

# 手扶式半自動雙行蔬菜移植機之研製<sup>1</sup>

田雲生<sup>2</sup>、龍國維<sup>2</sup>、樂家敏<sup>3</sup>

## 摘 要

本研究設計並試製乙台一畦兩行式半自動蔬菜移植機，可提供給農友移植蔬菜穴盤苗之用。雛型機配置6Hp/2,000rpm汽油引擎，變速箱檔位具前進二速、後退一速選擇，苗盤架可同時放置7盤穴盤苗，並藉油壓缸升降調整距地高度。作業時二前輪依循畦形導引自行前進，操作者僅須將菜苗投入盛苗轉盤之盛苗杯內，再由鴨嘴杯種植器定植於畦面上並覆土。該機最大特色是僅一人即可作業，且一個盛苗轉盤供兩行種植，較傳統多數半自動移植機每種植一行需一名人工與一個供苗轉盤的作業方式，更為省工。其田間性能測試係參考「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」<sup>(9)</sup>，當行進速度為0.24m/sec進行甘藍穴盤苗移植作業時，缺株率為4%、傷苗率為1%、無倒伏苗，種植深度及實際株距範圍達標準者分別佔90%與96%，而工作效率約為11.7hr/ha，較人工手植作業快達13倍，並節省70%之作業成本。

**關鍵字：**移植機、種苗、蔬菜。

## 前 言

台灣近年來經濟快速發展，國人生活水準提升，農產品的消費習慣不再但求溫飽而已，更重視食的品質，所以糧食作物的需求量正逐年減少，取而代之的是蔬菜、水果等園藝產品<sup>(13)</sup>。以蔬菜而言，民國85年每人每年平均消費量為143kg，較民國34年台灣光復時的38kg，增加了3.8倍；栽培面積亦由35,000ha成長至177,000ha，並分別佔農作物生產百分比的4.3%與20.3%<sup>(10,13)</sup>，顯見蔬菜產業的重要性與日俱增。

蔬菜栽種方式有播種與移植二類，其中移植是經播種、育苗後，將成長至一定大小的菜苗栽於田區<sup>(8)</sup>，主要包括了十字花科、茄科、葫蘆科及蔥類作物，栽培面積約有10萬公頃，每年需苗量為26億株<sup>(7)</sup>。然而目前蔬菜產區大多仍採用土播或簡易箱播育苗，此不僅勞動成本高、種子用量多，也容易遭受不良氣候環境影響；而生產的土播苗(或稱裸根苗)，亦會有生長勢不一致、移植後成活率較低及易罹患土壤傳播病害等缺點<sup>(6,7)</sup>。所以，政府自民國79年7月開始實施農業自動化政策，將蔬菜等種苗生產列為重點發展項目，並輔導農友採用專業化技術與自動化設備來培育高品質的穴盤苗，以改善上述缺失，進而加速台灣種苗產業的升級<sup>(6,8)</sup>。

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場研究報告第 0459 號。

<sup>2</sup> 臺中區農業改良場助理、副研究員。

<sup>3</sup> 國立中興大學農機系教授。

經多方專家學者努力研發與農友悉心經營，種苗生產自動化技術已漸趨成熟，蔬菜穴盤苗亦逐步取代土播苗而全面推廣，但現階段菜農大多仍以人工手植方式進行田間移植作業，每公頃需耗費19工，約佔蔬菜生產管理總工時的10.8%<sup>(11,12)</sup>，這在臺灣農村勞動力老化與外移的情況下，移植人力不足的問題將日益嚴重，也間接影響到穴盤苗的推廣。目前國內已有自行開發或引進試用之蔬菜移植機可資應用，如桃園區農業改良場研製以水稻乘坐式插秧機行走部承載之乘坐雙行式半自動移植機、種苗改良繁殖場引進改良之曳引機承載型雙行或四行半自動移植機、中興大學研發之專用型全自動雙行移植機，以及農機廠商引進試用之全自動單行移植機等<sup>(1,2,4,8,12)</sup>。綜合其作業情形可知，全自動機型僅需一人便可操作，但必須使用其專屬穴盤；而半自動機型對於穴盤種類、型式無所限制，但人力需求大，除駕駛一人外，每種植一行必須有一個人工負責供苗，如桃改場研製或種苗場改良的雙行式移植機，同時間就必須有三個人配合作業，推廣較困難，至今本省蔬菜移植機械化作業仍處於小規模推廣的階段，尚未全面普及應用。

要解決田間移植勞力不足的問題，並能兼顧台灣小田區及一畦種兩行的栽培習慣，研製一台人力需求最少、各類型穴盤皆可使用，且操作靈巧、頭地迴轉半徑較小的蔬菜移植機，將是菜農短期內最為迫切需要的機型<sup>(8)</sup>，更是本移植機研究開發所要達成的目標。

## 材料與方法

### 機械設計原則

- 1.為解決農村勞動力不足問題，必須藉機械代替人工作業，所以蔬菜穴盤苗移植之人力需求儘量少，並以一人為目標。
- 2.因本省耕地面積0.5ha以下者占一半以上<sup>(13)</sup>，所以為配合小田區使用，機械宜輕巧靈活、便於轉彎，以手扶式機型為原則。
- 3.機械不受穴盤型式、種類之限制，且短時間即可商品化推廣，所以採行人工供苗之半自動機型。
- 4.菜苗自穴盤中取出，能完整地定植於畦面上，並予以覆土，要求種植的美觀性與菜苗呈三角形(或稱品字形)的交錯排列，所以採用鴨嘴杯種植機構作業。
- 5.機械田間作業性能以符合「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」為目標<sup>(9)</sup>。

### 雛型機組裝型式

本機設計為自走四輪式，後輪驅動、前輪支撐及導向，田間作業採跨畦方式操作。機體配置MITSUBISHI GM180L 6Hp/2,000rpm單缸汽油引擎，除提供行走動力外，亦藉傳動機組以適當減速比，供給舉升、供苗及種植機構之作業動力。變速箱檔位具前進高、低二速與後退一速，以供操作者於道路行駛及田間作業之選擇。傳動機構上方設置苗盤架，至多可同時放置7盤穴盤苗。盛苗轉盤具有兩個落苗口，落苗時機分別與其下方之兩組鴨嘴杯種植機構相配合。機體距地高度之調整，則藉油壓缸升降及前、後輪之間的連桿機構來達成。

### 試驗設備與材料

- 1.供試設備：手扶式半自動雙行蔬菜移植機。
- 2.供試作物：甘藍穴盤苗(初秋品種，苗齡30~35天)。
- 3.量測器材：計時器(電子式，精度0.01sec)、轉速計(接觸式與非接觸式兩用型)、角度規及捲尺等。

### 測試及調查項目

雛型機試製完成後，參考「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」之測試項目，針對機械性能、效率等加以試驗及調查：(1)機體尺寸規格量測，包含全長、全寬、全高、全重等，(2)適用畦溝規格與蔬菜種類調查，(3)引擎轉速與缺株率之關係，(4)作業精度測試調查，包含缺株率、倒伏率、傷苗率、種植深度及實際株距範圍，(5)機械實際種植株距、種植深度之量測，(6)機械與人工作業效率比較，(7)機械作業之效益分析。

### 田間作業精度測試標準<sup>(9)</sup>

- 1.缺株率：移植後之空株為缺株，缺株比率在5%以下。
- 2.倒伏率：移植之後苗株傾斜大於60度以上者視為倒伏苗，倒伏比率在10%以下。
- 3.種植深度：在菜苗根塊高度一半以上至生長點以下佔90%以上。
- 4.傷苗率：苗葉被切斷、苗莖彎折或根塊被切割三分之一以上者為傷苗，傷苗比率在5%以下。
- 5.實際株距：在標稱值±10%以內者達85%以上。

### 機械成本估算與理論探討

蔬菜移植機作業成本之計算主要包括折舊(D)和利息(I)之固定成本，修理維護(M)、油料(F)和工資(L)等變動成本，全部以年花費來計算，並以年作業面積(A)平均，則單位面積的作業成本(Ca)可以如下公式所示<sup>(5)</sup>：

$$Ca = (D + I + M + F + L) / A$$

$$= P(1 - \alpha) / AN + P \cdot i(1 + \alpha) / 2A + P \cdot Cr / AN + f \cdot Hp \cdot H / A + Lc \cdot H / A$$

其中Ca：作業成本(NT\$/ha)

P：機械購入價格(NT\$)

A：作業面積(ha/year)

N：使用年限(years)

$\alpha$ ：機械報廢時殘留價格與購入價格比值，通常為10%

I：年利率，以目前農機低利貸款利率為5.5%

Cr：總維修費用與購入價格比值

F：燃油與潤滑油費用(NT\$/hp·Hr)

Hp：機械之馬力數(hp)

H：作業時間(hr/year)

Lc：操作人員工資(NT\$/hr)，移植機操作人員僅一名

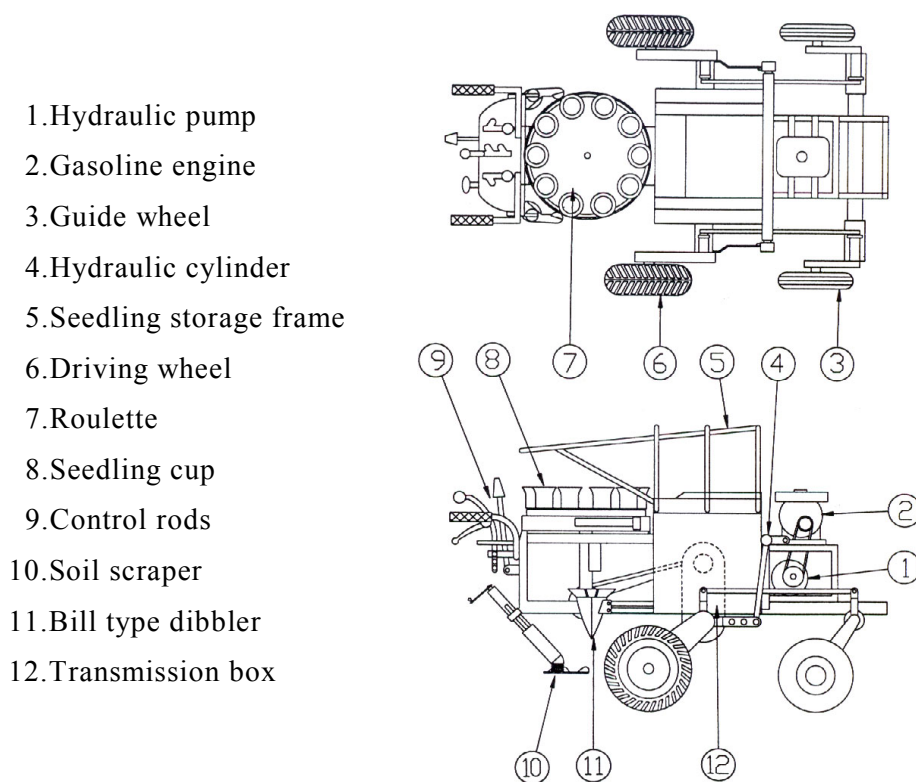
## 結果與討論

### 雛型機試製結果

依據前述機械設計原則，試製完成之手扶式半自動雙行蔬菜移植機適合於一畦兩行式田區使用，並且僅由單一操作者兼顧駕駛機械與供苗動作，以進行穴盤苗移植作業，該機外觀型式如圖一所示。其除了機體和動力源之外，主要構造分為四個部份：

#### 一、傳動減速機構

本機構係由皮帶輪、前二後一變速箱、鏈條箱與傘齒輪組等所構成。其將引擎高速迴轉運動由皮帶輪減速至其正下方的油壓泵，經二次減速到變速齒輪箱，再藉由鏈條組將動力分導傳遞到驅動輪、盛苗轉盤供苗機構與鴨嘴杯種植機構。其中盛苗轉盤落苗和鴨嘴杯種植器接苗必須相互配合，並與機體行走速度同步運轉，意即無論作業速度快或慢，種植株距皆可維持固定的間距。



圖一、蔬菜移植機示意圖。

Fig. 1. The structure diagram of the vegetable transplanter.

#### 二、盛苗轉盤供苗機構

供苗機構安裝於鴨嘴杯種植機構的上方、苗盤架的下方偏後，且高度僅比操作把手略高，可便於操作人員自穴盤內取苗，並投入盛苗轉盤之喇叭形開口的塑膠杯內。盛苗轉盤之圓盤周緣環設十只盛苗筒(喇叭形開口杯即套於其中)，其外壁底部各樞設一片受彈簧力作用且常態為彈開的擋片，而靠近盛苗轉盤的外側連接一凸耳，可向上或向下結合一個軸承

為滾輪，其結合方式以奇、偶數苗筒間隔排列，並內接迴轉於具兩個條狀開口之環形管壁上，此兩開口分別鑿於管壁偏上或偏下方之適當位置。當圓盤做逆時鐘方向迴轉，滾輪經過等高開口時(即向上滾輪經過偏上方開口或向下滾輪經過偏下方開口)，擋片瞬間靠彈簧慣性向外彈開，使苗杯內之待植苗因重力而落於下方種植機構內；但滾輪經過不等高開口時，則繼續通過。此奇數或偶數杯底部擋片輪流週而復始地分別於兩側開口撇開、落苗，即可達到一個盛苗轉盤供兩行種植的目的。

### 三、種植機構

本機構參考日製菸草移植機與桃改型乘坐雙行式蔬菜移植機的鴨嘴杯型式，其運動方式係藉由連桿組帶動，呈橢圓形迴轉軌跡，並使鴨嘴杯在最上方及最下方的運動速率最慢，以便順利達成承接與定植菜苗的目的。在迴轉過程中，連結鴨嘴杯腰部之拉桿，以類似凸輪的作用方式使鴨嘴杯於適當時機開啓或關閉。當兩組種植杯以 $180^\circ$ 迴轉角度差交互到達最高點時，分別承接自盛苗轉盤奇數杯或偶數杯落下之菜苗，再迴轉至較低點時，鴨嘴杯開啓並將帶介質塊的菜苗插放入畦土內，隨即由後方兩塊具撓性的覆土板刮壓土壤，使回填覆蓋種植穴中的介質塊。此兩組種植杯依續接苗、插植菜苗並配合覆土的動作，即可達到菜苗交錯種植的功能。

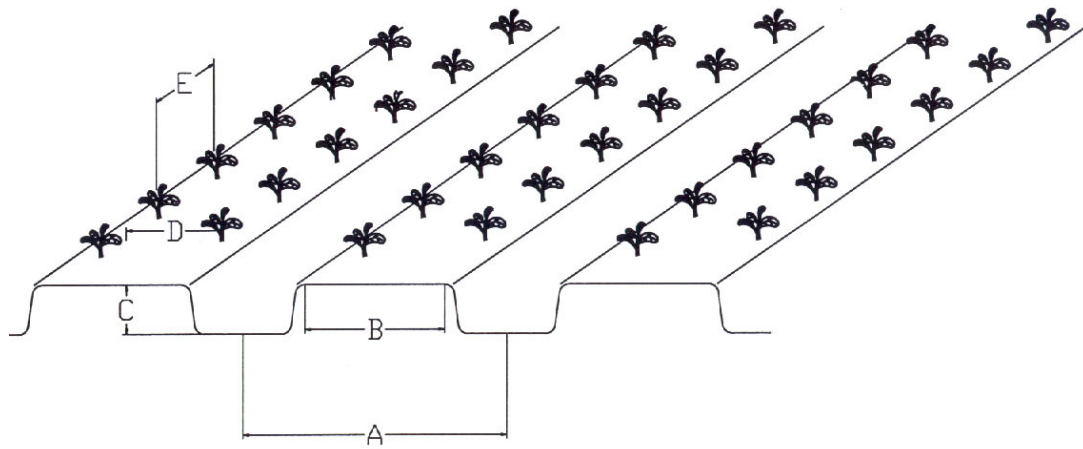
### 四、油壓舉升機構

本機構由油壓缸、油壓泵、控制閥及相關管線等所組成。其藉由單動油壓缸作用，帶動前後輪間之連桿機構，而使機體(指傳動、供苗、種植等機構)的距地高度增加或降低，可適合於道路行駛、田間換行轉向或不同畦高時的需求而彈性應用。

### 適用作物與田區規格

本省需移植栽培的蔬菜中，葫蘆科的瓜類作物因單位面積種植密度較小(即行、株距皆大)，對於機械化移植的迫切性並非最高；而部份作物如豆類等，則因田區搭有各種類型的網架，若以機械種植，恐有窒礙難行之虞。所以經調查分析後發現，最適合或應優先考量採移植機作業的是甘藍、結球白菜、花椰菜、大芥菜、番茄、番椒、茄子、球莖甘藍、嫩莖萵苣等近十種作物，這些蔬菜栽培面積超過3萬公頃，每公頃平均需苗量約為3.4萬株，換算每年共需移植10億株以上的菜苗。

前述這些蔬菜皆採作畦栽培，一畦種兩行且交錯種植，但農民築畦規格有地域性與季節性的差異，經歸納如下：全畦寬110~150cm、畦面寬70~100cm、畦高20~30cm (特殊如中部溪湖地區因灌溉排水問題，則高達50cm)、溝寬25~30cm、行距30~60cm、株距30~50cm。但以機械設計的觀點考量，若要是能涵蓋所有的畦型規格，則機械強度及作業精度等必將打折扣，而購置成本亦會提高，所以本機採取折衷方式，並配合較多的作畦尺寸，將輪距設定具有小範圍的調整功能，而行距僅為單一值45 cm，則適用之田區規格如圖二所示。其中株距可調並無設計困難或前述顧慮，但雛型機為初步研究成果，得先確定作業性能是否可行，所以其暫時設為單一之45cm，未來商品機製造時再改良為多段式選擇，以符合實際的需求。



A : Row width (110~140 cm)      D : Row spacing (45 cm)  
 B : Ridge width (60~80 cm)      E : Planting distance (50 cm)  
 C : Ridge height (20~35 cm)

圖二、蔬菜移植機適用的田區規格。

Fig. 2. The suitable ridge size for the vegetable transplanter.

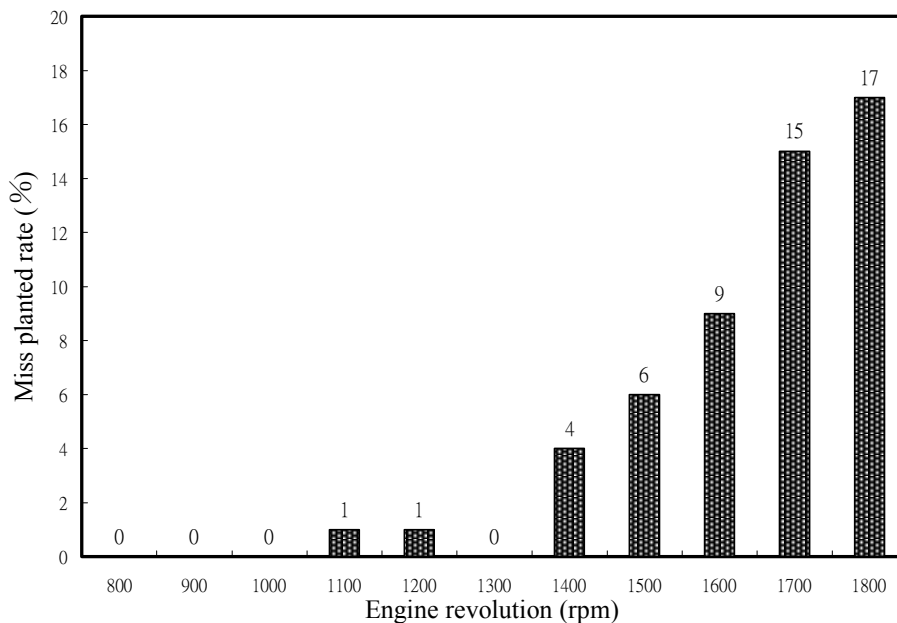
### 雛型機測試結果與討論

- 一、手扶式半自動雙行移植機顧名思義是採手扶步行方式操作機械、人工供苗，並且適合一畦兩行式的蔬菜田使用，其中操作機械與供苗的動作，皆是由同一個人來進行。該機經初步操作測試，可達成所設計之目標動作等，在確定各機構性能後，以測試結果綜合為表一所列之各項性能規格。
- 二、雛型機田間作業時，二前輪依循畦形導引自行前進，操作者只需自穴盤取苗，並投入盛苗轉盤之盛苗杯內，再供苗給下方的兩組鴨嘴杯種植器，交錯定植於畦面上並覆土。其最大特色除單人即可作業外，一個盛苗轉盤供苗給兩個種植行使用，較傳統半自動機型每種植一行需一個人力與一個轉盤的作業方式，更為進步與省工。經試驗發現，其作業速度的快慢，並非取決於傳動速比的設計，而是在於操作者供苗的熟練與否，若以不同引擎轉速進行甘藍穴盤苗移植作業，則連續百株菜苗之缺株率實測結果如圖三所示。在引擎轉速較高時，由於操作人員供苗不及、轉盤與鴨嘴杯搭配性又不盡協調等狀況下，作業速度愈快，缺株自然愈嚴重。由圖中可知，在引擎轉速1,400rpm以內，缺株率低於5%的測試標準，所以採用該轉速作業最為適合，換算為直線速度是0.24m/sec。當行距固定為45cm、株距為設定值50cm進行作業，則每公頃機械移植約花費11.7小時，與人工作業需152小時相比較，作業能力快達13倍。如果供苗動作熟練，且田區條件又適當的情形下，則作業效率將更形提高。

表一、蔬菜移植機性能規格測試結果

Table 1. Testing results and specification of the vegetable transplanter

Items	Specification
Power resource	6hp/2,000rpm gasoline engine
Transmission	2 forward and 1 backward speeds
Wheel drive	2 wheels driving
Gross weights	350 kgs
Dimension	L 217 cm, W 130 cm, H 124 cm
Tyres	3.50-8-4PR×2 ( Guide wheels ) 4.00-7-2PR×2 ( Driving wheels )
Tread & wheel base	110~125 cm (front, adjustable), 120 cm (rear) ; 70 cm
Min. turning radius	140 cm
Ground clearance	23~40 cm (adjustable)
Row & plant spacing	45 cm , 50 cm (theoretical value)
Max. operation speed	0.62 m/sec (on road) 0.31 m/sec (in field)
Working efficiency	11.7 hr/ha



圖三、不同引擎轉速之缺株率實測結果。

Fig. 3. Testing results of the miss-planted ratio at different engine revolutions.

三、以引擎轉速1,400 rpm (行走速度0.24m/sec)進行田間作業精度測試，並隨機擇取連續百株加以調查，其量測結果與「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」的規範相比較，如表二所示。

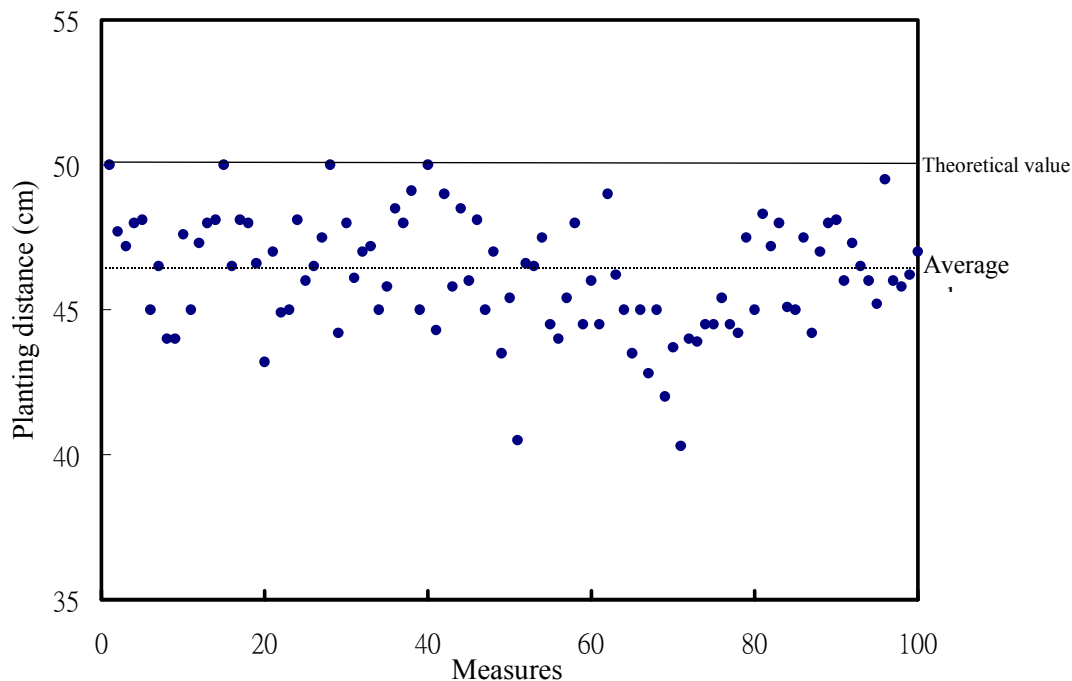
表二、蔬菜移植機作業精度測試比較

Table 2. Comparison of the working accuracy vs. the testing standard

Testing items	Performance standard	Results
Miss-planted ratio	Below 5%	4%
Over-inclined ratio	Below 10%	0%
Planting depth	Over 90%	90%
Damaged seedling ratio	Below 5%	1%
Actual planting distance	Over 85% on 45 cm±10%	96%

由上表可知，本蔬菜移植機各項測試結果皆符合測定標準的範疇，惟種植深度合格率僅達標準的下限(90%)，其中不合格者，包括了3%是種植深度未達介質塊的一半高度；另外7%則是被埋沒。探究原因實乃畦面不平整或兩行進畦溝深度不同所造成，未來將針對這些缺失再加以改良，使機械能更理想。

四、雛型機以前述相同作業條件進行甘藍苗移植，則量測連續百株菜苗之實際株距範圍如圖四所示。由圖中可知，實際株距分佈的範圍在40~50cm之間，其算術平均值為46.2cm，若以該值四捨五入取整數46cm為種植株距的標稱值，則種植深度合格率為98%；但如果以常見的45 cm為標稱值，則符合標準者降為96%，但亦符合測試標準。另以平均值計算田間作業打滑率，則 $(50-46.2)/50 \times 100\% = 7.6\%$ ，此與空車於田間行走所獲得3.9%的結果相比較，增加了3.7%，而這增加的部份是因支撐導輪接觸畦壁產生阻力、畦面不平整造成覆土過深，以及株距實際量測誤差等因素而產生的差異。



圖四、不同引擎轉速之實際種植株距實測結果。

Fig. 4. Testing results of the planting distance at different engine revolutions.

### 機械成本估算與效益分析結果

成本估計為一種動態過程，許多條件隨經濟因素與社會環境而改變，所以在此並非探討一成不變的作業成本，僅藉由既有公式加以分析推論，以做為本蔬菜移植機推廣之參考。因此，當各項參數確定後，即可代入作業成本公式中，以計算出每公頃的作業成本(Ca)。其中蔬菜移植機購入價格(P)為合作廠商預估將來銷售的金額300,000元；使用年限(N)及年作業面積(A)分別以10年<sup>(12)</sup>、50ha<sup>(8)</sup>估計；總維修費用與購入價格比值(Cr)設定為50%<sup>(12)</sup>；燃油與潤滑油費用(f)以0.5公升/千瓦·小時<sup>(6)</sup>計，則為8.73元/馬力·小時(潤滑油費為燃油費用的0.3倍<sup>(4)</sup>，汽油每公升為18元)；作業時間(H)每年共585小時，機械操作人員工資(Lc)以2,000元/日計，則每小時250元。各項數值詳如表三所示，導入前述材料與方法中所述Ca計算公式中則計算出本移植機每公頃的作業成本為4,560元，與人工作業每公頃需19工、每工800元相比較，如表四所示，則可節省70%的移植作業成本。

表三、蔬菜移植機成本分析

Table 3. Costs analysis of vegetable transplanter

Items	Quantity	Remark
Buying cost (NT\$)	300,000	
Residue (NT\$)	30,000	10% of buying cost
Estimated life (years)	10	
Area per year (ha/year)	50	
Total working area (ha)	500	50×10
Fuel cost (NT\$/ha)	613	8.73×6×585÷50
Depreciation (NT\$/ha)	540	300,000×(1-10%)÷(50×10)
Maintenance (NT\$/ha)	300	300,000×50%÷(50×10)
Interest (NT\$/ha)	182	300,000×5.5/100×(1+10%)÷(2×50)
Labor cost (NT\$/ha)	2,925	250×585÷50

表四、機械移植與人工作業之成本效益比較

Table 4. Cost comparison of the machine with labor transplanting

Unit : NT\$/ha

Items	Labor	Depreciation	Maintenance	Fuel	Interest	Total cost	Comparison
Machine	2,925	540	300	613	182	4,560	(+)10,640
Labor	15,200	—	—	—	—	15,200	—

## 結論與建議

試製完成之手扶式半自動雙行蔬菜移植雛型機，其最大特色是一個人即可操作，且一個盛苗轉盤供給兩個種植行使用。較傳統國內、外半自動雙行式機型，同時間要三個人配合，以及每一種植行需一個盛苗轉盤的作業方式，更為省工、創新與進步。該機經田間測試發現，在直線速度0.24m/sec (引擎轉速1,400 rpm)、種植行株45 cm、設定株距50cm的作業條件下進行移植，則缺株率為4%、倒伏率為0%、傷苗率為1%、種植深度與實際種植株距範

圍之合格率分別為90%和96%。而每公頃需花費11.7小時，與人工移植每公頃需要152小時相比較，工作效率是人工的13倍，並可節省70%的作業成本，是一台適合中、小田區使用之高效率機械。

本移植機為初步的研製成果，其田間作業性能雖符合「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」的範圍，但仍有部份缺失與不足之處尚需繼續加以改良。其中因畦面不平整或兩行進畦溝高度不同，造成種植深度僅達標準的下限(90%)；驅動輪打滑、支撐導輪接觸畦壁產生阻力、覆土過深及苗莖歪斜等因素，也造成實際株距分佈的範圍變化很大(在40~50cm之間)。此雖非機械性能不良之過，但足以影響作業精度的良窳，將嚐試研製一組刮土板，用以刮平畦面上的積土；或開發一組畦面高度自動追蹤機構，可隨時調整機體距地高及種植深度；另亦針對機體輕量化與株距可調整等多方面繼續予以研究，使機械更臻理想而推廣給農友應用。

研製完成之手扶式半自動雙行蔬菜移植機在考量作業精度的前提下，「蔬菜移植機性能測定方法及暫訂標準」規定須以0.3m/sec以上的直線速度進行作業，和雙行式機型每分地花費60分鐘以內的要求，則該機較不易達成。況且現有商品化或推廣中的半自動雙行式機型，皆是三個人同時操作(駕駛一人、供苗二人)，在作業方式或基準點不同的情形下，建議降低或取消作業速度的下限；而單位面積作業時間的要求，亦能將作業人數列入考慮，即以人·分鐘或人時表示，使該測試標準更為週延與完善。

## 誌 謝

本研究承蒙台灣省政府農林廳主辦之「種苗生產自動化」計畫項下補助經費，而試驗期間亦承農委會、農林廳長官、台灣大學農機系陳世銘教授及種苗生產自動化服務團等專家學者不吝賜教與指導，大地菱農機公司傾力配合機械試作及本場農機研究室全體同仁鼎力協助，方得以順利完成，謹此一併致謝。

## 參考文獻

- 1.朱健松 1995 自走式蔬菜種苗移植機之研究開發 碩士論文 台中 中興大學農業機械工程學研究所。
- 2.李武一 1995 曳引機承載式蔬菜移植作畦機試驗研究 八十四年農業機械論文發表會論文摘要集 p.11-12 台北 中華農業機械學會。
- 3.林文進 1997 自走式全自動蔬菜種苗移植機之試驗改良 碩士論文 台中 中興大學農業機械工程學研究所。
- 4.陳加忠、賴建洲 1989 雜糧收穫機械使用成本之研究 中華農業研究 38(3):374-378。
- 5.陳世銘、張金發 1996 臺灣蔬菜育苗自動化之發展 蔬菜自動化育苗技術研討會論文集 p.69-93 台北 台灣大學農機系。
- 6.馮丁樹譯 1987 小農制之農業機械化 p.64-65 台北 徐氏基金會。

- 7.黃泮宮、張武男 1994 夏季蔬菜穴盤育苗技術之研究 海峽兩岸蔬菜耐熱與抗病栽培育種研討會專輯 p.18-1~18-29 台中 中興大學。
- 8.欒家敏、龍國維 1996 臺灣蔬菜田間移植機械之發展 蔬菜自動化育苗技術研討會論文集 p.107-114 台北 台灣大學農機系。
- 9.臺灣省政府農林廳 1996 農機具性能測定報告(第四輯) p.77-78 南投 臺灣省政府農林廳。
- 10.臺灣省政府農林廳 1997 臺灣農業年報 p.62-99 南投 臺灣省政府農林廳。
- 11.謝森明 1992 乘坐雙行式蔬菜移植機改良研製 園藝作物自動化育苗移植研討會專輯 p.125-135 桃園 桃園區農業改良場。
- 12.謝森明 1995 蔬菜移植機—桃改型半自動乘坐雙行式 新型農業機械示範推廣手冊 桃園 桃園區農業改良場。
- 13.豐年社 1995 台灣農家要覽農作篇(二) p.201-479 台北 豐年社。

# The Development of a Semi-automatic Two-row Vegetable Seedling Transplanter <sup>1</sup>

Yun-Sheng Tien<sup>2</sup>, Gwo-Wei Long<sup>2</sup> and Jar-Miin Luan<sup>3</sup>

## ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a prototype semi-automatic two-row vegetable seedling transplanter for farmers to transplant nursery seedlings. This machine was driven by a 6 p.s. gasoline engine with a 2-forward and 1-backward speed transmission box. Seven seedling trays could be carried each time. The ground clearance could be adjusted and controlled by a hydraulic cylinder. When being operated in the field, the transplanter follows the ridge edge with front wheels as an automatic guider. The operator therefore, may concentrate on dropping seedlings into the cups of the roulette. Seedlings were transferred to the bill type dibblers and planted into the soil. One operator with one roulette for two-row transplantation was the distinct feature of this machine. This special feature made the machine lower labor requirement. The field experimental results of cabbage seedling transplanting showed the performance of this transplanter as follows: the miss-planted ratio was 4%, damaged seedling 1%, over inclined 0%, planting depth 90% and actual planting distance 96% when 0.24 m/sec forward speed. The working efficiency of the machine was about 11.7 hr/ha, which was 13 times faster than labor transplanting and could save 70% of labor costs.

**Key words:** transplanter, nursery seedling, vegetable.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0459 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant and Associate Engineer of Taichung DAIS, respectively.

<sup>3</sup> Professor of Dept. of agricultural machinery engineering, NCHU.