

省工農機具研發於蔬菜產業之應用

張金元、曾康綺、張佳偉、錢昌聖、田雲生、潘光月

農業部臺中區農業改良場

changcy@tcdares.gov.tw

摘要

隨著農業勞動力短缺與氣候變遷的影響，符合國內園藝與花卉作物栽培模式的機耕管理，已成為產業升級的重要方法。本場積極投入省工高效農機研發，針對水田芋苗種植、蔬菜花卉穴盤育苗、洋葱及青葱等作物栽培作業，研發出多項機械化設備，如芋苗種植機、植物移苗機、洋葱移植及採收機械、青葱一貫化移植機等，可大幅提升農事操作的作業效率，省工效益可達23.1%至50%。另外為協助育苗業者提升育苗效率與品質，掌握植床管理、物料與進出貨排程，本場亦開發育苗播種資訊及盤床管理數位化系統。大宗蔬菜如甘藍等是我國消費需求旺盛、種植面積大的農產業，一貫化機耕作業整合可優化生產管理，大幅提升作業效率，以及透過實體與數位訓練課程，培訓專業的農業勞動力。各項省工農機具輔助農事操作，可減輕農民勞動負擔，並已陸續於農事場域示範推廣，獲得農民肯定。未來將持續精進相關技術，研發更多符合產業需求之農業機械，以協助農民提升生產力、因應勞動力短缺與氣候變遷的挑戰。

關鍵字：機械化；移植；育苗

前言

稻作產業從育苗播種、田區栽培到收穫乾燥儲存等，皆已全面機械化，產業發展穩定，惟其他園藝及花卉作物，隨著農業高齡化與極端氣候影響，勞動力短缺困境更趨明顯，機械化與排程作業成為提升農業生產力與因應環境變遷的關鍵方法。本場有鑑於此，積極投入相關農機具研發與產業推廣應用，針對水田芋苗種植、穴盤育苗、洋葱、青葱及大宗蔬菜等作物栽培作業，研發或引進應用多項機械化設備，期能協助農產業減輕勞務、提升作業效率，以紓緩勞動力短缺現況。本場因應產業需求所研發之芋苗種植

機、茄科嫁接機、植物移苗機與資訊管理系統等省工機具，已陸續辦理示範觀摩推廣，並獲得農民回饋意見進行優化改良，藉以協助農業提升生產力與競爭力。

內容

芋苗種植機之研發應用

屬於天南星科植物的芋頭，種植過程中亦相當缺乏人力，國內種植芋頭有水田與旱田兩種栽培模式，分別稱為「水芋」、「旱芋」，本場應用夾持式的移苗結構，研發有「芋苗種植機」，為附掛於曳引機後方，包含有芋田破土、開溝、種植、覆土等作業功能，採用雙行式種植，由人員拿取芋苗供應給夾持



部，完成移植作業。因採取早田種植後再行淹水，可視栽培習慣決定是否淹水管理，均適用於「水芋」或「旱芋」兩種產業作業模式。

機械化省工作業模式與現行人工於濕田平畦種植栽培者相較，在芋頭生育上各性狀表現無顯著差異性，產量、品質不變，可提供農友參考應用以減輕農務辛勞。產業推廣成效方面，本成果「芋苗種植機」已於臺中市大甲區及大安區、苗栗縣公館鄉、屏東縣高樹鄉、花蓮縣吉安鄉等地區完成機械田間操作觀摩示範。成果亦非專屬技轉授權1家業者(富國農機資材)，進行產業推廣應用；新

型專利獲得「雙行式種植機結構改良」專利證號M585475，參加競賽活動獲得經濟部智慧財產局109年創作發明獎銀牌。省工效益方面，傳統水田種植時，人員需拖行秧船於水田步行彎腰種植，在冬天寒冷氣候下，芋農在泥濘田間拖著秧船行走、俯身彎腰取苗、插苗與搬運芋苗相當辛苦不便，採用機械化後，人員以乘坐式移植芋頭苗，由1人駕駛2人供苗作業，採早田種植後再淹水管理，可省去定植前縱橫劃線定位工序，種植效率可較傳統提高23.1%，期藉由導入機械化輔助芋苗種植作業，大幅減輕農事辛勞。



曳引機附掛式雙行芋苗種植機



芋苗田間機械化種植情形

番茄苗嫁接機之研發應用

因應氣候變遷與精準栽培管理所需，臺灣番茄栽培已普遍使用嫁接苗，因嫁接作業主要仍以人力為主，且其技術需一定時間的專業訓練與經驗累積，使得技術人員培養不易，產業在嫁接旺季時有人手不足情形，需求導入自動化、機械化，以紓解人力短缺的營運瓶頸。因此本場研發有番茄苗嫁接輔助機具、輸送帶嫁接輔助機具、穗砧苗排列式夾持及斜切裝置3種茄科嫁接機械。其中番茄苗嫁接輔助機具，將嫁接工作中的切削穗

砧苗和夾子接合兩項關鍵動作進行機械化輔助，嫁接機操作簡單，作業速度可達每小時240~300株、嫁接成功率96%、存活率91%以上，成果相當優異，並參加107年經濟部智慧財產局創作發明獎榮獲金牌獎項，本成果於106年獲得新型專利(證號M545432)，並已有3家業者辦理技術授權生產商品機，進而推廣給設施蔬菜育苗業者應用。

因嫁接包含斜切苗株、嫁接接合兩項關鍵工序，為提升嫁接效率創新研發有輸送帶嫁接輔助機具，採用多人(4人)團隊分工模

式，由2人取穗砧苗斜切後放置於輸送帶，再移至後方由另2人取苗嫁接，嫁接速率可達每小時1,058株，較傳統人工(208株/小時/人)提升效率20%。藉此輔助機具期達生產線分工的效果，使苗株嫁接作業專一化，減少嫁接過程的複雜度，且隨著操作愈熟練效率將更提高。

此外，為在提升嫁接速度，研發有「穗砧苗排列式夾持及斜切裝置」，採用機械手臂一次夾取複數苗株，相較以往單株作業，效率可再提升1至2成，本成果可同時夾取與斜切複數(4或8株)苗株，同時適用於番茄苗及茄子苗等直立性苗株進行夾取、切削作業，且斜切之角度具標準化、規格化，提高適用性範圍，特殊結構可使苗株向中心點定位集中，以適應農業植株任意性外觀型態，以及斜切裝置設計為可拆裝式刀架、刀砧，可依不同需求更換零組

件，提升應用廣泛性，本技術參加2021臺灣創新技術博覽會發明競賽榮獲銅牌獎。

在省工效益方面，因苗株斜切及嫁接的品質需穩定及均一，且為嫁接苗存活的重要關鍵，手工嫁接會隨著長時間的工作而降低效能，採用機械輔助嫁接，一般操作者均可穩定且延續的增加嫁接效能，並且達到跟老師傅手工嫁接相同的品質，有效幫助苗場穩定供貨或擴增產量等經營管理助益。由機械輔助完成苗株斜切、嫁接接合的作業，因簡化手工嫁接的作業步驟，長時間操作下，可減緩人員的作業疲累，並且苗株所剪切的切口角度一致，以及無須拾取刀片及塑膠夾進行嫁接，僅需供苗及取苗即可，減少苗株嫁接作業手續，協助育苗場於生產旺季，缺乏嫁接人手之際，紓解產業缺工問題，為嫁接機械之重要優點。



番茄苗嫁接輔助機具操作情形



四人團隊合作操作輸送帶嫁接輔助機具之作業情形



穗砧苗排列式夾持及斜切裝置操作情形



搭配機械手臂進行穗砧苗排列式夾持及斜切裝置之作業情形



穴盤用植物移植機

蔬菜花卉產業在傳統人工移植作業中，因工作場域環境高溫、頻繁的蹲坐、滑行移動、轉身、徒手移植等動作，相當費工耗時。現行穴盤苗移植作業以人工為主，本場針對產業需求設計研發穴盤用「植物移植機」，以紓解勞動力短缺，改變產業作業模式，期提升產業競爭力。

研發成果包含「植物抓取裝置」、「植物頂起裝置」2項技術，分別可進行苗株夾取與放置、苗株介質與穴盤分離2項重要功能；植物抓取裝置採用模組化裝置設計，可依產業需求增設數量為4或8組移植爪結構，並設計有擋板，可微推苗株莖葉，使之露出土球，降低夾持時葉片的損傷；移植爪採用傾斜角度夾取苗株，可以增加土球夾取的範

圍，並利用彈性的夾子，達到夾持苗株的效果。因應土球與穴盤分離所需，研發「植物頂起裝置」，可依穴盤規格設置為每排8、12、14格等規格，一次作業將苗株頂起，使土球介質與穴盤壁分離，以利後續植物夾取裝置作業。上述兩項機械結構設計搭配使用，可使穴盤苗的移植成功率達9成以上，透過機械化改變作業模式，期降低人力辛勞。目前可於蔬菜穴盤苗及花卉水耕洋桔梗等場合應用，以洋桔梗穴盤苗為例，從1盤288孔洋桔梗穴盤移植至40穴保麗龍水耕盤，作業效率顯示平均約為3分33秒可完成1盤保麗龍盤移植作業，進而節省1名移植人力。成果獲得2項新型專利，並非專屬技術移轉授權1家業者進行商品機推廣應用。本場亦已持續研發穴盤苗吹苗、吸苗等關鍵技術，期提供產業多樣化的省工機械。



機械化作業將穴盤苗頂起、苗株夾取、苗株等距輸送、苗株放入水耕用保麗龍盤之承苗杯等4項自動化動作情形



產業移植以人工為主，作業繁複且辛苦，面臨高齡化及勞動力短缺情況

洋蔥移植及採收機械之應用

因應氣候變遷對農作物生產之影響，作物已有栽培產地往北遷移之趨勢，如洋蔥生產地區在彰化、雲林地區的栽培面積已提升至206、287公頃，占全國47%。為提升洋蔥產業機械化作業、提高效率及展示可使用之

機械設備，提供產業參考選用，高雄農改場與本場於彰化縣伸港地區，結合伸港果菜生產合作社和伸港鄉林任寰農友，共同辦理2次洋蔥機械化作業示範觀摩會，會中展示洋蔥生產一貫化機械設備，包含有機械移植、收穫及剪葉等一貫化系列機械。

由高雄農改場首次由日本引進應用的乘用型4行式洋蔥全自動移植機，採一人駕駛，一次作業可移植4行洋蔥苗，適合平畦及作畦田區，觀摩會時於示範田區展示平畦種植，在專用型穴盤育苗情形良好下，移植均能符合產業應用。機具採用四輪驅動行走，引擎出力為8.5PS，變速方式有前進3段、後退2段，輪距可6段調整為128 cm~152 cm，穴盤係使用日本製專用硬質可重複使用之448株穴盤規格，每分地依據栽培習慣，種植株數可調整範圍為2萬3千株至3萬餘株，種植效率每



乘坐式全自動洋蔥移植機作業情況

分地約75分鐘以上。搭配良好的育苗管理，亦能提高機械化移植成功率。未來若機械化栽培面積穩定，符合成本效益，則育苗產業可自行生產專用型硬質穴盤，以及符合機耕機械結構運作提升育苗規格，加速機械化推廣的速度；在採收方面，由高改場開發之洋蔥採收機，具備挖掘、篩土、剪葉及收集等功能，可一次收穫可完成4項工序。透過洋蔥移植及收穫2種機械的應用，效率高於傳統人工作業3倍以上，並具有省工又避免人員勞動負擔的功效。



具有挖掘、篩土、剪葉及收集功能的洋蔥採收機作業情況

青蔥一貫化移植機械之研發應用

彰化縣是青蔥最大產區，面積超過1,612公頃，占全國40.8%，亟需機械化協助蔥苗移植作業，因此本場與中興大學生機系組成研發團隊，執行農業部學界科專計畫，由計畫主持人中興大學生機系謝禮丞主任帶領團隊研發「青蔥一貫化移植機械」，並在彰化縣溪湖鎮蔬菜產銷第九班施有銘班長的埔鹽試驗田區，召開青蔥一貫化移植機械田間示範觀摩會，進行田間示範操作，介紹種植機組成架構及應用情形。團隊積極推動機械化

耕作模式，促使蔥苗種植省工效益倍增，提升農業栽培效率與紓解勞動力減少現況。並青蔥一貫化移植機係將整地後的施肥、作畦與移植整合為一體，用以簡化種植流程，達到機器下田一次完成三項作業，並採用符合歐盟五期排放標準之曳引機作為動力主體，達到減少碳排之效果。該機器一次可同時移植兩畦面的青蔥，單畦移植4行，具備單畦獨立舉升機構，使田區機械移植達到最大化；相較於傳統人工作業流程，作業效率提升50%，尤其適合大面積種植之田區。



青蔥一貫化移植機械田間操作示範



青蔥一貫化移植機械人員操作情況，由4員2畦種植8行青蔥苗

育苗播種及盤床資訊數據數位化之研發應用

為推動大宗蔬菜育苗生產偵監與精準管理之技術應用，建構育苗場在播種及盤床資訊進行數據數位化紀錄，利用資通訊技術記錄育苗場播種/盤床資訊系統，供應農業生產者或決策者迅速獲知育苗場栽培資訊，以提高管理效率。

(一) 農作物播種資訊管理系統

以往農產業對於數位化紀錄栽培資訊，多以手抄登打方式，主要是因為紀錄的品項多樣化，且時常改變，對於數位化登錄有一定程度的不便。為此，本場研發農作物播種資訊管理系統，從種子播種的那一刻，就進行數位化紀錄。系統管理頁面可建立表單，並依據需求新增項目，使登打的內容可隨時調整新增，同時，使用者僅需於人機介面上點選圖塊表單，即可快速建立，人員可減少拿取筆、紙，協助人員減少工具，從人機介面上即可快速操作。待播種機開始啟動後，隨即開始記錄播種的數量，透過機器與物聯網技術，協助記錄每天的播種情況，管理者無須親臨現場查看，即可在雲端系統查看到播種數量，提升管理效率。本項研發成果已獲得新型專利證號M632339，以及技術已完成技轉公告，已有1家業者授權簽屬，成果擴散應用於2處示範場域應用，參加2023臺灣創

新技術博覽會發明競賽獲得銀牌獎殊榮。

(二) 農作物植床資訊管理系統

為提供育苗場管理者快速調度與優化植床應用效率，本場研發農作物植床資訊管理系統，採用行動裝置掃描植床上的QR Code條碼，快速進入系統進行登打作業，管理者可透過資訊系統頁面上植床圖塊，快速檢視育苗數量現況，以及苗株汰除和補株等數量控管。數位化系統相較於傳統手抄登打與巡田檢視方式，大幅減少了紙本手抄作業，提高管理效率，同時使位於辦公室的管理人員，可即時監控植床運用現況，避免不必要的移動交通巡查時間，與提升數位化登錄的即時性。植床圖塊以不同顏色以表示滿床或空床，提供管理者快速檢視空植床位置，供為調派作業的參考依據。本系統已導入2處大型育苗場域應用，2處場域的植床栽培數量分別有170床、130床以上，因每床的可育苗盤數不同，管理者必須相當熟悉場域現況，現今透過資訊系統可快速檢視植床現況，並透過系統顯示植床可容納育苗株數及已入庫株數。經觀察可减少人員受地域而頻繁移動檢視植床現況，可提升效率12.5%以上、數位轉型之效益可因管理而移動之時間與路程較傳統減少3成、減少紙本手抄作業之數位化效率提升5成。



農作物播種資訊管理系統

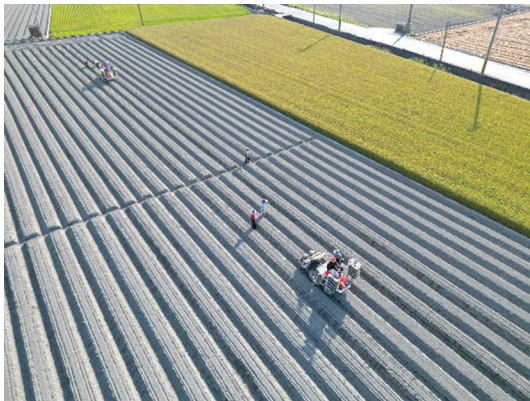


農作物植床資訊管理系統於育苗場使用情形

大宗蔬菜機械化作業模式之建立

大宗蔬菜栽培量大，相當需要進行一貫化機耕制度建立，從整地、作畦、播種、中耕管理、種植到收穫等作業工序，均需機械化協助作業，以加速生產效率。為建立作業標準化、規格化之機耕模式與栽培樣態，於大宗蔬菜耕作流程中整合一貫化機械耕作體系，可分為5大項目：基礎環境建立，包含田區預留農機具進出與迴轉通道；整地後作畦時運用RTK定位系統，提供精準操作輔助，促使畦溝間等距之規格化，同時應用作畦施肥同步技術，調整施肥工序及節省肥料用

量；菜苗移植時，採用乘坐式全自動移植機移植，並配合移植機所需之穴盤苗規格，由蔬菜育苗業者開發機耕用穴盤；栽培管理時期，採用臂展式多功能防治機及附掛中耕迴轉型，有效提高作業效率；採收作業則由產業引進應用自走式採收機，採收後由田間運回集貨場儲藏，縮短田間接軌冷鏈時間，以延長保鮮期限，並依據市場需求進行分級選別。大宗蔬菜從耕作、整地、作畦、移植、田間管理及採收建立機械一貫化耕作制度，因機耕成效良好，農糧署已將全自動供苗型的蔬菜移植機列入省工農機具補助牌型之一，產業可參考選用。



曳引機應用RTK系統犁耕作畦整齊劃一的田區，並由全自動化移植機進行穴盤苗移植作業操作情形



懸吊桿式噴霧車田區操作情形



農業人力培訓課程建立與應用

為改善季節性缺工，培訓農業勞動人力，使之具有農務與機耕操作技能，本場每年辦理基礎/進階共計20小時的訓練課程，包含有作物栽培知識、農機安全操作、保養檢修與實務操作，及智慧化管理、芋苗種植機安全操作與田間實作等技術，讓轄區90位農業人力團成員學習農耕技術。

為減省人力需求及提升農機具運作效能，本場輔導成立中部機耕團，分別由地區農會與農業生產合作社導入各種省工農機，採取「機」加「人」代耕模式，依據作物項成立有芋苗、雜糧及大宗蔬菜之機耕團，以及會同彰化縣社頭鄉、溪州鄉農會設立有果樹碎枝服務機耕團，共計5團，建立機械與農耕人力之「人機

一體」的代耕農事服務，達到訓用合一目標。

在數位化教育推動方面，本場建置有多元農機數位化課程，建立「輔助自動駕駛曳引機」、「蔬菜移植機」2支操作教學影片，以及開發「農用曳引機培訓平臺」、「中耕機」數位化教材2式，藉由影音、數位化科技的輔助，加速初學者熟習操作事項，以提升訓練效率、安全性及人員對教學內容的充分理解。

此外，為擴展我國與新南向國家農業合作與交流，提供外國青農來臺實習工作和學習的雙向機會，提升實習生農業視野並學習農業新科技，本場辦理科研課程介紹智慧溫室及養液系統、溫室栽培設施與電動省工農機，透過實際操作深入瞭解農機具在農場的運用，冀能達到新南向政策推動與人才交流目標。



專業課程講授農機具維護保養



講解剖草機操作技術實務



農務人員以芋苗種植機種植，減輕勞力負荷，紓緩缺工問題



農務人員進行中耕機等農業機械操作

結 論

機械化耕作體系之建立，仰賴產官學研各領域人員共同推動，透過跨域合作加速產業機耕，從栽培田區標準化規格擬定、育苗階段技術支持及人員培訓制度建立等，均需各方團隊一一克服。因應產業迫切改善生產效率、紓解缺工困境與提升栽培品質等目標，除自主研發應用省工農機具與栽培技術，亦透過國外機種引進測試，相關試驗成果積極會同產業夥伴進行示範場域驗證推廣，使成果加速落實於產業應用，期導入機耕以優化現行栽培模式。

推動現況尚有技術推廣人力短缺、試驗測試時程長、省工農機具購置成本高、機耕以大面積推動效率較佳、專用型穴盤在機耕推廣初期使用成本高等須一一克服。因應產業各項工序機械化需求高昂，將持續逐步地透過國內自主研發、引進應用國外農機具，並建立適合機械化的耕作制度，以強化產業韌性。

參考文獻

1. 田雲生、張金元、戴振洋、白桂芳。2019。芋苗種植機械之研發應用。農業省工機械化研發應用研討會論文輯P73-82。
2. 田雲生。2022。省工高效技術。2022中臺灣農業科技前瞻論壇專刊。臺中區農業改良場特刊147號。2022年10月。P 132。
3. 張金元、田雲生。2019。輸送帶嫁接輔助機具之研發應用。農業省工機械化研發應用研討會論文輯P83-92。
4. 張金元、陳葦玲、洪榆宸、李東霖、田雲生。2022。蔬菜育苗栽培體系物聯網系統之開發應用。農機論文發表會p226-228。
5. 張金元、陳葦玲。2022。農作物播種資訊管理系統。臺中區農情月刊276期。
6. 曾定澤。2023。青蔥移植機構之開發。國立中興大學生物產業機電工程學系所碩士論文。
7. 曾康綺。2020。改善農業季節性缺工措施活化農業人力。臺中區農業專訊第 108 期 109 年 3 月。
8. 曾康綺。2024。農業人力團招募新夥伴 緩解季節缺工。臺中區農情月刊第297期。
9. 潘光月。2019。洋蔥栽培管理機械化之引進與研發應用。農業省工機械化研發應用研討會論文輯P65-71。
10. 富士通株式會社。2014。永旺農業創造株式會社-運用ICT，以現地的即時資料提高農業運作效率。網頁查詢時間2024年5月20日，網址：<https://www.fujitsu.com/tw/Images/fujitsu-technology-and-service-vision-tw-separate.pdf>。

