

第九章 精準農業體系之農機研發趨勢

盧福明

國立台灣大學農業機械工程學系

摘要	106
壹、前言	106
貳、精準農業體系之農機環節	107
參、農機發展趨勢	108
肆、結語	109
英文摘要(ABSTRACT)	110

第九章 精準農業體系之農機研發趨勢

盧福明

國立台灣大學農業機械工程學系

摘 要

精準農業包括全球衛星定位系統、田區產量監測和產量分佈製圖、土壤測試、遙測、地理資訊系統和製圖、變率技術和其他課題，精準農業所需科技涵蓋作物種植到收穫所需各種田間作業。未來精準農業體系尚待開發之配備有衛星定位系統之農機具，包括土壤偵測機、犁具、施肥機、噴藥機、作物偵測機和收穫機。

關鍵詞：精準農業、農機、GPS。

壹、前 言

精準農業 (Precision Agriculture) 乃是針對農田及植栽的變異性給予最適當的耕作決策與處理，以減少資財之耗費，增加收益並減輕對環境的衝擊。類似名稱例如 Site Specific Crop Management (SSCM) 和 Precision Farming (PF)。以往大規模田區作物（水稻或其他作物）的調查方式大都仰賴人力地面調查，再來應用航機遙測方式，最近更藉助衛星科技進行即時性的影像判讀及定位工作。近年來，世界上農業發達的先進國家，諸如美國、澳洲與歐洲等國已逐步應用衛星資訊於農業作物生產系統之農藝調查、機耕及收穫、土壤及灌溉、病蟲害防治等作業方面，用以提供即時性或規劃性之生產管理資料，做為農場經營管理決策之依據。概而言之，應用衛星資訊於農業作物生產系統之農業即屬於精準農業的範疇。

傳統農耕方式將整個田區之作物、土

壤等特性視為均一，故無論是灌溉水量、肥料或是農藥之施用量，均是針對整個田區一體適用。然而在精準農業體系下，必須針對田區間各種作物、土壤、環境因子空間變異之特性，利用先進的電腦、通信與自動化科技，配合適當時間、空間尺度之田間調查作業及地理資訊系統、空間變異分析模式，精確地且全面性地掌握田區作物、土壤與環境特性，進而經由作物模式、決策分析模式，決定最佳之耕作策略 (Cropping Strategy) 及產量預測，並利用地理資訊系統建立各種空間分布圖層，最後利用衛星定位與農業自動化科技執行既定之耕作策略。

在精準農業體系下之農機作業模式，例如針對發生病蟲害或有雜草的局部田區與其他正常的田區的差異性分別給予不同的噴藥處理（施重藥，施微藥或不施藥），因此可較全部田區均勻施藥的方式減少全部施藥量，因之可降低施藥所造成的環境衝擊。此一施藥方式稱之帶狀施藥 (patch spraying)，即屬於精準農業體系之

一環。另例為田間收穫時，透過裝載於收穫機上的各類感應器和衛星定位地理資訊之自動記錄分析，即可藉由各別小田區的作物產量及其分佈狀況來探討大面積栽培環境與耕作處理間的相關性，以做為農場經營決策的參考。

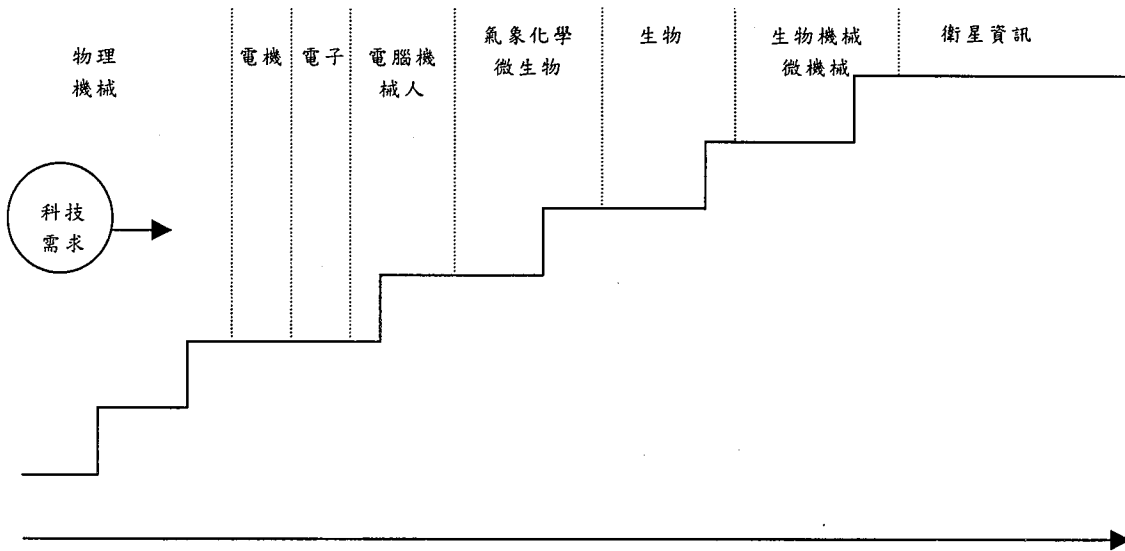
貳、精準農業體系之農機環節

農業機械之發展與科技的進步具有密切關聯。必須有各方面科技的配合才可逐步研發新型農機具。農機由應用原動機動力到今日應用衛星資訊之發展歷程所需借助的科技如圖一所示。影響精準農業成效的因素甚多，且環環相扣，如圖二所示。

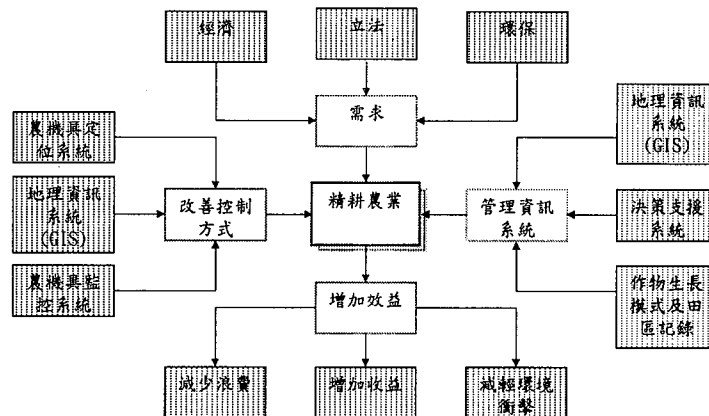
精準農業體系之農機具必須在下列三項前提或條件成熟時才能看到農機在精準農業體系的重要性及其成效，亦即必須

有農民及社會的需求、管理資訊系統和農機控制系統等三項的密切配合條件下才能使精準農業體系所開發出的農機具全面普及化，發揮增加效益的成果。此三項因素之第一項屬於政策面，後兩項屬於技術面。在政策需求方面必須在經濟面，環保面，和立法面凝聚共識肯定精準農業的必須性與重要性，進而要求農企業全面朝精準農業發展。

在技術面，管理資訊系統包含地理資訊系統(Geographical Information System, GIS)、決策支援系統和作物生長模式及田區資料。GIS 包括衛星拍攝田區影像，航測地圖及低空或地面測量地圖等遙測資訊。決策支援系統屬於農企業經營管理層級。作物生長模式及田區資料可用於判別作物生長狀態及田區環境，以作為精準農業的經營管理時程控制之用。



圖一、農業機械研發領域之變遷



圖二、發展精準農業之環節

精準農業的發展仍處於嬰兒期，由於衛星定位較衛星影像來得精準，因之近年來世界先進國家的精準農業的研究發展方向大多以結合全球定位系統(GPS)的技術為主要課題，再輔於遙測衛星影像的判讀，找出影響農企業田間生產的相關因子。遙測工作的另一主軸為探討光譜與農作物狀態及農田狀態間之關係，此方面已有許多國外研究成果，但為了配合本土農業狀況應積極建立資料庫探討光譜與農作物狀態間之關連性。

另一技術面之農機控制系統，必須結合農用車輛定位系統、地理資訊系統(GIS)和農機具監控系統。農用車輛定位系統乃利用全球定位系統找出地面農用車輛的經緯座標，再配合地理資訊系統找出其位於田間區塊的確定位置。農機具監控系統功能為即時同步偵測農耕作業的狀態，諸如作物產量、含水率、土壤狀態與病蟲害。在農機控制系統層面，藉由衛星定位方式，除了可達到彙集各田區的田間植栽變異性給予適當的處理（例如噴藥）之外，亦可即時記錄各田區的作物生長狀況（例如產量圖、收穫物含水率），透過電腦處理繪製田區作物產量分佈圖(yield mapping)或土壤狀況圖等資料，供經營者判斷耕作效率及規劃後續管理決策之用。一般而言，歷年來田區狀況或產量甚為均勻者較

不合適推行精準農業，反之則需借助推展精準農業才可提高農場經營效率。

參、農機發展趨勢

精準農業體系下之農耕作業涵蓋播種前到收穫之全部機械作業，目前已有或尚待開發的機具包括配備有差分衛星定位系統之土壤偵測機、犁具、播種機、施肥機、噴藥機、作物性狀偵測機具和收穫機等。

土壤偵測機可透過定位系統繪圖分析各取樣點土壤種類、養分及結構分佈圖。

犁具方面可藉助定位系統和土壤感測器於某些特定區塊自動調整犁耕深度或改變土壤壓實度，調節土壤溫度和水分以便提供作物最佳生長環境。

播種機可藉由已知土壤特性來變率調整播種量以便分別在高低肥力區自動調整高低種植密度。另外亦可藉由土壤水分感測器所獲取資訊將種子播於最佳深度以提高發芽率。

施肥機可藉由土壤偵測機所描繪之區塊土壤肥力狀況進行變率施肥。

噴藥機可藉事先由GIS與GPS之整合所判斷出之作物病蟲害類別與程度進行定點變率噴藥作業。由於噴藥作業屬於高危險工作，噴藥機加裝車輛導引機構，並配

合作業田區之地理資訊系統，利用衛星定位系統，即可規劃無人噴藥機行駛一定之路線到達擬施噴之田區。噴藥機加裝噴藥量感知器與電磁操作比例式流量調整閥，並配合作物病蟲害之地理資訊系統和衛星定位系統，即可依照作物病蟲害發生情況之輕重，來進行該田區重噴藥、微噴藥或不噴藥作業。

作物性狀偵測機具藉助耕作者、曳引機、卡車、收穫機行走於田區時進行田間或作物生長性狀之自動偵測工作，以便配合衛星圖片和航照圖來判定發生雜草、病蟲害、生長不良和排水不良之區塊。

收穫機藉由流量感應器和水分感應器來偵測收穫時各個小區塊作物產量和水分；配合 GPS 資料即可繪製大面積田區產量或水分分佈圖；若再參考土壤狀況或其他作物生長期間之性狀即可判斷影響產量之因素。尚待開發的各類結合 GPS 之作物收穫機包括穀物、牧草和蔬果等作物。西洋式穀物聯合收穫機已有商品化產品，但其精準度仍有待改善提昇。東洋式聯合收穫機（水稻）結合 GPS、收穫量和水分偵測機構則仍在開發中，尚未商品化。

精準農業體系下之農機具必須結合 GPS 和感測元件，透過信號傳遞整合資

訊，因之在研發過程宜建立或採用標準信號規格，以利推廣。

肆、結語

國內農業自動化政策推行十年成效甚佳，除了提升自動化層次，亦提升農企業的經營形象，定位於高科技的農業，而非傳統舊式農業的經營型態。農業自動化推廣所及的領域大多屬於室內型農業諸如在溫室和禽舍內的各式生產方式的自動化，至於田間非室內的犁耕、噴藥、灌溉和收穫等的自動化作業則尚待努力。近年來，由於取得衛星或遙測資訊之方便性增加，配合定位系統即可精準判定某一小田區的狀態包括土壤、肥力、植栽變化等，以做為農場最佳化經營管理決策之依據，具有節省生產資材及減少環境衝擊（污染）的優點。

結合衛星資訊於農耕之研究日新月異，國內在此方面仍落後歐美 3-6 年。為因應未來農耕作業的發展，亟需開始此方面的研究工作以便及時提供成果技術給農民或農政機關參考，進而開發出精準農業作業相關的新型農業機械，以拓展內外銷市場。

Chapter 9 Trend of Development in Agricultural Machinery for Precision Agriculture

Fu-Ming Lu

Department of Agricultural Engineering
National Taiwan University , Taipei, Taiwan 106, ROC

ABSTRACT

Precision agriculture includes global positioning systems, yield monitoring and mapping, soil testing, remote sensing, geographic information systems and mapping, variable-rate technology, and other issues. The techniques adopted in precision agriculture can be used in all aspects of the crop production cycle from pre-planting operations to harvest. The possible field machinery for future applications in precision agriculture will be in the areas of soil testing, tillage, fertilizing, spraying, crop scouting, and harvesting.

Key words: Precision agriculture, Agricultural machinery, GPS.