易，特別是來自於氣溶膠散射的效應。也因此許多應用衛星資料求取大氣氣溶膠光學參數的研究方法陸續在發表中，其中大致可分為兩大類，一為選取地表反射率穩定且低的物體，如水體或暗密植被(Dark Dense Vegetation; DDV)，以減少因物體反射之不確定性(uncertainty)所造成氣溶膠光學參數計算上的誤差。如 Ahern *et al.* (1977)、Liu *et al.* (1996)等研究。暗密植被法即利用影像中已知反射率的暗密像元(pixels)求取大氣氣溶膠的光學厚度，但若影像中的暗密像元極少或不存在，則將產生較大的誤差(Liu et al., 1997)。此外，氣溶膠的分布具強烈的區域特性，暗密植被法在應用時假設影像範圍中的氣溶膠是均勻的分布，似乎有違常理(Holben et al., 1991)。另一類則為所謂的對比法(contrast method)，即在地表物不改變的前提下，利用不同時間所觀測衛星資料間的差異，求取大氣氣溶膠的光學參數。如 Tanre *et al.* 於 1988 年提出之結構函數法(Structure Function method; SF)應用於 Landsat TM 衛星資料推求氣溶膠光學厚度，獲得相當不錯的結果。而 Holben *et al.*, 於 1992 年亦將結構函數法應用於 AVHRR 資料求取氣溶膠光學參數，亦有不錯的研究結果。此外，Sifakis *et al.* 分別於 1992 和 1998 年將對比法應用於 SPOT 和 Landsat-5 TM 衛星資料，以求取都會區的氣溶膠光學厚度及空氣污染的情形，但因無氣溶膠的地面觀測資料配合，而以最乾淨(clear)的影像資料當作參

考，將免不了誤差的增加。

國內關於這方面的研究則有 Liu *et al.*, (1997)，亦即應用並改進結構函數法以求得台灣地區的氣溶膠光學參數，以提供衛星資料在大氣校正上之應用，目前在 SPOT 衛星資料的校正已有初步的成果(參閱圖 4.1)。若能將此結果應用於衛星影像的大氣校正，相信對於水稻面積估算之準確度、時效性、適用的範圍與水稻生長期皆有明顯的助益，不再侷限於水稻生長的插秧期與最高分蘗期，或具多時的衛星影像始能進行水稻種植面積的預估。

若能應用衛星資料大氣校正之結果，則遙測水稻面積的流程將修正為圖 4.2 所示。由流程圖中顯示，一但水稻動態光譜資料庫建立完成，在水稻每一生長的階段，水稻種植的面積均可經由衛星影像計算獲得。而整個計算過程中最重要的兩個步驟則為大氣校正模式和水稻動態光譜反應資料庫的建立，將為後續研究的重點。



(a) (b)

圖 4.1 (a)應用 SPOT XS1 中壢地區衛星影像資料 1998/6/27。(b)由(a)所計算之大氣氣溶膠分布情形。

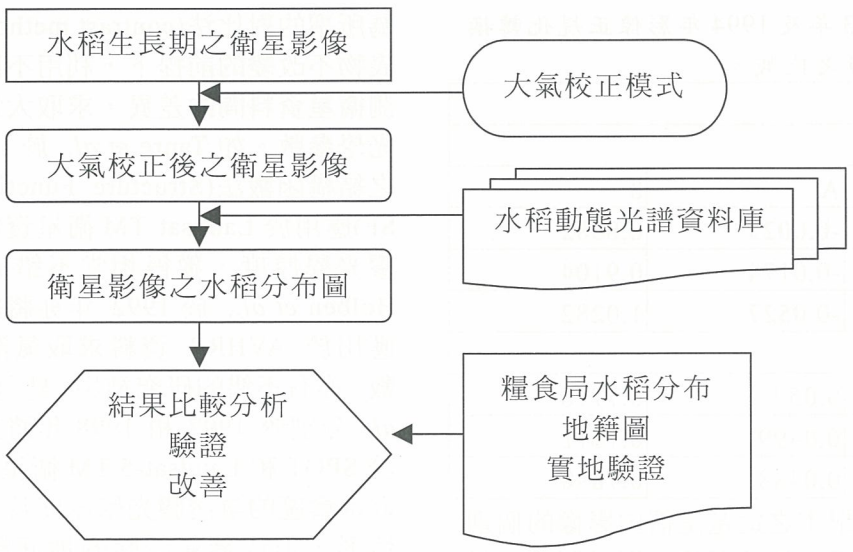


圖 4.2 利用衛星資料估算水稻種植面積之修正流程。

伍、引用文獻

1. 陳哲俊　楊金江　陳珠燕　甘果碩　劉建慧. 1989. 78 "SPOT" 衛星資料之應用研究。行政院農委會專題研究報告。98pp。
2. 台灣地區稻米生產量調查報告。1993. 年一、二期、1994 年一、二期。台灣省政府糧食局。
3. 周志平. 1993. 植被動態光譜之研究。國立中央大學太空科學研究所碩士論文。
4. 陳哲俊　楊金江　陳珠燕　張彬　徐滄淇　王宏基　劉建慧. 1995. 利用衛星影像資料改進稻作種植面積自動估測及生育查報計劃。行政院農委會研究計劃期末報告。
5. 周昶成. 1997. 利用多時 SPOT 衛星影像以研究水稻反射率動態光譜及其應用。國立中央大學太空科學研究所碩士論文。
6. Ahern F. J., D. G. Goodenough, S. C. Jain, V. R. Rao, and G. Rochon. 1977. Landsat atmospheric corrections at CCRS, In Proceedings of the Fourth Canadian Symposium on Remote Sensing, Quebec City, May, 583-595.
7. Holben B. N., T. F. Eck, and R. S. Fraser. 1991. Temporal and spatial variability of aerosol optical depth in the Sahel region in relation to vegetation remote sensing. INT. J. Remote Sensing, Vol. 12, No. 6, 1147-1163.
8. Holben, E. Vermot, Y. J. Kaufman, D. Tanre, and V. Kalb. 1992. Aerosol Retrieval over Land from AVHRR Data-Application for Atmospheric Correction. IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 30, No. 2, pp. 212-222.
9. Liu C. H, A. J. Chen, and G. R. Liu. 1996. An Image-based Retrieval Algorithm of aerosol Characteristics and Surface Reflectance for Satellite Images. INT. J. Remote Sensing, Vol. 17, No. 17, 3477-3500.
10. Liu G. R, T. H. Lin, and A. J. Chen. 1997. An Improved Method to Determine Aerosol Optical Depth from SPOT Data. COAA '97-First International Ocean-Atmosphere Conference, 18-19 Oct 1997, Washington, D. C., USA.
11. Sifakis N. I. and P. - Y. Deschamps. 1992. Mapping of Air Pollution Using Satellite Data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 58, No. 10, 1433-1437.
12. Sifakis N. I., N. A. Soulakellis, and D. K. Paronis. 1998. Quantitative Mapping of Air Pollution Density Using Earth Observations: a new processing method and application to an urban area. INT. J. Remote Sensing, Vol. 19, No. 17, 3289-3300.
13. Tanre D., P. Y. Deschamps, C. Devaux, and M. Herman. 1988. Estimation of Saharan Aerosol Optical Depth from Blurring Effects in Thematic Mapper Data. J. Geophys Res., Vol. 93, No. D12, pp 15955-15964.
14. Application of Remote Sensing Technology on Precision Farming–Example of Paddy Acreage Assessment.

Chapter 7 Application of Remote Sensing Technology on Precision Agriculture – A case study of cultivation distribution of rice

Gin-Rong Liu, A. J. Chen, and Tang-Huang Lin
Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University,
Chung-Li, Taoyuan, Taiwan 320, ROC

ABSTRACT

Integration of remotely sensed data and develop for the various applications, such as agricultural management, environmental change and natural damage monitoring etc., is the main tendency of resource management in the next century. Since many traditional methods of agricultural production estimation not only need much man power but also is time-consuming, especially in the complex terrain area of Taiwan. So, how to apply remote sensing technology for the agriculture management to provide a more economical and convenient method than the traditional methods is very important with dispatch in the precision farming age. Because rice is one of the main crops in Taiwan, research of relative projects, such as acreage estimation, yield prediction and so on, become very important. The purpose of this research is to develop one efficient model of applying satellite data for paddy acreage monitoring in Taiwan area, and one real case study is demonstrated.

Key words: Satellite remote sensing, Precision farming, Paddy acreage.