

智慧管理與省工機械 在提昇結球萵苣生產效率之應用

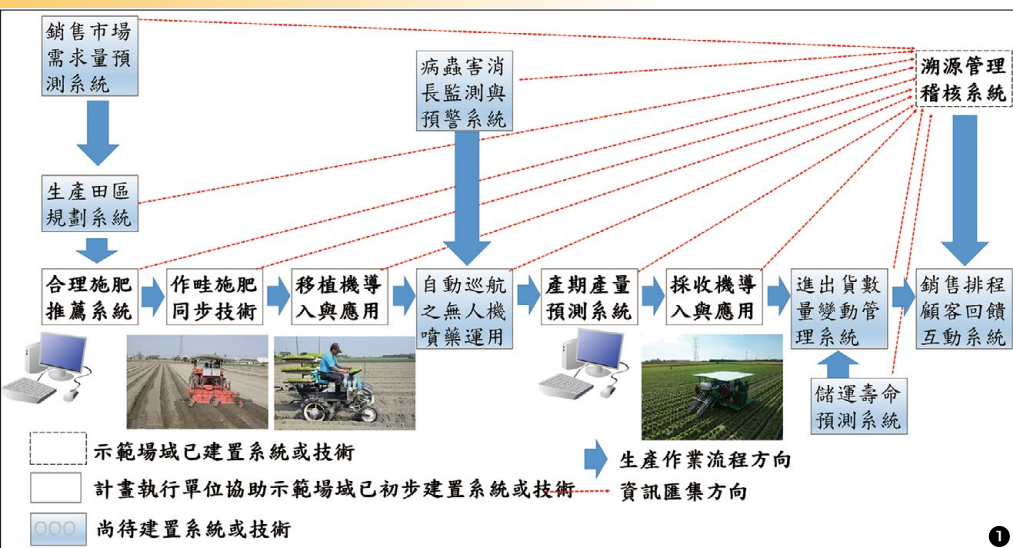
文／圖 ■ 謝明憲¹、林經偉¹、郭明池¹、沈葆雄²、郭淑芬³、黃裕峰⁴

¹臺南區農業改良場、²農糧署中區分署、³麥寮果菜生產合作社、⁴豐聯資訊股份有限公司

結球萵苣為臺灣第二大外銷蔬菜，但生產從種植至採收作業仍仰賴人力操作為主，面對產區人力老化及缺乏有經驗人力支持，已危及產業永續發展。因此臺南區農業改良場與相關單位為減輕生產管理決策失準風險及降低所需人力負擔，積極策劃與導入智慧管理及省工機械應用於結球萵苣生產。其中「智慧管理」主要導入「合理施肥推薦系統」及「產期產量預測系統」，讓生產萵苣僅需於整地前輸入土壤肥力分析結果，電腦就可依據未來長期天候狀況，推薦農友所需一次施

用合適肥料種類及合理用量，避免肥料施用不當所致生育障礙或施肥過量之浪費；也可知道萵苣栽種後何時為適合採收日及預計收穫量，以提升精準生產供應市場需求日期及數量之管控效率。「省工機械」則包含減少肥料施用及免追肥之「作畦施肥同步技術」，也含自動駕駛功能及符合人體工學作業之「移植機及採收機應用」，均利於提升生產作業速率及減輕人力負擔。「智慧管理」及「省工機械」二套整合應用，更能發揮1加1大於2的生產效率。其運用流程詳如外銷結球萵苣產業

① 外銷結球萵苣產業智慧化應用之規劃情境



智慧化應用之規劃情境 (圖1)，主要作業內容及應用效益分述如下：

一、合理施肥推薦系統

外銷結球萵苣種植期於每年9月下旬開始，11月中旬開始採收，產期通常於翌年4

月結束，外銷高峰期則於每年12月至隔年2月之間。雖然結球莴苣性喜冷涼環境，但栽培適期之秋季至翌年春季期間時常有異常高溫或低溫天候，若又施肥不當，易致出現結球不良、變形球或缺鈣(頂燒)等生理障礙。

因此本項專家推薦施

肥系統建置基礎，除需每一田區之土壤肥力分析基礎資料，也需導入定植後長期天候變動之溫度預測資料，進行演算及分析，其主要功能為可自動依據土壤肥力現況及栽培季節，推薦一次施肥之合理施用肥料種類及用量(圖2)。推廣使用利基為：1.利於集團生產農場導入統一或代耕施肥作業模式；2.降低施肥種類不當或施肥量不適之風險或避免生理病害而被迫棄收之損失。惟該專家推薦施肥系統仍需要示範農場持續提供土壤肥力、生產品質及產量調查紀錄資料的回饋，以利可依據生產區土壤肥力變動趨勢，逐年進行演算模式修正。

二、作畦施肥同步技術

作畦施肥同步作業技術之建立，業經依季節變化，應用不同氮、磷、鉀元素配比之複合肥料及用量測試，進行肥料一次施用(免追肥)之省工減肥試驗，也歷經三期作試



驗評估，已證實結球莴苣生產應用畦內一次施肥可取代傳統人工多次追肥作業，且有效節省肥料用量達50%，估計每公頃可減少人力施肥成本支出達4,500~9,000元(圖3)。惟要降低施肥種類不當或施肥量不適之風險，採用免追肥技術有其應用限制條件，首

3 作畦施肥同步之作業實況

4 應用移植機種植莴苣之作業實況





菜村之結球萵苣栽培模式為1畦面+畦溝=100cm，單畦雙行植、行距25cm、株距30cm；為配合移植機作業，需調整1畦面+畦溝=110cm，行距為30cm，株距縮為28cm，以維持單位面積之相近種植株數（圖4）。惟目前半自動機型之缺點為需要人

先技術需依賴機械輔具始能達成特定位置施肥，且該技術之肥料施用種類及用量仍需依不同地區土壤肥力及季節變化進行調整，因此目前僅推廣在外銷結球萵苣產區之農場契作區應用，主要考量基於曳引機附掛施肥桶需增加設備支出，另為作畦施肥同步作業將略影響曳引機行進速率，仍有待代耕業者進行營運評估，未來希望擴大導入試作面積與統一管理或形成代耕施肥作業模式。

三、移植機導入與應用

結球萵苣生產之農場契作區均採用穴盤苗進行栽植，國內現行商業化移植機主要為日本引進半自動穴盤苗移植機（Kubota, KP-201），需先將苗投入盛苗轉盤，經落入種植機構（狀似鴨嘴杯），藉鴨嘴杯插入土中後鴨嘴張開讓苗落入土穴，再藉滾輪覆土完成移植，然因移植機之最小種植行距為30cm，最小種植株距為24cm；臺灣生

工進行投苗作業、作業效率僅較傳統人工定植約快2.5~3.5倍，速率提升有限，為尚待克服之瓶頸。因此為克服前項速率瓶頸，若未來能改為雙人投苗或導入自動投苗裝置，或許有助於加速導入蔬菜移植機推廣應用，也值得再調整測試與評估。

四、產期產量預測模式

結球萵苣從定植至採收之生育期決定因素，除受天候之溫度與光照量等影響，也受植株抽臺速率的影響，其生育日數之變動幅度可從最短僅約35日至最長約達70日之二倍差異，採收標準也因季節變動。為求符合最適採收品質，而被迫隨季節更替調整球重之採收標準。因此本預測系統之大數據分析基礎要件，除需導入定植後長期天候變動之溫度預測資料，也需引入光度之歷史紀錄資料，為求能每日更新校正預測值，更需加入定植後生育期間之溫度與光度紀錄資料，

進行演算及分析 (圖5)。預測系統所提供智慧決策功能在於：1.依據契約要求的供應量推估安全儲備生產之最少種植面積。2.依據長期天候預測資訊，推估每年合適栽植起始日期及終止日期；3.依據栽培期天候預測資訊及產量與產期推估資訊，推薦合理施肥種類與用量。4.依據主要銷售國之天候預測資訊，估量需求量消長，以推估合理種植面積之增減數量。目前系統已初步建置，也已開始試應用，惟仍存有數日誤差，尚有賴示範農場持續提供生產與採收等紀錄資料，以利進行演算模式修正。

五、採收機導入與應用

藉由輔導示範場域申請首購補助購入結球莴苣採收機 (圖6及圖7)，該機係從義大利 (Hortech公司) 引進。採收機型號為RAPID SR、一次採收4行、動力來源為50HP引擎、液壓驅動模式、採收行距最小30公分、可承載3~10人、荷重限制3,500公斤等。經初步評估莴苣採收之應用效益，採收作業可一次收穫二畦 (四行) 莴苣，採收後即輸送至分級作業平臺，證實以採收直接籃裝作業，人力需求僅為人工採收1/4，即節省人力達75%，作業環境更友善，避免長期彎腰採收所致職業傷害風險，且達成真正不落地採收作業模式，避免採收

產品接觸土壤，降低受微生物感染之風險，惟目前尚待進行田間作業之不同行進模式比較評估，以確認能最有效率執行採收作業。

未來展望

為推動業界導入智慧農業4.0技術升級，翻轉產業，並透過農企業帶動周邊衛星農場，推行大面積集團智慧化生產經營。短期內已協助結球莴苣集團生產專區之示範場域建置微氣象感測站，並合作建立合理施肥推薦系統、作畦施肥同步技術、移植機導入與應用、產期產量預測系統、採收機導入與應用及溯源資訊系統，但仍需改善省工機械作業流暢性及智慧決策系統精準度；相關合作單位未來也將持續建置關鍵需求技術與設備，並落實產業應用，減輕生產管理所需人力負擔，增進莴苣產業升級轉型能力，也期望藉由參與智慧農業4.0計畫推動與執行，降低因人口高齡化、勞動力不足、極端氣候對產業的衝擊，並提升農業整體生產效率及安全與風險管控效能。

⑥ 應用採收機收穫莴苣之作業實況

⑦ 裝箱後莴苣直接堆疊於採收機後方棧板，收穫作業不落地，避免土壤汙染風險

