中華農業氣象 (Chinese J. Agromet.) 10 : 13 - 20, 2003

研究報告(Original Paper)

農作物光譜反射率資料庫管理資訊系統之研究 -以水稻為例

劉建慧[1] 楊聰仁[2] 楊純明[3] 申 雍[4]

1 環球技術學院資訊管理系

2 環球技術學院商務科技管理系

3 行政院農業委員會農業試驗所農藝組

4 國立中興大學土壤環境科學系

摘要

精準農業計畫之有效執行，仰賴不同資料之整合。資料庫管理資訊系統是一個兼具管理及分析之工具，亦為精準農業體系重要組件之一，本研究即在建置近地面水稻光譜反射率資料庫系統。本系統的架構規劃是以 web 為環境, 以 client-server 為架構，適用於 2-Tier 或 3-Tier 的架構。研究步驟包括：1.需求分析，2.資料庫設計，3.程式設計，4.介面設計，以及 5.測試及安裝。本應用系統以 HTML+ASP plus 為設計的工具，後端資料庫以 MS SQL 2000 為資料庫管理資訊系統。系統功能包括：1. 系統管理、2. 資料上傳/編輯/輸出、3.資料查詢。嘗試藉由建立此基礎光譜反射率資料庫管理資訊系統，以利相關水稻生長、逆境及產量之監測與估測技術研究。

關鍵詞：光譜反射率資料庫、精準農業、伺服器。

Study on Information Management System for Crop Spectral Reflectance Database — An Example of Rice

Chien-Hui Liu[1],Tsung-Jan Yang[2],Chwen-Ming Yang[3],and Yuan Shen[4] ([1]Department of Information Managemeu, Transworld Institute of Technology, Douliou, Taiwan, ROC.[2] Department of Commercial Technology, Transworld Institute of Technology, Douliou, Taiwan, ROC. [3]Division of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC. [4]Departme of Soil and Environment Sciences, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.)

Abstract : Success of a precision agriculture project depends on the integration of heterogeneous data. Information Management System (IMS) acts as a research database and is a useful tool for data management and analysis. The development of information management system for near-ground rice spectral reflectance is introduced in this paper. The system architecture is based on client-server of 2-Tier or 3-Tier, which can be run under web environment. The steps of system development include: 1. demand analysis; 2. database design; 3. Programming; 4. interface design; and 5. test and setup. The HTML and ASP plus are used to develop the system and MS SQL 2000 is used to develop the backend database. The functions of the system include: 1. system management;2. data upload/edit/export; and 3.

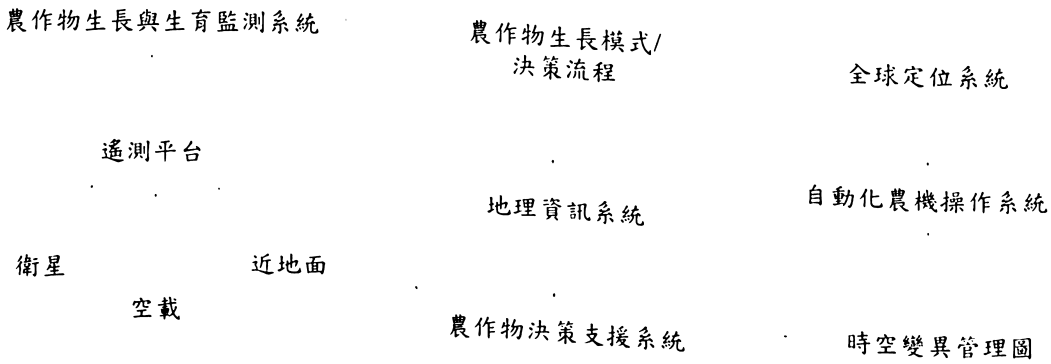
data query. By the development of such spectral reflectance database system, research on estimation and monitoring growth and production of rice as well as stress management of growing environment can be greatly improved.

Key words: Spectral reflectance database, Precision agriculture, Client-server.

前 言

為了因應台灣加入世界貿易組織(WTO)後農業所可能遭受的衝擊，前總統李登輝先生早在民國八十七年便強調生物科技 (biotechnology)、遙測技術 (remote sensing technology) 與資訊技術 (information technology) 的引進及應用。這些科技除了利用於農田病蟲害預警及農作面積與產量監測之外，更可進一步使農業發展到「精準農業」(precision agriculture) 的層次 (農委會，1999)。傳統農耕方式係將整區農田均一管理，諸如施肥、灌溉、噴灑農藥等作業，惟此等作業方式未必適當，卻極容易造成環境污染及生態破壞。

因此，精準農業體系乃圖應用資訊技術提供決策於精準管理農田時空變異，以期達到最佳收益並兼顧環境生態保育目的，確保農業永續經營發展 (楊純明，2000)。完整精準農業體系架構中包括三大系統：農作物生長與生育監測系統、農作物決策支援系統及自動化農機操作系統，其中監測系統即在利用各種可行遙測平台 (包括衛星、飛機及近地面等) 監測作物生長及生育狀態，以提供決策支援系統之輸入資訊。而決策支援系統在接收監測系統之監測資訊後，經由預建之農作物生長模式及決策流程做出判斷與因應對策，並藉由地理資訊系統 (geographic information system) 建立時間空間分布圖層，輸出至操作系統進行實際作業 (劉滄琴等，2000)。自動化農機操作系統接獲決策支援系統之指令，搭配全球定位系統 (global position system)，實施各特定地點精準定位之時空變異管理，如此前述之施肥、灌溉及噴灑



圖一、精準農業體系架構。

農藥管理行爲均能予以精準執行，達到保育環境生態及穩定產量收益之雙贏（圖一）。

在圖一所列精準農業體系架構中，農作物生長與生育監測系統扮演者非常重要之角色。這是因爲植被之生長過程當中，其光譜反射率（spectral reflectance）明顯反映出生育變化及環境效應。這些可由一些學者之研究得知，例如，有關理論研究太陽光於植被之輻射傳遞問題（Myneni *et. al.* 1989）；有關反演植被葉片指數問題（Goel 1989）。以台灣最重要糧食作物-水稻爲例，監測系統所憑藉最主要的便是以水稻光譜反射率，自動化監視水稻生長和生育之狀態。利用這些經由不同遙測載具（衛星、飛機及近地面）感測水稻光譜反射率，推估其當時資訊。光譜反射率之重要性，經整理文獻資料如下：(1) 驗證大氣改正工作，將遙測灰度值影像轉換成反射率影像之精確度（劉振榮等，2000；劉建慧等，2002）。(2) 建立反射率與水稻產量之關係，作爲遙測大面積水稻產量預估之基礎（陳哲俊等，1995；Yang and Lee, 2001.；吳啓南等，2000；吳啓南等，2002）。(3) 建立反射率與水稻氮含量之關係，作爲遙測大面積水稻氮含量預估之基礎（申雍，2002）。(4) 建立反射率與水稻生長及逆境（乾旱、雜草及病蟲害等）之關係，作爲遙測大面積水稻生長及逆境監測之基礎（Yang and Cheng, 2001）。

但由於水稻生長光譜反射率資料隨著環境及生長狀態有關，諸如土壤、生長期、逆境類別，因此資料量繁多，在資料整理、處理與報表製作上，需要花費眾多時間與人力。在資料儲存與應用上，也因各人所應用的工具有所不同，使得資料轉換與重複輸入的情況常常發生，影響了研究整合的效率。因此，爲了加速整合水稻生長光譜反射率，並支援及應用於水稻精準農業（耕）體系，近地面水稻光譜反射率資料庫之管理便非常重要（劉建慧等，2002）。

資料是珍貴的，資訊是有價的。尤其是邁入知識經濟的 21 世紀，有效管理及應用資訊更是國力之表徵。爲了有效管理近地面水稻光譜反射率資料，必須要有一個完善之近地面水稻光譜反射率資料庫管理資訊系統，且當具備下列八項優點（曾守正，1998）：(1) 能夠有組織地將資料儲存起來，並具備快速的資料存取技巧；(2) 能有效管理資料庫的綱要（Metadata）；(3) 減少大量重複儲存之資料；(4) 及時得到最新資料；(5) 減少不一致之資料；(6) 資料得以共享；(7) 資料具有保密性；(8) 提供相關決策支援。

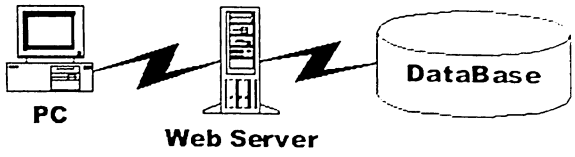
本研究目的在於建置近地面水稻光譜反射率資料庫系統，期藉由建立此基礎光譜反射率資料庫，使成爲精準農業體系中的關鍵資料庫，並得以進一步支援不同後續水稻精準管理用途。

材料與方法

一、水稻植被光譜規格

量測光譜適用本項光譜反射率資料庫之光譜儀爲台灣地區常用之 GER 2600 型（Geophysical and Environmental Research Corp., New York, USA）及 LI-1800 型（LI-COR Inc., Nebraska, USA）兩種，均爲攜帶式高解析光譜儀，可附掛於近地面遙測平台。前者可測定水稻植被之光輻射（radiance）及反射率（比），量測波長範圍介於 350-2500 nm；其中 350-1050 nm 波段範圍之波距（bandwidth）約1.5 nm，1050-2500 nm 波段範圍之波距 11.5 nm。反射率（%）係由植被目標區域之各波長光輻射除以同波長之標準白板（'Spectralon', Labsphere, Inc., North Sutton, NH, USA）反射光輻射

(即參考值) 來計算。後者測定水稻植被之光輻射，波長測定範圍爲 350-1100 nm，光譜解析度爲 2 nm。經由偵測植被反射光輻射及太陽光入射光輻射，計算各波長之反射率。上述光譜反射率檔案格式均爲文字檔 (text file)。



圖二、近地面水稻光譜反射率資料庫系統架構。

二、系統規劃

爲能提供散居各處的研究人員把研究取得的水稻植被光譜反射率資料，經由網頁的介面傳送到資料庫以進行後續處理，並提供各研究人員查詢資料庫內容達到資源共享目的，乃將本系統的架構規劃爲 web 環境，以 client-server 爲架構，使適用於 2-Tier 或 3-Tier 的架構。規劃架構如圖二。

三、研究步驟

1.需求分析：分析不同光譜儀量測所得之資料格式、資料項目、資料欄位等，搭配予不同使用操作模式及使用者介面，使資料庫系統滿足常用光譜儀型式之資料規格。

2.資料庫設計：依據需求分析結果，設計 SQL 資料庫之資料表格及欄位格式。

3.程式設計：依據操作模式及資料處理需求，進行檔案上傳、轉檔及寫入資料庫的處理程式設計。

4.介面設計：依據使用者操作模式，設計符合使用者需求的操作介面。

5.測試及安裝：系統設計完成後，進行系統測試，測試無誤後即進行安裝。

四、研究工具

本計畫所使用的主要工具如下：

1.應用系統以 HTML+ASP plus 爲設計工具

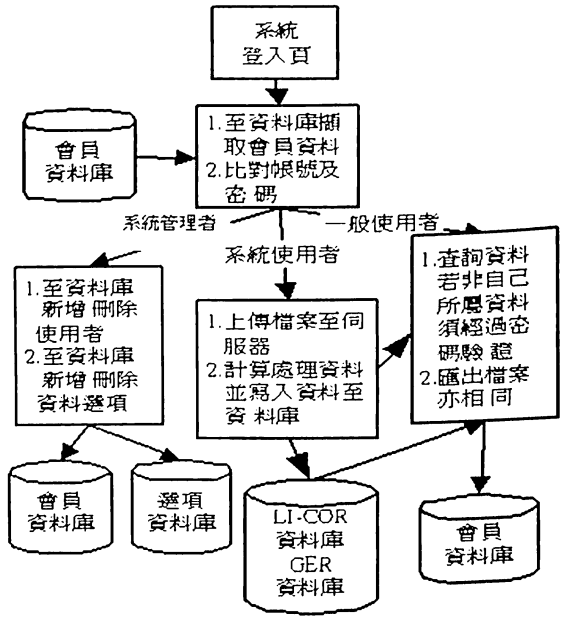
2.後端資料庫以 MS SQL 2000 爲資料庫管理系統

五、光譜資料傳輸

研究人員可將其量測之光譜資料 (如 2.1 所述之輸出文字檔)，透過全球資訊網路(www) 連接至上述資料庫系統，依照使用者輸入介面及畫面操作指示，逐步完成光譜檔案之傳輸，以建立農作物光譜反射率資料庫。各筆光譜檔採逐筆傳輸方式，以確保屬性資料正確無誤且完整無缺。

六、系統作業流程

本研究開發近地面水稻光譜反射率資料庫系統，其作業流程如圖三。



圖三、近地面水稻光譜反射率資料庫系統作業流程。

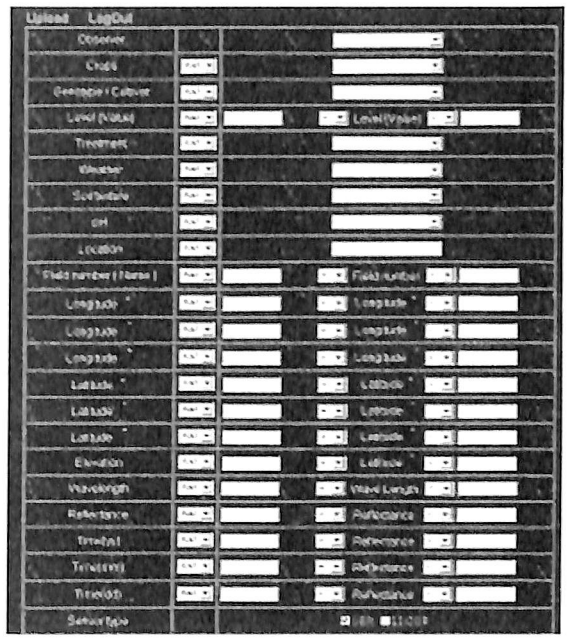
結果與討論

使用者必須先登入系統，將由系統之會員資料庫比對使用者帳號賦予使用者屬性。若爲系統使用者，可以針對會員資料庫執行使用者帳號的新增、刪除及修改動作 (系統使用者只能有一個帳號)，亦可以針對選項資料庫作新增、刪除資料等選項動作。在系統使用上，系統使用者可以上傳資料檔案，並計算處理資料，將資料分別存入 LI-COR 或 GER 兩種光譜儀 (*spectroradiometer*) 所量測之光譜反射率資料庫中。而不論系統使用者或一般使用者，都可以針對 LI-COR 或 GER 光譜反射率資料庫作資料的查詢，以及匯出檔案的動作。

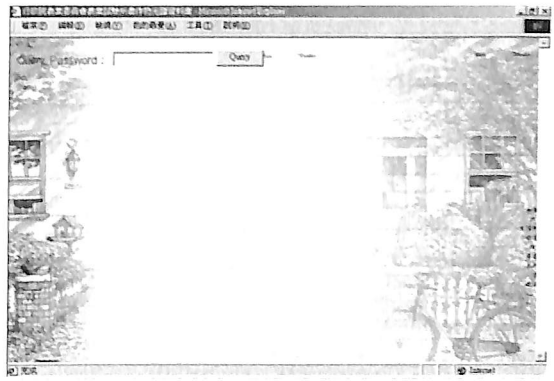
圖四之查詢畫面，係系統用來查詢已建立的資料庫。首先選定查詢條件，例如波段範圍 1500 nm<Wavelengths (wavebands)< 1550 nm，系統會將符合條件的資料顯示出來，而系統預設值即爲列出系統登入者符合查詢條件的資料。當系統登入者查詢的資料非本身所有，即非爲本人曾輸入儲存之光譜資料，則系統就會要求其輸入查詢密碼 (帳號新增頁的查詢密碼欄位) (如圖五)。當密碼正確，系統就會顯示出所要查詢的資料，同時並將 E－mail (帳號新增頁的 E－Mail 欄位) 至資料所有人，通知已有獲得授權之一般使用者查詢資料所有人的光譜資料。

查詢的結果顯示於螢幕時，這個顯示結果頁上方 (圖六) 也會出現在查詢頁所選擇的條件式，以提醒使用者，使用者也可以點選某一列來觀看資料細節 (圖七)。使用者可以將資料下載保存在自己的電腦主機上，但是當使用者下載的資料不是屬於自身所有的資料時，需要通過資料所有人的匯出密碼 (帳號新增頁的匯出密碼欄位) 驗證後才可以將資料匯出 (圖八)。

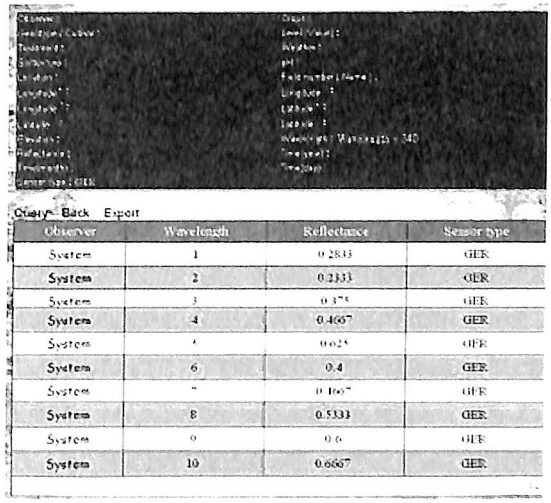
使用簡易繪圖軟體，可得到水稻光譜



圖四、資料查詢頁畫面。



圖五、資料查詢頁之輸入密碼頁畫面。



Query Back Export

Observer	Wavelength	Reflectance	Sensor type
System	1	0.2833	GER
System	2	0.2333	GER
System	3	0.375	GER
System	4	0.4667	GER
System	5	0.625	GER
System	6	0.4	GER
System	7	0.1667	GER
System	8	0.5333	GER
System	9	0.6	GER
System	10	0.6667	GER

圖六、查詢資料(所有結果) 畫面。

反射率與波長之關係 (圖九)。此例爲 2001 年 10 月 24 日於行政院農委會農業試驗所農場使用 GER 2600 光譜儀所量測的資料之一。由圖示，可以清楚看出水稻光譜反射率的變化，在藍光及紅光波長範圍處反射較低，彰顯出葉綠素吸收光輻射的效應。使用者可藉由輸入光譜資料庫各項屬性資料，輸出相同或不同屬性之光譜資料，進行各項光譜資料分析與利用，而達到管理及應用資訊的目的。

其餘詳細系統功能，如劉建慧等 (2002) 所述，或使用者可連線近地面水稻光譜反射率資料庫網頁 (網址：http://pa.tari.gov.tw/farmdbsys)，點選使用說明即可便利使用。

結論與建議

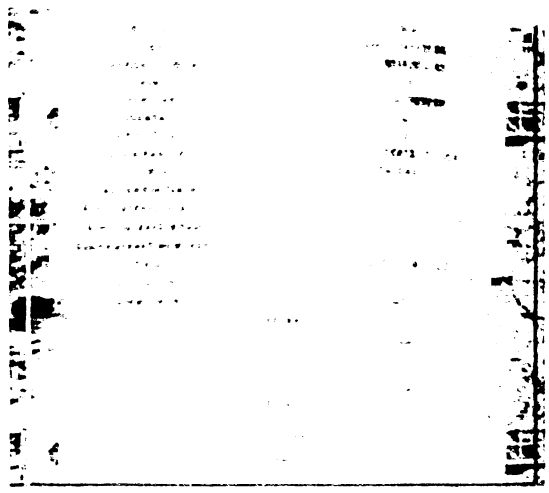
本研究目的旨在建置近地面水稻光譜反射率資料庫管理資訊系統。此系統架構屬於主從架構，適合 2-Tier 或 3-Tier。目前初步功能包括系統管理、資料新增/刪除、及資料查詢等，經由友善介面便利於水稻精準農業體系研究人員操作。由於具有輸入簡易而輸出迅捷的特性，有利於水稻光譜反射率資料的管理。相信此一基礎光譜反射率資料庫，將可成爲精準農業體系中的關鍵資料庫，得以支援後續水稻精準管理多元用途。

爲了能夠更加契合使用者需求，後續工作重點將包括：

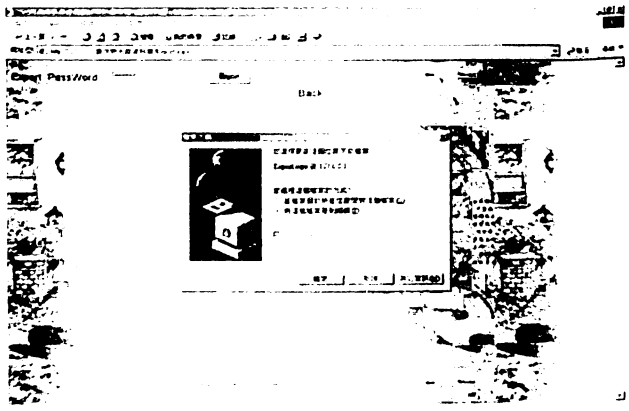
1.維護近地面水稻光譜反射率資料庫管理系統，使其正常運轉。

2.透過使用者需求意見，改進系統之應用功能，諸如開發適用不同近地面光譜儀 (如 Duncan)、機載光譜儀 (如直昇機之 DMSV)、或衛星光譜儀 (如 SPOT 1、SPOT 2、SPOT 4、SPOT 5) 之資料庫。

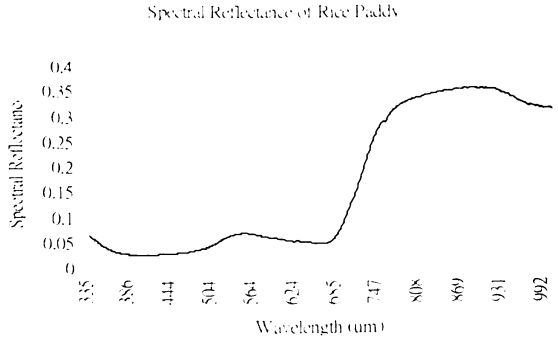
3.開發預定 2003 年冬發射之華衛二號 (ROCSAT-2) 感測波段反射率計算功能，



圖七、查詢資料(細節資料)畫面。



圖八、匯出資料畫面



圖九。水稻光譜反射率與波長之關係。使用 GER光譜輻射儀於農試所(2001/10/24)。

水稻植被指數 (vegetation index) 應用系統，擴大應用層面。

致　謝

感謝兩位匿名審查委員所提供寶貴意見。本研究承蒙行政院農業委員會農業試驗所研究計畫經費支持 (91AS-5.1.3-CI-C2)，衷心感謝。

參考文獻

申雍。2002。水稻氮營養之遙感探測技術，行政院農業委員會農業試驗所九十年度委外試驗研究計畫研究報告，水稻精準農業 (耕) 體系之研究 II，行政院農委會農業試驗所，臺中縣霧峰鄉。

吳啓南、蕭國鑫、陳大科、廖子毅、劉治中。2000。遙測與資訊技術應用於精準農業的先驅試驗。p.112-126。水稻精準農業 (耕) 體系之研究 (楊純明、林俊義，主編)，行政院農委會農業試驗所出版，臺中縣霧峰鄉。

吳啓南、蕭國鑫、廖子毅、徐偉城、劉治中。2002。水稻生育狀況與環境監測系統～水稻及產量之監測與估測技術研究～SPOT 衛星與地面近紅外成像儀之監測應用。行政院農業委員會農業試驗所九十年度委外試驗研究計畫研究報告，水稻精準農業 (耕) 體系之研究 II，行政院農委會農業試驗所，臺中縣霧峰鄉。

陳哲俊、楊金江、陳珠燕、張彬、徐滄淇、劉建慧、王宏碁。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，國立中央大學太空及遙測研究中心研究計畫報告，中壢市。

劉振榮、陳哲俊、林唐煌。2000。遙測科技在精準農業之應用-遙測水稻種植分布之實例。p.80-92。水稻精準農業 (耕) 體系之研究 (楊純明、林俊義，主編)，行政院農委會農業試驗所出版，臺中縣霧峰鄉。

劉滄琴、陳琦玲、林毓雯、劉禎祺。2000。3S (GIS, GPS, DSS) 技術在精準農業上之應用。p.66-77。水稻精準農業 (耕) 體系之研究 (楊純明、林俊義，主編)，行政院農委會農業試驗所，臺中縣霧峰鄉。

劉建慧、楊聰仁、陳信吉、楊純明、申雍。2002。水稻光譜資料庫管理系統之建置。p.91-100。應用於水稻精準農業體系之知識與技術 (楊純明、林俊義，主編)，行政院農委會農業試驗所，臺中縣霧峰鄉。

劉建慧、楊純明、劉振榮。2002。SPOT 衛星影像之大氣改正模式及水稻反射率反演精度之評估，中華農業氣象 8:1-10。

曾守正。1998。資料庫系統之理論與實務。儒林圖書有限公司，臺北市。

楊純明。2000。精準農業之關鍵要素與科技。p.15-24。水稻精準農業 (耕) 體系之研究 (楊純明、林俊義，主編)，行政院農委會農業試驗所，臺中縣霧峰鄉。

農委會。1999。北美華人學術研討會-農業建設研究分組背景資料之第伍章-精準農業之發展
(http://www.coa.gov.tw/org/internationalcooperation/science1999/sci05.htm)。

Goel, N. S. 1989. Inversion of canopy reflectance models for estimation of biophysical parameters from reflectance data. p.205-251. In: Theory and Applications of Optical Remote Sensing, John Wiley & Sons, New York.

Myneni R. B., G. Asrar and E. T. Kanemasu. 1989. The theory of photon transport in leaf canopies. p.142-204. In: Theory and Applications of Optical Remote Sensing, John Wiley & Sons, New York.

Yang, C.-M. and C.-H. Cheng. 2001. Spectral

characteristics of rice plants infested by brown planthopper. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (B) 25:180-186.

Yang, C.-M. and Y.-J. Lee. 2001. Seasonal changes of chlorophyll content in field-grown rice crop and their relationships with growth. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (B) 25:233-238.