

## 畜力拉桿農具之設計試驗研究

Developing A Multipurpose Animal Draw-bar  
And Its Interchangeable Attachments

張 舉 珊 Chang Cheu-Shang

### I、前言

曳引機與耕耘機之發展雖已給農業機械化開創了一條新的道路，然目前整個世界農村所使用的牽引動力據FOA之統計畜力仍佔85%，其原因乃由於每個地區之農業及社會環境與經濟條件之差異所致。經營面積的大小，作物的種類，土壤的性質，氣候與地理環境之不同，農民的購買力，教育水準，工業基礎等，均為發展曳引機與耕耘機之主要影響因素。而畜力的牽引動力對農村有較高的適應性，易獲得，無須具備使用修理保養等之較高技術水準，因之畜力可能在最近數十年間仍有其存在的價值。

目前台灣正積極推行耕耘機運動，推廣目標指在彌補本省耕牛之不足，擬自1960年起，10年間推廣耕耘機3萬台以彌補10萬頭不足之耕牛(按本省現有耕牛42萬頭)。曳引機與耕耘機完全取代耕牛既尚須相當時日，在此過度時期加強畜力的利用價值，改進發展新的有效畜力農具以達節省勞力增加生產之效似屬必要。

### I、研究畜力拉桿農具之目的及研究途徑

本文所指之畜力拉桿農具係指不同之交換式農具(Interchangeable Attachments)可裝於一共同使用之拉桿上。研究畜力拉桿之目的有四，(1)使用一共同之畜力拉桿(指全部機架)可供安裝各種交換式之裝接農具，以替代現行各種農具均需有一獨立拉桿之浪費，故畜力拉桿農具必較現行使用之畜力農具更為便宜。(2)發展交換裝接式農具同樣可供小型耕耘機使用，可減少耕耘機工廠對農具之設計研究負擔。(3)交換裝接式畜力農具易於標準化，可大量生產，價廉，大部農民即可得益，容易推廣，且具有廣大市場能為農業機械的製造工業先行奠定基礎。(4)如耕耘機所裝接之農具與畜力所用之農具均為一樣，農民對日後改用耕耘機時更具信心。

本文所採用之研究途徑有三：

- (1)、試行設計發展一共用式畜力拉桿。
- (2)、先試行安裝現行普遍使用的各種畜力農具，並作初步的適當改良。
- (3)、試行提供發展可能使用畜力而未被使用之各種具有高度經濟價值之交換裝接式農具。

### II、目前台灣畜力農具使用調查分析

為明瞭現行台灣畜力農具之利用情形及各種作物之作業方法，以供畜力拉桿農具之設計參考起見，筆者曾於1962年2月選擇全省12個旱作地點(如表一所示)，對本省10種不同之旱作進行一次初步的調查工作，調查統計之初步結果見表二(附後)，水稻對畜力的利用僅限於整地工作一項，其他工作均無可能，故未列入調查。按1961年台灣農業年報之統計，台灣之耕地面積為870,000公頃，栽培面積共計為1,701,000公頃，其中水稻766,000公頃，旱作為935,000公頃，故旱作農具的改良研究仍具有極高的經濟價值。調查之作物計有十種不同之旱作，13種不同之作業方法。由該表統計可獲得下列幾點分析。

1. 台灣畜力的利用仍以整地工作為主，次為作畦破壟，再次為開播種施肥溝，中耕培土雖亦有用畜力但仍以人力為主，收穫工作除甘藷一項配合部份畜力作掘取工作者外餘均用人力，完全未用畜力者為播種施肥之工作。
2. 主要旱作畜力農具計有犁、割耙、手耙、蜈蚣犁、雙面犁、三爪耙等，(參看表2及附圖)其中以犁之用途最廣，犁除用作整地之外，尚兼做畦破壟，開播種及施肥溝，及部份培土工作以及甘藷的掘取工作等，由此亦可知目前做畦、開溝、培土、掘取等工作之畜力農具尚未完全專業化效率低須待改良發展。
3. 所有作物之各項作業中以菸草及花生之收穫所費人工最大，菸草需100工(惟分10次進行)花生需30~60工，次為各項作物之中耕培土工作

表1：台灣畜力農具利用情形之初步調查點及調查作物名稱

調查地點		調查作物名稱	調查地點		調查作物名稱
1	苗栗，銅鏡鄉	茶，	7	嘉義，水上	大豆，芝麻，甘藷，
2	苗栗，頭份鎮	花生，大豆，甘藷，	8	嘉義，鹽水	棉花，玉米，黃麻，
3	台中，太平鄉	花生，甘蔗，菸草，	9	台南，新營	玉米，甘藷，
4	彰化，埤頭鄉 (小埔心)	甘藷，花生，	10	屏東，長治鄉	大豆，菸草，玉米，
5	雲林，虎尾	甘藷，花生，甘蔗，	11	台東，農會	大豆，花生，甘藷，
6	雲林，北港	甘藷，花生，	12	花蓮，光復鄉	甘蔗，花生，甘藷，

所需之工一般均在10~30工。

4. 可以使用畜力而未使用者之項目最多者為下種施肥工作，次為中耕培土，無法使用畜力項目最多者為收穫工作。
5. 目前之播種施肥工作，係將開溝下種施肥覆土等各項工作分別進行，極浪費工，故如能使用完全之播種施肥機將開溝下種（或施肥）及覆土等三項工作一併完成當可節省5~16工。
7. 各項中耕培土工作未使用畜力而可能使用者，

如有適當之中耕培土器可資利用則可節省勞力至少在10~20工。

7. 目前使用之各種畜力農具在構造及原理上均頗多值得改良之處。

### Ⅲ、萬用畜力拉桿之設計

1. 共用式畜力拉桿之應用價值：表2附圖所示為目前台灣數種常用之旱作畜力農具，各農具均採用獨立之構造方式，表3所示為各獨立農具目

表3. 台灣主要旱作農具主架及本具主件價格分析表

Table 3 Cost for the Frame and Main tool parts of Animal draft Implements

農具名稱 Name of Implements	全件價格 Whole piece cost N.T\$	主架所佔價格 Cost for frame N.T\$	本具主件所佔價格 Cost for main tool parts		主架所佔費用 Cost rate for frame %	用途 Function Remark
			名稱 Name	價格 N.T\$		
改良犁 Improved plow	100~250	82~232	犁頭犁鏵犁底(鑄鐵) share, moldboard, bottom.	18	82~92%	整地，作畦，培土 Land preparation and ridge making
在來犁 Conventional plow	150~250	130~230	犁頭犁鏵(鑄鐵) 犁底(木) shave moldboard, bottom	20	87~92%	整地及開播種施肥溝 Land preparation and Furrow opening
雙面犁 Lister	180~250	150~220	鑄鐵開溝器 Lister	30	84~88%	作畦，培土 Ridge making
蜈蚣犁 Tooth plow	180~220	40~60	鐵齒 Teeth	140	22~30%	前作為水田及糊仔作 整地 Land preparation
爪耙 Tooth cultivator	210	90	鐵齒 Teeth	120	43%	中耕 Cultivation
	Total cost for 5 pieces of frame	512~830	主架平均所佔費用 Average cost rate for frame		63~70%	

前在台灣之售價及主架與主件分別所佔之價格。該表所示之五種農具主架所佔全件價格最高者達92%，平均已在63%~70%左右，以上五種農具對經營花生、甘藷、甘蔗、黃麻等旱作與水稻輪作之農戶均為必備之農具，此五種農具主架共計所佔價格約512~830元，視製造主架之木材材質之好壞而定，如該五項農具能採用一共同之主架或本文所稱之拉桿，則可使農具之成本大為減低。

## 2. 目前各畜力拉桿之缺點：

- 目前台灣各畜力拉桿除為獨立構造方式已於上述者外，且均採用木質材料，其缺點如下：
- (1) 製造加工不便，無法大量生產，亦無法標準化。
  - (2) 強度不均，容易拆損，按一般農具木材之抗張強度在900~1,400kg/cm<sup>2</sup>。

(3) 體積太大操作攜帶不便，一般犁轅之斷面積約在500cm<sup>2</sup>~800cm<sup>2</sup> (70×70~85×90)。

(4) 嫌太重，按目前一般改良犁，在來犁、雙面犁、蜈蚣犁、爪耙等之重量均在11~17kg。

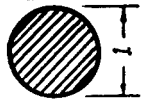


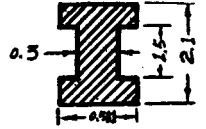
## 3. 設計考案：

- (1) 宜選用製造加工方便，易於大量生產，且具有均一強度之材料。
- (2) 重量不得高於現行使用之木質犁架。
- (3) 設計之強度除宜有足夠之縱向強度以抵抗最大之牽引力(150kg)之外，同時需有足夠之橫向及抗扭強度，以防止拉架發生左右擺動產生不安定的現象。

須符合以上三原則必須選用鐵材，同時須選擇適當之經濟斷面形狀。表4所示為各種常用斷面形狀之強度分析表。

表4. 不同斷面形狀之強度比較表

Table 4 Strength Comperation for different shaps of Cross section

斷面	斷面面積 Cross section area	重量 Weight	縱向抗彎強度 Bending strength for vertical plane	橫向抗彎強度 Bending strength for horizontal plane	抗扭強度 Torsional strength
	單位 unit	單位 unit	單位 unit	單位 unit	單位 unit
	"	"	1.15 單位 unit	0.924 單位 unit	0.924 單位 unit
	"	"	3.38 單位 unit	2.8 單位 unit	2.8 單位 unit
	"	"	3.45 單位 unit	0.23 單位 unit	1.65 單位 unit

該表所示同樣之斷面積，同樣重量之材料，作成空心之鐵管形可獲得最大的橫向抗彎強度及抗扭強度，縱向抗彎強度與工形斷面僅差0.07單位，可說相同。故本設計採用鐵管作為主架之構造材料。

## 4. 拉桿之設計及強度分析：

- (1) 加於拉架之牽引力：一般畜力農具之平均牽引力為60~90kg，最大約150kg，但最大牽引力出現之次數極少，(詳見本研究之試驗記錄圖)

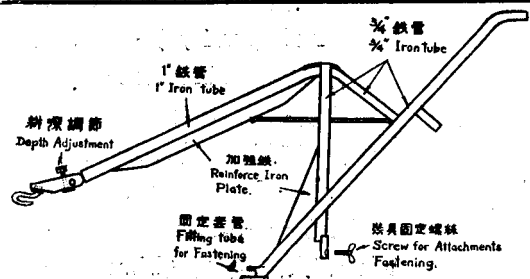


圖1 畜力拉桿之結構圖  
Fig 1—A trial disgn of animal draw-bar

(2) 拉架之結構：本研究提供之結構見圖1，圖8，係採用三角結構式。架身為 $\frac{3}{4}$ 吋鐵管拉轆採用1吋鐵管下加 $3'' \times 1'' \times 14''$ 之加強鐵條（圖2之A-A断面）。

5. 拉桿之強度分析：

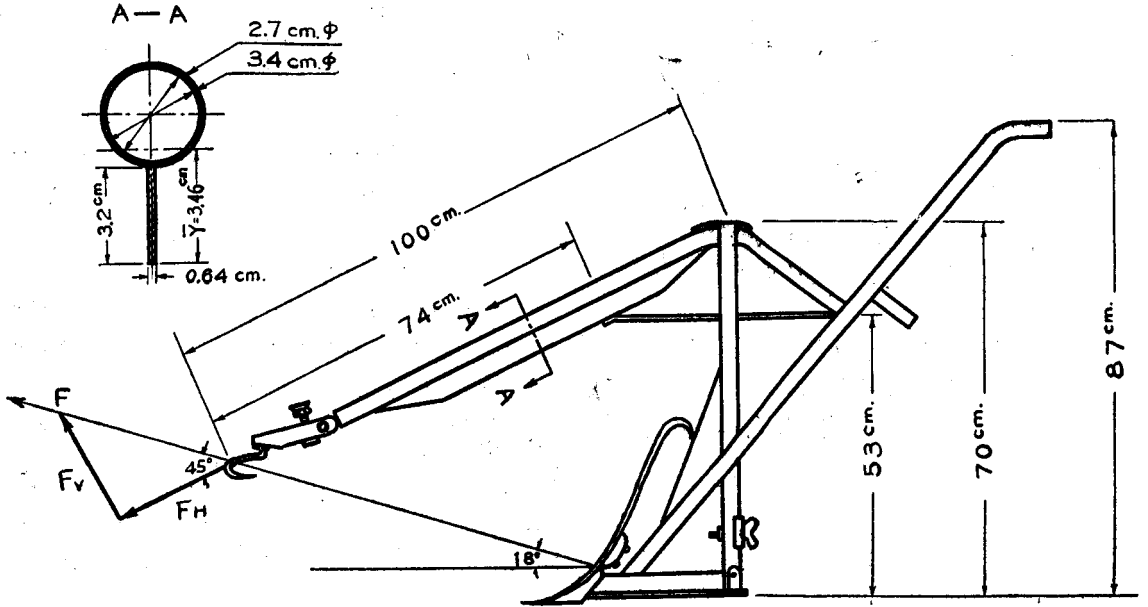


圖2 畜力拉桿作用力之分析

Fig 2 — Applying force on the animal draw-bar and its dimensions

Stress) 及抗拉 (Tension Stress) 之聯合應力。使用材料以 SAE 1020 as rolled 計算，則  $S_u = 5,000 \text{ kg/cm}^2$ ，聯合應力方程式如下。

$$S_u = \frac{Mc}{I} + \frac{F_m \cos 45}{A}$$

$$= \frac{F_m L C \sin 45}{I} + \frac{F_m \cos 45}{A}$$

式中符號： $S_u$  = 材料之最大抗拉強度 (Ultimate tensile stress) —  $5000 \text{ kg/cm}$   
 $M$  = 最大力矩 (Max. bending moment) —  $\text{kg-cm}$ .  
 $C$  = 重心距離 (Distance of center of gravity) —  $3.46 \text{ cm}$   
 $I$  = 轉動慣量 (Moment of inertia) —  $19.86 \text{ cm}^4$   
 $A$  = 拉轆斷面積 (Cross section area of the bending member) —  $5.51 \text{ cm}^2$   
 $F_m$  = 最大破壞拉力 (Max. drafting force) —  $\text{kg}$ .  
 $L$  = 最大力臂 (Max. bending arm

牽引力之方向線為阻力中心，接勾點至牛背着力點，三點之連線，最大牽引力即犁耕最深位置，其牽引力之方向角如圖2所示約為 $18^\circ$ ，該桿之彎斷點應在拉轆之 $74 \text{ cm}$ 處。

當拉力作用於該轆時該點受到抗彎 (Bending

) —  $74 \text{ cm}$

(1)、由上式求得最大破壞拉力  $F_m = 500 \text{ kg}$

(2)、具有安全係數  $N = 3.5 \sim 7$

6. 耕深調節裝置與接勾之設計：如圖3所示：

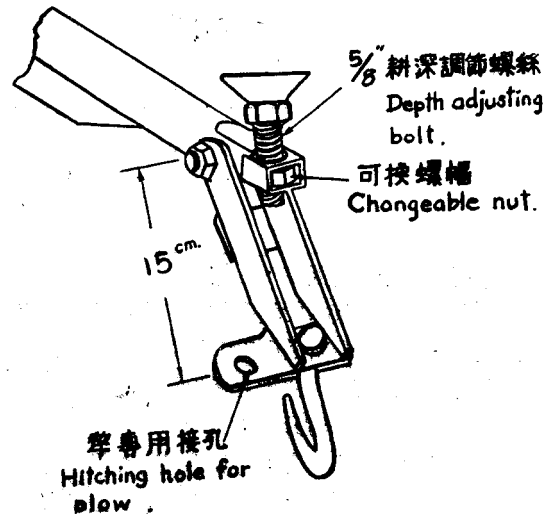


圖3 接勾及耕深調節之構造

Fig 3 — The construction of hitch and depth adjusting device

本設計之耕深調節方法係採用拉轅尖部擺動式，調節範圍10cm，調節螺絲為 $\frac{5}{8}$ "之粗螺6cm長，為顧及調節螺絲日後之磨損配換，螺帽螺絲均採活動裝接法。水平方向勾接孔有二，一為偏心孔，距中央約5cm，專供犁之使用，接勾係採用 $\frac{1}{2}$ "之圓鐵彎成如圖所示之形狀，頭上帶有一1"之圓頭，接勾可由接勾孔直接插入。

7. 裝接農具之固定方法：固定方法如圖1所示，使用二套管，及一 $\frac{1}{2}$ "固定螺絲。各裝接農具必須備有二套孔，以便拉桿之套管插入，同時各農具之尾端與拉桿接合部份，備有一 $\frac{1}{2}$ "螺帽，農具與拉桿裝合後，旋緊固定螺絲即可，各農具之固定情形見圖2，圖4~13

## V、試用裝接農具之設計

可能裝於圖1之共用式畜力拉桿之農具，計有各種形式之犁、開溝器、播種施肥器、中耕器、培土器、掘取器等。本報告中已完成之試用裝接農具之設計，計有鏟犁一種、碎土犁一種（代替現行使用之蜈蚣犁），雙面犁一種、平植中耕除草器一種（代替現行

使用之爪耙）。各裝接農具之設計要點如下：

### 1. 鏟犁 (Moldboard plow)

本設計之鏟犁安裝後之形式見圖2、圖4圖9各部主要尺寸，見圖4，此犁係7年前筆者之設計型式，設計耕寬為25cm左右（即台灣水稻之標準行距），採用東亞犁之兼用性能，必要時可供作畦、破壟、開溝等工作，犁頭為半偏尖式（一般東亞犁之犁尖位於中央），安裝角度為前傾角 $18^\circ$ ，側傾角 $7^\circ$ （向右翻土的一側），犁鏟採用下狹上寬之長翼構造，鏟面扭曲之軸線角為 $35^\circ$ 。鏟長30cm彎曲後鏟面之深度為3.5cm。犁鏟之背面中心位置靠一木板支承，承板之大小約9cm×6cm，採用厚度之多少據以調節犁鏟之前傾角（目前試用犁所採用承木之厚度為1.5cm），犁底長47cm，垂直空隙 (Vertical Suction) 0.3cm，目前供試之犁頭犁鏟，犁底均係用灰鑄鐵 (Gray Cast Iron)。安裝後全部重量為12.3kg，相當於目前台灣使用之輕型木犁，（一般台灣犁之重量為11~15kg）。

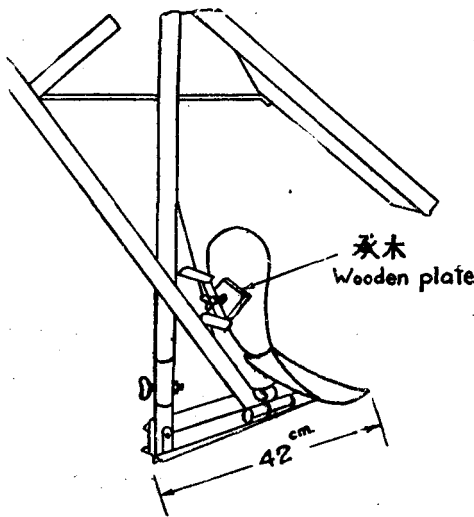
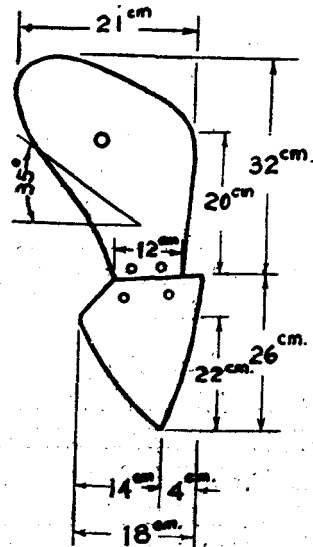


圖4 裝接鏟犁之構造設計

Fig-4 Construction of attaching moldboard plow



### 2. 碎土犁 (Chisel Plow) :

本犁之設計，目的在打碎堅實之表土，使用同一農具能完成全部整地工作，以代替現行使用之蜈蚣犁之功用。根據表二之調查一般前作為水稻或為糊仔作之旱作，蜈蚣犁為必備之整地農具，該犁之主要結構如圖5圖10所示，由三

個碎土鏟所組成。前鏟之設計具有強大之進土能力，並附有犁底，垂直間隙與犁同，亦為0.3cm，後二鏟為三角形構造，中央附有一切土刀，具有強大之碎土能力及安定作用。設計之碎土寬為28cm，一般蜈蚣犁為22cm 安裝後之全重為11.6kg一般蜈蚣犁為15kg。

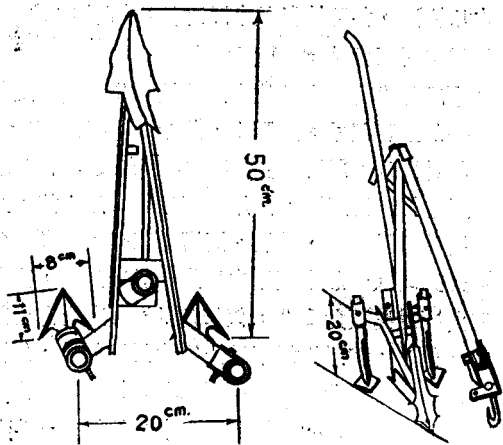


圖5 裝接碎土犁之構造設計  
Fig 5—Construction of attaching chisel plow

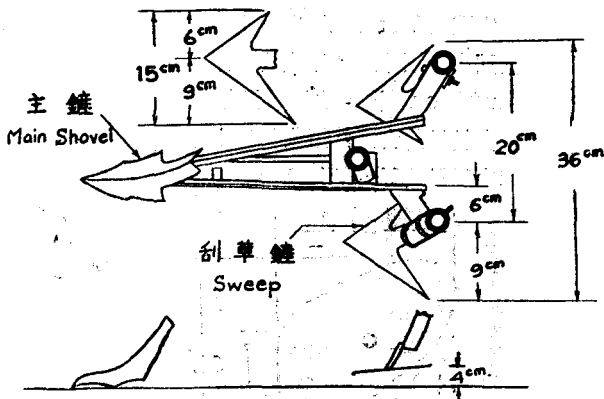


圖6 裝接中耕器之構造設計  
Fig 6—Construction of attaching cultivator

### 3. 中耕器 (Cultivator) :

圖6，圖11所示之設計為平植旱作之中耕除草器，平植旱作最普遍者計有花生、大豆、玉米、芝麻等，行距約在40~60cm之間，本設計之構造形式以刮草鏟 (Sweep) 為主，採用碎土犁之同樣組合方式，中央為進土鏟，兩側為刮草鏟，僅將碎土犁之後二鏟換以刮草鏟即成。刮草鏟兩翼採用一長一短之構造，可供交換以裝成兩種不同之耕寬。耕寬調節方法採用更換不同寬度之刮草鏟，本設計供試之刮草鏟規格見圖，設計之耕寬為30cm及35cm，設計耕深前後鏟採用不同之規格，前鏟為6~8cm，後鏟為3~4 cm，目的在使兩側之刮草鏟不致傷及作物根部。安裝後之中耕器全重為11.5kg。

### 4. 雙面犁 (Lister) :

台灣須作畦之主要旱作根據表2之初步調查計有甘藷、甘蔗、茶、玉米、菸葉、棉花及蔬菜等，常用畦高為21~30 cm，畦寬為55~115 cm，設計之形式見圖7，係將二雙向西洋式鋤犁併合而成，犁鏵採用活動構造，各用一1/4" 螺絲固定於犁頭之兩側，並可向左右伸張調節，調節範圍每側10 cm，犁底與鋤犁之構造同，垂直間隙為0.3cm，設計之畦高為20~30 cm。

## VI、試用裝接農具田間性能試驗

1. 測定裝置 (Testing equipments) : 主要測定裝置有二，(1)特別設計之記錄式拉力測定裝置，固定於一特製拉桿架之頂端，如圖14所示，該拉桿之尖端裝有二鏈輪 (Sprocket) 一根

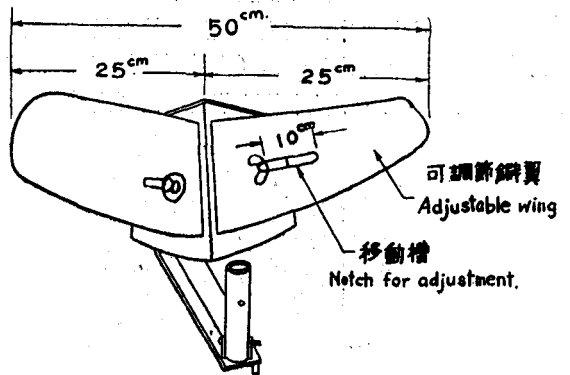
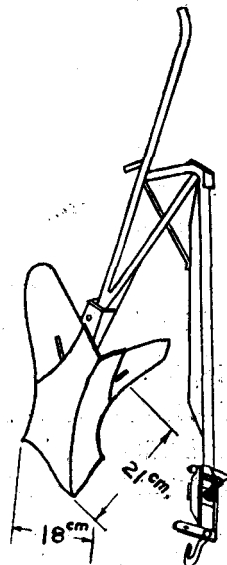


圖7 裝接雙面犁之構造設計 (小翼)

Fig7— Construction and design for attaching lister (Small wing)



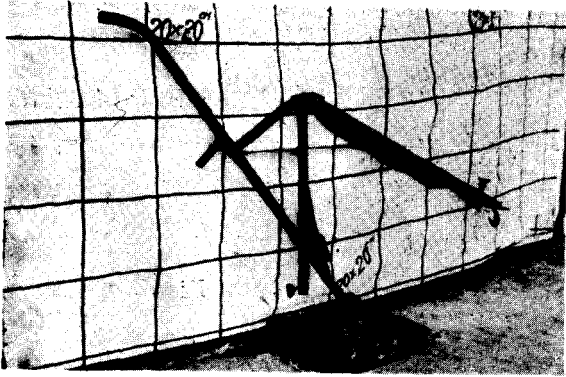


圖8 畜力拉桿之構造

Fig 8-The construction of animal draw-bar

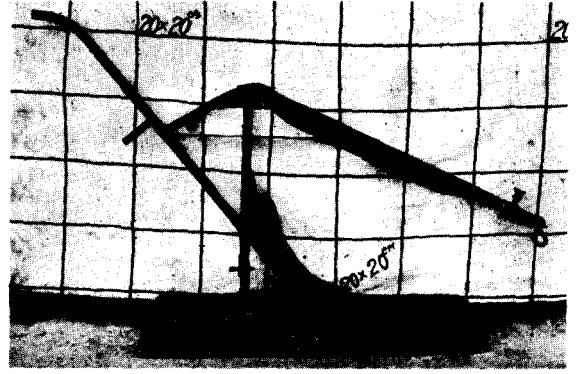


圖9 鋤犁裝接後之情形

Fig 9-The moldboard plow after attaching to the animal draw-bar

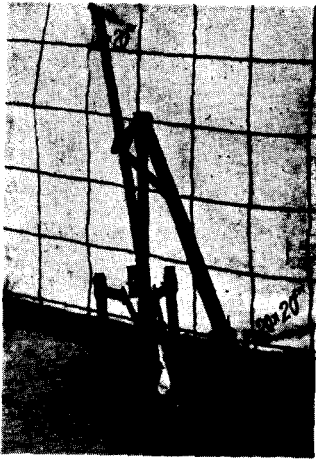


圖10 碎土犁裝接後之情形

Fig 10-The chisel plow after attaching to the animal draw-bar



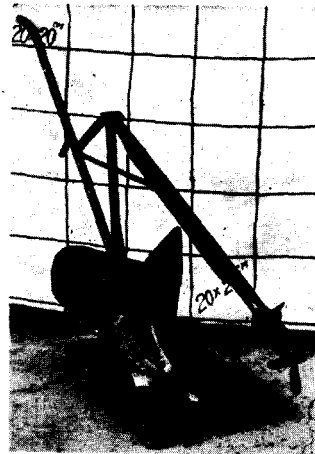
圖11 中耕器裝接後之情形

Fig 11-Cultivator after attaching to the animal draw-bar



←圖12 小翼雙面犁  
裝接後之情形

Fig 12-Lister with small wing after attaching to the animal draw-bar



←圖13 大翼雙面犁  
裝接後之情形

Fig 13- Lister with big wing after attaching to the animal draw-bar

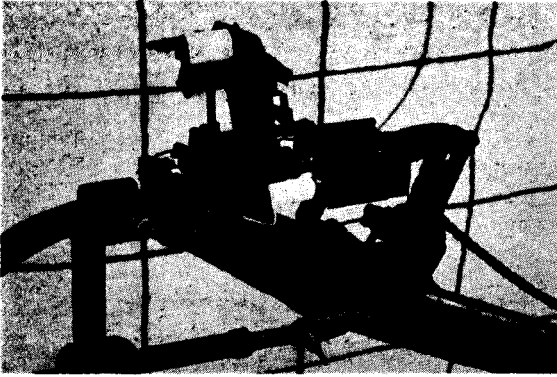


圖14 自製記錄式牽引力測定裝置側面圖  
Fig14-Self made recording type draft Dynamometer, Side view



←圖15 牽引式測定裝置記錄部份之傳動構造

Fig 15-Construction of the recording part of the Dynamometer

圖16 自製記錄式土壤穿透阻力計  
土壤穿透阻力計→  
Fig 16-Self made recording type soil penetrometer



圖17 土壤穿透阻力計  
田間實測時之情形→  
Fig 17-The soil penetrometer under measuring in the test field



↑圖18 鋤犁在田間準備試驗時之情形  
Fig18-Moldboard plow ready for test in the field



↑圖19 碎土犁田間試驗時之情形  
Fig19-Chisel plow under test in the field



長100cm<sup>1</sup>/<sub>2</sub>°鏈距 (Pitch) 之鏈條用以傳導拉力。該鏈條之一端交叉跨裝於鏈輪後用一<sup>3</sup>/<sub>8</sub>°螺絲連於牛之拉轆勾上，另一端則固定於測定裝置之傳動輪上，拉力經此輪傳至三根拉力彈簧 (Tension Spring)，由此彈簧所產生之位移帶動記錄筆，記錄紙之移動係用一對棘輪爪 (Ratchtpawl) 搖轉一傳動輪，如圖15所示棘輪爪則經由一軟軸 (Flexible Shaft)，如圖所示之方法拉動，圖18、19為田間實測時之情形。(2)特別設計之記錄式土壤穿透阻力計，如圖16所示，所用穿頭 (Penetrator) 之直徑為25<sup>mm</sup> (1") 作成60°之錐形體。

2. 試驗場地：供試場地共二區，地點為台北市基隆路台大試驗農場，旱作試驗區，第一區為已休閑3—4個月之旱地，佈滿雜草，供鏟犁及雙面犁試驗之用，第二區為已種有作物 (田菁) 之旱地，行距為40cm，供中耕器及碎土犁試驗之用。

### 3. 試驗方法：

(1)除牽引力為連續記錄者外，每行在一定位置處取三測點，每點分別測取土壤穿透阻力，耕深、耕寬及犁耕時間等，雙面犁則取測畦高畦寬。

(2)犁耕試驗每行之測距為610cm，距兩端100cm處各取一測點，中央一測點，共取三點。

(3)碎土犁及中耕器試驗每行之測距為2000cm，距兩端500cm處各取一測點，中央一測點共取三點。

(4)雙面犁之測距為900cm，測點位置未定。

(5)試驗雙面犁之前，先用鏟犁及破土犁將試地先行耕鬆。

(6)操作本試驗各項農具者為一普通之農友，預先未作任何練習。

(7)各供試農具之表面，試驗前均未加磨光。

4. 試驗結果：詳見表5, 6, 7, 及圖20~25

表5, 鋼犁試驗結果 (Table 5 Moldboard Plow Field Test Results)

試地情況 (Testing Field Condition)

(1)土壤 (Soil)：壤土 (Loam)：40%，粘土 (Clay)：18%，粉粒 (Silt)：42%。

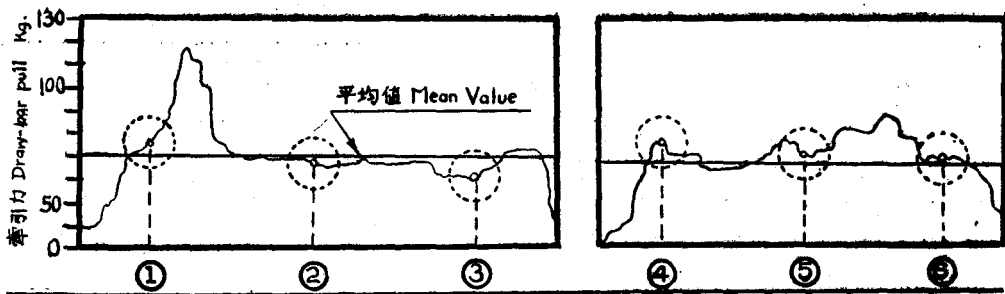
(2)土壤水份 (Soil Moisture Content)：23.3%

(3)表土深度 (Depth of top Soil) 範圍：12cm~16cm，平均：14.4cm

(4)表面情況 (Surface Condition)：休閑三月之旱地無作物殘根，雜草每100cm平均31株，根長3cm。

(The Field had been idled for 3 months, no crop residue remained, with an average weeds content 31 plants/100cm<sup>2</sup>, Length of roots 3cm.)

行 別 Testing Row No.	耕 深 Tilling Depth Cm		耕 寬 Width of cut Cm.		平均犁 耕 斷面 Cutting area in average Cm <sup>2</sup>	耕層穿透阻力kg Soil resist- ance to pen- etration		牽 引 力 Draw-bar pull			平均耕速 Average forward speed m/sec.
	範 圍 Range	平 均 Avera- ge	範 圍 Range	平 均 Avera- ge		範 圍 Range	平均 Avera- ge	範 圍 Range	平均 Avera- ge	單位牽引阻力 Unit draft resistance kg/Cm <sup>2</sup>	
1	12—13.5	12.3	25—26	24.6	305	28.5—36.4	32.2	40—125	70	0.229	0.44
2	12—15	13.2	17—20	19	250	27—35.5	31	50—91	68	0.252	0.47
3	13—13.8	13	18—24	21.6	288	30.5—36.4	31	50—80	71.5	0.252	0.51
4	13—18	15.8	10—23	15.3	232	26.2—35.5	29.5	45—81	74	0.318	0.51
5	12.3—14.5	14	17—23	20.6	286	25—37	33.5	50—110	80	0.28	0.45
總平均 Total Average	13.7		20.2		272	31.4		72.5		0.266	0.47



土壤穿透阻力 Soil resistance to penetration.	32Kg	28Kg	36kg	27Kg	34.8Kg	31.7Kg
耕 深 Cutting depth.	12Cm	11.5Cm	13.5Cm	12Cm	15Cm	12.5Cm
耕 寬 Cutting width.	25Cm	23Cm	26Cm	20Cm	20Cm	17Cm

圖20~1 鋤犁第一二行試驗之各項實測紀錄

Fig-20~1 Field test records for plow of testing row No. 1, 2.

表6 双面犁田間試驗結果

(Table 6-Lister field test results)

試驗情況 (Testing Condition) :

- (1) 土壤及土壤水份含量同表 5 (Soil and soil moisture content same as table 5)
- (2) 試驗前試地曾用鋤犁及碎土犁鬆平，耕深平均 11Cm (The field had been loosed by both moldboard plow and chisel plow before proceeding the test. The average loosing depth was 11 Cm.)
- (3) 記錄距離

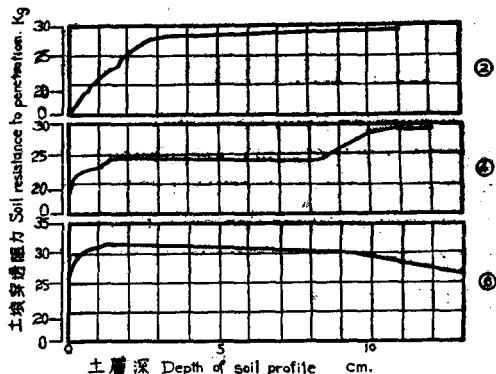


圖20~2 ②，④，⑥三測點之土層穿透阻力  
Fig20~2 Soil penetration records for test points ②，④，⑥

行 別 Testing Row No.	平均畦高 Average furrow depth Cm.	平均畦頂寬 Average furrow width Cm.	平均畦溝 角 度 Angle of furrow $\theta$	平均推土 斷 面 Average pushing area Cm <sup>2</sup>	牽 引 力 Draw-bar pull kg.			平均前進 速 度 Average forward speed m/sec.	附 註 Remark
					範 圍 Range	平 均 Avera- ge	單位牽引阻力 Unit resis- tance kg/Cm <sup>2</sup>		
1	25	63	101.2	788	45—111	70	0.089	0.693	大 翼 Big wing
2	23	63	107.6	715	51—135	87	0.122	0.643	大 翼 Big wing
3	24	63	105.4	756	80—150	92	0.126	0.643	小 翼 Small wing
總平均 Total average	24	63	104.7	754		83.2	0.112	0.665	

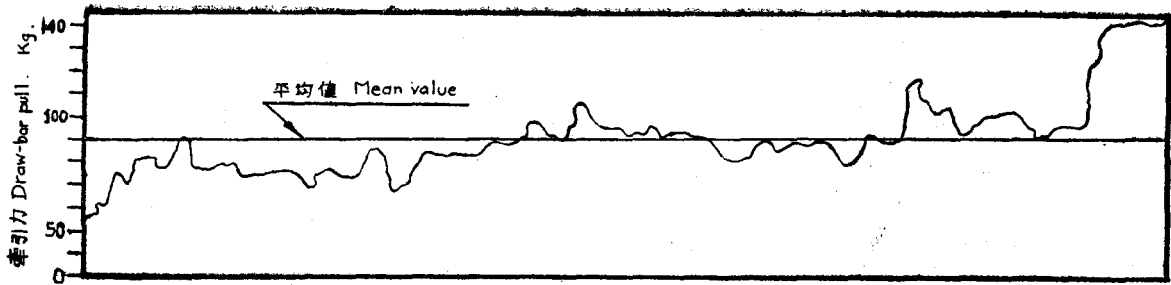


圖21 雙面犁第三行試驗牽引力之實測記錄  
Fig 21-Field test record for Lister draw-bar pull for testing row No.3

表 7, 中耕器及培土器試驗結果  
(Table 7- Cultivator and chisel plow field test results)

- 試地情況 (Testing field condition) :
- (1)土壤 (Soil) : 粉質土壤 (Silt Loam) 砂粒 : (Sand) : 19.3%, 粘粒 (Clay) : 25.7%, 粉粒 (Silt) 55%。
  - (2)土壤水份 (Soil moisture Content) : 24.6%
  - (3)表土深度 (Depth of top soil) 8-10Cm
  - (4)表面情況 (Surface Condition)
- ⊖ 田面種田青, 長約 5Cm 行距 40Cm ( The field

had been planted with green manul, Leutgh of plants 5Cm. In average, row Space 40Cm.)

⊖ 雜草每100Cm<sup>2</sup>平均6株, 葉長12Cm, 根長3.5Cm, (The average weeds: 6 plants/100Cm<sup>2</sup> average Length of leaves : 12Cm. Average length of roots 3.5Cm)

行別 Testing Row No.	裝具 Attachment	耕 深 Cutting Depth cm.		耕 寬 Cutting width Cm.	平均犁耕 斷 面 Average Cutting area Cm. <sup>2</sup>	耕層穿透阻力 Soil resistance to penetration Kg.		牽 引 力 Draw-bar Pull Kg.			平均耕速 Average forward Speed m/sec.	附 註 Remark
		範圍 Range	平 均 Average			範圍 Range	平 均 Average	範圍 Range	平 均 Average	單位牽引 阻 力 Unit draft resistance Kg/Cm <sup>2</sup>		
1	中耕器 Culti- vator	6.5-9	7.34 中央 (Center)	32	142	19.5-34.8	25.4	47-132	66	0.5	0.5	
2	碎土犁 Chisel Plow	8-10	8.5	28	247	24-32	28	46-140	93	0.385	0.57	
2'	碎土犁 Chisel plow	2-3 增加深 Incr- ease of cut	2.5 增加深度 Increase of cut	28	97	—	—	40-106	57	—	0.714	重復犁耕 Repeated Cutting
3	碎土犁 Chisel plow	7.5-9	8.5	28	238	26-40	34.4	40-136	84	0.353	0.526	
總平均 Total Average			8.5	28	243	—	29.2	—	88.5	0.367	0.548	2'行未列入平均 Not in- cluded Row No. 2'

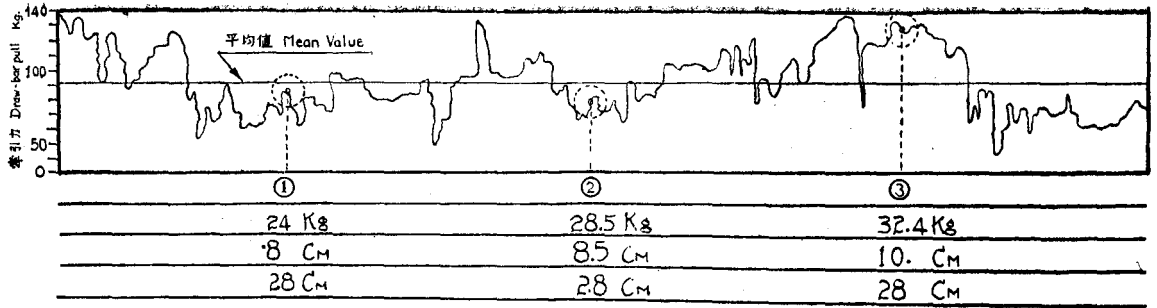


圖22 中耕器第1行試驗實驗記錄

Fig22-Field test records for cultivator of testing row No. 1

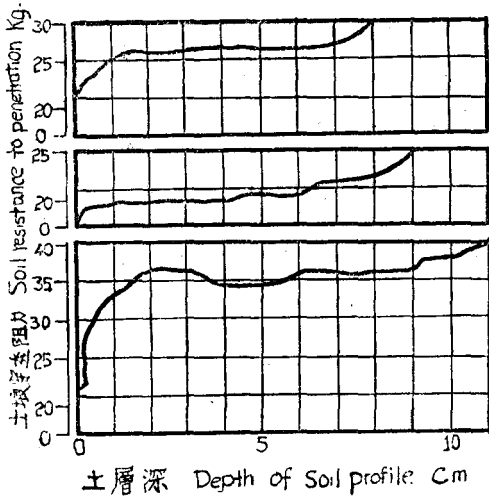


圖24 第二行之土壤穿透阻力實測記錄 (碎土犁)  
Fig24-Records for soil resistance to penetration for testing row No.2(Chisel plow)

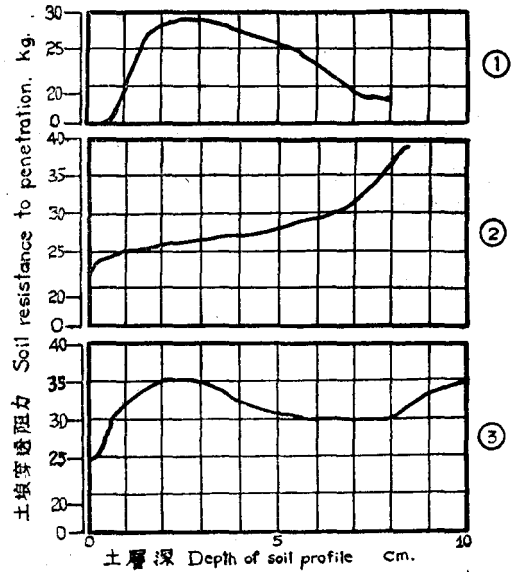


圖23 第一行之土壤穿透阻力實測記錄 (中耕器)  
Fig23-Records for soil resistance to penetration for testing row No.1. (Cultivator)

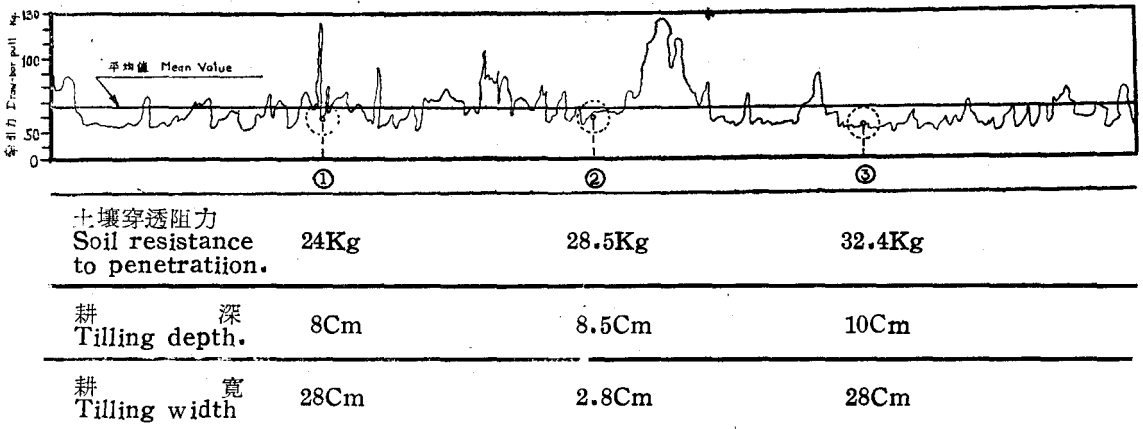


圖25 碎土犁第2行試驗實測記錄

Fig25-Field test records for chisel plow of testing row No.2.

## 5. 試驗結果分析討論

- (1) 在各項農具的試驗中，犁各行的牽引力平均值最高者未超過80kg，雙面犁未超過92kg，中耕器為66kg，碎土犁未超過93kg，各農具之尖峯牽引力均在150kg以下，且出現次數極少，按該拉桿之最大設計牽引力為550kg。
- (2) 本試驗各裝接農具所受之單位牽引阻力由最低的平均值  $0.112 \text{ kg/Cm}^2$  之雙面犁至最高的  $0.463 \text{ kg/Cm}^2$  之中耕器，鏟犁的平均值為  $0.285 \text{ kg/Cm}^2$ ，碎土犁為  $0.367 \text{ kg/Cm}^2$ ，根據美國 USDA 試驗，一般鏟犁之牽引阻力約在  $0.35 \sim 0.8 \text{ kg/Cm}^2$ ，本試驗之鏟犁尚較此結果為低。
- (3) 中耕器之牽引力在各項試驗中為最小者，平均為 66kg，此表示該中耕器如有必要時仍有餘力增加中耕寬度，本試驗所用者為 32Cm，但中耕器之平均單位牽引阻力  $0.463 \text{ kg/Cm}^2$  則係各項試驗中之最大者，其原因仍因雜草過長，刮草刀已切及雜草之根部，按該區雜草每  $100 \text{ Cm}^2$  平均有 6 株，根長平均為 3.5Cm，故擬減少中耕之牽引阻力則宜及早中耕。
- (4) 碎土犁之單位牽引阻力亦最大，平均已達  $0.367 \text{ kg/Cm}^2$ ，耕寬為 28Cm，平均耕深僅 8.5Cm 似嫌過淺，須達到一般犁耕深度可分兩次犁耕，表 7 所示第二行分兩次犁耕後平均深達 11Cm，第一次耕深為 8.5Cm，第二次為 2.5Cm，第二次犁耕之耕深似可再增加，因牽引力僅 57kg，該行之耕速亦係全部試驗中最高者，平均為  $0.714 \text{ m/sec}$ 。
- (5) 雙面犁在一次操作中僅能完成畦高 24Cm 寬 63Cm，但牽引力已達常用的標準，難以再增加

其工作量，故某些宜行高壟寬畦之旱作可試行分兩次完成，如何進行法宜待進一步之研究。

- (6) 操作以上各項試驗農具者為一普通農友，預先未經任何訓練，即能對各農具駕御自如，牛之行進速度在  $0.44 \sim 0.71 \text{ m/sec}$  範圍內，亦為正常之工作速度，此表示此種裝接農具之安定性能均佳。

## VI、結論

機械的動力要完全取代畜力尚需相當時日，如何合理的改進畜力機械，並增加畜力的利用價值，以達減低農村工作的辛勞，減少勞力的浪費，進而增加農業生產，實乃全面農業機械化不可忽視的過程。本研究提供使用一共同的畜力拉桿（即機架）以裝接各種交換式的農具以替代現行使用的各種畜力農具均需有一單獨的機架之浪費，可使畜力農具的價格更便宜，更容易推廣且易標準化大量生產，能給農業機械工業先打下堅固基礎。能利用共同畜力拉桿的農具據筆者個人的判斷計有犁，開溝器，播種施肥器，中耕器，培土器，及部份簡單的收穫機具。現已試行安裝完成者計有鏟犁，碎土犁，平植中耕器，開溝器等四種，此四種農具安裝後經田間試驗結果，其安定性能極為良好，凡具有操作一般犁的技術之農友無須任何訓練即可使用自如，在本試驗之情況下鏟犁之平均牽引力為 82.5kg（耕深平均 14Cm 耕寬平均 20.2Cm 深，碎土犁第一次犁耕之平均牽引力為 88.5kg（耕 8.5Cm 耕寬 28Cm），開溝器（雙面犁）之平均牽引力為 83.2kg（平均畦高 24Cm，寬 62Cm）中耕器平均牽引力為 66kg（耕寬 32Cm），均在畜力能負擔的常用牽引力的範圍之內（按一般估計常用牽引力為役畜體重之  $\frac{1}{10}$  左右）。

## Developing a multipurpose animal draw-bar and its interchangeable attachments

### Summary

Due to the very complicated factors involved in motorizing farm implements, a considerable time might still be needed in this country to completely substitute mechanical power for animal power, even though the tractors and power tillers are used very successfully in some areas. Therefore, efficient utilization of animal power by means of further improving and developing animal draft tools should not be overlooked. This is not only for the economic and technical reasons, but also for speeding up a full scale farm mechanization.

With regard to the demand of this study, a preliminary investigation has been

carried out on the present utilization of animal power for each hectare of major upland crop farming in Taiwan, which is shown in Table 2. Since the utilization of animal power in the paddy field are limited in land preparation work only, therefore it will not be included in this investigation. The total cultivated land in Taiwan is about 870,000 ha. but the planted area is around 1,701,000 ha. per year in total, among which 766,000 ha. are rice paddy, 935,000 ha are upland crops (Agricultural year book 1961). From Table 2 rough results can be concluded as follow:

1. The utilization of animal power in Taiwan is still mainly for land preparation. The minor uses are making furrows and beds. Few animals are used for cultivating and hilling; only digging work by applying plow for harvesting. Seeding and fertilizer applying work use no animal power except furrow opening and soil covering.
2. The major upland farm draft implements are plow, knife harrow, tooth harrow, tooth plow, lister, tooth cultivator as shown in the foot note of Table 2. Among which, the moldboard plow is the most popular which provides for land preparation and also does part of the work of making furrows, beds, hilling and digging. This appears that the present working tools for making furrows, beds, hilling, and digging still have not been specialized yet. Further improving and developing are expected.
3. The highest labor cost among the different items of farm work as shown in Table 2 are required by harvesting. For example harvesting peanuts in Taiwan requires 30 to 60 man-day/ha. The next is cultivating and hilling, which takes 10 to 30 man-day/time/ha. It shows that if certain efficient animal tools can be introduced and developed, lots of present farming labor can be suddenly saved.
4. The present planting and fertilizer applying methods are separated into three different independent operations such as furrow opening, seed or fertilizer dropping, and soil covering. Combining these 3 operation into one unit, a regular planting and fertilizer applying machine can be used by applying animal power, a lot of labor, can be easily saved, say 5 to 16 man-day/ha.
5. The construction and principles adopted by the most present animal draft tools are improvable in many ways, not only based on raising efficiency and improving life, but also on the reducing of the first costs.

Three steps of improving animal draft implements have been taken by this study

1. Try to develop a multipurpose animal draw-bar (main frame of draft tool) with interchangeable attachments instead of the conventional independent frame construction, without any interchangeability. The cost rate for main frame as shown in Table 3, are ranged from 22-92% with an average of 63-70%. It is obvious that if a common frame or a multipurpose draw-bar will be used, considerable money can be saved from the present equipment.
2. Reconstruct the present draft tools into a changeable attachment and make proper improvement if it is necessary.
3. Introduce and develop new draft tools for increasing the utilization of animal power and reduce the labor cost from the present farming methods.

The draw-bar type animal draft implements have the following advantage:

1. Less expansive and more efficient than the present construction, easy to stan-

standardize for mass production.

2. One skill is needed for operating all the implements with a unified draw-bar frame which is much easier than the independent conventional type with different frame and different operating skill needed.
3. All the interchangeable attachments may either attach to the animal draw-bar or small power tiller by using a special hitching method, if it is necessary. This flexible construction will meet a wide range of present farm machinery market which will benefit the present farm machinery industry to expand.

An ideal animal draft tool should meet the following basic requirements:

1. Light in weight, the present animal draft tools around 15 kg. average.
2. Stable and easy to operate.
3. Enough strength to protect its life. Buffalo working draft force ranges from 50 to 150 kg. with an average of 60 to 90 kg. The forward speed ranges from 0.45 to 0.70 m/sec.

A trial design of animal draw-bar with 10 cm. depth adjustment has been completed as shown in Figs. 1 and 8. which is constructed by iron tubing with reinforcing plate on the beam (dimension shown in Figs. 1 and 2, ). The shape of the cross section had been properly selected by calculation as shown in Table 4, which shows that the tube cross section may give the lightest weight and highest strength for bending and torsion. The ultimate draft force of the designed draw-bar is 550 kg. and the weight is 8 kg.

The implements which may attach to this animal draw-bar are moldboard plow, chiselpow, lister, planter, chemical fertilizer applying machine, all kinds of cultivator, mulcher, digger, static knife reaper etc. The implements which have been completed for attaching to this draw-bar in this study are moldboard plow, chisel plow (instead of conventional tooth plow); sweep-type cultivator, lister, as shown in Figs. 4 to 13. The specification designs for all the attachments are 15 cm. depth 25 cm width of cut for plow, 10 cm. depth, 28 cm. width of cut for chisel plow (need to apply more than twice, if it is necessary), 8 cm depth of cut, in center, 4 cm. on side with a total width of cut 30, 35 cm. for cultivator, the lister with a max. furrow size 30 cm. deep, 65 cm width on the top. The total weight of the animal draw-bar after attaching with moldboard plow, chisel plow, cultivator and lister are 12.3 kg., 11.6 kg, 11.5 kg., 13.5 kg. respectively. The weight of conventional animal draft implements are; plow, 11-15 kg., tooth plow, 15 kg., tooth cultivator, 7.5-15kg., lister 17 kg.

A performance test had been conducted on the University Farm, by using a self made recording type dynamometer, which is shown in Figs 14-19. All the test data are attached and shown in Tables 5-7, and Figs. 20-25. The results shows that the average draw-bar pull for moldboard plow is 72.5 kg. (average cutting depth 14 cm. and width 20.2 cm.), chisel plow 88.2 kg (average cutting depth 8 cm. width 28 cm.), lister 83.2 kg. (average furrow depth 24 cm., top width 62 cm.), and cultivator 66 kg. (cutting width 32 cm., depth 7.34 cm. in center and 3.34 cm. on side). The average unit draft resistance for moldboard plow, lister, cultivator and chisel plow are 0.226 kg/cm<sup>2</sup>, 0.112 kg/cm.<sup>2</sup>, 0.463 kg/cm.<sup>2</sup>, and 0.367 kg/cm<sup>2</sup> respectively. The forward

speed ranges from 0.44 m/sec. to 0.714 m/sec. The operator for conducting this test was a common farmer without receiving any training before, and all the tested attachments performed very smoothly, which indicates that the stability of all the attachments are quite good and less operating technics are needed.

### 誌 謝

本報告之英文部份曾蒙密西根大學馬考來教授 (Prof. H. F. McColly of MSU.) 之校正, 及羅光楨、張振盛、黃樹棠諸君協助各項試驗之進行, 在此分別敬致十二分萬分之謝意。

### 參 考 資 料

1. 台灣犁的改良試驗, 張舉珊, 台大農工系 1954年4月
2. 農業要覽第5輯, 台灣省政府農林廳編印 1958年10月
3. 台灣省十一種農作物生產作業工時之調查研究, 梁桐, 彭添松, 台灣大學農業工程系, 1960年11月
4. A Preliminary Study of Farm implements used in Taiwan Province by F. C. Ma, T. Takasaka, C.W. Yang 1958年5月
5. 台灣農業年報——台灣省農林科 1961年11月
6. 農業機械化の現状と問題點, 高橋恭輔, 日本畜力利用研究會誌 1961年11月
7. カンボチャの畜力利用(その1), 新關三郎, 日本畜力利用研究會誌 1961年11月
8. カルチベーター農法, 新關三郎, 日本農林省農業改良局 1956年5月
9. 農業機械學概論, 庄司英信, 日本養賢堂 1953年
10. Farm implements for Arid and Tropical Regions — FOA 1960年
11. Principles of Farm machinery, Roy Bainer, R.A. Kepner, E.L. Barger, John Welley. 1955

## 建 高 營 造 廠

地址 台中市林森路87號

電話 5 1 6 1 號

## 華 隆 營 造 廠

地址 彰化市長壽街22號



表二 臺灣主要旱作每公頃使用畜力及可使用而未使用之各項工作一覽表

(每工以 10 小時計算)

Table 2- The Utilization Of Animal Power For Each Hectare Of Major Upland Crops Farming In Taiwan

[Labor day (man-day or cattle-day)=10hrs.

初步調查結果 Preliminary investigation results)

項次 No.	作物 Name	栽培面積 Cultivated area (ha.)	整地 Land Preparation								方法備考 Remark	a. 作畦 a. Making Furrow		b. 破壟 b. Breaking Bed		播種 Planting											
			犁 Plow		鋤 Knife harrow		耙 Tooth harrow		翻土 Tooth Plow			畦高 Cm. bed height	畦寬 Cm. bed width	人工 Men. days	牛工 Cattle days	方法工具 Remark and tools	開溝 Furrow Opening				鑽 Drilling		點種 Hill Dropping		覆土 Cover	其他 Co.	
			人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day							人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day	人工 Man-day	牛工 Cattle-day			人工 Man-day
1	甘藷 Sweet Potato	235,400	4	4	2	2	2	2	—	—	30	90	3	3	用鋤犁4行 作一壟 With plow, 4 rows making a Bed	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	甘藷 前作為水稻 Preceding crop-rice	—	—	—	—	—	—	8	8	—	30	100	6	6	使用雙面犁 With lister	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	花生 Peanut	101,000	4	4	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	田多係砂質土壤 耕可免 Sandy soil for most fields	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	甘蔗 Sugar Cane	95,540	4	4	—	—	2	2	8	8	25	120	a 4 b 4	a 4 b 4	用犁 With plow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	大豆 Soy-bean	60,000	4	4	—	—	2	2	8	8	—	—	—	—	同上 Same as Item 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	茶 Tea	48,600	10	4	茶已植於地中，整地只用犁將茶 兩頭土向地中間再用鋤整地 Tea plants already in the furrow. plow And hoe Both Be used.								30	150	—	—	舊畦 Old furrow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	黃薯 前作甘藷 Preceding crop-sweet potato	15,300	1.5	1.5	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	玉米 Corn	13,850	6	6	1.5	1.5	—	—	—	—	24	55	3	3	鋤 Plow 掘孔 Digging Hole	4.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	玉米 前作水稻 Preceding crop-rice	—	—	—	—	—	—	—	7	7	—	—	—	—	雙面犁用二次 Apply twice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	菸草 Tobacco	8,000	5	5	3	3	—	—	—	—	21	103	12	2	用雙面犁再 用鋤頭整地 Plow & hoe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	菸草 前作水稻 Preceding crop-rice	—	—	—	—	—	—	—	5	5	21	103	13	3	雙面犁鋤頭 Lister, hoe (在植物移植後之Complete after trans- planting)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	芝麻 Sesame	8,800	4	4	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	手鋤僅有草時使用 Tooth harrow only for field with weeds	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	棉花 Cotton	5,320	4	4	2	2	—	—	—	—	24	113	—	—	每壟4行作成一壟， 再用合子細平壟 Plow 4 rows make a bed	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
畜力作業 項目總計 Total items of using animals			10	6	5	5						6		6										0		0	



# 表二 臺灣主要旱作每公頃使用畜力及可使用而未使用之各項工作一覽表

(每工以 10 小時計算)

Table2- The Utilization Of Animal Power For Each Hectare Of Major Upland Crops Farming In Taiwan

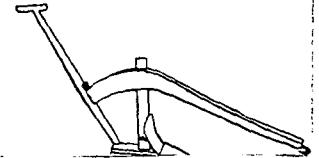
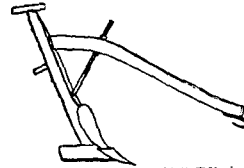
1 Labor day (man-day or cattle-day) = 10hrs.

初部調查結果 Preliminary investigation results)

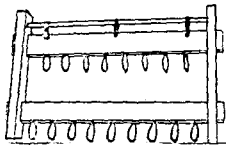
- × \*\*無法使用畜力 Impossible to apply animal power.
- \*\*可使用畜力而未使用者 Possible to apply animal power.
- ? \*\*可能使用畜力惟困難較多者 Possible to apply animal power but with more difficulties.
- ◎ \*\*已使用畜力可加改良者 Drafting tools can be improved
- △ \*\*少數地區使用 Few area adopted method.

改良犁  
Improved plow

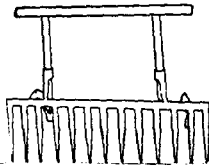
在來犁  
Conventional plow



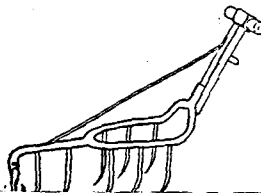
割 肥  
Knife harrow



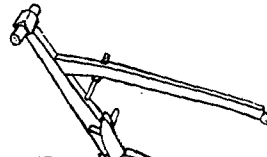
手 耙  
Tooth harrow



線 鋤 犁  
Tooth blow



雙 面 犁  
Lister



瓜 肥  
Tooth cultivator

