

坡地農業機械研究之進展

Development of Slope Land Mechanization in Taiwan

行政院農業發展委員會技正

涂 本 玉

Pen-Yu Tu

一、前 言

早在十一年前，前農復會山坡地資源開發研究小組，為加強坡地之保育利用，即推行坡地機械作業，隨後着手進行坡地農業機械改進研究。六十八年農復會改組為農發會後，在農業科技發展方案下，乃將此項研究列入農業重點研究計畫。茲就七十一年度研究計畫中農業機械改進研究部份獲致較為重要進展之研究作一概略之報告。

二、坡地農業機械研究之方向與範圍

坡地農業機械研究多年來都是循着當初制定之兩方向及其範圍逐步展開進行：

1. 為應加強坡地保育利用之需要，推行及發展水土保持處理與改善坡地農業經營環境之機械施工。其研究範圍為引用及改良適當之施工機械進行各項施工作業觀察，研訂坡地機械施工規範。

2. 為促進坡地農業之機械化，改良及發展適於坡地作業之農業機械，並建立坡地農業機械作業體系。其研究範圍為以坡地主要作物迫切需要之搬運，病蟲害防治，果實採收與分級，多用途作業機，以及牧草機械等為主。

三、七十一年度坡地農業機械研究計畫項目

七十一年度研究計畫分六項，共十個子計畫：

1. 搬運機械——索道動力牽引裝置（臺大執行，正研製中），陡坡地絞盤牽引作業機（屏東農專執行，已近結束），索引單軌車（臺大執行，正研製改良中）。

2. 噴藥自動化——迴轉噴頭改良與自動化噴藥裝置（興大執行，正改良研製中）。

3. 多用途坡地作業機（臺東農業改良場執行，正研製中）。

4. 果實採收與分級機械——振動採果機（臺大執行，改良試驗中），昇降採果臺與線型果實分級機（臺東農改場執行，已近結束）。

5. 坡地牧草機械——新型坡地牧草機械引進與觀摩（附於臺大計畫）牧草種植機（畜試所執行，研製中）。

6. 坡地施工機械改良與坡地整理作業觀察——推土機附掛之重齒耙（屏東農專執行，已近結束），陡坡牧草地機械整理與水土流失觀察（畜試所，已近結束）。

四、最近坡地農業機械之重要進展

各項研究計畫由於研究素材、環境、人員等因素之不同，其研究進度不盡一致，但均獲有相當之進展，茲提出較為重要之進展，可顯示研究之一般成效。



圖一 索道腳踏牽引機

1. 索道腳踏牽引機之研製：對於坡地一般農用索道研究告一段落後，即着手香蕉搬運索道之研究，但香蕉搬運不可受損傷，其搬運系統與一般索道有所不同。美國 Interroll 公司製造之 Agricon 索道甚新穎，行銷於中南美香蕉地區。六十九年春筆者與該公司連繫，趁其總經理來臺時，為其安排

在屏東香蕉研究所舉行該公司新型索道研討會，主要介紹一種乘座型之油壓驅動牽引機，並提及一種腳踏牽引機正在發展中。吾人對腳踏牽引機甚感興趣，因構造簡單，不需要其他能源，頗有實用價值。因此仍請執行索道研究計畫之臺大農機系劉昆揚副教授進行研究，現已研製完成，以腳踏車傳動方式帶動套在鋼索上滾動之牽引架，由牽引架套接多數掛鈎，每一掛鈎即鈎掛一串香蕉。經作負荷試驗，可牽引負荷約四〇〇公斤，即一次可鈎掛搬運十串。現行香蕉索道一般以人力拖拉每次可拖拉七、八串，而人力拖拉速度約為每小時四公里，而腳踏牽引之速度可達每小時十二公里，可見效率之高。由於構造簡單，成本低廉，使用方便，並可改良供噴藥、灌水，以及山林遊樂之用，頗有發展潛力。



圖二 改良迴轉噴頭上下兩方向噴藥情形

2.迴轉噴頭之改良與自動控制：目前坡地果園較為進步之噴藥作業多採用管路噴藥系統，數年來在與大農機系黃陽仁主任執行之管路噴藥設施調查、性能測定等研究計畫下，獲知現有設施多為共同作業而設計，即一處設施為四、五戶農家共同使用，每次需使用多支噴槍同時作業，始能達到經濟有效之目的。但事實上共同作業在安排配合上常有問題，每次噴藥時找不到噴藥工，多為一人噴藥，以致設施不能充分利用，效益大減。數年前筆者趁過境日本之便，曾去靜岡柑桔試驗場參觀其機械作業設施，承該場谷口哲徵先生介紹一種多用途之自動噴灑噴藥設施，其重要改進之處為一種低壓迴轉噴頭，可作水平、垂直、懸掛等架設，整個噴頭為一丁字型，上面之橫管一端為噴嘴，一端為一個平衡銅錘，噴嘴外側裝一迴轉盤，上刻有輻射線條，藥液經噴嘴射在迴轉盤上即使迴轉盤因慣性作用產生

高速迴轉，使藥液飛散成霧狀。迴轉盤可作上下與左右四個方向之調整，變換上下角度可調整噴藥半徑，左右調整可改變噴頭之轉速。此種噴頭因構造簡單，具有噴藥、噴灌、施肥多方面作業性能，且可自動化控制，筆者乃託購二支返臺，請執行噴藥自動化計畫之黃主任進行性能測定與改良，現發展一種兩頭噴藥之迴轉噴頭，一端向上噴射，一端向下噴射，可擴大藥液噴散之面積，避免一般迴轉噴頭僅噴到樹冠葉面噴藥不完全之缺點。迴轉盤上之刻紋為網狀，可增大藥液擴散之效力，另在迴轉柱上加裝彈簧，可調節彈簧壓力而保持迴轉噴頭穩定之轉速。此種改良之迴轉噴頭每一噴嘴之孔徑為一·六公厘，噴灑半徑四至五公尺，噴口壓力為五至七公斤（每平方公分），每公頃裝設一五〇個，分五小區，每一小區裝設三〇個，利用電磁開關分區自動控制，每區每次僅需噴藥一至二分鐘，一公頃果園在十分鐘之內即可噴灑完畢，不僅節省時間，作業自動化，且可避免人體接觸藥液之為害，為目前最為現代化之噴藥設施。現由山地農牧局選擇數處果園試用，甚為果農歡迎。惟整個設施方面如抽水機型式，管路配置，自動或半自動控制，藥液濃度等尚須繼續研究與改良，以達到經濟有效之目的。



圖三 索拉式振動採果機及果實收集機

3.索拉式振動採果機：振動採果機由臺大農機系劉昆揚副教授研究，已研製完成往復式振動與不平衡環式振動採果機兩種，均有成效，但振動機本體重約七至十公斤，用手操作，因套掛樹枝費時與振動力對人體不能長時間承受，故在實用上尚有問題需要解決。經於去年秋與來訪之西德農機教授摩斯爾博士商討其問題後，劉副教授即以其新構想改變為索拉振動之設計，現已完成一種索拉振動採果

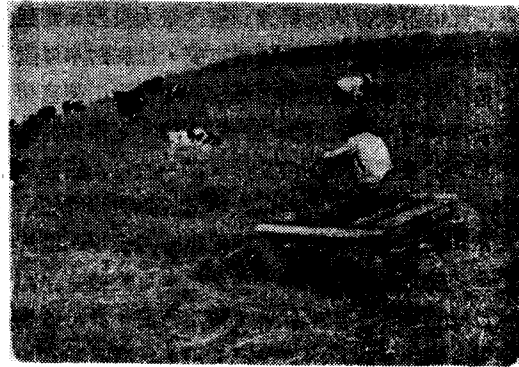
機之試驗機，其機架以四輪移動，振動機由引擎、皮帶輪、往復衝程、拉繩、掛鉤等組成，由皮帶輪導出之圓周運動經往復衝程改為上下之往復運動，再由往復運動之拉力與放鬆彈力，使果柄產生共振，以其大於果蒂或枝柄等處之斷點強度，果實即掉下來。此種採果機之振動頻率約為500 rpm，振幅可作自四公分至十五公分之調整，視果實種類不同而定。採果時以繩索套掛於樹枝上，振動約數秒至十數秒即將果實振落，經試用於梅子之採收，每株振動採收時間約為一〇分鐘，採果率為百分之九十九，其他果實之採收試驗尚待其成熟季節進行。此型採果機構造簡單，使用方便，適於經保育利用計畫改善後之坡地果園作業，其發展潛力甚大。



圖四 坡地多用途作業機附裝鑽穴機作業情形

4.多用途作業機之研製與發展：西歐國家近年發展多種適用於坡地之曳引機，對坡地機械化貢獻甚大。臺灣多坡地，更需要發展此種類型之機械。臺東區農業改良場農機股林永順先生以其過去對油壓機械之經驗，在坡地機械研究計畫下進行一項利用油壓驅動之多用途坡地作業機之研製。利用油壓驅動可省略複雜之變速裝置，構造簡單，而產生低轉速高扭矩之動力，關閉油路即產生油壓剎車之作用，驅動輪過負荷時即被油吸收，故安全性甚高。且可利用油壓傳動其他多種作業機具，動力傳導簡單，控制靈便，為現代農機有效採用。現已將作業機母機研製完成，機體重心低，驅動輪為寬輪胎，牽引力大，坡地作業性能良好。其附裝機具現已完成鑽穴器，直徑有一〇、一五、二〇公分等三種，在砂壤中鑽穴，每穴需時一四至二五秒，在石礫地作業，每穴需時四十五秒至一分半，效率甚高，可供種植樹木，施埋肥料等掘穴之用。目前正繼續研

製附裝之割草、中耕、施肥、噴藥等機具，使之發展成爲一種多用途之坡地作業機，達到一人一機完成各項機械作業之目的。



圖五 新引進之 Rasant 坡地曳引機在新化牧場之陡坡牧草地進行割草觀摩

5.新型坡地牧草機械之引進與割草觀摩：臺灣許多山坡地深具種草養牛之發展潛力，但牧草生產需要適當地形與機械作業配合。歐洲山坡地畜牧業甚發達，近數年來有許多新型坡地牧草機械發展出來，使牧草作業達到了百分之百的機械化。筆者於六十九年在意大利與奧國邊境鄰接的阿爾卑斯山麓參觀一種奧地利製造的 Rasant Berg-Trak 坡地作業機，其設計構造完全符合了坡地作業的需要，即底盤低，前後四個低壓寬輪胎，輪距寬，馬力大，四輪傳動，所以機體四平八穩，可在坡度高達四十五度之坡地作業而無翻覆之虞。由於低壓寬輪胎，地表附着力強，牽引力大，不傷地面。前後裝有動力傳導裝置，除裝割草機外，尚可附裝翻草與塞草機、施肥機、整地機具等，實爲一種理想的坡地作業機。因之在上年度坡地農機研究計畫中引進此種坡地作業機一臺，請臺大農機系作性能試驗，並由畜試所及畜試所香山分所分別在南部與北部地區舉行觀摩會，以畜試所香山分所在苗栗造橋陡坡地舉行的觀摩會最具成效。參與的人員有附近地區坡地酪農二十餘人，縣政府畜牧輔導人員，畜試分所研究人員，農機教授，農機製造廠家等。最感興趣與滿意的是附近種草養牛戶，他們認爲有了這種機械可以解決牧草生產收穫問題，但擔心的是怕機械昂貴，無力購買。經與會各方面人員研商後，我們可以自行研製，以伍氏最新發展越野型搬運車的技術，再研究改良附裝的割草機械，相信我們在不久的將來一定能發展出具有同樣效力的坡地牧草作業

機，對於坡地畜牧發展應有所貢獻。

五、坡地農業機械研究發展之探討

坡地農業機械研究之目的，在發展坡地機械作業，促進坡地農業機械化。但坡地農業機械化須從機械、土地、作物、經營管理等多方面相互配合，為求此項研究之順利推展，茲就較為重要之配合事項探討於下：

1. 需要研究發展之機械：以當前迫切需要者為優先，依利用方式之不同分別選定。每種機械設計之基本要求為高作業性能、低成本、高安全性。一般而言，農業機械化之理想目標應為一人一機完成各項作業，如為共同利用，則須作共同利用系統研究。

2. 坡地保育利用規劃與土地整理：坡地因地形、坡度、土質等條件之不同各有其一定之利用限度。一方面應在一定之限度內作妥善之保育利用規劃，導入機械作業，另一方面在安全與經濟之利用範圍內，將複雜之地形進行機械整理，興建必要設施，以利機械作業，並提高土地利用與生產力。此係基盤整備工作，為促進坡地農業之合理經營建立基礎，在西歐與日本許多集約經營之坡地乃進一步辦理坡地重劃，做到了坡地利用的整體革新。

3. 機械成本與經濟效益：機械研究之經濟性與技術性同樣重要，基本上，機械的成本應要比勞動成本相對的便宜。在目前勞力缺乏，甚至找不到勞工的情況下，機械可以節省人工或替代人工，但是農民需要資金購買農機，其購買力乃由農產收益而來，收益取決於農產的數量、品質與價格，如一定面積所需的多項機械成本能在短期數年內收回來，即使機械昂貴一點，這樣的投資也是有適當報酬的。倘在農業經營困難地區，農產收益低，勞力又缺乏，他們的機械購買力薄弱，投資報酬低落，在這種情況之下，農民需要廉價的農機，更需要政府的補助與長期低利貸款。由於機械的使用與經營方法的改善，生產成本可以降低，農產數量與品質也可

提高，長年下來，機械使用可獲得適當的報酬，有助於農業機械化，但若使用機械全無經濟可行性，那也就失去使用機械的意義了。

4. 經營方式，栽培管理方法，與機械作業體系：為求坡地之合理經營，可視地形、坡度、土質等因素之近似性，依排水系統之區分劃分適當面積之經營團地，再依各團地自然條件選定適當之農產從事團地經營。各團地視需要制定作物栽培管理方法，以配合機械作業，並就一團地內之機械作業，選定適用之機械種類、大小、數量、作業上之設施、安排、管理、技術等，作系統性之規劃，以建立坡地機械作業體系。

5. 支援與輔導：坡地農業機械研究除有系統之研究計畫，洽請適當機構與人員進行研究外，尚須遴選有發展潛力之研究人才出國考察進修。對於國外最新發展之坡地農機與技術應選擇適用者予以引進研究改良，對於已研究完成且有實效之農機需要委請適當機械廠商製造數臺，交由有關業務單位進行示範，如成效卓著，再增加數量擴大推廣。對於研究成功農機之推廣，除給予低利貸款外，並酌給較為寬裕之補助。對於委託製造之廠商除給予製作費用之外，尚應視需要補助充實其設備。因坡地農機屬於特種機械，使用數量有限，銷售不廣，但製造要專門技術，非大型農機工廠所願承製。由小型機械廠商製造，除可增加其收入，且可鼓勵其不斷改良，以擴大其銷售量，這樣也就達到研究與推廣坡地農機的雙重目的，實是值得考慮。

六、結 語

從上面的各項探討，坡地農業機械研究需要多方面的配合。對於配合上的問題與解決方法，已在探討中加以概述，這也就是今後要竭力研究的地方。惟坡地農業機械的研究與發展是逐步進展的，須經不斷的試驗與改良，相信在各方面的配合支援下，分頭並進，定然有助於坡地農業機械化之早日達成。