

# 設施用曳引機承載式有機質肥料施肥器之研發<sup>1</sup>

邱銀珍<sup>2</sup>、吳有恒<sup>2</sup>

## 摘要

本研究旨在開發適用於設施栽培之有機質肥料施肥器，藉以取代人工，並提高施肥效率。施肥器由曳引機三點連接所承載，並由其 PTO 提供施肥軸穩定的動力，有機質肥料因此可被均勻地排出與撒佈。施肥效率測試結果，以  $10 \text{ t ha}^{-1}$  的有機肥料施用量計，每人每小時可完成設施約 0.1 ha 有機質肥料撒施作業，較人工作業快 9 倍。施肥器每公頃的施肥作業成本 3,735 元，僅為人工作業的 31%，可節省 8,265 元。承載式施肥器除可高效率執行撒佈作業及節省作業成本外，亦可提升有機質肥料施撒的均勻性。

關鍵詞：施肥機、有機質肥料、設施栽培

## 前言

利用設施進行蔬菜栽培為臺灣北部地區葉菜類重要的生產方式之一。於設施內栽培蔬菜可減少風害、雨害及病蟲害，同時可進行產期調整以穩定蔬菜產量(羅, 2005)；然而，設施內短期密集的栽培作物，以及大量化學肥料的施用容易造成土壤無機鹽累積，常導致土壤肥力衰退(陳, 2005)。透過有機質肥料的施用可改善土壤結構、增加土壤孔隙、促進空氣及水的滲入、提升土壤排水性、改善土壤的耕性、增加土壤緩衝能力及減少灌溉用水，同時可提供作物及微生物的營養需求(陳, 2005；羅, 2005；Molengar et al., 2010；向, 2011)。

為了維持生產力，土壤有機質含量以 5% 為理想(向, 2011)；因此，土壤有機質的需求相當大，每公頃需施用 10 噸以上的有機質肥料，加以有機質肥料蓬鬆，體

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 455 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者, yjchiou@tydais.gov.tw)及助理研究員。

積龐大，搬運不易，利用人工進行撒佈作業，除需相當勞力外，效率不高，撒佈亦不均勻。

本場於 1998 年進行「有機質肥料施肥機研發與應用」研究（葉與羅，1998；邱，2000），2001 年完成「曳引機附掛蔬菜園有機肥施肥器」開發（邱，2002），2004 年完成「曳引機附掛多用途施肥器」研製（邱，2008），此 3 項計畫完整的進行露天農田有機質肥料施肥器的研發，後 2 項研究成果並已技術移轉農機廠商進行商品化生產。惟設施內有機質肥料施肥器尚未有相關之研究及開發，為解決設施內有機質肥料施用問題，本研究接續已開發之露天農田施肥器之基礎，進行適用於設施環境之小型曳引機承載式施肥器研製，並評估其作業效率。

## 材料與方法

### 一、有機質肥料施肥器

有機質肥料施肥器如圖 1 及 2，肥料箱為長槽型（長 60 cm、寬 130 cm 及高 60 cm），容積 400 L，可置入有機質肥料 150-175 kg。肥料箱上方裝置迴轉攪拌軸（圖 3），並配合下方施肥軸同向迴轉，以解決有機質肥料輸出過程所產生的架橋現象，同時使肥料能均勻的從施肥軸排出。肥料箱底側裝置有機質肥料輸出閘門，經由螺桿調整閘門開口大小，以控制有機質肥料排出量，其輸出量範圍 25 至 100 kg min<sup>-1</sup>。

施肥器由曳引機三點連接所承載，曳引機動力 22 hp，機身最大寬度小於 120 cm，附掛之施肥器寬 130 cm，可容易進出門寬 160 cm 的網室。施肥軸及攪拌棒之動力由曳引機 PTO 提供，轉速 540 rpm，經由 20:1 減速機及不同齒數鏈輪及鏈條分別驅動。

### 二、施肥效率測試

測試時曳引機車速 4.5 km h<sup>-1</sup>；肥料輸出閘門開口調至最小並固定，撒佈寬度 130 cm，有機質肥料輸出量約 10 t ha<sup>-1</sup>。

測試之有機質肥料為袋裝，每袋 25 kg，施肥箱裝滿肥料約需 7-8 袋，如圖 4。利用施肥器進行施撒效率測試，作業方式為 1 人駕駛，另 1 人進行有機質肥料搬運、拆袋及填裝；人工施撒作業 3 人，作業時將有機質肥料搬運至適當位置之後拆袋，並直接施撒於田間。



圖 1. 施肥器後視圖

Fig. 1. The rear view of the fertilizer applicator.



圖 2. 施肥器側視圖

Fig. 2. The side view of the fertilizer applicator.



圖 3. 施肥器肥料箱內之攪拌軸

Fig. 3. The mixed shaft of the fertilizer applicator.



圖 4. 裝滿有機質肥料之施肥器

Fig. 4. The fertilizer applicator filled up organic fertilizers in tank.

## 結果與討論

曳引機乘載式有機質肥料施肥器與人工施撒有機質肥料之作業效率如表 1 所示。利用施肥器每人每小時可施撒 0.1 ha 的有機質肥料，人工作業則為 0.011 ha，顯示施肥器的施肥效率為人工作業的 9 倍。

測試之有機質肥料施肥量  $10 \text{ t ha}^{-1}$ ，亦即 0.1 ha 的施肥作業需 1 t 的有機質肥料，施肥過程中需裝填 6 次。整個施肥過程中，實際進行施撒作業時間 12 min (36.4%)、曳引機田區迴轉 4 min (12.1%) 及施肥箱裝填作業 17 min (51.5%)，顯示裝填作業的改善是提升施肥效率的重要因子。

為提升施肥器施肥效率，未來針對大面積設施栽培之施肥作業，可利用搬運車裝載散裝有機質肥料，並透過輸送裝置，進行施肥器肥料補充作業。直接利用散裝有機質肥料，除可免除包裝成本及降低肥料費用外，亦可免除人員拆袋時間及增加施肥效率；再者，利用輸送設備進行有機質肥料輸送與裝填，亦可減輕人工搬運及裝填的辛勞並加速裝填速度。

相較於利用機械施肥方式，以人工施撒有機質肥料效率極差，主要在於人工作業需先將有機質肥料搬運至施撒區附近，拆袋後操作人員直接抱著肥料袋，邊後退邊以左右搖晃方式進行有機質肥料撒佈，其作業耗費人力且撒佈不均勻；同時由於利用搖晃方式倒出肥料，揚塵量相當大，易對操作人員造成健康危害。

表 1. 設施施肥器與人工施撒有機質肥料作業效率比較

Table 1. The efficiency for spreading organic fertilizers by the fertilizer applicator and the manual operation in protected facility.

| 施撒方式 <sup>z</sup><br>Spreading method | 作業面積<br>Area | 作業時間<br>Time | 作業人數<br>Person | 作業效率<br>Efficiency                     |
|---------------------------------------|--------------|--------------|----------------|--|
|                                       | ha           | min          | person         | $\text{ha h}^{-1} \text{ person}^{-1}$ |
| 施肥器<br>Fertilizer applicator          | 0.1          | 30           | 2              | 0.1                                    |
| 人工作業<br>Manual operation              | 0.1          | 180          | 3              | 0.011                                  |

z: 施肥量：以  $10 \text{ t ha}^{-1}$  計

z: Application rate  $10 \text{ t ha}^{-1}$

曳引機乘載式施肥器與人工施撒有機質肥料作業成本如表 2 所示。利用施肥器 2 人工作 5 小時即可完成 1 公頃 10 公噸的有機質肥料施肥作業；人工作業則需 12 人，工作 8 小時。相較於人工作業，施肥器施撒效率相當高，每日可進行 75 m×6 m 規格 20 棟設施有機質肥料撒佈作業，有助於一般或有機蔬菜栽培業者或產銷班班員節省可觀之人力成本。利用施肥器進行施肥作業，每公頃作業成本 3,735 元，人力作業則需 12,000 元；顯然利用施肥器施肥，不但施肥效率高，其作業成本亦僅人工作業的 31%，具有相當的經濟性。施肥器除可施用有機質肥料外，尚可施用石灰資材，甚至可施用粒狀有機質肥料。

植物根系吸收養分主要以無機型態為主，因此有機質肥料施入土壤後，必須再經由微生物分解成無機物才能供植物吸收利用（林等，2006）。另僅將有機質肥料施撒於土壤表面並無法發揮利用有機質改良土壤之功效，必須再配合耕犁作業將其混入土壤中。未來本場將針對設施有機質肥料施肥需求，開發可同步施肥與耕犁之有機質肥料施肥器，以減少再次耕犁作業，降低施肥成本。

表 2. 施肥器與人工施撒有機質肥料作業成本比較 (單位: 公頃)

Table 2. The operation cost per hectare for spreading organic fertilizers by the fertilizer applicator and the manual operation.

| 施撒方式<br>Spreading method                  | 作業人數<br>Person | 薪資<br>Salary | 用油量<br>Fuel | 折舊<br>Depreciation | 維修<br>Maintenance | 總計<br>Total |
|---|----------------|--------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|
|   | person         | NT\$         | NT\$        | NT\$               | NT\$              | NT\$        |
| 施肥器 <sup>y</sup><br>Fertilizer applicator | 2              | 2,000        | 785         | 670                | 280               | 3,735       |
| 人工作業 <sup>z</sup><br>Manual operation     | 12             | 12,000       | -           | -                  | -                 | 12,000      |

y: 施肥器作業:

y: Fertilizer applicator:

- (1) 作業人數 2 人; 1 人駕駛, 1 人搬運、拆袋及裝填有機質肥料。
- (1) Two operators, one for driving tractor and the other for moving, opening sacks, and filling up the organic fertilizer.
- (2) 薪資每人每日 1,000 元。
- (2) Daily salary NT\$1,000 per person.
- (3) 依表 1, 施撒 1 公頃有機質肥料, 機械作業時間需 5 小時。
- (3) According to Table 1, it needs 5 hours to spread one hectare of organic fertilizer by the fertilizer applicator.
- (4) 依據曳引機馬力(22 馬), 油耗(每馬力每小時 210 毫升)及油價(每公升 34 元), 施撒 1 公頃有機質肥料需油費 785 元。
- (4) According to the power of the tractor (22 hp), fuel consumption (210 mL hp<sup>-1</sup>), and gasoline price (NT\$34 L<sup>-1</sup>), it needs NT\$785 of fuel cost to spread one hectare of organic fertilizer.
- (5) 依據曳引機價值(470,000 元), 折舊年限(10 年)及每年作業日數(100 天), 曳引機每日作業折舊 470 元; 同時, 施肥器價值 100,000 元, 折舊年限(10 年)及每年作業日數(50 天), 施肥器每日作業折舊 200 元。
- (5) According to the price of the tractor (NT\$ 470,000), depreciable life (10 years), and the number of working days every year (100 days), the depreciation expense of the tractor is NT\$470 for every working day; moreover, the values for the fertilizer applicator are NT\$100,000, 10 years, and 50 days respectively, the depreciation expense is NT\$200.
- (6) 推估曳引機年維修費 20,000 元, 每年作業日數 100 天, 曳引機每日作業維修需 200 元; 同時, 施肥器年維修費 4,000 元, 每年作業日數 50 天, 施肥器每日作業維修需 80 元。
- (6) It is estimated that every year the repair cost of the tractor is NT\$20,000 and the number of working days is 100 days, thus it needs NT\$200 to maintain the tractor every working day; moreover, the values for the fertilizer applicator are NT\$4,000 and 50 days respectively, the maintenance fee is NT\$200.

z: 人工作業:

z: Manual operation:

- (1) 依表 1, 施撒 1 公頃有機質肥料需 12 人, 作業 8 小時。
- (1) According to Table 1, it needs 12 persons working 8 hours to spread one hectare of organic fertilizer.
- (2) 薪資每人每日 1,000 元。
- (2) Daily salary NT\$1,000 per person.

表 3. 有機質肥料撒佈均勻度測試

Table 3. The experiment of mean value for spreading organic fertilizers

| 項次<br>item    | 公斤<br>kg | 備註 Remark  |
|---------------|----------|--|
| 1             | 7.6      |  |
| 2             | 8.4      | 田間試驗測試計算面積寬度 1.3 公尺、<br>長度 10 公尺<br>The area of field experiment by Width<br>1.3m Length 10m |
| 3             | 8.2      |  |
| 4             | 7.5      |  |
| 5             | 7.9      |  |
| 平均<br>Average | 7.92     |  |

## 誌 謝

本研究承生物機電研究室詹德財先生及姜仁三先生協助機械修改與相關測試，特此誌謝。



## 參考文獻

- 向為民。2011。三、土壤管理與肥培-(一)土壤物理性質管理，p.111-118。臺灣有機農業技術要覽(上)。豐年社。臺北市。
- 林毓雯、張庚鵬、王鐘和。2006。有機質肥料之合理化施用。豐年 56(19):50-55。
- 邱銀珍。2000。附掛式有機質施肥器之研製。桃園區農業改良場研究彙報 43:41-44。
- 邱銀珍。2002。桃改型曳引機附掛蔬菜園有機肥施肥機之研製。農業世界 226:114-117。
- 邱銀珍。2008。附掛式多用途施肥機之改良。桃園區農業改良場研究彙報 63:51-55。
- 陳仁炫。2005。有機質肥料品質及施肥技術。臺南區農業改良場技術專刊 132:75-93。
- 葉永章、羅秋雄。1998。有機質肥料施肥機之研發與應用。桃園區農業改良場研究彙報 32:32-38。
- 羅秋雄。2005。設施蔬菜栽培土壤管理及施肥技術。桃園區農技報導 38:1-4。
- Molengar Ngoundo、甘俊二、蔡秀隆、鄒禕。2010。施用有機質肥料與節水灌溉。臺灣農學會報 11(6):561-579。

# Development of an Organic Fertilizer Applicator Mounted on Tractor for Protected Facility<sup>1</sup>

Yn-Jen Chiou<sup>2</sup> and Yu-Heng Wu<sup>2</sup>

## Abstract

The study developed an organic fertilizer applicator for protected culture to replace the manual operation and implement efficient fertilization. The fertilizer applicator is mounted on the three-point linkage of a tractor. The PTO of the tractor provides stable power, thus the organic fertilizer can be evenly discharged and spread. Spreading experiment was carried out in an application rate of 10 t ha<sup>-1</sup>. The spreading efficiency of the fertilizer applicator is 0.1 ha h<sup>-1</sup> person<sup>-1</sup>, which is 9 times that of the manual operation. The operation cost of the fertilizer applicator is NT\$3,735 per hectare, which is only 31% of that of the manual operation. Compared with the manual operation, it saves 8,265 NT\$ per hectare by using the fertilizer applicator. The mounted fertilizer applicator could not only efficiently perform spreading operation and save operation cost, also increase the spreading uniformity of the organic fertilizer

Key words: fertilizer applicator, organic fertilizer, protected culture

---

<sup>1</sup>. Contribution No.455 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup>. Associate Researcher (Corresponding author, yjchiou@tydais.gov.tw) and Assistant Researcher, respectively, Taoyuan DARES, COA.