

曳引機承載綜合型肥料撒佈機之研發¹

邱澄文² 宣大平² 丁全孝³

摘要

曳引機承載綜合型肥料撒佈機主要構造，包括三點聯結承載機架、傳動齒輪組、漏斗型肥料承載箱、撒佈轉盤（四組撒佈齒）、攪拌器等。本機之動力由曳引機 P.T.O.到撒佈機下方之輸入軸至齒輪箱中，再利用傘型齒輪組，帶動撒佈轉盤及攪拌器；攪拌器與主軸可沿著施肥箱內部作 360 度旋轉，在中間迴旋過程中將肥料攪起流向下，再由攪拌器下方二組長短邊撥桿將肥料撥至出肥口，在攪拌器上端為了配合旋轉及減少聲響，裝置有橡皮轉輪，經由撒佈盤迴轉過程中將肥料撒施出去。肥料配出開度設有六段調整；以樹皮堆肥為例，調整範圍從 1,200-17,000 kg/ha，撒施肥料量適用範圍廣，樹皮堆肥含水率 45% 以下情況皆可正常撒施。以 300 kg 裝之承斗，在引擎轉速 1,500 rpm，肥料排出開度 1-6 段中，撒施時間從第一段 617 秒至第六段 48 秒的範圍。撒佈寬度視有機肥料不同而有差異，一般可達 6-12m。本型式之撒佈機撒佈齒有 13、18、23cm 三種尺寸，施肥箱容量 0.5m³ 及 1m³，每公頃機械撒佈時間約 45 分鐘，若包括裝載肥料時間，每公頃作業時間約需 2 小時。

（關鍵字：撒佈機、肥料）

¹花蓮區農業改良場研究報告第 146 號。

²花蓮區農業改良場作物環境課助理。

³花蓮區農業改良場研究員兼秘書。

前言

肥料撒佈機之開發可節省人工及時間。機具之開發需配合當前環境兼顧各項因素之考量，當然撒佈機顧名思義是將肥料有效撒施出去的一種撒施作業機具，且能達到撒施均勻的目標。由於台灣係海島型國家，亞熱帶氣候高溫多雨加上土壤密集使用，養分較易分解（楊 1988，李 1980），所以有效補充肥料是相當重要的。由於土壤有機質功效甚多（楊 1989），適時適量補充可改善土壤功能。目前補充方式以固體肥料為主，其中固體肥料又包含有機質肥料與化學肥料二種。目前開發之撒佈機有多種型式（謝 1969；盧 1978；Shippen et al.1980；Smiss 1965），其中化學肥料之施用有條施或撒施等多種方式，由於化學肥料之密度、流動性及含水率較一致性，以專用機型之設計使用為主，堆肥撒佈機則因撒佈材料條件不一且流動性較差，皆以強制輸送方式為主。本場已開發之有機肥撒佈機，以節鍊配合附掛刮板水平後送，再經由碎擊轉軸，藉由離心力將肥料撒施出去（邱 1997）。另外還有利用螺旋輸送作側向撒施者。由於作業型態有多種，投資機具成本高，如何兼顧實用性是不容忽略的，故本機之開發除可供一般化學肥料撒施外又兼具有機質肥料撒施之功能。在使用上由於是曳引機承載，所以不受土壤地面條件之影響，可維持正常作業功能。本機可一機兩用減少農友機具之

投資，不管在旱田或者水田都能正常運作，可充分節省作業時間，增加農民收益，進而促進施肥作業機械化之目標。

材料與方法

一、試驗設備與材料

- 1.3910 型福特曳引機一台。
- 2.本場開發之曳引機承載綜合型肥料撒佈機，容積有 0.5m^3 及 1m^3 二種各乙台（如圖一、圖二）及三種不同長度撒佈齒 13、18、23 cm。
- 3.樹皮堆肥、醱酵雞糞及市售有機肥料等。
- 4.數字型轉速計、紅外線水份測定器、碼錶、磅秤等。

二、試驗方法

- 1.進行供試肥料之物理性狀、含水率、密度等之調查及人工拆卸袋裝肥料及倒肥所需時間之調查。
- 2.進行開發完成容積 0.5 m^3 肥料撒佈機之撒佈性能測試，利用六段不同肥料配出口，測試其撒佈量及均勻性，在不同作業速度下調查分佈情形。
- 3.利用開發完成 1 m^3 容積之肥料撒佈機，提供宜蘭地區有機水稻產銷班班員使用，觀察其田間作業性能做為改良之依據。

結果與討論

一、綜合型肥料撒佈機之機械構造（如圖三）

- 1.三點連結承載裝置：係聯結在曳引機連桿上，此三點連桿固定在撒佈機本體機架上。
- 2.機架：機架主體機構用於承載肥料箱及固定傳動裝置。
- 3.傳動裝置：係由齒輪箱傳動軸及二組傘型齒輪組構成。其中一 入力端傳動主軸為花型軸銑六槽，主要係配合萬向接頭之連接，軸間二端利用 6206 軸承固定在齒輪箱內，另一支連接撒佈機轉盤及攪拌器之傳動軸，底端固定在齒輪箱，其方向剛好與入力端垂直，固定端軸承為 6205，其動力傳導由 12 齒之傘型齒輪組傳達。
- 4.施肥箱：目前開發之施肥箱有 0.5 m^3 及 1 m^3 二種規格，肥料箱下方於動力輸入端上方設一肥料配出口（上底 17.5cm、下底 12cm、高 12cm 之梯形出口），此肥料箱呈錐型。
- 5.肥料開口調節裝置：此肥料配出口最大尺寸為 $17.5\times 12\times 12\text{cm}$ ，擇定六段開口方式，其配出開口大小如表一所示。

二、堆肥撒佈量在不同開口下測其施肥量測定結果

- 1.利用樹皮堆肥做材料，在 3910 型福特曳引機 P.T.O.軸 1,000 rpm 轉速情況下裝填 300 kg，測其施肥時間，計算其單位時間之肥料流出量（kg/sec），結果如表二所示，如以撒佈寬度 4m，行走速度 1.0 m/s 來計算，完成一公頃作業時，其肥料撒出量調整在第一刻度時

為 1,200kg，第六刻度時則為 17,000 kg，其調整範裕寬度甚大，其每公頃撒佈量計算方式如下式所示。

$$D=A/W \times 1/V \times S$$

A:作業面積(10,000 m²)

W:撒佈作業寬度(m)

V:曳引機撒佈作業行走速度(m/s)

S:每秒撒佈量(kg/s)

D:每公頃撒佈量(kg/ha)

表一、施肥箱肥料配出口大小

Table. 1 The adjustable spreading gate range of the manure container.

Gate Range	Bottom width (cm)	Upper width (cm)	Height (cm)	Gate area (c m ²)
1	12	12.5	1.7	21
2	12	13	4.2	53
3	12	14	6.5	85
4	12	15.5	9.2	127
5	12	16.5	11.0	157
6	12	17.5	12.2	180

表二、不同肥料配出口開度施肥作業時間與單位時間施肥量之測定結果

Table. 2 The spreading amount under different ranges of the manure spreading gate.

Gate Range	Manure Weight (kg)	Spreading time (sec.)	Spreading amount per sec. (kg/sec)
1	300	617	0.48
2	300	224.4	1.34
3	300	135.7	2.21
4	300	65	4.62
5	300	57	5.28
6	300	48.5	6.86

2.肥料配出量調節裝置，在肥料配出時，係利用閘口調節，在閘口外側利用角鐵固定在開口兩側，方便閘門上下，中間再接以連桿固定其開口大小，俾利肥料配出量之調整，如圖四所示。本機構係利用把手帶動連桿，作簡單之操控調整。

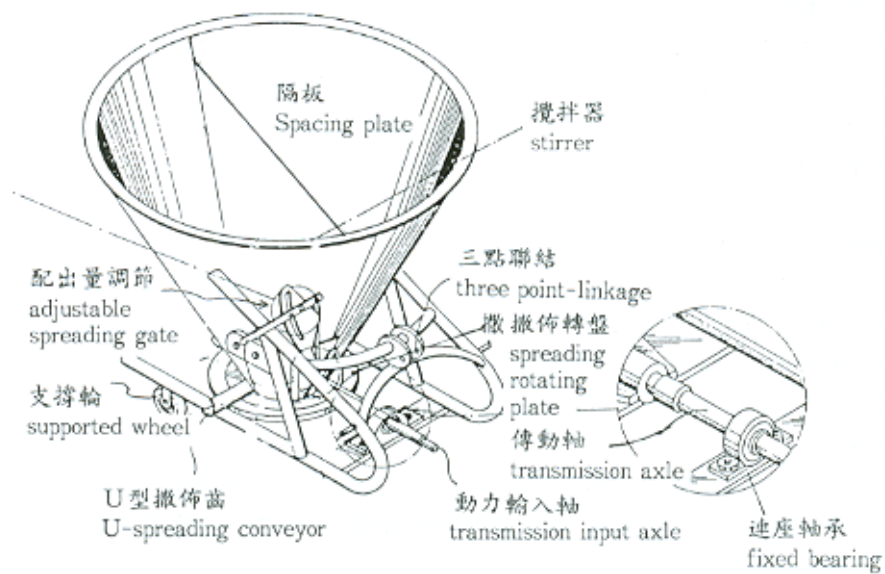


圖一、開發完成 0.5m³ 之綜合型肥料撒佈機
Fig.1 Multifunctional manure spreading machine with 0.5m³ capacity.

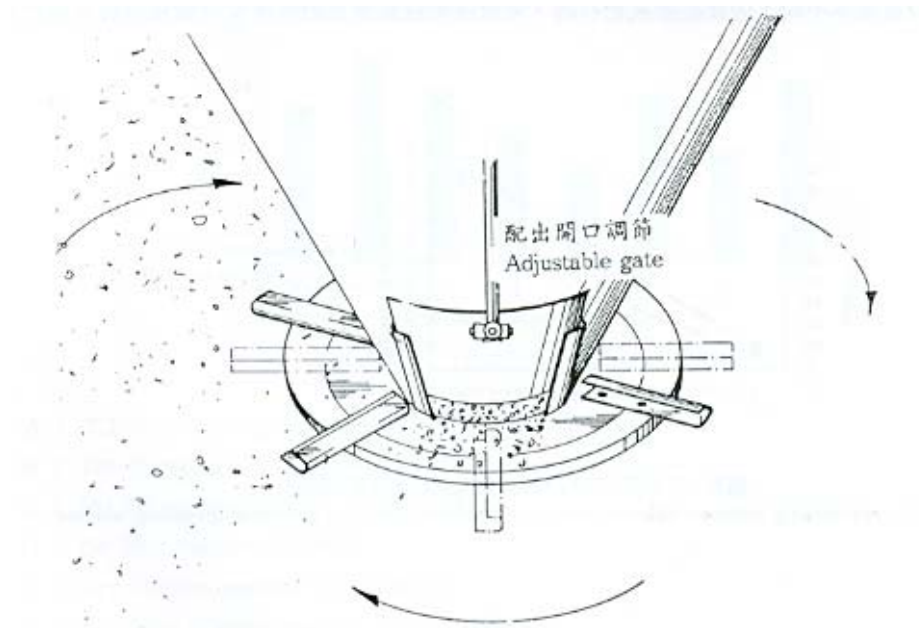


圖二、研製完成 1.0 m³ 之綜合型肥料撒佈機外觀
Fig.2 Multifunctional manure spreading machine with 1.0 m³ capacity.

3.肥料之配出，如屬一般較乾燥之化學肥料含水率在 10 20%之間，其密度在 800 1,000 kg/ m³，乾燥時流動性較佳，可自行流出達到良好配出效果；一般有機質肥料密度在 400 700 kg/m³，而含水率又在 35%以上者如樹皮堆肥等，由於含水率較高、較膨鬆、流動性差，需攪拌器配合解決肥料配出時形成之架橋現象。本機構之攪拌器可依 3600 靠在施肥箱內表面迴轉，構造簡單；另在施肥箱下方配有肥料撥出桿，利用迴轉時離心力將肥料有效配出，在含水率 45%之情況下作業，尚能達到良好的效果，如果含水率過高，使用上稍受限制，需配合外力打破肥料凝結現象。



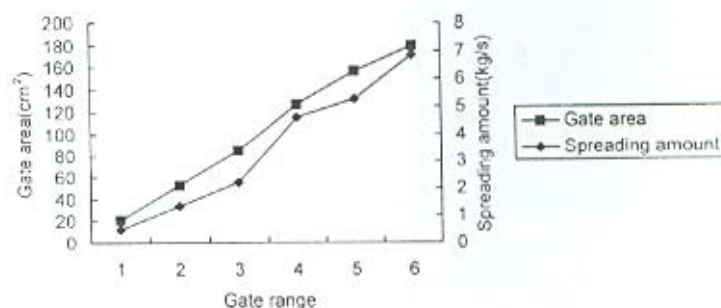
圖三、綜合型肥料撒佈機構造圖
Fig.3 The structure of multifunctional spreading machine.



圖四、肥料配出量調整圖
Fig.4 The adjustment of the manure spreading amount.

4.肥料配出轉盤，係一直徑 40cm 之圓盤，利用離心力方式將肥料有效撒施出去，在圓盤中間利用 28 mm 直徑之圓孔固定在齒輪箱之傳動軸上，上接施肥箱下接齒輪箱軸，在圓盤上每隔 90° 置一 U 型撒佈齒，此撒佈齒有三種規格，分別為長度 13、18、23 cm 三種，目前使用以 13 cm 為主，可有效撒施寬度 4-8m，此撒佈齒愈長撒佈面積愈寬廣，其撒佈流程係利用肥料配出口流出之肥料流至撒佈盤中，再經由撒佈盤之迴轉，將肥料落在 U 型撒佈齒上，藉由離心力將肥料撒佈出去。

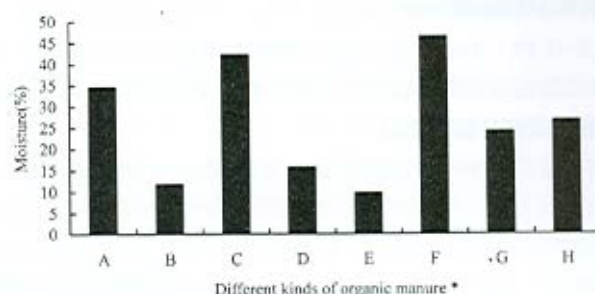
- 圖五為不同肥料配出調整閥之開度與實際肥料配出量之關係，撒施肥料時可由所欲撒施之肥料量來調整配出調整閥之開度。惟實際之配出量亦受肥料種類、含水率、流動性等相關因素影響而有些差距。
- 經測定各種不同商品之有機質肥料的含水率皆不相同，如圖六所示，樹皮堆肥含水率較高，在 40% 以上，一般有機質肥料則在 20-30% 之間，如果是以顆粒成型之有機肥，則含水率在 10% 左右，含水率如果太高，則肥料不易撒施出去，故本機配備有攪拌器，含水率 45% 以下之肥料皆可正常撒施。各種有機肥密度經測定如圖七所示，如顆粒狀之特優肥密度為 712 kg/m^3 ，而粒狀化學複合肥一般皆在 $1,000 \text{ kg/m}^3$ 左右，因此同一容量之施肥箱裝載不同種類有機肥，能裝載之肥料重量亦不同，因此在撒施肥料時，考量所需撒施量及肥料密度可做為填裝次數之參考。



圖五、不同肥料出口大小與實際肥料配出量之關係
 Fig.5 The relationship between different ranges of manure spreading gate and spreading amount.

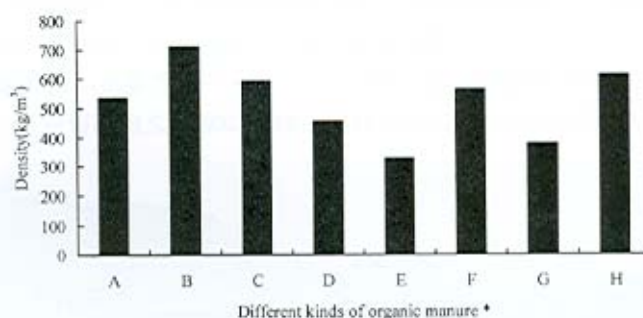
三、討論

- 本撒佈機對於一般化學肥料與有機肥料之施用皆適合，填裝肥料時，如利用貨車載運肥料，可在貨車台架上拆卸與倒肥料相當方便，如圖八所示。在袋包裝肥料利用人工拆線時，平均每包需 30 秒，倒肥每包 8-16 秒， 1 m^3 之施肥箱可承裝 25 kg 裝肥料約 30 包 (750kg)，裝填一桶肥料需 23 分鐘，如每公頃施用 2,000 kg 肥料，約需裝填 3 次肥料需 70 分鐘，機械撒施肥料約 45 分鐘，故每公頃作業時間總計約 2 小時。
- 撒佈機在水田田間撒佈作業情形如圖九。本場開發承載量 1.0 m^3 之施肥機，提供宜蘭地區水稻田有機栽培專業農戶使用，以前有機肥撒施利用人工及配合其它機械，每公頃需 3-4 工作天方可完成，費時費工，使用本機每公頃作業時間 2 小時，一天作業 8 小時可撒施 4 公頃之作業面積，充分節省人力與作業時間，每公頃可減少 2,000-3,000 元之操作費用。
- 肥料撒施時，分配盤上撒佈齒位置之調整，是相當重要的，有鑒於此，在撒佈盤上離中心 12.5cm 處設一方型孔，另在離方型孔外側 6cm 處設三個固定孔槽，此固定孔槽與方形孔最主要之目的是調整撒佈齒之位置，以控制肥料撒佈之方向，避免撒施時肥料過於集中造成不均勻，本撒佈機在撒佈盤相隔 90° 的位置分別安裝 4 個撒佈齒。



圖六、八種商品化有機質肥料之含水率
Fig.6 The moisture of organic manures.

- * A : T.F.C. NO.2 organic manure (台肥二號)
- B : Ter-U manure (特優肥)
- C : Pei-Hi organic manure (北海有機肥)
- D : Bo-Nan manure (葆南)
- E : Dry chicken manure (乾燥雞糞)
- F : Son-Mou organic manure (松茂有機肥)
- G : Sen-Fon organic manure (順豐有機肥)
- H : Bark manure (樹皮堆肥)



圖七、八種商品化有機質肥料之密度
Fig.7 The densities of organic manures.

- * A : T.F.C. NO.2 organic manure (台肥二號)
- B : Ter-U manure (特優肥)
- C : Pei-Hi organic manure (北海有機肥)
- D : Bo-Nan manure (葆南)
- E : Dry chicken manure (乾燥雞糞)
- F : Son-Mou organic manure (松茂有機肥)
- G : Sen-Fon organic manure (順豐有機肥)
- H : Bark manure (樹皮堆肥)

4.在肥料配出口方面，目前設計有六種開度，每開度之肥料配出口面積如表一所示，開度一之規格為上底寬 12.5cm、下底寬 12cm、高度 1.7cm，開口面積為 21c m²，如果填裝有機肥料 0.5 m³ (300kg)，在引擎轉速 1,500rpm 情況下，撒施時間 617 秒，相當於每秒撒佈量 0.48kg，如開度在二情況下，開口面積 53c m²，撒佈作業時間 224.4 秒，每秒流出量 1.34kg，當開度在六的情況下，作業時間僅 48.5 秒，每秒之流量高達 6.86kg，其中每段開度的每秒撒佈量，可從表二中得知，肥料開度在承載量 300kg 情況下，從第一段開度

到第六段撒佈時間從 617 秒至 48 秒，撒佈量從每公頃 1,200kg 至 17,000kg，可視實際需要來調整肥料配出口開度大小，以有效控制撒施量。



圖八、利用貨車台裝填肥料
Fig.8 The manure loading from the cargo truck.



圖九、撒佈機在水田撒施作業情形
Fig.9 The spreading machine was working in paddy field.

5.在試驗過程中由於有機質肥料種類甚多（如圖六所示），含水率不一，且往往含水率影響肥料流動性甚大，目前選擇八種有機肥進行測試，其中以乾燥雞糞含水率最低僅 9.7，每立方公尺重量 328kg；粒狀特優肥含水率 11.8，但是每立方公尺重量最重，達 712kg；至於樹皮堆肥有二種，含水率皆高於 40 以上，其中北海有機肥 42.3；松茂樹皮堆肥 46.4，每立方公尺重量將近 600kg。在利用含水率較高之樹皮堆肥進行測試時，如袋包裝肥料拆卸倒入錐型施肥筒後，馬上撒施可達良好撒佈效果；但如果停置一段時間，肥料由上而下會有壓實現象，初期撒施肥料尚可有效排出，唯經一段時間會形成架橋現象，須再經由震動或外力打破後，方可再恢復正常撒施，目前為解決此一現象，在施肥筒中間設置不銹鋼隔板，以有效隔離施肥筒中之有機肥，使肥料減少擠壓現象，由於隔板呈垂直型，有助於肥料滑落到底部，再配合攪拌機構之作用，肥料含水率在不超過 45 情況下，均可有效向外撒施。

參考文獻

- 1.小栗富士雄 1978 機械設計圖表 台隆書局。
- 2.台灣省政府農林廳 台灣農業年報 1995。
- 3.李子純 1987 土壤管理與地力 農藥世界 12:p.12-16。
- 4.沈韶儀 1992 台灣地區禽畜糞堆肥產量計算 養豬與環保研討論文。
- 5.邱澄文 1997 撒佈型有機肥料之撒佈機開發 花蓮場研究彙報第十三輯 p.77-95。
- 6.楊秋忠 1988 土壤與肥料 農世股份有限公司 p.28-38。
- 7.機械化農業 1986 堆肥撒佈機の種類上と性能(1)1986(12)23-29。
- 8.機械化農業 1986 堆肥撒佈機の種類上と性能(2)1987(1)48-50。
- 9.謝順景等 1989 有機肥料研討專輯 台中區農業改良場。
- 10.盧福明 1978 動力農業機械 徐氏基金會 p.259-271。
- 11.關昌揚譯 1975 農業機械實驗 徐氏基金會。
- 12.關昌揚譯 1978 農業機械學 徐氏基金會。
- 13.謝建傳 1969 實用機耕農具 p.129-144。
- 14.STAR 使用零件手冊 スタ - 農機株式會社。
- 15.Shippen. J.M., C.R.Ellin and C.H.Clorer 1980. Basic Farm Machinery, p.171-184.
- 16.Smiss. M.P. 1965. Farm Machinery and Equipment, 5th Ed p.269-275.