

甘藷施肥築畦插植聯合作業機械之研究

Development of Sweet Potato Fertilizing, Furrowing and Planting Machine

國立屏東農專農業機械工程科講師

國立屏東農專農業機械工程科副教授

蘇 重 生

翁 金 瑞

Chung-Sheng Su

King-Swi Wung

摘 要

甘藷是臺灣主要的雜糧作物，民國34~60年間栽培面積均維持在23萬公頃左右，民國60年以後，因水利設施改善，輪作制度變更及飼料用甘藷減少，栽培面積直線下降，本研究開始時栽培面積尚有54,419公頃，而為最主要的雜糧作物之一，但根據農林廳74年版臺灣農業年報資料，民國73年栽培總面積僅餘27,791公頃，加速甘藷栽培作業一貫機械化，是甘藷增產降低生產成本的主要途徑之一。根據調查資料，甘藷施肥、築畦與插植作業每公頃需 179工時，佔生產總工時的20.8%。本研究，第一階段從甘藷施肥築畦作業的機械化開始，而在第二階段進行甘藷蔓插植機具的研製，希望達成施肥、築畦及插植聯合作業的機械化。

民國72年曾就過去開發完成的 WS-2 型螺旋雙向輸送施肥機之設計因子加以探討，期能符合甘藷施肥量的需要。築畦作業則在迴轉犁先行碎土後，附掛築畦器於其後間隔 1.5公尺，位置在曳引機後輪胎面中心，細土與築畦同時完成。另在73年完最成佳供蔓臺位置測定及四種不同供蔓方式相對作業速率的測定，且就達成甘藷水平淺插的機構進行運動軌跡分析，另以四種不同機械插植方式進行靜態性能比較試驗，選擇最佳者做為設計甘藷插植試驗機時之依據。

本研究，在民國75年完成單人單行雙手交替供蔓盤式甘藷插植機及單人雙行雙手同時供蔓盤式甘藷插植機的研製，在本校北區農場進行田間試驗，就試驗結果改良其設計後，供嘉義農試所進行田間產量試驗。田間試驗顯示，已能達成水平淺插的目標，插植深度平均 5~6 公分，若作業速率0.15公尺/秒，其連續供蔓插植的株距平均在28~30公分。欲使甘藷栽培作業一貫機械化，必需改變現行栽培方式，配合曳引機輪距，將行距從 1 公尺改為畦寬 1.5公尺插植雙行，行距45公分，使機械從插植到收穫，均能順利進入田間作業，本研究開發的曳引機承載單人雙行盤式甘藷插植機，則依此構想而設計，使原美國製二行式甘藷插植機從五人減為二人即可插植雙行甘藷。根據嘉義農試所的插植機田間產量試驗比較分析，莖葉、塊莖個數及重量，均無差異，但新栽培方式可達省工、省時及降低生產成本之目的，且可使甘藷栽培作業一貫機械化，故應具可行性。

ABSTRACT

The sweet potato was one of the major staple crops in Taiwan.

However, during the past years (1972~1984) the planting area decreased sharply from 210,672 ha to 27,791 ha. This decrease was due to the improvement of the irrigation system, the change of rotation crops system and the decreased use of sweet potatoes for feeding hogs. In order to keep or even increase the planting area, save labor-hours and decrease cost, the need to mechanize sweet potato production was a major concern. At present, we need 179 man-hours/ha (20.8% in total production man-hours) for planting, furrowing and fertilizing sweet potato here in Taiwan. During this study, we developed one new model fertilizer (SW-2 type) as a first step. Then in the second step, we tried to develop another model of a sweet potato horizontal planter.

In 1983, we had discussed the design factors that affect the capacity of the WS-2 screw type fertilizer. We first used a rotary tiller to pulverize the soil. Then for the ridging operation, we mounted two furrow plows 1.5 m apart behind the frame of the rotary tiller. This spacing correspond to the width of the tractor tires.

In 1984, we developed a pocket type sweet potato planter mechanism to search for the major factors which affected the design of hand supply slip type sweet potato planter. Motion and time study showed that the best slips supply position was below the clam point 10 cm and 15 cm to the left or right. The theoretical forward speed limit using hand supply for left hand was 0.33 m/sec, but decreased to 0.21 m/sec in the field test. In this same year, we developed two methods to analysis the motion track of slips in the horizontal planter.

1986, we finished two new models of sweet potato planters, one is a one-man one-row model, using both hands alternately feeding the disc planter. The other is a one-man twin-row model, using both hands to feed two disc planters. Though the right and left hand alternating type supply system showed a higher operation speed in this study, it could plant only one row at one time. So, we developed another one-man twin-row disc type sweet potato planter to plant twin-row (row distance 45cm) in one ridge (width 150 cm) at the planting and fertilizing operation. While in the field production test in Chia-Yi Agricultural Experiment Station showed that there was no difference between new planting method (one-ridge two-row) and the traditional method (one-ridge one-row). So, this new model was the one adopted for use.

一、前言

甘藷是本省主要的雜糧作物，以往栽培面積在民國34~60年間，均維持在23萬公頃左右，民國60年以後，因水利設施改善，輪作制度變更及飼料用甘藷減少⁽⁷⁾，栽培面積直線下降，根據農林廳74年版臺灣農業年報資料，民國73年栽培總面積僅餘27,791公頃⁽¹²⁾，加速甘藷栽培作業一貫機械化，是甘藷增產降低生產成本的主要途徑之一⁽⁷⁾。

本研究始於民國七十年，當時甘藷收穫面積尚保持在 54,447 公頃，觀其整個生產過程，機械化的程度仍然甚低，目前插植作業仍停留在人畜力階段，各國尚無適合臺灣用之甘藷插植機。調查資料顯示，築畦施肥與插植作業每公頃花費人工 179 工時⁽¹³⁾，佔生產總工時之20.8%。本研究，最終目標在結合施肥、築畦與插植等項作業於一次完成，第一階段先着手甘藷施肥築畦作業的機械化，目前已完成耕耘機附掛施肥築畦模型機，在靜態與動態性能試驗臺上進行試驗，結果顯示施肥機性能已符合要求，築畦機具須與甘藷插植機配合後再作進一步探討。第二階段則進行曳引機承載式甘藷蔓插植機之研製，完成甘藷水平淺插機構，建立其性能試驗臺，瞭解其可行性，並就設計研製甘藷插植機時所需因素進行試驗，期使研製完成的插植機，農民可以接受而達推廣階段。第三階段開發完成單人單行雙手交替供蔓盤式甘藷插植機及單人雙打盤式甘藷插行機，進行土槽性能測定。第四階段將研究改良之單行交替供蔓式甘藷插植機及單人雙行盤式甘藷插植機，進行田間試驗，根據試驗結果改良設計後，供嘉義農試分所進行田間試驗。單人雙行式甘藷插植機，經過田間試驗，發現已經可以達到水平淺插的實用目標，插植深度平均 5~6 cm，若行走作業速率 0.15m/min，其連續供蔓插植之株距約在 28~30 cm 根據嘉義農試所執行的田間產量比較分析在莖葉、塊莖個數及重量，均無差異，但新栽培方式可達省工、省時、降低生產成本之目的，且可使甘藷栽培作業一貫機械化。第五階段則結合施肥、築畦與插植而成聯合作業機，曳引機承載的單人雙行盤式甘藷插植施肥築畦聯合作業機，可使現有二行式甘藷插植機從五個人減為二個人即可進行插植作業，預計每台工作能量為 1.5公頃/天，若每台機械每期插植30公頃，則全省可推廣

1,800 台，初步估計機械作業每公頃可節省 173 工時，佔插植作業的96%，可使甘藷栽培作業有所突破。

二、文獻探討

國內甘藷施肥築畦插植相關作業機械之研究，最早見諸高雄區農業改良場李再順、楊昭麟先生對耕耘機拖曳式甘藷作畦機進行設計改良⁽⁸⁾，作業時先經整地碎土、耙平後，以耕耘機拖帶培土犁將土壤翻向兩側，一次完成二半畦。1979年，美國密西西比州立大學陳隆華教授曾在 V. S. No.1 甘藷更佳生產法之研究經兩年田間試驗提出報告，甘藷水平淺插較傳統的垂直插可增產36%及63%⁽¹⁷⁾，而在1980年將 HOLLAND 1600 型甘藷爪式垂直插植機改良成甘藷爪式水平插植機獲得成功⁽²⁰⁾。另外 Suggs (1979) 氏曾發展一多供苗點 (Multiple Loading Stations) 插植機，用於菸草移植⁽¹⁹⁾，該機係以鎮壓輪驅動該多供苗點機構如圖2.1⁽²⁶⁾，經水平平台以人工供苗，再水平移植於畦面。1983年，國立屏東農專謝俊夫教授於其密密西西比州立大學碩士論文中曾以此多供苗點插植機用為甘藷插植機，在實驗室進行性能測定，且在田間與傳統兩人插植單行者加以比較評估⁽²⁴⁾，由於甘藷蔓會產生糾纏現象，故其結果不如原用於菸草之移植，不過其每分鐘供蔓速率可達50株之滿意結果，若同時安裝四單元，只要插植面積超過2.72公頃，則可比傳統者經濟⁽²⁶⁾。

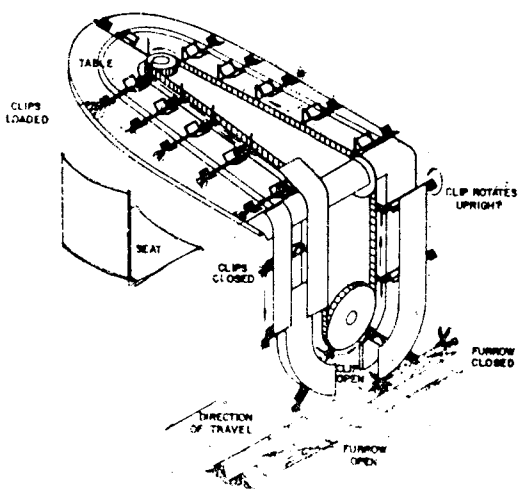


圖2.1 多供苗點插植機構示意圖 (24)

三、理論分析

3.1 WS-2 型施肥機之設計⁽⁸⁾

施肥機在設計時宜考慮下列因素：

- a、可正確調節施肥量，其調節幅度宜廣。
- b、肥料箱容量以一次一包（40公斤）為度。
- c、應能適合曳引機不同作業速度，均能正常施肥。
- d、施肥機安裝容易，材料以不腐蝕，且易大量生產為佳。
- e、施肥點位於不同深度，分別供應生長初期及中期所需肥料。

(1)施肥箱的設計

欲使肥料流動良好，避免在箱內形成死角，則施肥箱之角度及箱底開口大小甚為重要，粉粒狀肥料在可變角度施肥箱試驗臺測定結果⁽⁸⁾，其中以過磷酸鈣之施肥箱角度最大，70度方能使肥料順利流出，因此施肥箱角度之設計，不得小於70度。

(2)施肥軸的設計

WS-2 型施肥軸，根據機械式與油壓式測試結果⁽⁸⁾顯示，欲使螺旋輸送式施肥軸施肥量穩定，其軸轉速在 48rpm 至 93rpm 之間變異範圍小於 5%，欲改變施肥量，可改變螺距或螺旋高度之尺寸。

(3)施肥軸驅動方式之探討⁽⁹⁾

a、單位面積施肥量控制方式：

機械驅動式施肥機由地輪驅動，其單位面積施肥量與作業機前進之速度無關，施肥量控制方式靠改變其傳動速比。油壓驅動式施肥量除流量控制閥控制施肥軸轉速，以獲得不同單位面積施肥量外，若隨之改變其田間作業速度，單位面積施肥量也隨之改變，故田間操作時，必須保持一定的速度。

b、設計上：

油壓驅動式須考慮所用動力、油壓系統之流量、設定油壓及冷卻系統使其油溫在安全作業範圍，而以流量控制閥獲得所需施肥軸轉速。機械驅動式可自曳引機後輪、作業機後輪或鎮壓輪取得動力，而以鏈輪或齒輪變更其施肥軸轉速。後輪驅動式，較易產生故障，故以鎮壓輪或地輪驅動較佳。

(4) WS-2 型施肥軸設計時所用轉速

WS-2 型施肥軸採用雙向螺旋輸送裝置，根據試驗結果顯示，此一輸送方式其最佳施肥軸轉速介於 48~120 rpm 之間，故設計時轉速最好在此範圍內。

3.2 臺灣現有甘藷築畦器築畦之方式之探討

(1)二全畦二半畦：

先行整地、碎土，再行築畦等作業。以曳引機承載作業機三個雙壁築畦器進行築畦作業，可一次築成二全畦及二半畦。

(2)二半畦：

a、以耕耘機之耕耘部（寬60 cm）進行間隔整地作業，中間預留40公分，俟承輕築畦器進行築畦作業時，加以粉碎，一次可築成二個半畦，行距一公尺。

b、以柴油引擎驅動螺旋輪葉式築畦器，在整地後進行築畦作業，每次築成二半畦。以上築畦方式，以曳引機承載三個雙壁犁，由於結構簡單，犁壁曲線較合實際所需畦形。

3.3 單人雙行式甘藷插植機之理論分析

單人雙行式甘藷插植機係依旱作甘藷田，配合大型曳引機之輪距而設計，現行甘藷栽培其行距約在 90~100cm 之間。依曳引機輪距改變現有栽培方式，由行距 100cm 插植一行改為 150cm 插植雙行，株距不變，採單人雙行雙手同時供蔓插植方式之作業過程。茲分析如下：

(1)新插植方式，配合曳引機輪距 150cm，可使甘藷栽培，從整地、築畦、插植、施肥、病蟲害防治，中耕翻蔓及最後的採收均能機械化作業，降低栽培所需工時。現有栽培方式，除整地、築畦時可用曳引機處理外，其餘栽培項目，由於曳引機無法進入田間，而無法達到一貫機械化的目標。

(2)新插植方式可增加單位面積的插植株數，例如原來 300cm 插植三行，但機械插植在同樣 300cm 寬的土地，可插植四行甘藷，故理論上，應可增加單位面積的產量。

(3)單人雙行式甘藷插植機，其雙手供蔓之距離為 45cm，雙眼視角可涵蓋其範圍，現行行距在機械插植供蔓時，雙眼需左右移動留意夾蔓動作，易造成眼睛疲勞，降低工作效率。

(4)依動作經濟原則分析，雙手應同時開始，並同時完成其動作，雙臂之動作應對稱反向，且同時為之，單人雙行式甘藷插植機合乎此原則。

(5)每株供蔓時間比較，行距 45cm 時，取蔓至置蔓於夾蔓盤再回到取蔓位置，其所需時間較行距 100cm 時之供蔓所需時間短，供蔓速率較快。

綜上所述，個人雙行式甘藷插植機較具可行性

。由於人工供蔓式插植機之作業速率受到人工供蔓速率的限制，若以每株需 2 秒的時間供蔓，而株距 30 公分，則插植機之作業速率僅為每秒 0.15 公尺（相當於每小時 0.5 公里），這是無法突破的限制，因此，只有從增加作業項目（施肥、築畦等），或連接三單元同時插三畦六行去發展。

四、試驗材料、設備與方法

4.1 試驗材料

(1) 肥料

施肥機研究過程中，所用肥料均為臺灣肥料公司出品，包括粒狀複合肥料 1 號、5 號、39 號，粉狀單質肥料硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀等，就肥料的機械性質加以測試，作為設計施肥機的主要依據。

(2) 土壤

甘藷築畦器性能測定時，係在試驗土槽進行，其間之土壤機械性質應加測定，試驗時控制土壤之條件使與田間情況相近。

(3) 甘藷蔓

試驗時以臺農 57 號、64 號、66 號之甘藷先端苗為對象，蔓長 35cm，進行各相關之調查試驗。

4.2 試驗設備

(1) WS-2 型施肥機

為瞭解肥料之流動性，避免在箱內形成死角，乃製作一可變角度施肥箱試驗臺進行夾角測試，再依測試結果研製完成 WS-2 型施肥機，採用雙向螺旋施肥軸。

動力傳動裝置：施肥機試驗設備之動力傳動裝置採用二種方式。

a、電動馬達驅動方式——動力由馬達經皮帶輪、鏈輪及減速裝置傳至施肥軸，以獲得所需轉速。

b、油壓驅動方式——以小型汽油引擎為動力，經油壓泵及控制閥驅動油壓馬達，使施肥軸達所需轉速，測定其性能。

(2) 甘藷築畦器

分為曳引機承載式及耕耘機築畦器各一種，進行土槽測定，以瞭解其性能。

(3) 甘藷插植機

a、自製甘藷水平淺插機構運動軌跡試驗裝置。

b、甘藷插植機最佳供苗臺位置測定試驗裝置。

。

4.3 試驗方法與步驟

4.3.1 施肥機之試驗方法與步驟

(1) 肥料機械性質之測定⁽⁶⁾

設計施肥機前應先瞭解肥料之機械性質，就其含水率、摩擦係數、密度、安息角等項目，加以測定，供設計施肥機參考。

(2) 施肥箱夾角之測定

施肥箱夾角之測定：係固定兩塊互相平行板之鐵於直立位置，而以另外兩塊活動鐵板置於其間，調節其夾角，底面由一活動夾板封口，肥料填滿試驗箱，拉開底板，測定其流動狀況，以決定不同肥料之施肥箱夾角，測試肥料共計六種，採取五重覆。

(3) 施肥機之性能測定

施肥機性能測定步驟如下：

a、以 2.5 公升量盆填裝肥料至施肥箱內（8 次計 20 公升），加以蓋平。

b、啟動動力，待流量正常穩定時開始測定。

c、測定施肥軸 10 轉之施肥量（以量盆分置各施肥口），採五重覆測定。

d、以五重覆測定之平均值，求出每轉施肥量。

e、變更施肥軸轉速，重覆上述操作手續。

4.3.2 築畦器之試驗方法與步驟

(1) 試驗土槽土壤機械性質分析⁽⁸⁾

試驗土槽土壤之採集依自然生成之層次分別採取土壤樣品，今以自地面至 30（0~30）公分之一層作為表層，並以隨機採集法採集。土壤樣品採回後測定 pH 值，經風乾過篩（10 mesh），保存作分析。

a、土壤硬度測定：

試驗土槽以自製鎮壓輪鎮壓後，測定其土壤硬度，土壤硬度計（YAMAMAKA, Soil Hardness Tester DIK-610 型，Springs 強度 8Kg/40mm；壓縮極限 40mm），在土壤試區內隨機測試土壤硬度。

b、pH 值測定：

秤取 10 公克土壤，加 20ml 去離子水攪動 30 分鐘後，靜置一小時，測定 pH 值（Black 1965）。

c、土壤機械分析：

將定量土壤樣品所有土粒各別分開，定各級

土粒之正確百分率。

d、土壤質地：

土壤質地係按照美國農業部分級標準，用比重計法測定之。

(2)甘藷插植機的整地築畦作業

為達成甘藷栽培作業一貫機械化，配合曳引機在旱田作業的需要，將栽培方式改為 1.5公尺插植雙行，故本研究在整地作業時，先以迴轉犁全面整平後，在迴轉犁後面相距 1.5公尺的曳引機輪胎位置加裝築畦器。

4.3.3 插植機之試驗方法與步驟

(1)調查甘藷蔓之性質

甘藷蔓橫斷面積之調查

為瞭解未來甘藷插植機供蔓台及貯蔓台的最佳尺寸，配合其田區長度，使補充甘藷蔓次數減少，故進行本調查。調查時以臺農66號為對象，該品種甘藷先端蔓粗大，宜先加考慮。調查時分別取蔓長 30cm、40cm 未經去葉處理之甘藷先端蔓，採隨機取樣各取 100株，分別並排置於供蔓台上，量其最大堆積高度，重覆五次，求其平均 100株甘藷蔓之橫斷面積值。然後將原先蔓長 30cm、40cm 的甘藷蔓經去葉處理，去除自先端量起 7cm 以後之葉子，重覆調查其橫斷面積及體積之平均值。

(2)建立甘藷水平淺插機構性能試驗台

甘藷蔓插植方式分為垂直插、斜插、水平淺插及改良式水平淺插，目前農民一般採用水平淺插法，插植簡易且甘藷收穫時大小均勻，產量佳。改良式水平淺插適用於乾旱地區較易成活，係在插植時將甘藷蔓依水平淺插後先端再壓深，此法影響插植速度，故機械插植宜選用水平淺插法。為瞭解影響甘藷插植機的各项因子，首先建立水平淺插機構性能試驗台⁽⁹⁾，包括：a、水平淺插機構（夾蔓、輸蔓、傳動、開溝等部分）；b、三點連接機構；c、動力傳動系統等三部份，以流量控制閥控制不同之夾蔓系統迴轉速，替代相對的前進作業速度，所用動力為輸出軸 7Hp/2000RPM 之小型汽油引擎。

(3)甘藷水平淺插運動軌跡分析⁽¹⁰⁾

甘藷插植若以水平淺插達成，則甘藷收穫時大小平均、產量佳，故所有甘藷插植機的設計應能達成水平淺插的目標。本研究盤式水平淺插機構供測試，並依圖所示插植最後鬆蔓位置，自第一與第三節點之中心連成。

甘藷插植如前所述係以水平淺插方式進行，其與斜插之分野何在，目前猶無定論。茲為研究甘藷水平淺插機構方便起見，將第 1 與第 3 節點之中心連成直線後量取與水平面所夾角度 θ ，做為評定之標準，暫時區分如下：

垂直插 $\theta > 65^\circ$ ；斜插 $65^\circ \geq \theta > 35^\circ$ ；水平淺插 $\theta \leq 35^\circ$ 。

由於運動中的物體人眼無法準確觀測分析，故水平淺插運動軌跡研究時，係以攝影機記錄不同品種在不同夾蔓位置時的運動軌跡，再以檢片機（相隔一張為單元，時間 0.08秒）繪製甘藷蔓運動軌跡於同一張方格紙上，據以決定最佳夾蔓位置及夾蔓中心點至插植溝底的距離，以達到水平淺插之目標。其步驟如下：

a、在試驗用蔓圃隨機取樣，採供試品種臺農 64號、65號及 66號等三品種先端蔓 10段，每段拉直長度 30公分，加以編號，每一樣本自前端算起 10公分、15公分、20公分及 25公分等四處，分別貼上環狀色帶做為試驗時之夾持點。

b、發動引擎，調整引擎轉速至 1,800rpm。

c 以流量調節閥控制油壓馬達轉速至正常作業速度，以驅動研製完成之水平淺插試驗裝置。

d、取每一樣本放置於夾蔓機構內進行本試驗，試驗時以攝影機記錄不同品種甘藷蔓在不同夾蔓位置下之軌跡。

e、影片沖洗後，利用手控式檢片機以每隔一張為單元，繪製甘藷蔓在不同時間之運動軌跡於檢片機銀幕上的方格紙內，並以所定之標準判別為何種插植方式。

(4)最佳供蔓台位置測定

此一測定目的在瞭解甘藷插植機最佳供蔓台位置，供設計參考用。試驗裝置系統，係以電動馬達為動力驅動油壓泵，經流量控制閥至油壓馬達，帶動盤式甘藷插植機構，以獲得不同的相對作業速率。

試驗進行時選用去葉之臺農 66號先端蔓 50株，甘藷蔓拉直長度為 30公分，以圓盤夾蔓點為（0，0）點分別選取 X 軸（水平軸）、Y 軸（垂直軸）共 6 點而以左右手交替方式供蔓，試驗步驟如下：

a、開動油壓系統溫車至正常操作溫度（ $24^\circ \sim 32^\circ\text{C}$ ）。

b、逐次調定左右供蔓台位置為（30，13）、（20，13）、（15，13）、（20，8）、（20，18）

)、(20, 23)，左右各置25株蔓。

c、調節流量控制閥試驗之相對作業速度。

d、將圓盤區分為三等分，以音響指示供蔓時刻。

e、開始測試計時，以單人左右手交替方式，將分置兩側供蔓台之甘藷蔓一次一株交替送至夾蔓盤（夾蔓長度為5公分）。

f、分別記錄其正常株、缺株、重株數及時間，每一相對作業速率採5重覆。

g、變更供蔓台位置及相對作業速率，重覆上述過程。

(5)不同供蔓方式之動時分析⁽¹⁰⁾

本試驗進行時，將供蔓台置於爪式甘藷插植機之最佳供蔓位置，依單人右手、左手、雙手交替及雙人交替等四種供蔓方式進行，以瞭解不同人工供蔓方式的作業速率極限，供設計甘藷插植機傳動系統及選擇供蔓方式的參考。供試品種為臺農64號，測定步驟與最佳供蔓台位置測定步驟相同。

(6)四種不同插植方式之靜態性能比較試驗⁽¹⁰⁾

本試驗分就研製完成之爪式、舊有盤式及改良盤式甘藷插植機構進行靜態性能測試，就其正常株百分比加以統計分析，另以每株插植所需時間與人工插植相較，分析四者中以何者為優，供選擇設計甘藷插植試驗機時之依據。以油壓馬達分別依次聯接各型插植機，供試甘藷蔓50株，蔓長為30公分，經去葉處理僅末端兩節留葉。測試之相對作業速率為0.26 m/sec。

(7)甘藷插植機理論試驗台動態性能試驗

經靜態性能試驗，瞭解影響甘藷插植機性能的諸項因子後，再於自製理論試驗台進行動態性能試驗，以瞭解動態與靜態間的差異，同時驗證理論上的水平淺插是否在土槽中達到。試驗進行時以曳引機承載甘藷插植機在自製理論試驗土槽以單人雙手交替供蔓方式在不同前進作業速度下進行測試，試驗步驟如下：

a、隨機取樣臺農64號甘藷先端蔓（拉直長度30 cm）30株，平均置於兩側供蔓臺。

b、劃定10公尺長之試驗區。

c、調整曳引機引擎轉速，使其行走速度為0.22、0.24、0.25、0.30、0.34 m/sec等六種速度。

d、開始測試，以單人雙手交替方式供蔓，記錄行走於試區間的時間。

e、調查插植後之株距，以決定正常株、缺株、重株之數字。

f、變更行走速度（每一行走速度進行四重覆試驗），重覆上述步驟。

(8)甘藷插植機的田間試驗

為瞭解甘藷新栽培方式（畦寬1.5m插雙行）與現有方式（一畦插一行，畦寬1m）及同為畦寬1.5m插雙行以機器插植和人工插植，其單位面積產量之比較，故於嘉義農試分所之水源地農場進行此田間試驗。

試驗品種為臺農66號及臺農64號兩品種，試驗時，先以耕耘機犁畦，採機器插植雙行、人工插植雙行及人工插植單行三處理，重覆四次，行長6公尺、寬3公尺，採逢機完全區集設計（R.C.B.D.）進行變方分析。

新型甘藷試驗機為配合新栽培法在畦寬1.5m之畦上插植雙行，經研製完成兩種型式，一為單人單行盤式，一為單人雙行盤式。後者一次完成一畦雙行之插植，前者則偏置20 cm，聯接三單元之插植試驗機（間隔1.5m）分別在相鄰三畦插植一行甘藷，而於回程時，插植另外三行甘藷於相同之三個畦上。

a、單人單行盤式甘藷插植機之田間試驗

單人單行盤式甘藷插植試驗機的田間試驗，依三種不同供蔓方式進行：1.左手握蔓右手供蔓；2.雙手左右交替供蔓；3.右手供蔓，左手無握蔓，而以供蔓台替代之。試驗進行時將夾蔓盤分為四等分，操作手依盤上記號及不同方式供蔓，曳引機行進速率分別調為0.21, 0.24, 0.27, 0.30, 0.33, 0.36 m/sec進行田間試驗，試區長40m，分別調查其正常株、缺株、重株數、插植深度及株距等項目供分析。

b、單人雙行盤式甘藷插植機之田間試驗

單人雙行盤式甘藷插植試驗機係採雙手同時供蔓之方式進行插植，當試驗進行時，雙手同時自中間供蔓台中取蔓，供於左右兩邊之甘藷插植夾蔓圓盤上，而一次完成插植雙行甘藷蔓於同一畦上。插植間隔則以音響依鎖壓輪分為四等分控制之。曳引機作業速度分別調為0.27, 0.32, 0.35 m/sec，試驗方式及調查項目與前法相同。

五、試驗結果與分析

5.1 施肥機之試驗結果與分析

(1)肥料的機械性質

影響施肥機設計的肥料機械性質包括含水率、摩擦係數、安息角及密度等項已如前述，其中含水率對施肥機的影響最大，並且影響其他機械性質。

肥料經拆袋後，其含水率即隨外在環境迅速改變呈不穩定狀態，本試驗所測肥料之機械性質僅為該含水率時之值，僅供參考。

表 5.1 各種供試肥料之機械性質⁽⁸⁾

肥 料 種 類 名 稱		主 要 成 分 (%)			含 水 率 (%)	摩 擦 係 數				安 息 角 (°)		密 度 (kg/ 公 升)
						自 然 滑 下		輕 微 震 盪				
		氮	素	磷		矽	氯化鉀	鐵 板	不 銹 鋼	鐵 板	不 銹 鋼	
粒狀複合肥料	1 號	20	5	10	22.7	0.7	0.7	0.6	0.5	28	29	1.032
	5 號	16	8	12	22.7	0.6	0.6	0.5	0.5	32	32	0.948
	39 號	16	18	12	12.5	0.6	0.5	0.5	0.5	31	31	0.956
粉狀單質肥料	硫 酸 銻	21	0	0	2.0	1.0	2.4	0.7	1.0	44	36	0.857
	過 磷 酸 鈣	0	18	0	9.0	1.3	0.9	0.8	0.7	37	36	0.630
	氯 化 鉀	0	0	60	3.0	0.9	1.9	0.7	0.5	35	29	0.970
		水溶性										

水溶性

(2) WS-2 型施肥機之試驗結果與分析

1.施肥軸設計時位於施肥箱下方，使施肥箱夾角可依實際測定值製造。

2.將肥料出口移至施肥箱外側，避免在箱內形成死角，使肥料的流出獲得顯著改善。

3.本機不用攪拌器，以簡化結構，降低製造成本，自製率達 100%。

4.在靜態及動態施肥機性能測定中，粒狀複合肥料 1 號、5 號、39 號及粉狀單質肥料如硫酸、氯

化鉀及過磷酸鈣等均可順利全部流出，鮮少杜塞。

5.動態性能測定時前進速率達 2 m/sec 時，猶可順利施肥，較甘藷插植機的 0.20 m/sec 高出甚多，故未來甘藷施肥築畦及插植聯合作業應無問題。

5.2 築畦器之試驗結果與分析

(1)試驗土槽中土壤之機械性質

試驗土槽之土壤經測定其機械性質如表 5.2-1 所示：

表5.2-1 1982年自製性能測定試驗土槽土壤分析表⁽⁸⁾

土 壤 深 度 Depth (cm)	土 壤 硬 度 (mm)	酸 度 pH Value	機 械 分 析 Mechanical Analysis			土 壤 質 地 Texture
			砂 Sand (%)	坩 質 土 Silt (%)	粘 土 Clay (%)	
0—30	20	7.5	43.5	46.0	10.0	壤土 (Loam)

(2)耕耘機承載式甘藷築畦器土槽性能試驗結果與分析⁽⁸⁾

耕耘機承載式甘藷築畦器於田間作業時，以甘藷畦寬 1 公尺為基準，其田間築畦方式係於 1、3、5、7、9 行先進行整地作業（寬 60 公分）。俟

整地完畢後，再於 2、4、6、8 行安裝築畦器進行築畦開溝整地作業（寬 40 公分），整地碎土後之土壤分別堆成二半畦，性能試驗結果如表 5.2-2 所示。

表 5.2-2 耕耘機承載式甘藷築畦器性能試驗結果

速 度 m/s	耕 深 cm	畦 寬 cm	高		寬		溝 寬 cm	溝 深 cm
			左	右	左	右		
0.4	14	70	9	9	39	40	60	35
0.4	16	70	9	10	37	30	70	40

5.3 甘藷插植機之試驗結果與分析

5.3.1 甘藷蔓之特性

臺灣甘藷插植所用甘藷蔓與美國所用者不同，美國係以甘藷塊種植後長出之嫩蔓採為插植蔓⁽¹⁷⁾，蔓直而纖細，成本較高，臺灣則以甘藷蔓之先端及第二段為插植蔓，品種亦異，故特性不同，插植機的設計也有所不同。茲就甘藷蔓先端蔓之物理性質、摩擦係數及其產生生理影響的角度調查實驗結果分述如下：

(1)甘藷蔓之物理性質

目前臺灣推廣栽培的臺農 57 號、64 號、65 號及 66 號甘藷，其先端蔓之諸元經調查平均值如表 5.3.1-1 所示。

表5.3.1-1 臺農57號、64、65號及66號甘藷先端蔓(蔓長 30cm)諸元調查結果⁽¹⁰⁾

品 種		節 數 (節)	直 (mm) 徑			重 量 (g)
			D ₁	D ₂	D ₃	
臺	57	15	1.95	4.80	5.10	29.4
	64	9	2.40	5.00	4.80	24.0
農	65	8	2.16	5.18	4.74	20.1
	66	10	2.50	4.20	5.00	25.2

表中數值顯示，臺農57號節數最多、節間短、葉數多，故重量較重；65號之節間長、重量輕。各品種先端蔓之直徑差異不顯著。由於葉子容易纏繞，使插植作業速度減緩，故葉數多對插植作業有不利之影響，若甘藷蔓經去葉處理，則各品種在插植時均可提高其作業速率。

由表5.3.1-2 得知未去葉處理的甘藷蔓，其橫斷面積為去葉處理甘藷蔓的3.5~3.6倍，對未來供蔓台及貯蔓箱的尺寸影響甚大，且去葉處理可減少纏蔓現象，使雙手同時供蔓作業的可行性大增，對

表5.3.1-2 百株甘藷蔓的橫斷面積及體積⁽¹⁰⁾

項 目	葉之情況			
	未去葉	去 葉	未去葉	去 葉
蔓 長 cm	30	30	40	40
寬 cm	25.2	25.2	25.2	25.2
高 cm	29.3	8.3	31.4	8.7
斷面積 cm ²	747	213	800	223
體 積 cm ³	22,415	6,380	32,028	8,894

註：去葉是自先端蔓起 7cm 以下將葉子去葉。

甘藷產量沒有多大影響⁽¹⁾，故宜考慮其去葉處理的機械化。

(2)甘藷蔓之摩擦係數

根據供試四品種在自製可變斜度試驗台測定摩擦係數整理如表5.3.1-3 所示。茲將試驗結果討論如下：

- 各品種間的摩擦係數沒有多大差異。
- 三種斜板材料間的摩擦係數差異不顯著，在研製斜板供蔓系統時仍以鐵板的加工較為簡便。
- 在沾水與不沾水甘藷蔓的摩擦係數測定中顯示，沾水後（潮濕之甘藷蔓）摩擦阻力較大。
- 甘藷蔓兩端彎曲向上與彎曲向下試驗中顯示，不沾水時，向上或向下之摩擦係數沒有明顯之差異；沾水後之甘藷蔓則向上彎曲時之摩擦係數較小，彎曲向下時阻力較大。
- 根據試驗結果，若以甘藷蔓在鐵板上滑下做為供蔓之主要方式時，則鐵板與水平面之夾角為 50° 時，各品種、彎曲方向及沾水或不沾水之甘藷蔓均可順利滑下。

表5.3.1-3 不同品種甘藷蔓經沾水與不沾水後，在鐵板、橡皮板及壓克力板上測定之摩擦係數⁽⁹⁾

品 種	性 狀 材 料	不 沾 水 甘 藷 蔓						沾 水 甘 藷 蔓					
		彎 曲 向 上			彎 曲 向 下			彎 曲 向 上			彎 曲 向 下		
		鐵 板	橡皮板	壓克力	鐵 板	橡皮板	壓克力	鐵 板	橡皮板	壓克力	鐵 板	橡皮板	壓克力
臺	57	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9
	64	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	1.1	0.9	1.1	1.2	0.9	1.0
農	65	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9
	66	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	1.1	1.0	0.8

(3)甘藷蔓產生生理影響時之彎曲角度實驗結果與分析

甘藷蔓彎曲時產生生理影響的彎曲角度實驗結果整理如表5.3.1-4 所示，茲將實驗結果分析如下：

表 5.3.1-4 甘藷蔓產生生理影響彎曲角度之實驗結果⁽⁹⁾

品 種	苗 徑 (mm)	彎 曲 角 度 (度)	
		順彎曲方向	逆彎曲方向
臺	57	3.96	47.1
	64	4.7	40.2
農	65	5.17	47.9
	66	4.29	39.7
平 均		43.73	26.08

(註：測試點於距藷苗前端20cm處)

a. 由實驗數據得知，在順甘藷蔓彎曲方向折曲時，以臺農66號彎曲角度為 39.7°為最小，故進行水平淺插時以不超過此值為佳，以免影響其生理狀況。

b. 供試品種顯示一致的特性，即順彎曲方向的彎曲角度 (43.73°) 大於逆彎曲方向的彎曲角度 (26.08°)，故施行水平淺插時，以順彎曲方向供蔓為佳。

c. 由上表得知，各品種在測試點之蔓徑與彎曲角度無多大關連。

d. 根據觀察顯示，甘藷蔓採取後放置的時間久

，產生生理影響的彎曲角度有愈大之趨勢，故藷蔓放置的時間長，在水平淺插時產生生理影響的彎曲現象小。

5.3.2 水平淺插機構性能試驗臺之建立

甘藷水平淺插機構裝置，主要部分包括油壓驅動的夾蔓系統及其輸送機構、鎮壓輪、開溝犁及曳引機承載支架等四部分，除夾蔓、送蔓及鬆蔓等功能外，尚可藉鏈輪齒數比變更其插植株距，控制開溝及插植深度，其研製依下述程序進行：(1)水平淺插機構工作原理分析、(2)機件設計圖、(3)研製、(4)裝配試車、(5)運輸試驗、(6)建立水平淺插機構性能試驗臺。

夾持甘藷蔓的橡膠爪經研製鋼模後灌製而成，夾蔓爪支架則以1/16吋厚鋼板鍛製而成，再以直徑1/8 吋彈簧鋼條折彎成彈簧夾固定於橡膠爪支架，以張開V形之橡膠爪，經夾蔓點時由爪入控制板壓縮彈簧夾，將甘藷蔓夾住，夾蔓爪支架則間隔二節距固定於節距為50×50之附配件雙節距滾子鏈條上，而以支架頂桿維持一定間距，達成夾蔓、送蔓及鬆蔓之功能，將甘藷蔓插入植溝中，再加壓完成插植作業。

5.3.3 水平淺插運動軌跡之試驗結果與分析

(1)爪式甘藷水平淺插機構之運動軌跡分析

爪式甘藷水平淺插機構在爪先端距溝底 10cm，以臺農64號甘藷先端蔓在三種夾蔓位置的靜態插植試驗所攝得之影片經檢片機描得，其他品種亦經由同一方式加以比較。茲將供試四品種 (甘藷蔓長30cm) 於溝深 10cm及6cm 時不同的夾蔓位置運動軌跡在鬆蔓點位置所測插植後角度 θ 示於圖5.3.3-2，今依水平淺插所定區分標準分析如下：

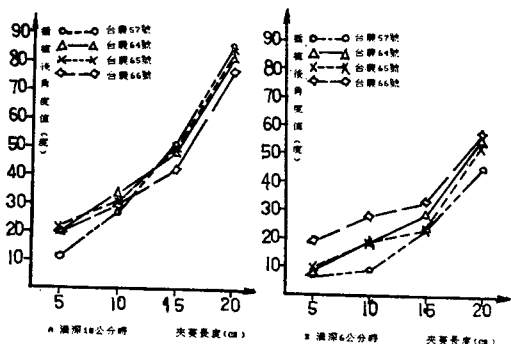


圖5.3.3-2 不同品種於溝深 10cm 及 6cm 時不同夾蔓位置運動軌跡在鬆蔓點位置所測插植後角度⁽⁹⁾

a. 插植後的彎曲角度隨甘藷蔓長、夾蔓長度及夾蔓爪中心至溝底的距離而異，與品種無顯著差異，此外鎮壓時間亦影響角度。

b. 溝深 10cm，夾蔓長度小於 10cm 時，插植後之 θ 角皆小於 35° ，合於水平淺插範圍；當夾蔓長

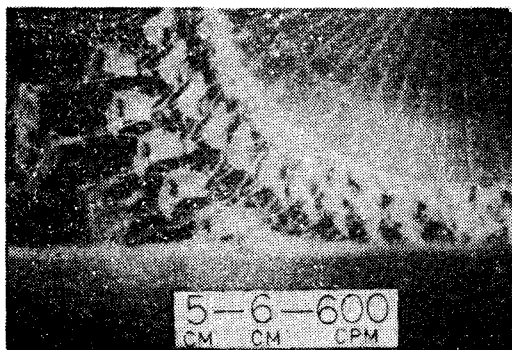


圖5.3.3-3 全葉蔓之插植運動軌跡圖 (ASA 1000, F1.4, 600CPM) 夾蔓長 5cm，溝深 6cm

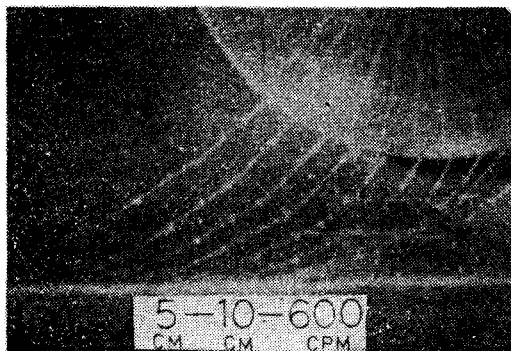


圖5.3.3-4 全葉蔓之插植運動軌跡圖 (ASA 1000, F1.4, 600CPM) 夾蔓長 5cm，溝深 10cm

15cm 時， θ 角介於 $35^\circ \sim 65^\circ$ 間，是為斜插；若夾蔓長度達 20cm 時，其所測角度超過 65° ，而呈直插。當溝深 6cm 時，諸蔓夾持 15cm 以下所測 θ 角皆小於 35° ，而為水平插植。

c. 現行甘藷插植作業，諸蔓長度一般採用 30cm，插植深度視土壤及水分而定，含水率高宜淺插，而乾燥則插植須稍深較易成活。

(2) 輪式甘藷水平淺插機構之運動軌跡分析⁽¹⁰⁾

由於攝影方式所需成本較貴，且分析作業甚為費時、費工，故另尋新方法供分析。新法係以照像機配合閃光測頻儀在暗室中進行，以盤式甘藷插植機構為對象，分全葉（圖 5.3.3-3）及去葉蔓（圖 5.3.3-4），夾蔓長 5cm 在相對溝深 10cm 及 6cm 下拍得之運動軌跡，故未來運動軌跡之分析宜採用此法較為準確且省時、省工又省錢。

5.3.4 最佳供蔓臺位置測定之結果與分析

改良盤式甘藷插植機於六個不同供蔓臺位置進行最佳供蔓點位置之測定，經靜態性能試驗結果顯示，當供蔓臺位於座標 (20, 18) 呈現較佳性能，當作業速率達到 0.335m/sec 時，正常株百分率可達 97.6%，但加速達到 0.372m/sec 時則開始顯著降至 91.2%。

最佳供蔓臺位置測定結果如圖 5.3.4-1 所示，在靜態單人右手供蔓方式試驗結果中顯示行走速度在 0.33m/sec 以下時沒有差異，超過此值，則供蔓臺位置在距夾蔓點下方 10cm 處的試驗正常株百分比比較高，至 0.38m/sec 開始，其缺株顯著增加，故供蔓臺低於夾蔓點可得較佳之供蔓速率，原因在當甘藷葉的纏繞使諸蔓分離困難，需上提至某一高度，當完全分離後再送至夾蔓點。

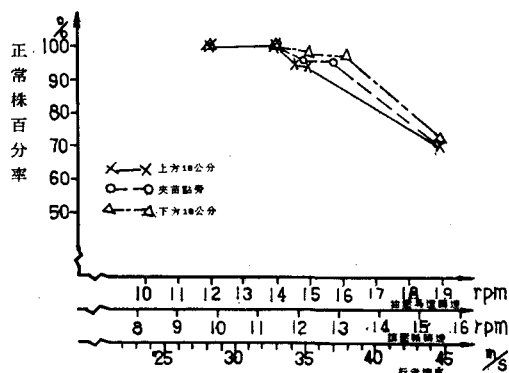


圖5.3.4-1 單人右手供蔓在不同供蔓位置及不同速度下的正常株百分比

5.3.5 不同供蔓方式之動時研究結果與分析

(1)不同供蔓方式作業速率測定結果與分析

將爪式甘藷插植機之供蔓臺置於最佳供蔓位置進行靜態單人右手、左手、左右手交替等四種供蔓方式之作業速率測定，試驗結果示於圖5.3.5-1。

a. 雙人交替供蔓與單人左右手交替供蔓方式作業速率至 0.46m/sec 時正常株百分比可至99%，超過此速率則雙人交替較單人雙手交替之正常株百分比為高，但每行插植單元前者需兩人供蔓，後者僅需一人。

b. 單人右手供蔓時，其作業速度在0.38m/sec 時可達97%，超過此速率，則缺株率顯著提高。單人左手供蔓時作業速率在 0.32m/sec 時，正常株可達98%，超過此速率，則顯著下降。

c. 若未來甘藷插植機採用單人雙手同時供蔓插植兩行，其速率理論上低至 0.32m/sec，但可同時插植兩行，故有較佳的實際田間能量。人工供蔓型之甘藷插植機因作業速率無法突破此限制瓶頸，故在設計時以單人雙手同時供蔓插植雙行為經濟可行方式，欲求其突破，須待未來自動供蔓系統的發

展成功。

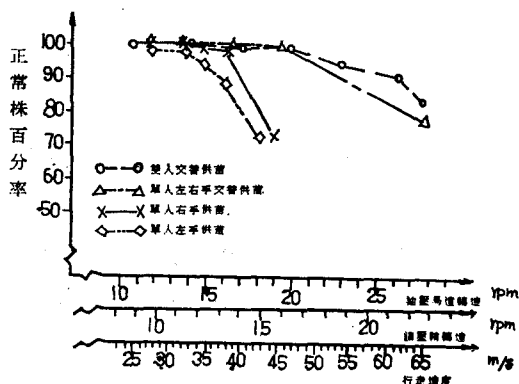


圖5.3.5-1 爪式甘藷插植機之靜態不同供蔓方式在不同作業速率下的正常株百分比

(2)四種不同插植方式之靜態性能測定結果與分析

爪式舊有盤式及改良盤式於作業速率 0.256m/sec 經五重複測得平均正常株百分比及每株所需時間加以分析。四種處理分別以A（舊有盤式）、B（改良盤式）、C（爪式）及D（人工）代表之。A、B、C三種處理之正常株百分比如下表：

表 5.3.5-1 ABC 三種處理之正常株百分比

處理	重複	1	2	3	4	5	處理計	平均
A		92	84	80	82	82	420	84
B		96	92	94	94	94	470	94
C		80	92	94	82	90	438	87.6
計							1,328	88.53

$$C = \frac{(X \cdots)^2}{m \cdot n} = \frac{(1,328)^2}{3 \times 5} = 117,572.2667$$

$$SST = \sum \sum X_{ij}^2 - C = 92^2 + 96^2 + 80^2 + \cdots + 90^2 - C = 118,080 - C = 507.733$$

$$SSt = 1/n \sum X_i^2 - C = 1/5(420^2 + 470^2 + 438^2) - C = 256.553$$

$$SSE = SST - SSt = 251.20$$

為瞭解各處理正常株百分比間的差異，依上表資料作變方分析表如表5.3.5-2。

表 5.3.5-2 變方分析表

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 5%	F 1%
處理	2	256.533	128.267	6.12*	3.88	6.93
積差	12	251.20	20.933			
總計	14	507.733				

變方分析結果顯示，各種機種間正常株百分比差異達極顯著，故需進一步作各別比較測驗，以 Multiple Range Test其結果如表 5.3.5-3。

M.R. Test

P.	2	3
0.05	3.08	3.23
r.	4.32	4.55
P		
LSR	6.302	6.609
	8.839	13.522

L. S. R. =

$\frac{dfE}{\alpha}$
 $\left| \frac{MSE}{n} \right|$
 $= \frac{dfE}{\alpha}$
 $\times 2.046$

表 5.3.5-3 各機種之正常株百分比平均值之比較

處 理	B	C	A
平 均 值	94	87.6	84
差 異	0.05		
	0.01		

上表顯示改良盤式之正常株百分比與其他二機種之差異達顯著，且其效果為最佳。
另就各機種每株供莖所需時間分析比較其差異，表 5.3.5-4為四種不同插植方式每株所需時間。

表 5.3.5-4 四種不同插植方式每株所需時間（單位：秒／株）

處 重 複	1	2	3	4	5	處 理 計	平 均
A	1.335	1.429	1.575	5.510	1.512	7.361	1.4722
B	1.269	1.317	1.311	1.306	1.309	6.512	1.3024
C	1.938	1.670	1.628	1.876	1.713	8.825	1.765
D	4.458	4.202	4.038	3.796	3.532	20.026	4.0052
計						42.724	2.1362

$$C = \frac{(X \cdots)^2}{m \cdot n} = \frac{(42.724)^2}{4 \times 5} = 91.267$$

$$SST = \sum \sum Xij^2 - C = 1.335^2 + 1.429^2 + \cdots + 3.532^2 - 91.267 = 24.456$$

$$SS_t = 1/n \sum Xi^2 - C = 1/5(7.361^2 + 6.512^2 + \cdots + 20.026^2) - C = 23.835$$

$$SSE = SST - SS_t = 0.621$$

依表5.3.5-4資料作變方分析以瞭解各機種每株所需時間，列於表5.3.5-5。

表 5.3.5-5 四機種每株所需時間之變方分析表

變 因	自 由 度	平 方 和	F 值	理 論 5%	F 1%
處 理	3	7.945	6.12***	3.24	5.29
積 差	16	0.0388			
總 計	19				

變方分析結果顯示各機種間每株所需時間之差異達極顯著，故需進一步作各別比較測驗，以Multiple Range Test 其結果如表5.3.5-6。

M.R. Test				
P	2	3	4	
0.05	3.00	3.15	3.23	
r. 0.01	4.13	4.34	4.45	
P				
LSR	0.264	0.277	0.284	
	0.363	0.382	0.392	

$$L.S.R.=r \frac{0.05}{0.01} \sqrt{\frac{MSE}{n}} = r \frac{0.05}{0.01} \times 0.88$$

表5.3.5-6 各機種每株所需時間平均值之比較

處 理	D	C	A	B
平 均 值	4.0052	1.765	1.4722	1.3024
差 異	-----	-----	-----	-----

表5.3.5-6 顯示改良盤式與舊有盤式每株所需時間最短，且其差異達不顯著，綜合上述分析結果，以改良盤式甘藷插植機之效率為最佳。

5.3.6 甘藷插植機的研製

本試驗所研製完成的曳引機承載單人單行及單人雙行盤式甘藷插植機，由鎖壓輪經鏈輪及齒輪組將動力傳至夾蔓盤以夾持甘藷蔓進入植溝中加以覆土鎖壓。單人單行盤式甘藷插植機係在橫樑上聯結三插植單元，且偏置20公分，三單元間隔 1.5m，單人雙行式將兩盤式單元組合成一單元，而以深淺調節輪控制其插植深度。

(1)單人單行雙手交替供蔓盤式甘藷插植機

該機聯結三單元採偏置 20cm，回程時曳引機開在前進時之同一位置，在相鄰 40cm處插植另外三行，甘藷田間試驗顯示在作業速率 0.3m/sec正常株可達95%，一次三行需四位操作手。

(2)單人雙行（行距 1 公尺）盤式甘藷插植機

此作業方式為行距 1m分別在相鄰二畦各插植一行，於回程時再插植另外相鄰之二畦，操作手於供蔓臺捉取雙蔓置於斜臺滑下，再由油壓驅動之夾蔓機構承接甘藷蔓進行插植作業，試驗結果作業速率為 0.25m/sec 時，分蔓部分正常株可達96%，但夾蔓部分僅及73%，理論株距為 42cm，故此式不甚理想。

(3)單人雙行（行距45公分）盤式甘藷插植機

此機係在 1.5m寬畦面上插植雙行甘藷，行距 45cm，其夾蔓及分蔓部之正常株百分比大致相等，且同時完成一畦插植作業較理想。若作業速率在 0.10m/sec 採連續供蔓，株距平均約在28cm。

(4)二人三行（行距1.1公尺）盤式甘藷插植機

此式插植機由嘉義農試分所研製完成，行距 105cm由二名操作手，可同時插植三行甘藷。操作手位於輪胎位置，其作業速率 0.10m/sec 株距平均約 30cm。

(5)三人六行盤式甘藷插植機

若曳引機同時承載三單元之單人雙行式甘藷插植機，則一次可在相鄰三畦上插植六行甘藷，然其 4m 之寬度必需由折合式三角架控制，以利路上行駛及田間操作。

5.3.7 甘藷插植機理論試驗臺動態性能試驗結果與分析

經靜態性能試驗，瞭解影響甘藷插植機性能的諸項因子之後，再於自製理論試驗臺以單人雙手交替供蔓方式在不同前進作業速率下進行測試，供試

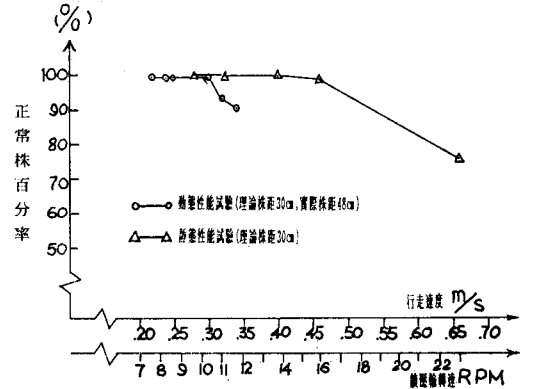


圖5.3.7-1 以單人雙手交替供蔓方式，在靜態與動態性能測驗下，不同作業速率之正常株百分比

品種為臺農 64號，莖長 30cm，試驗結果示於圖 5.3.7-1，圖中顯示動態性能試驗時，作業速率至 0.30m/sec 時，正常株百分率可至 99%，超過此速率，則缺株率顯著增加，而同一條件下的靜態性能結果，作業速率達 0.46m/sec 時，正常株百分率為99%，故動態作業速率僅及靜態的65%。

5.3.8 自製曳引機承載單人單行盤式甘藷插植試驗機不同供莖方式田間試驗結果與分析

自製曳引機承載單人單行盤式甘藷插植試驗機，不同供莖方式（左手握莖右手供莖，左手無握莖右手供莖，雙手交替供莖等），不同莖長（30cm, 40cm）及不同作業速率下之正常株百分比，經整理如圖5.3.8-1及圖5.3.8-2所示，茲討論如下：

a. 圖5.3.8-1顯示供試甘藷莖在莖長30cm且經去葉處理時，作業速率在 0.27m/sec 時，單人右手供莖，左手握莖及單人雙手交替供莖之正常株百分比仍達 100%，當作業速率從 0.30m/sec 加速至 0.36m/sec 時，則上述兩種供莖方式之正常株百分比降至95.4%，而右手供莖，左手無握莖之供試正常株百分比，則降至92%。

b. 由試驗實際觀察得知，右手供莖，左手無握莖之供莖方式，其正常株百分比之所以呈波動曲線，乃因右手取莖時，莖與莖之間有相互糾纏之現象發生，影響供莖作業所致。

c. 右手供莖，左手握莖之供莖方式，其左手具有幫助分莖之功用，且在發生纏莖時，可幫助右手分離甘藷莖。

d. 雙手交替供莖方式，則因雙手供莖動作錯開，增加其相對供莖時間，因此右手供莖左手握莖，及雙手交替兩種供莖方式，雖速度快到0.33m/sec

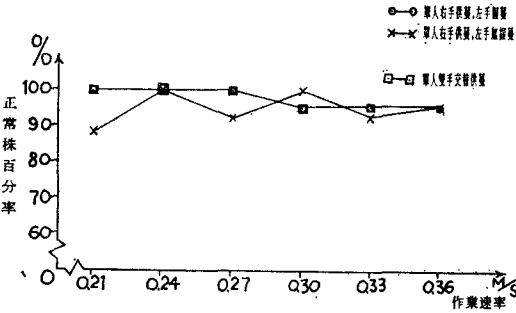


圖5.3.8-1 自製曳引機承載單人單行盤式甘藷插植試驗機在供試莖長 30cm 經去葉處理下，不同供莖方式，在不同作業速率時，其正常株百分比

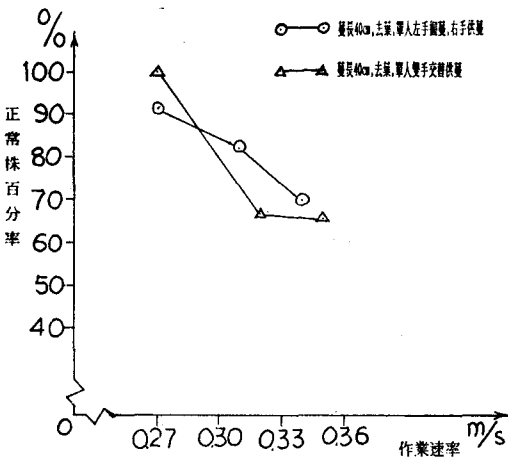


圖5.3.8-2 自製曳引機承載單人單行盤式甘藷插植試驗機在供試莖長 40cm 經去葉處理下，在不同作業速率時，不同供莖方式之正常株百分比

時，其正常株百分比仍可達到95.4%。

e. 圖5.3.8-2 顯示作業速率在 0.27m/sec 時，莖長 40cm 的甘藷莖經去葉處理，在左手握莖右手供莖下，其正常株百分比為91.5%，當速度增加至 0.31m/sec 以上時，其正常株百分比則降至82%。雙手交替供莖方式由於莖長的影響，其正常株百分比在 0.32m/sec 的速率下，則降至66.7%，其降低主要原因，乃受到莖與莖間相互糾纏的影響。因此甘藷插植機欲以供莖臺替代手握莖時，必需增加防纏裝置解決莖與莖間之糾纏現象。

5.3.9 自製曳引機承載單人雙行盤式甘藷插植試驗機之動態與田間試驗結果與分析

表5.3.9-1 自製單人雙行盤式甘藷插植試驗機之動態試驗結果

方向	項目	速度 M/S		
		0.19	0.22	0.23
左邊	平均插植深度 (CM)	5.0	6.0	5.0
	平均株距 (CM)	37.0	38.3	38.4
右邊	平均插植深度 (CM)	5.0	4.0	5.0
	平均株距 (CM)	37.4	36.5	33.2

註：試驗用莖長 35cm

表5.3.9-2 自製單人雙行盤式甘藷插植試驗機
之田間試驗結果

項 目 供 蔓 方 式	行走速度 (M/S)	正常株 (%)	平均株距 (CM)	葉之 情況
雙手同時供蔓	0.21	93	38	去葉

註：試驗用蔓長35cm

自製曳引機承載單人雙行盤式甘藷插植試驗機經動態試驗臺測定其性能並行改良，增加深淺調節輪以控制插植深度後，試驗結果如表 5.3.9-1所示，當田間作業速率在 0.22m/sec 時，其左右兩邊的插植深度約在 5cm。而平均株距左邊在38.3cm，右邊則在 36.5cm。當進行田間試驗時，其試驗結果如表 5.3.9-2所示，將作業速率調在 0.21m/sec時，正常株百分比可達93%，其平均株距在 38 cm。

六、討論與建議

- (1)欲使甘藷栽培一貫作業機械化，對甘藷插植之行距、株距與深度應先加有系統之規劃，使各項作業機械在設計時有所遵循。甘藷插植作業行距的調節較簡易，但為配合築畦、中耕培土、除草、施肥、病蟲害防治及收穫等作業，其行距仍宜固定，根據嘉義農業試驗分析所所長李良的研究報告，行距 80cm較100cm平均塊根可增加 8%，然旱田所用動力一般為大型曳引機，在作業時仍以行距 1m較適合，同一作業面積其行進距離亦較短。株距靠鎮壓輪經傳動鏈輪之齒數比變更之，一般 30cm之蔓長其株距為 30cm，而鎮壓輪的打滑亦將影響理論株距，設計時應加考慮。插植深度則依土壤含水率而定，土壤潮濕時，插植 5~6cm，乾燥時插入10cm深。
- (2)水平淺插可使甘藷所產塊根均勻，產量佳，在設計甘藷插植機時，應能達成此一插植方式，其影響因素為甘藷蔓長、夾蔓長、夾蔓中心點至溝底距離，本研究完成之水平淺插機構在夾蔓長 10 cm以下時，可達水平淺插目標。
- (3)未來甘藷插植機若欲減少所需操作手，最好採用單人雙手同時供蔓方式，一人可同時供蔓兩行，其作業速率雖較雙人單行或單人單行（左右手交替）方式慢，但對節省所需人力而言為一可行方案。未來若欲提升其作業速率，則必從自動供蔓

系統去突破。

- (4)甘藷蔓若經去葉處理，可減輕大部份重量，且可使甘藷插植作業速率提升，對單人雙手同時供蔓插植兩行較為可行，其去葉處理方式需進一步探討。
- (5)欲使甘藷插植機更為理想，供蔓臺的位置應加確定，使供蔓所需時間最短，可提高作業速率。
- (6)欲使甘藷栽培作業一貫機械化，則必先行考慮栽培方式，現行栽培法行距 1 公尺插植單行甘藷，則甘藷生長期間曳引機無法進入田中作業，為配合曳引機之作業，若改為畦寬 1.5m，插植雙行甘藷，行距 45cm，則插植到收穫期間曳引機均可進入甘藷田工作，單人單行及單人雙行盤式甘藷插植試驗機即依此而研製。
- (7)單人雙行盤式甘藷插植機係配合曳引機之規格而設計，在畦寬 1.5公尺之畦上插植雙行甘藷，行距 45cm，可使甘藷栽培自插植、施肥、中耕、翻蔓、施追肥、病蟲害防治及收穫等作業一貫機械化。就田間試驗結果顯示其與傳統插植法在產量上沒有差異，此一改變使機械化為可行，故吾等認為有其必要。
- (8)甘藷插植機械化可在整地時同時築畦，施肥則與插植同時完成，施肥宜採條施，集中施於深 25 cm處，施肥在前插植在後，使作業順利。
- (9)甘藷蔓長 35cm，夾蔓長 5~8cm，株距28~30 cm時，插植作業速率在 0.15m/sec下，可正常插植作業，且達水平淺插的目標。
- (10)單人雙行盤式甘藷插植機可採一單元或三單元同時作業之方式，三單元可同時插六行，但需油壓驅動的折合式三角架承載之，以適應不同的田間條件，一單元則較簡單。
- (11)甘藷蔓在插植前若經去葉處理，則橫斷面積可縮小 3.5倍，且其纏繞問題可大為減少，未來若欲去葉處理，則需考慮該作業之機械化。去葉後對甘藷產量有否影響，宜進行田間試驗調查其產量，去葉處理可減小插植機貯蔓臺及供蔓臺的尺寸。未經去葉的甘藷蔓在放進供蔓臺前先輕擰數次，使葉子順向，減少糾纏。
- (12)單人雙行盤式插植機雖然插植作業速率受到限制，但一次可完成雙行之甘藷插植作業、機型精簡，將來可連結三單元同時作業。
- (13)未來甘藷插植機、施肥機及築畦機具應可聯合作業一次完成。

七、謝 誌

本研究承行政院農業委員會76農建-8.1-糧-57(12)計劃經費補助，試驗土槽土壤機械性質分析承蒙國立屏東農專農化科副教授陳國先生協助；試驗統計資料之分析蒙農藝科講師滕民強先生校對；農業機械科主任謝俊夫教授提供參考資料及寶貴改進意見，文成復承斧正；國立中興大學農業機械系教授黃陽仁博士的熱心指導，嘉義農試所所長李良先生提供寶貴意見，林金墩先生協助田間試驗，本校李經緯助教、徐永貞小姐及郭家旭、許鈺清、陳和賢、方玉玲、鄭惠云諸同學之協助試驗，研究助理林雪君小姐協助資料整理，始克完成，謹此致謝。

八、參 考 文 獻

- 1.王俠、簡金寬，1957，甘藷品種割莖於莖葉及塊根收量影響之研究，中華農學會報，新第21期，pp. 24-31。
- 2.李再順、楊昭麟，1965，甘藷作畦挖藷機設計改良，高雄區農業改良場，pp. 1-21。
- 3.李 良，1970，甘藷田間試驗取樣技術之研究，中華農學會報，新73期，pp. 9-21。
- 4.李 良，1977，甘藷新品種臺農六四、六五、六六號，農試所嘉義分所。
- 5.謝俊夫，1977，山坡草地施肥機之研究，農機工程學報，pp.
- 6.狩野武菁、賴耿陽，1978，粉粒體輸送裝置，復漢出版社，pp. 1-30。
- 7.李良，1979，甘藷增產可能性及其限制因素之探討與改進對策，臺灣雜糧增產之研究，科學農業社，pp. 242-249。
- 8.翁金瑞、蘇重生，1983，甘藷施肥築畦機具之研製，七十二年農機研究發展彙報，pp.33-41。
- 9.翁金瑞、蘇重生，1984，爪式甘藷插植機之研究，中國農業工程學報，30卷2期，pp. 125-135，臺北。
- 10.翁金瑞、蘇重生，1985，甘藷插植機研製改良，七十三年農機研究發展彙報，pp. 68-76，農林廳。
- 11.翁金瑞、蘇重生，1985，甘藷插植機之研製與試驗，七十四年度農機研究發展彙報，pp. 1-11，農林廳。
- 12.臺灣省政府，1985，臺灣農業年報，pp. 54-55，農林廳。
- 13.臺灣省政府，1985，臺灣農產品生產成本調查報告，pp. 182-201，農林廳。
- 14.翁金瑞、蘇重生、林金墩，1987，甘藷插植機之研製與試驗，七十五年度農機研究發展彙報，pp. 50-59，農林廳。
- 15.謝俊夫、曾桂雄，1988，毛豆施肥機構之研究，農專學報 vol. 29. pp. 94-100。
- 16.Hammerle, J. R. 1970, The Design of Sweet Potato Machinery. Trans. of ASAE 13(3): 281-235.
- 17.L.H. Cheh, Chih-Chen Yang, and Max Allison, 1979, Better way to grow V.S. No. 1 sweet potato. MAFES Research Report, Vol. 4, No. 15, June.
- 18.Suggs, C. W. 1979, Development of a Transplanter with Multiple Loading Stations. Trans. of ASAE 22(2):260-263.
- 19.Tompkins, F. D. and B. L. Bledsoe, 1979, Vibratory Furrow Opening Tool for Minimum Tillage planters. Trans. of ASAE 22(3): 490-503.
- 20.Allison, M. and L. H. Chen, 1980, Horizontal Transplanting of Sweet Potato Slips. Research Highlights. Miss. Agri. and For. Exp. Sta., Miss. State Univ. 43 (7): 3-4.
- 21.Su. K. C. 1980, Sweet Potao. P. 398-403. In: Farmer Guide (Vol. 1): Field crops, Harvest Farm Magazine, Taipei, Taiwan.
- 22.Wright, M. E. 1980, Mechanization of Plating and Harvesting Practices in Sweet Potato Production, Louisiana Agri. Exp. Sta., pp. 1-25.
- 23.L. H. CHen, Thamir S. Younis, 1982, Horizontal Transplanting of Sweet Potatoes Trans. of ASAE 25(6): 1524-1528.
- 24.Hsieh, J. F. 1983, Evaluation of Multiple Loading Station Sweet Potato Transplanter. M. S. Thesis, Mississippi State University.
- 25.Way, T. R. and M. E. Wright, 1987,

- Human Performance in Mechanical Transplanting of Sweet Potatoes, Trans. of ASAE 30(2): 3317-323.
26. J. F. Hsieh. L. H. Chen, 1989, Evaluation of Multiple Loading Station Sweet Potato Transplanter, Applied Engineering in Agri. 5(2): 153-157.
27. Powell Disc Transplanter, Model "15". Powell Manufacturing Company, Inc.
28. Holland Transplanter, Model 1265. Holland Transplanter Company.
29. Automatic Transplanter, Model 450, Ellis Manufacturing Co., Inc.
30. Mechanical Transplanter, Model 1000, Mechanical Transplanter Company.
- 收稿日期：民國78年12月23日
接受日期：民國79年2月1日

專營土木、水利、建築等工程

永 在 土 木 包 工 業

負責人：陳 基 在 地址：虎尾鎮頂溪里頂溪67號
電話：(056)222470

專營土木、水利、建築等工程

富 元 土 木 包 工 業

負責人：鄭永遠 地址：雲林縣斗六市虎溪里西平路252巷58號
電話：(055)338173

專營土木、水利、建築等工程

大 峰 土 木 包 工 業

負責人：廖 大 鵬 地址：雲林縣二崙鄉大義村15號
電話：(055)982589-986475

專營土木、水利、建築等工程

勝 暉 營 造 有 限 公 司

負責人：楊 國 明 地址：臺中市五權五街118號
電話：(04)3729184