

鋼鐵軍團翻轉農村風貌 人機一體，耘草採果9453

智能機具、人機輔具執行團隊



❖ 為了提高除草效能，花蓮農改場曾研發平畦專用除草機，但農民還是習慣作畦栽培。

國家發展委員會推估，我國總人口數到2065年可能降至1,601~1,880萬人，務農人口亦將循此趨勢持續探底。從事農業機械研究與推廣40年，農業委會桃園農改場副研究員邱銀珍感嘆說：「1996年以前到雲林縣褒忠鄉訪視農村作業，那個工頭隨便一招，找個三五百人

都沒有問題。最近2年再到褒忠鄉，工頭說現在能找到50個就謝天謝地。我跟他講再過2年恐怕只剩下你自己1個。為什麼？因為做農實在太勞累了。」道破臺灣農業人口高齡化與嚴重缺工問題！

農民平均年齡高齡化，伴隨著我國逐漸邁

進已開發與科技化國家，高科技產業跟服務業成為吸納年輕族群職場藍海，不願再投入高勞力密集的傳統農產業。邱銀珍說，現在學校畢業後被問到在做什麼？如果回答在「作田」，別人會說「你很low」，造成年輕人寧可到超商吹冷氣打工，也不願務農。在這種情形下，「草地」缺工很嚴重，如何解決農業缺工問題已刻不容緩，「智能機具與人機輔具計畫就是為了解決這個問題，研究團隊所有目標都是朝消滅缺工的方向前進，為農民打造更便捷、更務實的省工利器。」

因材施教 打造在地化除草 農友驚艷

農事管理分為種植、管理，收穫與加工處理等4個階段，種植跟收穫是缺工最嚴重也最勞累的階段。工欲善其事，必先其利器！農委會茶業改良場茶葉機械課助理研究員黃惟揚指出，就農業管理而言，種植跟採收機械是互相搭配的，剛開始怎麼種，就會影響到後面怎麼採收。各種作物播種機械看似都長得差不多，



❖ 單畦雙行是國內農民種植大豆與花生的主流。

實際卻是各有不同種植規範，用機械取代人工必須「因材施教」，針對不同作物特性設計改良，這也是研究團隊為何專注於種植跟採收機械研發；而噴藥施肥機械現在幾乎沒人做，就是因為所有作物都能共用。

為研發並改良國內所需農業機械，協助農民解決高齡化與缺工困境，桃園農改場在農委會與經濟部支持下，全面盤點各種田間作物在種植、管理、收穫與加工處理等階段，再延伸到冷鏈系統運送過程缺乏的農業機具，認為引進國外先進農機將面臨耕作方式不同的困擾，必須經過「在地化」調整才能發揮最大功效，於是整合中山大學、中興大學與農委會所屬各研究機構，積極投入智能機具與人機輔具研發。2020年5月，花蓮區農業改良場研發的「附掛式畦間中耕除草機」，取得經濟部智財局新型專利之後，首度在花蓮有機大豆田間公開亮相，應邀到場觀摩的農友，看到除草機在田畦間靈活穿梭，忍不住拿起手機拍個不停（參考資料1）。

「這是我們在2018年針對旱田有機作物推出第1款國產除草機之後，推出的第2款在地化除草機。」花蓮農改場副研究員張光華表示，雜草管理是有機栽培的棘手問題，尤其是臺灣溫暖潮濕的海島型氣候，田間雜草更容易得寸進尺，不能使用化學除草劑，也讓除草工作變得更加困難。特別是在花蓮300公頃的黃豆種植面積中，有機栽培就占了一半以上，因為沒有合適的畦間除草機，以往農民只能以中耕機除去畦溝部分雜草，其餘的都要靠人工除草，但雇工除草每公頃就要5萬到6萬元，問題是花錢也找不到人，讓農民頭痛萬分。全臺栽種面積近3萬公頃的落花生，同樣採取單畦雙行種

植，開發畦間中耕除草機對於花生栽培的農藥減量和友善耕作模式，成為強而有力的工具。

引進與改良同步進行 開創中古農機第二春

花蓮農改場在2018年開發完成的附掛式旱田除草機（2017年原形機問世，參考資料2），效率雖比人工除草提升4倍，卻僅適用平畦種植。農民為解決作畦栽培缺工問題，曾從日本引進迴轉耕刀型與圓碟犁型2款除草機，僅適合畦溝（畦與畦之間的凹溝）除草，畦面的雜草還是切削不到，有效除草面積涵蓋不到一



❖ 農民從日本引進迴轉耕刀型除草機（上圖），畦側的雜草成為防除死角（下圖）。

半，還是要依賴人工收拾殘局。研究團隊經與農友討論，並根據先前開發除草機經驗，針對進口農機缺點展開在地化改良，利用破土犁、圓碟犁和彈性除草爪的組合，先以破土犁把土壤犁鬆讓草根鬆動，再用除草爪耙除或圓碟犁翻起，分段處理「先鬆後除」提高除草效率。

經過田間反覆測試，終於在2020年開發完成專為作畦旱田量身製作的「附掛式畦間中耕除草機」。邱銀珍強調，研究團隊為減輕農民設備投資成本，以「舊農機加值再利用」作為研發「在地化」除草機的創意發想。國內農民使用的插秧播種機都是從國外進口，使用幾年之後，插植臂很容易壞掉，但機身和動力系統還是好的，「我們就想幫它創造第二春，讓舊機械發揮更大效用。」把中古插秧播種機改造成專為臺灣旱田環境設計的除草機，破土犁、圓碟犁和彈性除草爪取代插植臂，讓操作者根據田間環境機動調整除草行距、寬度、深度和傾角等。循著播種機的規格和路徑除草，就不必擔心迴轉換行除草時，因為輪距寬窄跟播種間距不同，誤傷植株導致作物損傷太高。

花蓮農改場與農友合作展開田間測試，在壽豐鄉四季耕讀有機農場試驗，有機黃豆和有機花生的雜草防除率皆超過九成，適地適種並配合土壤特質選擇適合的除草機械，再根據天候把握除草最佳時機，更可大幅降低田區雜草種子密度，達到預防性管理效果，減輕日後除草困難度。張光華分析，經過在地化改良的除草機，雖比不上人工的接近100%除草率，也無法拔除植株間的雜草，但每天除草面積達3公頃，損傷率低於5%，效率至少提高30倍以上。

若以每期每公頃除草2次計算，至少節約農時150小時以上，相對於人工除草也節省3



❖ 在地化除草機開發過程與農友合作田間測試，配合旱田環境採用不同機械套件。

萬6,000元。經田間試驗證實，除了黃豆，也適用於花生、黑豆和紅豆等雜糧作物，不僅解決缺工困擾，減輕農友辛勞、降低人力成本，更透過支持有機友善和農藥減半，體現聯合國SDGs「消除飢餓，實現糧食安全，改善營養狀況與促進永續農業」永續發展目標。

鋼鐵農夫體貼保護 借力使力消痠解痛

相對於雜糧作物，農民在播種以後為了

「除草務盡」勞心勞力，果農在收穫季節因長時間且重覆性的採摘動作，造成「這裡痠、那裡痛」的職業傷害，更讓高齡農民難以負荷，就像在屏東芭樂園工作多年的邱阿姨和郭大姐長期為痠痛困擾不已。郭大姐因為長年反覆做著剪枝和套袋的動作導致手臂痠痛，白天在果園工作時，常因為痠痛發作不得不停下休息；每天收工就趕快在手臂貼滿磁力貼，但還是常因手臂或肩頸痠痛在半夜痛醒過來；邱阿姨甚至痛到肩膀長骨刺，整個手臂都舉不起來，曾



❖ 「附掛式畦間中耕除草機」經田間試驗顯示，對有機黃豆與有機花生的雜草防除率皆超過九成。

除草效益比較

	人力除草	附掛式畦間中耕除草機
作業能力（公頃／人日）	0.1	3
雜草防除率（%）	95%	90.1%
植株損傷率（%）	0.32%	4.2%
栽種規格	自由	作畦栽培（機械可微調）
操作成本*（元/公頃*2次）	36,000	< 1,800

*人力成本以日薪1,800元計算

經連續1個多月無法到果園工作。

果園從剪枝、整理枝蔓、疏果、套袋到採收，週而復始，農務繁忙。彰化葡萄產銷班康班長夫婦也因痠痛苦不堪言，「做葡萄疏果時，常常做3、4串就要把手放下來甩一甩，才能再繼續往下做。1個園子就有上百串的葡萄要處理，經年累月真的吃不消。」農民常見職業病高達93%與職業性肌肉骨骼疾病（WMSDs）有關。勞動部調查指出，110位受訪果農高達83.6%自訴有WMSDs症狀，發生機率最高的部位分別為下背與腰占64.1%、膝蓋44.6%、肩膀40.2%、脖子與手（含手腕）都是37%，顯示果農WMSDs症狀多半集中在背部、肩頸、手臂與手腕。

日本農林水產省因應農村人口凋零與高齡化，訂定善用機器人與Assist Suit（穿戴式動力機具）策略，協助農民加強腰部和腿部支撐，減輕搬運重物的負擔與長時間做重覆的動作造成的痠痛傷害，但國內市面上卻沒有適用農事作業的省力機具。為減輕高齡果農體能負荷與疲累痠痛，中山大學機械與機電工程學系副教

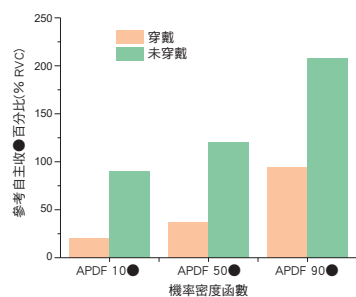
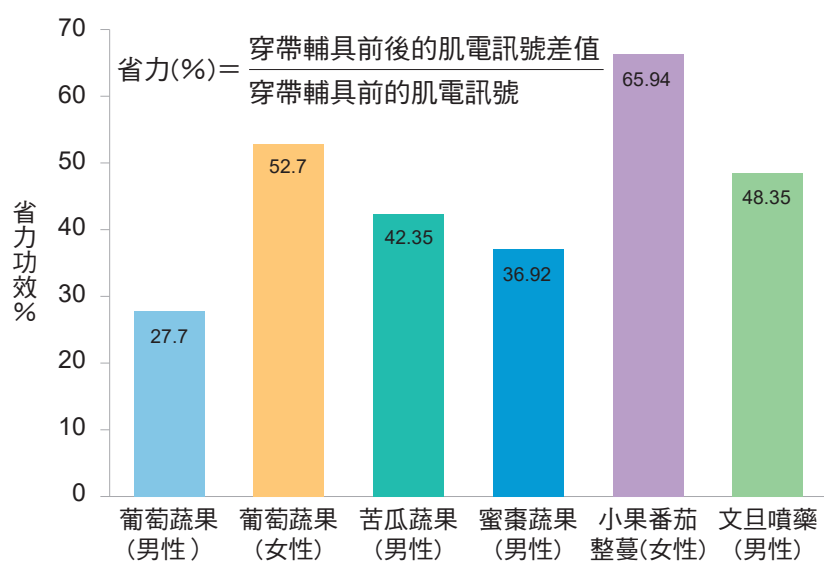
授林韋至參考日本經驗，帶領研究團隊研發臺灣版「鋼鐵農夫」，為果農穿戴式省力機具，針對不同果物採摘動作不同的需求，分別開發出上臂與腰部兩種不同輔助部位的穿戴式省力輔具。

林韋至副教授指出，上臂穿戴式省力輔具利用彈簧和齒輪的機構作動，提供輔助支撐力並減少手臂出力，適合棚架式作物或抬臂式作業，例如葡萄疏果、小果蕃茄摘芽、苦瓜整蔓等，農民可依作物種類與工作內容的不同，調整適合的輔助支撐力道。這套輔助手臂未使用傳統的馬達，不需要額外背負馬達的重量，也不用經常充電與保養。

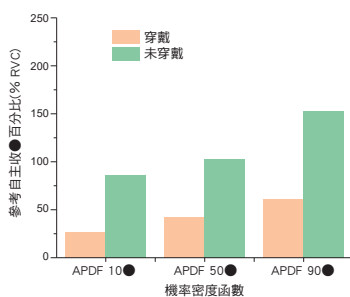
腰部穿戴式省力機具是專為農民搬運重物設計，穿戴方式跟背包穿脫一樣簡單快速。當農民彎腰透過上臂機搬運物品，手指觸碰到物品產生的壓力訊號，傳遞到腰部兩側的馬達，就會自動帶動大腿上的連接桿，協助提供輔助力抬舉物品；腰部輔助機具也會適時的回彈協助支撐，降低搬運時背部肌肉的壓力負荷，讓農民可以輕鬆回復站立姿態。林韋至副教授提



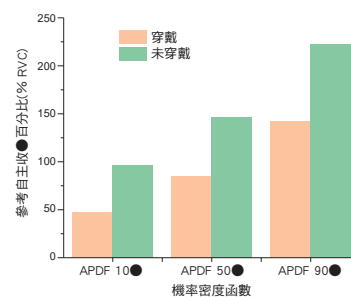
❖ 穿戴上臂省力機具（左圖）進行葡萄疏果作業（右圖）。



背闊肌之省力功效



豎脊肌之省力功效



前三角肌之省力功效

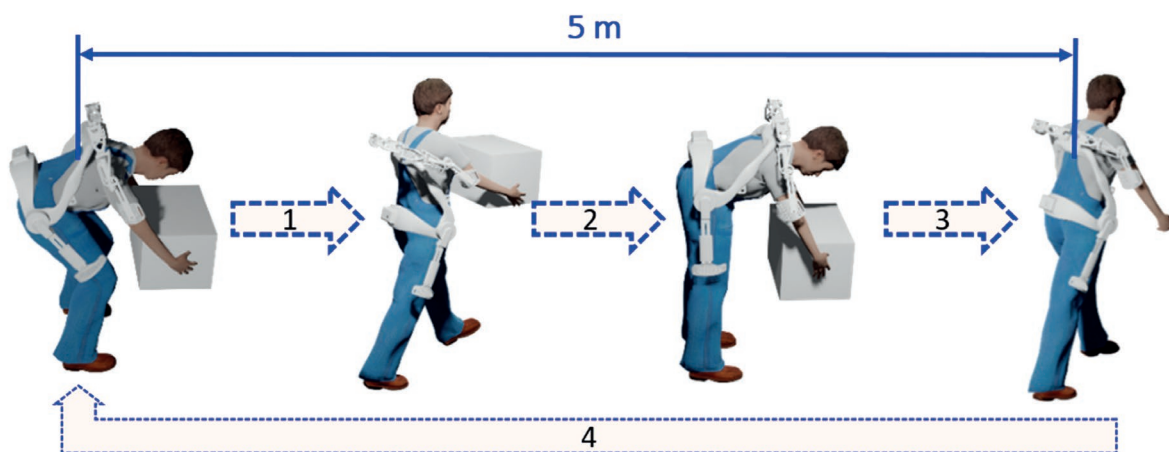
❖ 上臂省力機具的省力功效數值（上）、腰部省力機具的省力功效數值（下）。

及，農用穿戴式省力機具的開發，以盡可能符合實際田間使用者需求，提供農友們實質輔助效果為目標。

透過肌電圖訊號儀器量測顯示，在果園使用上臂穿戴式省力機具，能夠明顯降低肌力的使用，節省27.7%~65.9%的肌力消耗。屏東檸檬園蔡姓果農表示：「這套機具的關節性與協調度都很不錯，穿上它做修剪，手就不用那麼出力，做整天也不會像以前感覺那麼累。」，臺中后里吳姓農友說：「以前在葡萄

疏果期，我每天下工就要去看中醫推拿，自從穿了這套省力機具，我不用再每天找推拿師報到，感謝中山林教授救了我的雙手。」研發團隊也在小果番茄園做分裝搬運測試，腰部穿戴式省力機具減輕背闊肌等部位肌肉荷負效率達40.2%~77.9%，證實穿戴式省力機具確實能夠降低體能消耗與職業傷害的風險，提高農務工作效率與農民生活品質。

「臺灣農業發展最大瓶頸就是缺工！為什麼會缺工？因為大家覺得太累、太苦了，年輕



❖ 穿戴腰部省力機具（左圖）進行搬運作業（右圖）和搬運動作模擬（下圖）。

人寧願去做外送員，也不要做農民。我們的任務就是提供機具讓大家不會這麼勞累，肯定務農的經濟效益。」林韋至副教授強調。無論是智能機具還是人機輔具，不但以創新科技為農業開創省時、省力與省工的新生產模式，也為農民打造安全與低風險的農業環境，降低農民職傷，進而提升農閒時刻的生活品質，落實聯合國SDGs「良好健康與社會福祉」與「良好工作及經濟成長」永續發展目標。

參考資料

1. 〈花蓮大豆除草機問市，效率較人力快25倍〉（2020年5月13日）。《自由時報》。
取自<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3164131>
2. 〈農改場研發新除草機，效率快4倍〉（2017年4月24日）。《自由時報》。取自<https://news.ltn.com.tw/index.php/news/local/paper/1096831>

