

曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機之研究¹

施清田² 楊大吉³ 邱澄文⁴

摘要

研發曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機，係根據傳統機械作業分段工作，規劃設計整合一次作業同時完成施肥整地作畦蔬菜種子播種。主要構造由施肥機、整地迴轉犁、作畦器及播種機等作業機械依序連貫完成。本機由曳引機三點聯結承載，動力由曳引機 PTO 傳動軸傳到迴轉犁變速箱，由變速箱主軸經齒輪鏈條傳動迴轉犁及經正齒輪與齒輪鏈條減速後傳動施肥機；作畦器由曳引機外部油壓控制油壓缸舉升與放下作業；蔬菜種子播種機掛在作畦器延伸之橫桿，由播種機著地輪經齒輪鏈條傳動播種輪達到播種目的。開發完成曳引機承載施肥、整地、作畦、蔬菜種子播種一貫作業機械，以附掛方式加以結合，使施肥、整地、作畦、蔬菜種子播種多項作業一次同時完成，每公頃作業時間 2~4 小時，節省作業時間 85% 以上，直線播種行株距有規律，可促進蔬菜種子播種作業機械化，改善現有人工播種缺點，減少浪費種子。

(關鍵詞：曳引機、承載、施肥、整地、作畦、播種一貫作業機)

-
1. 花蓮區農業改良場研究報告第 216 號。
 2. 花蓮區農業改良場作物環境課副研究員。
 3. 花蓮區農業改良場作物環境課副研究員兼課長。
 4. 花蓮區農業改良場作物環境課前技佐(已退休)。

前 言

台灣地區短期葉菜類栽培面積近 10 萬公頃，一年四季蔬菜種類繁多，是國人飲食中補充維生素及纖維素重要來源。蔬菜栽培過程勞力密集，在現階段農村勞力老化又不足及工資高漲情況，如何促進蔬菜生產作業機械化，操作簡單，提高工作效率，降低生產成本，是目前迫切需求的。目前蔬菜田間播種主要仍以人工撒播為主，撒播過程中需要熟練技術，才能有效控制植株密度，種子發芽後為有效控制後期生長勢需投入相當多人力來間拔，費時費工，且通常需撒播多量之種子造成浪費。

一般耕作栽培過程中田間整地之前都會施用基肥，施基肥不管是化學肥料或是有機質肥料，在撒施過程中有人工撒施或配合機械進行表土撒施，肥料撒施後再利用機具整地將肥料攪拌混入土壤中，逐段分工完成施肥整地並配合作畦播種等工作。目前開發之肥料撒佈機有多種機型，其中化學肥料施用有條施或撒施等多種方式（謝 1975；關 1975；盧 1978）。至於畦面及畦溝大小及深度，依農友栽培作物種類及習慣不同而有差異，在作業上如選擇利用曳引機開溝，其最大優點是速度快，畦溝大小深度亦可配合；如利用中耕機開溝則作業速度慢，若需做到 20cm 以上作業深度，就須重覆 2~3 次之作業，根據統計一般作業機械施肥每公頃 2~3 小時；曳引機整地一次每公頃 2~3 小時；中耕機開溝二次每公頃 8~10 小時；人工播種每公頃 8~10 小時，合計每公頃作業時間 20~26 小時。有鑑於此，本場開發曳引機承載施肥整地作畦蔬菜種子播種一貫作業機（陳等 1995；陳等 1996），以附掛方式加以結合，將曳引機承載型作畦施肥機及蔬菜種子直播機結合整地一貫化作業一次完成；將肥料立體分佈於土壤中，並配合開溝作畦播種使施肥、整地、作畦、蔬菜種子播種多項作業一次同時完成，提升施肥作業精度效率；節省作業時間，紓解農村勞力不足。蔬菜種子播種作業機械化，可改善現有人工播種缺點，減少浪費種子及間拔人力，使得蔬菜種子播種作業所需勞力降到最低，減少生產成本，提高農民收入。

材料與方法

一、試驗設備與材料

- (一) 8860 型藍地利曳引機一台。
- (二) 本場開發曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機。
- (三) 數字型轉速計、紅外線水份測定器、碼錶、磅秤、電子式游標卡尺、捲尺等。
- (四) 改良用五金零件、鐵材、傳動元件等。

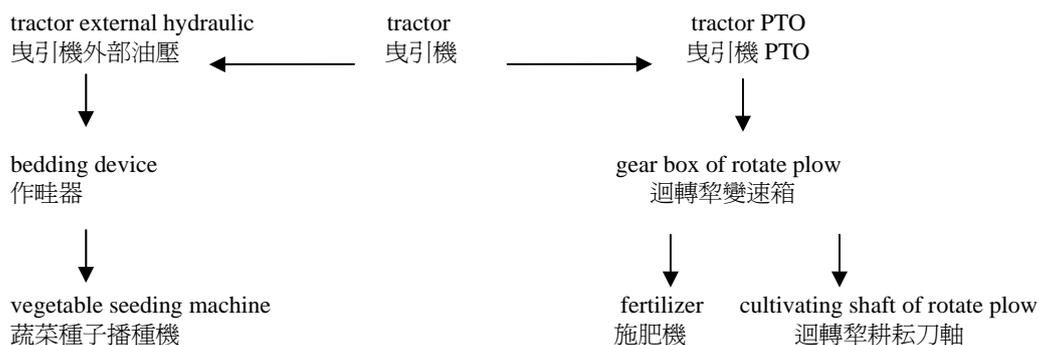
二、試驗方法

- (一) 物性調查與基本試驗：調查白菜、胡蘿蔔、蕓薹等蔬菜種子長、寬、厚、千粒重、發芽率等基本農藝性狀，做為設計種子播種輪作業機構之參考。
- (二) 曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機設計：根據傳統機械作業分段工作，給予規劃設計整合一次作業同時完成施肥整地作畦蔬菜種子播種，機械製造完成後配合播種適期進行機構功能測試分析整理後，輔導接受技轉廠商進行一貫作業機示範機、商品機製造與性能修改。
- (三) 曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機作業性能試驗：為加速一貫作業機作業成效，配合代耕中心進行田間試驗與耐久性測試，調查記錄一貫作業機作業性能、作業速度、作業精度及作業機構故障損害情形，以評估各機構強度、連續作業能力，並辦理示範觀摩會，加強農友對本機作業性能的了解進而採購使用。

結果與討論

一、曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機設計

一貫作業機研發係根據傳統機械作業分段工作，給予規劃設計整合一次作業同時完成施肥整地作畦蔬菜種子播種。該機由曳引機三點聯結承載，動力由曳引機 P.T.O.傳動軸傳到迴轉犁變速箱，由變速箱主軸經齒輪鏈條傳動迴轉犁及經正齒輪與齒輪鏈條減速後傳動施肥機；作畦器由曳引機外部油壓控制油壓缸舉升與放下作業；蔬菜種子播種機掛在作畦器延伸之橫桿，由播種機著地輪經齒輪鏈條傳動播種輪達到播種目的（野口 1975；Smith 1965）。其作業功能如圖一（施等 2008）。



圖一、曳引機承載施肥整地作畦蔬菜種子播種一貫作業功能

Fig. 1. Performance of a tractor integrated with loading, fertilizing, tillage, bedding and seeding.

二、物性調查與基本試驗

針對各式蔬菜種子播種輪之需求，調查十字花科葉菜類：白蘿蔔、白菜、青江白菜、芥藍菜，菊科：萵苣、茼蒿，莧科：莧菜，藜科：菠菜，旋花科：蕓薹，繖形花科：胡蘿蔔、芹菜、香菜及觀賞用向日葵等基本農藝性狀，開發適用各式蔬菜種子播種輪之孔穴及株距大小，以利農友在使用播種機之同時，提供擇選需要之播種輪。蔬菜種子播種量多少因不同蔬菜種類而有差異，且種子形狀、大小、長、寬、厚等性狀差異大，為瞭解蔬菜種類性狀資料，做為設計訂定種子播種輪孔穴及株距大小研發之基礎。試驗調查東京小白菜、胡蘿蔔、蕓薹等之長、寬性狀結果如表一，表中顯示種子形狀差異大、不規則（邱及宣 2001）。種子千粒重及發芽率之比較結果如表二，表中顯示不同蔬菜種子千粒重差異大（邱及宣 2001），因此必須設計訂定適應不同種類的播種輪；目前開發完成之播種輪包括有蕓薹種子用播種輪、菠菜種子用播種輪、白蘿蔔種子用播種輪以及另外配合加工用之空白播種輪（Hawker and Keenlyside, 1985；Shippen et.al.,1980），其中空白播種輪係配合其它種子使用時，供另行加工穴槽用蔬菜種子播種輪。

表一 不同蔬菜長寬種子性狀差異比較

Table1 The dimensional variation of vegetable seeds used in experiment.

Vegetable	dimension	Mean(mm)	Standard deviation	Coefficient of Variance(%)
Chinese mustard	Length	1.61	0.17	10.30
	Width	1.49	0.16	10.50
Carrot	Length	3.56	0.53	14.88
	Width	1.73	0.34	19.88
Water convolvulus	Length	6.07	0.37	6.08
	Width	3.98	0.21	5.35
	Thickness	3.24	0.28	8.73

表二 不同蔬菜種子千粒重與發芽率對照

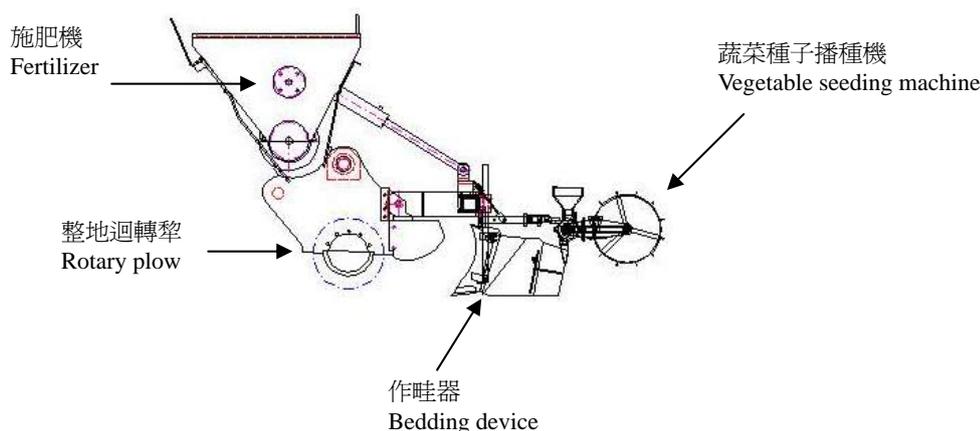
Table2 The of 1,000-seed weights and germination ratio of vegetables used in experiment.

Vegetable	1000-seed weight (g)	Germination ratio (%)
Pak-choi	1.84	98.5
Chinese mustard	1.88	98.0
Chinese spinach	0.68	92.5
Carrot	1.90	60.0
Radish	11.55	93.0
Water convolvulus	44.24	84.5

三、一貫作業機主要作業機構及功能

一貫作業機主要機體構造由施肥機、整地迴轉犁、作畦器及播種機等作業機械依序連貫組成。一貫作業機相關示意圖如圖二（小栗 1978；邱、林 1996；邱等 2006）。其主要機體構造依功能而分為：

- （一）施肥機：由兩組施肥箱組成，容量 0.6m³，安裝在整地迴轉犁正前上方，由迴轉犁變速箱主傳動軸經正齒輪及齒輪鏈條減速後帶動施肥機傳動軸，傳動軸轉動由離合器控制切換，傳動軸心設肥料攪拌強制定量配出輸送裝置及上方設有攪拌裝置防止堵塞；作業前調整肥料流量大小，由圓形旋轉盤調整肥料箱底部圓弧滑板開口，控制肥料配出施用量（邱等 2006）。肥料之施用要考慮肥料之施用種類及其特性，如加工後之粒狀有機肥料與化學肥料，物理性狀較一致，撒施配出效果較穩定理想，如一般有機堆肥則較膨鬆、體積大、含水率高、流動性差，設計應以強制配出為主。至於化學肥料之含水率在 8~12% 左右，物性較一致且流動性佳。施肥機係針對二種不同物理性狀之肥料配出使用設計，又兼顧農作栽培環境之條件需求，在不影響迴轉犁整地作業功能情況下，以套裝方式設計二組施肥箱配出裝置，並配合迴轉犁前方支撐桿與上方蓋板間取得適當開口距離，配合肥料落下時能順暢落在地面上，達到施肥之目的，其開口距離以 10cm 較為合適。施肥機相關配置裝置如下：



圖二、施肥整地作畦播種一貫作業機示意圖

Fig. 2. Tractor mounted combination of fertilizing, tilling, bedding and seeding machine.

1. 施肥箱：安置在整地迴轉犁上方，設有二組施肥箱，每組容量 0.3m^3 ，在各組施肥箱底部設有配出開口 $5\times 10\text{cm}$ ，下方則以圓弧滑板控制其開口大小。為考量操作方便，在施肥箱中間設有一組離合器及肥料量控制把手開關，在曳引機座位上就可調整控制肥料所需施肥量。
 2. 肥料配出裝置：肥料配出裝置設計為中空螺旋，利用螺旋旋轉將肥料強制定量配出，避免配出開口太小時產生重覆擠壓現象，並藉由攪拌肥料均勻分佈在待配出的空間，利用肥料本身重量順利流入配出口。
 3. 施用量：施用化學肥料、粒狀有機肥及粉狀有機肥，施用量如下，化學肥料每分地施用量在 $40\sim 80\text{kg}$ ，建議配出開口在 $0.5\sim 0.7\text{cm}$ ；粒狀有機肥每分地施用量在 $200\sim 250\text{kg}$ ，建議配出開口在 $1.4\sim 1.7\text{cm}$ 。
- (二) 整地迴轉犁：包含三點聯結、變速箱、傳動主軸、迴轉犁耕耘刀軸、上護板、鎮壓蓋板、左右側傳動齒輪護蓋及左右側圓形碟犁等，犁寬 2.4m 。在迴轉犁耕耘刀軸前方左右側設圓碟犁，整地前將部份土壤往內撥，避免作畦時土壤掩埋已播種畦面如圖三；迴轉犁上蓋板配合肥料配出流向迴轉犁正前方均勻撒佈表土，再由耕耘刀充分攪拌；土壤鎮壓蓋板上方加 4 支張力彈簧調整桿，提升壓實功能；傳動主軸增加正齒輪及齒輪鏈條帶動施肥機，使施肥整地開溝作畦一貫作業。
- (三) 作畦器：迴轉犁將肥料與土壤充分混合後進行開溝作畦。作畦器係由正四方形橫管結合開溝犁安裝在迴轉犁兩側，開溝犁外側前方加刮板如圖三、四，防止土壤回填，開溝犁深淺可任意調整，動力由曳引機外部油壓趨動油壓缸舉升與放下。由於栽培作物種類及習慣差異，設計可調整單畦、雙畦或半畦作業，畦面寬度與畦溝深度可任意調整。迴轉犁寬度 2.4m ，一次作單畦畦面寬 200cm ，畦溝寬 30cm ，畦溝深 28cm ；一次作雙畦畦面寬 80cm ；一次作半畦畦面寬 200cm 以上任意調整（施等 2007）。其單畦與雙畦調整方法說明如下：
1. 雙畦製作：雙畦需配合三組開溝器，開溝深度可達 28cm 。其中三組開溝器分別鎖固在正四方形橫管上，依畦面所需大小再配合相關位置之調整，如一次作二畦調整寬度範圍為 $40\sim 80\text{cm}$ ，如一般完成一次兩全畦，畦面寬 80cm ，田間作業情形如圖三所示。

2.單畦製作：製作 2m 寬之單畦可將原三組開溝器中，取下中間開溝器，留下左右二組開溝器。如需配合較大畦床則拆下左右二邊之開溝器，單獨組裝中間之開溝犁，則一次作業可完成二半畦，當寬度決定後，進行再一次作畦時，將二半畦結合成一大畦，畦面寬度自行配合調整則可得較大之畦床，如西瓜田之植床等。如果不作畦，利用油壓舉升裝置舉起作畦器亦可進行一般整地之功能，亦可單獨配合肥料之施用，只要開啓或關閉離合器開關，農友可依自己作業之需要自行作一選擇。

(四) 蔬菜種子播種機：由作畦器正四方形橫管連結方型管橫桿，供播種機附掛在橫桿上。播種機由播種室、播種室軸心、播種輪、播種輪毛刷、播種室活動蓋板、開溝引導管、傘型深度調整孔、種子箱、種子箱蓋、著地傳動鎮壓輪、自由調整固定板、聯結支撐調節板、傳動軸心、鏈輪、鏈條、傳動齒輪鏈條護蓋板等組成。播種機各項機件是經由模具射出成型，規格統一之組件組合而成，在裝置組合時相當方便，其中播種輪更換，只需打開播種室活動蓋板，取出所需種子播種輪逕行更換即可(如圖四)。目前有針對較大顆粒之蘆菜、菠菜甚至向日葵、白蘿蔔、香菜等種子，較小顆粒白菜、莧菜以及較不規則葉萵苣、芹菜、胡蘿蔔等各式蔬菜種子播種輪之開發。在深淺裝置之調整方面，在播種室中段連接部分有九孔播種深淺供調節，其原理係改變地輪位置後，間接改變其播種室底端之開溝導引之入土深淺位置，而且開溝器設計有引導覆土回流功能，使播種行進中落下種子後，周邊泥土有自動回流覆蓋之現象，使達到覆土效果(如圖五)。本機播種時亦有避免擠破種子現象之設計，由於播種深度控制有一致性，在發芽過程中整齊一致方便栽培管理。播種行距 15 公分以上任意調整，株距依需要由空白播種輪加工任意調整，深度依需要調整在 6.5 公分以內(游及葉 1997；游 1998)。適用蘆菜、菠菜、白蘿蔔、胡蘿蔔、芹菜、香菜、白菜、青江白菜、芥藍菜、葉萵苣、茼蒿、莧菜、觀賞向日葵等播種，播種種子均勻分佈，可節省種子量 28~86% (唐 1994；施等 2007,2008)。

四、曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機作業性能

利用研製完成之一貫作業機配合代耕中心在適期栽培區內進行耐久性能測試，其結果及功能特點為：

- (一) 具有一機多用的功能，可單項作業或多項結合一次同時作業的優點。
- (二) 施肥整地可將肥料充分攪拌分佈土壤中，避免日曬養分揮發及雨淋流失。
- (三) 施肥機之肥料攪拌強制定量配出輸送裝置，適用化肥及有機質肥料使用。
- (四) 可作單畦、雙畦及半畦，畦面大小及開溝深度可任意調整。
- (五) 完成施肥整地作畦後可直接進行蔬菜種子播種，播種機以附掛方式可配合畦床大小調整所需要行數。該機適合多種蔬菜種子播種，亦可適用於一般平面栽培。
- (六) 施肥整地作畦蔬菜種子播種作業一次同時完成(如圖三)，每公頃作業時間 2~4 小時，節省作業時間 85% 以上，如表三；直線播種行株距有規率，節省種子 28~86%，減少間拔及利於除草追肥等田間管理。

表三 一般作業機與一貫作業機作業時間與費用之比較

Table 3 Comparison of time spending between single functional and integrated machines

Single functional		Integrated machine	
Items	Time spending (hr/ha)	Items	Time spending (hr/ha)
Mechanical fertilizing	2~3	Fertilizing Tillage Bedding Seeding	2~4
Tractor tillage(once-trip)	2~3		
Cultivator bedding	8~10		
Manual seeding	8~10		
Total	20~26		2~4



圖三、施肥整地作畦播種一貫化作業情形

Fig. 3. The results of integrated operations of fertilization, tillage, bedding and seeding.



圖四、更換合適播種輪安裝情形

Fig. 4. Assembly of proper seeding wheel.



圖五、播種深度調整

Fig. 5. Adjustment of seeding depth.

結 論

本研究完成一套曳引機承載式施肥整地作畦播種一貫作業機，適用於菠菜、蘿菜、白蘿蔔、胡蘿蔔、小白菜、青江白菜、芥藍菜、萵苣、萵蒿、莧菜、芹菜、香菜及觀賞切花用向日葵等作物之田間一貫作業。在播種作業方面除了有開發固定播種盤以外，另外為因應台灣地區多樣性蔬菜種子的栽培，亦設計有空白播種盤供各種種子大小加工時用。利用本機播種可節省 3/4 種子量，由於直線播種，行距有規律，減少間拔作業，節省播種量，降低種子成本，提高工作效率，利於施肥除草等田間管理作業。

本機由曳引機三點聯結承載，經由曳引機動力輸出軸傳至整地裝置，整地裝置主傳動軸部分，由變速箱至主軸再經由鏈箱蓋傳達出來，一則進入迴轉犁另一則進入施肥箱變速裝置，再傳達至施肥箱之中空螺旋配出軸及肥料攪拌裝置，在二組施肥箱底端設有閘口控制其所需之施肥量，俟肥料落下後，隨即由整地裝置將肥料均勻攪拌在土壤中成立體分佈，接下來經作畦器配合開溝及壓實整型，完成所需畦床，再結合播種機進行蔬菜種子直播及覆土，一次同時完成施肥、作畦、播種多項作業，每公頃作業時間 2~4 小時，節省作業時間 85% 以上，估計可節省作業成本 58% 以上。

致 謝

試驗期間承本場作物環境課林瑋祥先生、宋美蓉小姐、林進益先生協助，得以順利完成。謹此致謝忱。

參考文獻

1. 邱澄文 林龍水 1996 蔬菜種子播種器具之研發 花蓮區農業專訊 16:15-16。
2. 邱澄文 宣大平 2001 蔬菜種子田間直播機具之研發 花蓮區農業改良場研究彙報 19:1-12。
3. 邱澄文 陳哲民 林瑋祥 2006 蔬菜施肥作畦播種一貫作業機 花蓮區農技報導 68。
4. 施清田 邱澄文 林瑋祥 2007 手推式蔬菜種子直播種機 花蓮區農技報導 73。
5. 施清田 楊大吉 林瑋祥 2008 花改型曳引機承載施肥整地作畦蔬菜種子播種一貫作業機 花蓮區農技報導 75。
6. 唐火勝 1994 穴巢式播種機之性能測定與效益評估 臺灣省菸酒公賣局菸葉試驗所研究彙報 41:1-4。
7. 陳澤民 陳俊明 1996 真空式蔬菜播種機播種特性之研究 農業機械學刊 5(1):65-79。
8. 陳俊明 陳澤民 賴惠敏 尤瓊琦 1995 六行式雜糧播種機缺播預警系統之研究 農林學報 44(3):105-117。
9. 游俊明 1998 簡易式蔬菜育苗播種一貫作業機之研製 桃園區農業改良場研究報告 33:28-34。
10. 游俊明 葉永章 1997 葉菜類播種機之研製改良 85 年度台灣農業試驗研究成果年報 p.201。
11. 趙志揚 2002 模具概論 全華科技公司
12. 謝建傳 1975 實用機耕農具。
13. 關昌揚 譯 1975 農業機械學概論 徐氏基金會出版。
14. 盧福明 1978 動力農業機械 徐氏基金會 p.259-271。
15. 小栗富士雄 1978 機械設計圖表 台隆書局。
16. 野口尙一 1975 機械設計與製圖 正言出版社。
17. Hawker M. F. J. and J. F. Keenlyside. 1985. Horticultural Machinery.
18. Shippen. J. M., C. R. Eillin and C. H. Clover. 1980. Basic Farm Machinery.
19. Smith. H. P. 1965. Farm Machinery and Equipment. 5th ed. McFrawHill Co. U.S.A.