第二章　我國精準農業的發展方向與策略

陳文德
行政院農業委員會農糧處農產科

摘要 ---------- 8
壹、前言 ---------- 8
貳、精準農業定義與發展背景 ---------- 9
參、精準農業在國外發展情形 ---------- 9
肆、精準農業的運作體系 ---------- 9
伍、國內精準農業相關研究之推動情形 ---------- 10
陸、我國發展精準農業面臨之問題 ---------- 12
柒、結語 ---------- 12
捌、引用文獻 ---------- 13
英文摘要(ABSTRACT) ---------- 14

第二章　我國精準農業的發展方向與策略

陳文德
行政院農業委員會農糧處農產科

摘　要

李總統在民國八十七年出席第四次全國農業會議中，提示我國應積極發展精準農業之必要性，本會在八十八年三月三十一日對立法院的施政報告中也明確指出：未來農業的經營將結合現代化科技，使農業發展進步到「精準農業」的層次。隨後並將精準農業列爲施政的重點方向之一。精準農業爲一融合農耕知識及多種應用技術組成之農作物經營管理體系，藉由即時掌握時空資訊，結合相關資料庫之決策支援系統，以進行自動化管理作業，依照規劃循序達成新、速、實、簡的全套精準栽培與管理。目前我國在航遙測、地理資訊及衛星定位等相關技術之研究與應用已具基礎，爲積極推展國內精準農業，本會已於今（八十九）年度在本會農業試驗所成立先驅性試驗農場，邀集農業科技、資訊、遙測、衛星定位、自動化機械等技術領域之專家成立研究工作團隊，統籌各項技術之整合、應用與推廣工作。另外，在推動精準農業之同時，也可將相關技術應用於農作物面積調查、產量評估、天然災害查估與病蟲害監測等方面。在研究初期我們預期必然會遭遇許多困難，亟待克服之問題仍多，希望能匯集專家學者的智慧，集思廣義，共同謀求解決之道。

關鍵詞：精準農業、發展方向、策略、水稻。

壹、前　言

李總統登輝先生在民國八十七年九月出席第四次全國農業會議時強調，二十一世紀將因尖端科技的發展，使農業產生重大變革；我國二十一世紀的農業也將因生物科技、遙測技術與資訊技術的引進與應用，大大改變目前的農業型態，使農業再現新風貌，成爲有「大希望」的農業。同年十二月李總統並且在全國農學團體聯合年會中指出，我們應打破外界長期對農業是落後產業的錯誤觀念，要把農業當成尖端產業來經營。未來的農業將可以和遙測、航測技術與資訊技術相結合，除了可以針對農田病蟲害與農作面積、產量提供監測及適時預警以外，將進一步使傳統農業發展到「精準農業」的層次。這段話是總統對我國應發展精準農業的提示。

本會在八十八年三月三十一日對立法院的施政報告中指出，未來農業的經營將結合現代化科技，使農業發展進步到「精準農業」的層次。這是政府將精準農業納入施政的重點方向。

貳、精準農業定義與發展背景

一、定義

精準農業（Precision agriculture）又稱精準農耕（Precision farming）。美國國科會(NRC)曾組織一個委員會來評估精準農業的過去與未來的發展，並對其下定義爲：精準農業是一經營管理手段，採用資訊技術從各種來源的資料中分析獲得資訊，從而產生與農作生產有關的決策。Robert(1997)提出較具體的定義是：精準農業是一資訊及技術爲基礎的農業經營管理系統，用來鑑定、分析與管理特定農田或土壤的空間與時間變異性，期能獲取最佳收益，同時兼顧環境保護，確保農業永續發展。

二、發展背景

傳統的農業耕作與管理方式是將所有農田一視同仁，於農作實務上採取一致性的耕犛、播種、施肥、噴藥及灌溉等作業。然隨著農業知識的累積與科技的進步，發現上述作法忽略了人爲及自然造成土壤環境及作物的持續性變異，常引發農地的不當使用，而衍生許多資源效率與環境保護的問題；諸如產量顯著降低、肥料與農藥不當施用、毒害氣體釋放或滲漏、有毒物質長期殘留及作物生長環境劣化等現象，均可能於傳統農耕制度中逐一顯現。精準農業理念因此產生，期依照土壤性質及農作物生長需要，給與適當的資源投入及處理措施，避免多餘的資源投入和對環境的破壞。所以同一耕作區將可能有差異性的操作，視土壤肥力與含水量、作物生長狀況、病害與蟲害罹患程度、雜草蔓延與危害情形等實施不等量肥料、農藥、灌溉等作業。實施精準農業的結果，將正面的改進農作物生產系統的效率和不當環境污染，在環境保護、生態維護及經濟效益上得到最佳平衡。

參、精準農業在國外發展情形

精準農業從觀念萌芽到發展成實際作業系統的歷史甚短，在美國、加拿大、澳洲等先進國家的研發亦僅十餘年，其相關技術尚在不斷的開發與修正當中。目前美國有許多農機、農藥公司和研究機構投入相關技術的開發與推廣，復由於本項技術之發展將影響下一世紀的農耕技術與生態環境，各國無不積極投入。

肆、精準農業的運作體系

精準農業爲一融合農耕知識及多種應用技術組成之農作物經營體系，掌握時空即時資訊，藉著完整詳善的相關資料庫模擬及決策，連結自動化管理操作系統的作業配合，依照規劃循序達成新、速、實、簡的全套精準栽培與管理。爲符合體系的各項要求，理想的精準農業作業系統必須包括六大要素：農耕資料庫、土壤資料庫、地理資訊系統、全球定位系統、遙測技術、自動化農機操作系統，同時由一套完善的軟硬體整合串連，以擁有偵（檢）測、整理、分析、決策及作業等多重性功能（楊，1999）。

一、農耕資料庫(cultivation database)

結合農藝或園藝、病蟲害、農業微氣象等專家，融合作物栽培、逆境生理、植物營養、病蟲害與雜草管理、試驗統計及農業微氣象知識，建立農耕過程各種資料庫（包括常態、逆境及氣象干擾等歷年記錄）；再配合電腦軟硬體專業人員，整合作成分析與決策系統，能夠將作物即時遙測資料分析與判斷，提供現場作業人員做出作業決策而展開立即因應措施。

二、土壤資料庫(soil database)

土壤性質在每次耕作前後不一，若能累積該地區歷年土壤變異，給予整理分析

找出其規律或變異，對於往後農作物的栽培將有極大助益。因此，土壤資料庫的建立需花費相當人力與時間，項目愈詳細，處置作業愈周延，對精準的管理效果就愈大，亦可降低對土壤環境的污染與破壞。

三、地理資訊系統(GIS；geographic information system)

農地與作物有關資訊必須空間對位，即精準的在座標方位上標示正確的土壤、農耕資料、地理與地形等，形成多層次資料檔。此一工作可藉由地理資訊系統從事(1)資料的輸入與輸出、(2)資料的保存與更新、(3)資料的顯示與比較（對）、(4)資料的分析與決策、及(5)結果與決策的顯示與製圖（表）等五大項工作，行政院內政部的「國土資訊系統」即爲一例，國內在此方面的技術及經驗相當成熟，發展在精準農業體系上應無困難。

四、全球定位系統(GPS；global positioning system)

利用ＧＰＳ衛星定位與地理資訊系統結合，可很快定出遙測影像或其它農田主題土層中發生問題農地的位置；同時可配合農業機械之使用，引導至待處理之問題農地位置。

五、遙測技術(remote sensing technology)

遙感探測爲一門利用感測儀器不與被測物接觸即能獲得測定(量)資料的技術與科學，能蒐集與傳遞遠端事件即時資訊，同時完成觀測、判讀與決策等系列過程。在精準農業體系應用上，首先當以遙測技術建立農作植被光譜與植被生長之關係，利用追蹤與估測土壤環境、作物的生育狀態、病蟲害感染、雜草干擾、災害損害等及產量預測。當完整的植被光譜與作物生育特性模式建立後，即能利用即時遙測資訊，輸入資料庫進行研判與決策。遙測作業平台（載台）從低尺度（遙控飛機、吊台等）、中高尺（飛機）至太空（衛星），依需要性及限制性而定。

六、自動化農機操作系統(automatic agricultural machinery operating system)

精準農業的精神在於「因地制宜」與「恰到好處」，並可針對農地環境的空間變異，分別給予最適與最佳的處理。透過遙測技術得到農地及作物即時資訊，以全球定位系統（ＧＰＳ）標出方位及座標，顯示於地理資訊系統上，再由農耕及土壤資料庫組成的鑑別及決策，找出農地及作物的變（差）異性，配合具變異率功能的自動化農機操作系統實施變(差)異性處理，達成精準機械耕作的需求。因此，一套設計完整的自動化農機操作系統，將可同時配備各種必要感測系統及自動控制裝置，一方面感應與接收資訊，另一方發出決策指令作出自動化作業處理。

伍、國內精準農業相關研究推動情形

國內航遙測技術在本會林業處遙測小組的推動之下，已頗具基礎。但大多應用於森林資源、土地利用型的調查及監測；航照相片基本圖、主題圖的製作；數值地形模型資料的錄製等方面。近年來將部分重心關注於農作物影像判釋及監測、水稻各生長期之光譜特性資料庫、作物種類自動判釋系統、作物受災監測及遙測（RS）、地理資訊系統（GIS）、衛星定位技術（GPS）之整合應用等方面，已有初步之成果：

一、航測技術在農作物生產管理的研發與應用方面

1. 利用航測辦理稻雜作面積調查

前臺灣省政府糧食處自民國六十九年起，於每年期稻、雜作生育期間委託林務局農林航空測量所實施空中攝影，並晒

印航空照片後進行判釋，再將航照判釋結果轉繪於航測耕地圖上，再繪製稻作分布圖，並將資料輸入電腦精確統計稻作或保價雜糧種植面積。全年使用之航空照片達九千餘張，爲目前全國使用航空照片量最大、涵蓋範圍最廣、且真正落實於行政業務之作業。

2. 利用衛星或空載多光譜掃描調查作物面積

航測調查水稻面積具有相當高的準確性，但在實施上亦有相當的限制，如航空照片爲類比影像，目前仰賴人工進行相片判讀，花費人力高；且航空攝影受天候及空域管制因素，影響空照時機之掌握。爲研究改進前項缺失，近年來委託中央大學太遙中心、成功大學航測研究所及工研院能資所進行以 SPOT 衛星影像判釋水稻面積，精確率爲九十三%，但與航空照相之精確度比較，仍有改善之處。

3. 航遙測利用在災害監測、預警技術

本會遙測小組爲建立作物生長狀況、逆境及災害發生時之快速監測、預警技術，並建立農田地理資訊及災害長期監測資料庫，作爲農作物生長及災害等關鍵問題與解決方案之判斷依據，成立「結合遙測與地理資訊系統建置水稻判釋系統」、「遙測與資訊技術應用於精準農業之先驅計畫-農作物生長及農災監測」等計畫。

二、建立國土資訊系統

政府各機關基於業務的需要，建立各種國土資訊系統，內政部於七十九年成立跨部會之「國土資訊系統推動小組」，以協調各機關採取分工合作方式蒐集、建立完整且可共通、共享之國土資訊系統，以有效推動國土資源之規劃、利用、管理及國家基本建設。推動小組按各部會權責訂定發展方向，如本會負責自然資源與生態資料、內政部負責土地基本資料庫之建立、基本地形圖資料庫，經濟部負責環境基本資料庫等。

「國土資訊系統推動小組」已運作多年，持續推動國內地理資訊基本資料庫之建立，並在全台建立八個衛星追蹤站及一、二等衛星定位控制點各一〇五及六二二個。因此現階段衛星定位技術在國內應用已具備相當良好的基礎，未來並計畫在北、中、南各建一處衛星訊號廣播站，提供即時動態衛星定位應用，屆時將可有效達到符合精準農業即時接收、計算與定位之需求。

三、精準農業推動與執行情形

1. 委託台灣大學開發精準農業作物生產系統

本會在八十八年度委託台灣大學進行「應用衛星資訊開發精準農業作物生產系統」計畫，研究項目包括有定位技術、近地面通訊技術、立體攝影測量、遙測影像處理及地理資訊系統等技術，GPS、GIS及影像處理之整合研究，並配合作物生長光譜資料的蒐集，期能建立一套精準農業生產管理系統，以便未來將精準農業之研發結果，逐漸應用於農作物的實際生產工作，提昇國內農業經營管理方式。該計畫完成工作包括：試驗區水稻生育過程農藝性狀及微氣象資料之調查、台大安坑農場地理資訊基本空間資料圖之建立、安坑農場衛星影像及雷達影像之蒐集與分析、水稻田生長後期植栽光譜資料蒐集等。以上研究爲精準農業之農場經營體系建立初步之雛形。

2. 在農業試驗所設置精準農業先驅性農場

爲積極推展國內精準農業，本會經多次邀集專家、學者針對國內研究現況與發展基礎，研訂我國精準農業之發展方向與策略，並於八十八年十月十五日召開會議決議，有關精準農業科技計畫之研究，依專業知識與技術立場，由本會農業試驗所負責統籌辦理，成立精準農業先驅性試驗

農場，並成立研究群，由農業科技與資訊、遙測、衛星定位、自動化農機等技術領域之專家、學者組成研究群，統籌各項技術之整合、應用與推廣工作。

陸、我國發展精準農業面臨之問題

一、衛星影像解析度待提升

實施精準農業的基本需求爲一至五公尺的空間解析力及每週至少可獲取一次資料。國內目前衛星影像的空間解析力、即時性與重覆週期仍然不足以滿足精準農業的需求。未來可運用 ROCSATII(中華衛星二號)遙測衛星具有二至五公尺解析度之影像，及每日可攝取影像之頻率，來支援國內精準農業之應用。

二、建立精準農業工作團隊

精準農業相關的技術如地理資訊、遙測、衛星定位、變異率技術等都需專業人員共同努力，欲推展精準農業應用，須將農業與科技人才整合，並建立良好的溝通與互動關係，建立精準農業實施體系，並可先就已成熟技術加以利用實施。至於一些尚未成熟技術，則有賴團隊分工研究建立。

三、擴大經營面積

在規模經濟效益的準則下，建構精準農業系統的研發費用及實施在每一作季的必要成本，需符合農產回收水平；國外目前實施精準農業農場規模約在 200 至 500 公頃之間，且每一農場單純農作物種類。未來爲推展精準農業，針對水稻經營方式應研擬因應對策，以代耕代營爲核心，規劃集團栽培，按灌溉區規劃 25 至 30 公頃農田爲集團栽培班，100 至 150 公頃爲集團經營隊，接受小農及兼業農委託代耕代營；這個經營架構如能實施，則有利於精準農業體系的運作。

四、新型精準農業機械引進與開發

引進或研發具變異率功能的自動化農機操作系統，以適合台灣農業環境之要求，達成精準所需之感測及控制與自動化農機操作系統。農機具配備各種必要感測系統及自動控制裝置，一方面感應與接收資訊，另一方發出決策指令作出自動化機耕作業。

柒、結語

精準農業是一種以資訊與技術爲基礎的農業經營管理系統，藉助此一經營管理的手段，偵測、鑑別與管理某特定地區農地和作物之時空變異性，期能兼顧生態環境與農作生產之平衡，維持農業永續經營。

精準農業的觀念及相關技術至今仍在起步階段，爲推動本項工作必須加強宣導，另方面是仍有部份技術仍不成熟，因此有待進一步推廣，並改進技術。另外如農作物生長模式、產量與環境因子間之關係、病蟲害逆境造成的光譜變化等農業專業知識，仍有許多有待瞭解之處，尤其是在量化的研究上更應加強。發展精準農業需要成立工作團隊，並建構相關軟硬體設備。由於一切投資在實施精準農業過程之經費必需低於所增加之收益或節省的開支才有意義，因此採用大面積集團經營將是實施精準農業的先決與必要條件。至於資訊、遙測、衛星定位技術在國內已具基礎，但具變異率的自動化農機技術仍待引進建立；此外結合農業專業知識的專家決策系統及即時動態衛星定位技術仍有待未來建立。

另外，在推動精準農業之同時，衛星遙測技術應用於農作物面積調查、產量評估、天然災害查估與病蟲害監測等，未來均有發展空間，亟待加強研究以供未來施政之依據或參考：(1)作物面積及產量之預

估：應用航遙測技術，配合電腦化耕地及地籍基本資料庫，建立正確之預測技術。(2)農作物天然災害評估：應用光譜影像處理技術，建立主要作物受風災、水災、旱災、震災等面積查估系統，及受損程度之評估。(3)農作物疫病蟲害區查估：研究農作物可能受疫病蟲害前或初期之光譜特徵；利用遙測光譜技術，估計可能受害範圍及程度，供疫病防治之參考。

捌、引用文獻

1. 楊純明。1999。發展精準農業之淺見。行政院農業委員會農業試驗所技術服務 39:2-8。
2. Robert, P. C. 1997. Remote Sensing: A potential Powerful Technique for Precision Agriculture, Land Satellite Information in the Next Decade II. December 4, 1997. Washinglon D. C.

Chapter 2 Direction and Strategy of Development for Precision Agriculture in Taiwan

Wen-Deh Chen
Agronomy Division, Food and Agriculture Department
Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan 100, ROC

ABSTRACT

President Lee Teng-Hui pointed out in his opening speech in the National Agriculture Meeting that Taiwan should seek for the development of precision agriculture to meet the world trend and future food need in the new millennium. To respond for this new idea into a possible policy, Council of Agriculture made an important statement when reported to the Legislative Yuan on 31 March 1999, stating that this Council will try every effort to incorporate modern technology to promote a high level of agricultural management in the twenty-first century. Since then development of Precision Agriculture became a popular consensus and eventually turn into one of the crucial agricultural policies. A pilot project, namely 'Studies on Precision Farming System for Rice', was established at the end of 1999 for research and development of key elements and techniques required in operating precision management for rice. It is hoped that through this project a prototype of precision farming system can be set up and future improvement work may have a direction to go. The related information and technology leading to development of the potential system is reviewed in this paper.

Key words: Precision agriculture, Direction of development, Strategy, Rice.