

高壓自捲式噴灌機之性能測定及其應用⁽¹⁾

謝昭賢⁽²⁾ 楊勝平⁽³⁾ 曾景山⁽⁴⁾
陳尊賢⁽⁵⁾ 郭猛德⁽²⁾ 李春進⁽⁶⁾

收件日期：90 年 8 月 20 日；接受日期：90 年 11 月 29 日

摘 要

為利用豬糞尿處理水而引進高壓自捲式噴灌機 (hose-drag traveling sprinkler) 於台灣。本研究為測定高壓自捲式噴灌機之噴灌性能，作為噴灌機在田間噴灌豬糞尿處理水之依據。試驗條件為不同噴頭壓力下測定噴灌之潤濕半徑、噴灌流量、施灌率及施灌均勻性。由試驗結果得知：在噴頭壓力小於 2.80 kg/cm² 下，潤濕半徑及噴灌流量均與噴頭壓力之大小顯著成正比 ($P < 0.01$)。潤濕半徑與噴頭壓力之直線迴歸方程式為 $Y = 10.5 + 6.15 X$ ，式中：Y 為潤濕半徑 (m)，X 為噴頭壓力 (kg/cm²)；噴灌流量與噴頭壓力之直線迴歸方程式為 $Y = 8.00 + 3.90 X$ ，式中：Y 為噴灌流量 (m³/h)，X 為噴頭壓力 (kg/cm²)。在 2.10、2.31 及 2.80 kg/cm² 三種噴頭壓力下，平均噴灌均勻性係數各為 78.4%、77.7% 及 69.3%，其值均大於可容許之範圍 60% 以上。

刪除: 而於 2000 年

刪除: 試驗

刪除: 之

刪除: 之

刪除: 之

關鍵詞：高壓自捲式噴灌機、性能測定、噴灌。

緒 言

為利用豬糞尿處理水於 2000 年引進高壓自捲式噴灌機 (hose-drag traveling sprinkler) 於國內。台灣地區之養豬戶大部份為利用沖洗系統來清洗豬舍內之豬糞尿，沖水量大約為豬隻排泄物之 5 倍 (林等，1994)；以此計算，在 1999 年時台灣地區飼養 724 萬頭豬，以 1 年 10 個月計算，一年大約產生 2,715 萬噸之事業廢水。豬糞尿廢水之處理方法主要分為固液分離、厭氣發酵及活性污泥之三段式處理法，經過三段式處理後直接排放。由於豬糞尿處理水中主要成分為水分及少部份植物生長所需之養分，而其養分來自農業作物。因此將三段式豬糞尿處理後之排放水回歸農地為合乎農業永續利用之原則，此不僅可將養豬事業納入農業生態體系中，使豬糞尿處理水為農業生產作直接之貢獻，亦可降低農業使用化學肥料之購買成本，且有效地降低對周圍環境水體之污染。然豬糞尿處理

刪除: 可將排放水有效地降低

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1091 號。
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所畜牧經營系。
(3) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物系。
(4) 台糖研究所糖業系。
(5) 國立台灣大學農業化學系。
(6) 行政院農業委員會畜牧處污染防治科。

水中含大量之水分，其運送之方法、施灌之方式、施灌之季節及施灌之量並不若化學肥料簡單輕便，因此需要引進先進國家之噴灌系統來噴灌豬糞尿處理水，使作物在生長季節時得到部分之水分及養分。

面對環保意識之高漲，處理過之豬糞尿廢水需要面對環保愈來愈嚴格之排放標準；以目前台灣地區豬糞尿廢水經三段式處理系統後，直接排放之放流水尚有少部份不合格率，且大部份之放流水均不能達到台灣省農田灌溉水水質標準。根據農業委員會畜產試驗所（畜試所）連續在處理場操作豬糞尿廢水之結果顯示：自民國 82 年 5 月至 88 年 9 月 237 次之採集樣品，放流水質中酸鹼值（pH）、化學需氧量（chemical oxygen demand, COD）、生化需氧量（biochemical oxygen demand, BOD）及懸浮固體（suspended solid, SS）之平均值各為 7.70 ± 0.27 、 195 ± 82 、 42 ± 23 及 21 ± 19 mg/L，其平均值雖然可以符合環保署所規定之民國 87 年放流水標準（如：COD、BOD 及 SS 各為 250、80 及 150 mg/L），但 237 次之採集樣品中 COD、BOD 及 SS 分別有 48、18 及 2 次資料未達 87 年放流水標準，其放流水之合格率分別為 80.2%、92.4% 及 99.2%（蕭，1999）；又如果豬糞尿處理之排放水需要排放至農田灌溉溝渠內，則排放水中之電導度（electrical conductivity, EC）及總氮量（total nitrogen, TN）應符合台灣省農田灌溉水水質標準，其 EC 及 TN 之濃度應分別小於 0.75 dS/m 及 1.0 mg/L，而目前三段式豬糞尿處理排放水之 EC (2.55 dS/m) 及 TN (181 mg/L) 值均超過此標準（謝等，2000）。

施灌豬糞尿處理水有幾種主要因素必須事先加以考慮。如：為在法律規範之要求、有效地且適時地將豬糞尿處理水施灌在農業作物之需求量下，及不因灌溉而產生對地表水及地下水污染。在法律規範之要求內為：離住宅區 500 m 之內不得灌溉任何廢棄物，及灌溉豬糞尿處理水必須向當地環保機關申請土壤處理許可證明（行政院環境保護署，1999）。由於農業作物有一定生長季節，在農地上是否有正在生長之作物？或是這種作物是否仍缺乏氮肥？或是所欲灌溉之田間土壤是否乾燥？是否需要灌溉？因此必須考慮施灌豬糞尿處理水之有效性、適時性且適量性。目前社會環保意識抬頭，對於容易污染環境之污染物必須加以控制，因此在施灌時亦必須考慮環保問題，應防止灌溉而產生地表水及地下水質之污染。

本試驗之高壓自捲式噴灌機及其拖曳噴槍（圖 1 及圖 2）之操作為利用農業曳引機（馬力為 100）之動力傳動軸（power take off, PTO）帶動抽水馬達。高壓自捲式噴灌機有四個主要部分：抽水馬達（pump）、高壓 PE 噴灌水管（hose）、管線集捲器（hose drum）及施曳噴槍（drag cart）。經曳引機 PTO 帶動抽水馬達將水抽至高壓 PE 噴灌水管，經圓形水管管線收集捲器，再輸送至拖曳噴槍噴出。

刪除：經管線收捲器



圖 1. 高壓自捲式噴灌機在曳引機之 PTO 帶動下抽水灌溉。

Fig. 1. A hose-drag traveling sprinkler system driven by PTO.



圖 2. 高壓自捲式噴灌機連接拖曳噴槍進行噴灌。

Fig. 2. A hose-drag traveling sprinkler system with gun nozzle.

為了使噴灌之豬糞尿處理水能夠達到植物生長之養分需求，及配合各種土壤質地之滲透率，本試驗以不同之噴頭壓力來控制不同之噴灌流量及施灌率，並在田間噴灌時能提供適當之噴灌流量及施灌率，使噴灌之處理水能夠被土壤吸附且停留在植物根系附近，不致因噴灌流量過多或施灌率過高而造成地表逕流或滲漏水。

刪除: 求得到

刪除: 。

刪除: 層

材料與方法

I. 潤濕半徑及噴灌流量

本試驗之測試材料為高壓自捲式噴灌機在曳引機之 PTO 帶動抽水馬達下進行噴灌，其拖曳噴槍之噴頭為大型噴頭，口徑 16 mm。在管線高壓噴灌下，拖曳噴槍會因噴灌水之噴出壓力而自動平面旋轉，以達到平均分配之目的。本試驗測定之潤濕半徑及噴灌流量為不同噴頭壓力下求得，噴頭壓力分別控制為 1.40、1.75、2.10、2.45 及 2.80 kg/cm² (20、25、30、35 及 40 psi)。潤濕半徑之測定為噴槍旋轉平面角度設定為 200°、250°、300°、320° 及 360°，並在不同之噴頭壓力下，利用皮尺量測 20 次所噴灌水最遠之距離，再平均其距離而得。噴灌流量之測定為在不同之噴頭壓力下，利用馬錶測定所噴出之水在 100 L 容器所需之時間 (圖 3)；測定方式為由 1.4 kg/cm² 之低壓逐次升至 2.8 kg/cm² 之高壓，每一壓力測定 2 次；再由 2.8 kg/cm² 之高壓逐次降至 1.4 kg/cm² 之低壓，每一壓力再測定 2 次，共測定 4 次。

刪除: 地

刪除: 而

刪除: 、

測定潤濕半徑所用之流體為農塘所儲存之天然雨水；噴灌流量所採用之流體為三段式豬糞尿處理後之排放水。農塘位於測定點盤固草區之附近，測定之時間為初春時，並無下雨，雨水並無混濁狀態。排放水為儲存於畜試所廢水處理場之水生植物池，其懸浮固體 (suspended solids, SS) 小於 0.2%，總固體 (total solid, TS) 小於 0.5%。Moffitt *et al.* (1999) 建議噴灌流體之總固體低於 0.5% 時，不必進行噴灌流量校正；但若流體之 TS 大於 0.5% 時，噴灌流量隨流體總固體之增加而降低，故噴灌流量需要加以校正。本試驗所用之流體，其 TS 均小於 0.5%，噴灌流量並無需進行校正。

本試驗之測試時間為在三月下旬及四月上旬間，其風速在 2.24 meters/second (5 miles/hour) 之條件下進行測定。自捲式噴灌機之性能測定需要考慮雨量計之設定方式、雨量計之放置地點、雨量計所需之個數、測定時之風速條件、均勻性之測定方式等，均有述及 (Evans *et al.*, 1997)。雖然美國農業工程協會 (ASAE S33.1) 規定在測定固定式噴灌機時要有 80 個接水灌、接水灌直徑要大於 80 mm、要測定之項目有噴頭壓力、噴頭轉速、風向、風速、溼度、溫度及蒸發量等。但 Evans *et al.* (1997) 在測定自捲式噴灌機時並無此規定。此可能現場操作噴灌豬糞尿處理水時，簡化其他之項目，僅在風速在 2.24 meters/second 之條件以下，早上 10 點以前及下午四點以後、或是在陰冷天氣任何時候之條件方可進行檢定工作，而忽略其餘之因子。風速 2.24 meters/second 之範圍為列於蒲福風級之微風 (slight breeze)，微風之風速為 1.6-3.3 meters/second 之間，一般敘述為人面感覺有風、樹葉搖動及普通之風標轉動。



圖 3. 利用 100 L 之容器及馬錶測定在不同管線壓力下之噴灌流量。
Fig. 3. The flow rates of gun sprinkler under different terminal pressure were measured by 100 L of plastic tankers and timer.

II. 施灌率

施灌率 (application rate) 通常以單位時間之降水深度 (mm/h) 表示。施灌率為由噴灌流量及噴灌面積所決定。施灌率為將噴灌半徑及噴灌流量換算成單位時間內所流出之體積 (m³/h) 除以噴灌所涵蓋之潤濕範圍 (m²)。其計算方式如式 (1)：

刪除: 之
刪除: 經
刪除: 在

施灌率 (mm/h) = (噴灌流量 m³/h) ÷ (0.9 × 3.14 × 噴灌半徑之平方 (m²)) × (360/w) × 1000 --(1)

式中：w 為旋轉之角度 (°)。假若噴槍旋轉 360 度，則 w = 360；假若為旋轉半圓，則 w = 180。
。實際上，旋轉之角度通常為 315°~330°；0.9 為噴灌有效面積之比例。

III. 噴灌均勻性係數

本試驗利用簡易雨量計來測定施灌均勻性。簡易雨量計之製作方式為：材料為半徑 43.2 mm 之 1,250 ml 廢棄寶特瓶，以鋒利之刀片將寶特瓶之底部上方約 18 cm 處，直接橫切一刀，將寶特瓶分成二半，有瓶蓋那一半，倒置於另一半之切斷處，形成一簡易雨量計 (圖 4) (Wrage *et al.* 1994) 及現場置放裝置方式 (圖 5)。

利用 1,250 ml 保特瓶雨量計來計算施灌水量之公式，如式 (2)：

刪除: 之
刪除: 方式

施灌水量 (mm) = 收集量 (ml) ÷ (0.001 × π × (43.2)²) ----- (2)

本試驗簡易雨量計之放置方式為沿拖曳 PVC 管線之垂直線兩旁向外置放 (Evans *et al.*, 1997)。以拖曳 PVC 管線為中心線作一垂直線，以中心線為中心，左右二邊之垂直線各置放 6 個雨量計；置放之方式為沿垂直線每 5 m 放置 1 個雨量計，連同中心線 1 個雨量計，每條垂直線共有 13 個雨量計，三重複 (圖 6)。噴頭壓力分別為 2.10、2.31 及 2.80 kg/cm² (30、33 及 40 psi)、噴管旋轉角度為 320°、捲管速度為 15 m/h、連續行走 1-2 h，將噴管置於雨量計平行處，開始進行噴灌至噴灌範圍完全離開雨量計，測定噴灌時產生之雨量，並計算施灌之均勻性係數。

刪除: 在
刪除: 之條件下

噴灌均勻性係數 (coefficient of uniformity) 採用 Hirschi *et al.* (1981) 之方程式如式 (3)：

$$Cu = \left[1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}_n|}{\sum x_i} \right] \times 100\% \quad (3)$$

式中：

Cu ：為噴灌均勻性係數，如 $Cu=100\%$ 則為完全均勻

x_i ：第 i 點雨量之讀數

\bar{x}_n ：總讀數之平均值

n ：總點數

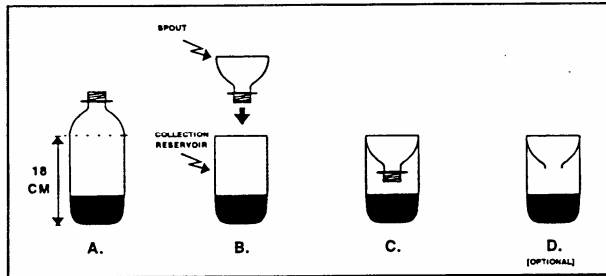


圖 4. 利用寶特瓶製作之簡易雨量計。

Fig. 4. Construction of a rain gauge made by plastic soft drink bottle (from Wrage *et al.*, 1994).



圖 5. 製作簡易雨量計之固定方式。

Fig. 5. Mounting methods of rain gauge made by plastic soft drink bottle.

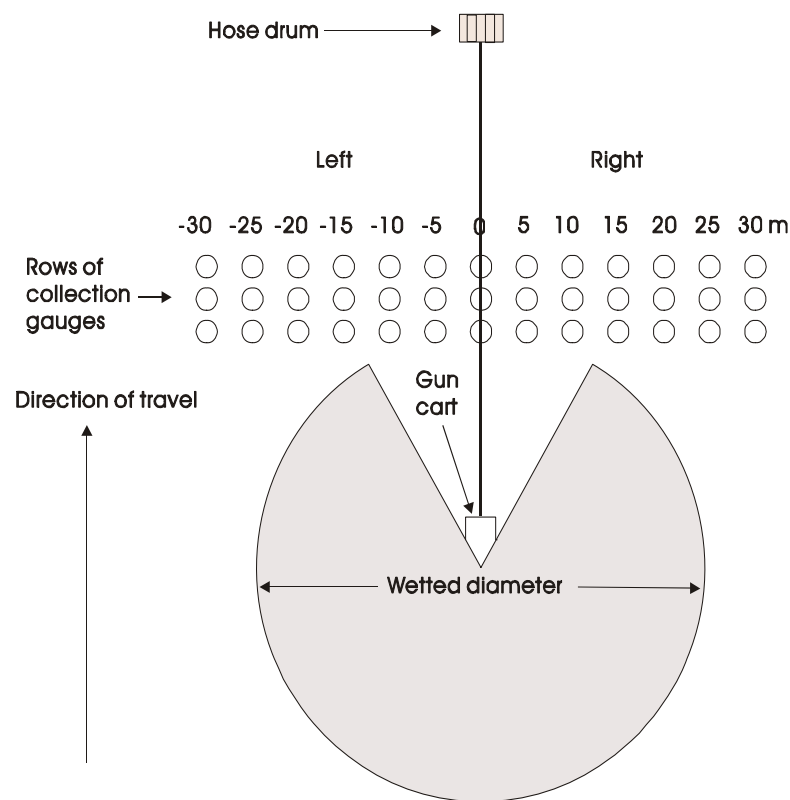


圖 6. 高壓自捲式噴灌機率定雨量計配置圖 (Evans *et al.*, 1997)。

Fig. 6. General layout and orientation of collection gauges for calibration of a traveling sprinkler system (Evans *et al.*, 1997).

結果與討論

I. 潤濕半徑及噴灌流量

潤濕半徑 (wetted radius) 及噴灌流量 (flow rate) 確實會受高壓噴灌機內水管壓力之大小影響。高壓噴灌機內設有二處壓力表，一為捲管壓力 (reel pressure)，另一為噴頭壓力 (nozzle pressure)。捲管壓力顯示噴灌水管內之壓力，設於噴灌水管之前端，在正常操作情況之壓力為 8.12 kg/cm² (116 psi)，最大極限壓力為 30.45 kg/cm² (435 psi)。噴頭壓力顯示管線末端壓力 (terminated pressure)，設於水管最接近噴頭之處，一般噴灌設施均採用噴頭壓力為其說明水力性能之標準。本試驗測定之噴頭壓力為 1.40、1.75、2.10、2.38 及 2.80 kg/cm² (20、25、30、34 及 40 psi) 下測定其水力潤濕半徑及噴灌流量，其結果如圖 7 及圖 8 所示。

在噴頭壓力小於 2.80 kg/cm² 時，潤濕半徑隨著噴頭壓力之增加而增加，其直線迴歸方程式如式 (4)。

Y = 10.5 + 6.15 X (R² = 0.96, n = 5, p<0.01) ----- (4)

式中：Y 為潤濕半徑，單位為 m
X 為噴頭壓力，單位為 kg/cm²
n 為樣品數，每一點為 20 個觀測值之平均值。

在噴頭壓力小於 2.80 kg/cm² 時，噴灌流量亦隨著噴頭壓力之增加而增加，其直線迴歸方程式如式 (5)：

Y = 8.00 + 3.90 X (R² = 0.98, n = 20, p<0.01) ----- (5)

式中：Y 為噴灌流量，單位為 m³/h
X 為噴頭壓力，單位為 kg/cm²
n 為樣品數。

由圖 7 及圖 8 知，本試驗之田間測試條件為噴頭壓力小於 2.80 kg/cm²，而原廠提供之噴頭壓力介於 3.50 及 5.75 kg/cm² 之間，故其潤濕半徑及噴灌流量亦有不同。本試驗無法提供噴頭壓力 3.50 至 5.75 kg/cm² 之間，主要之原因為所用之傳輸動力不一樣。本試驗採用之傳輸動力為 99 匹馬力之農用曳引機，其傳輸動力經由 PTO、抽水馬達、管線輸送至噴頭時，其噴頭壓力條件最高只能達到 2.80 kg/cm²。但原廠提供之噴頭壓力條件高於 2.80 kg/cm²，其抽水馬達採用高壓交流電，使其噴頭壓力在 3.50 至 5.75 kg/cm² 之間。雖然本試驗採用之傳輸動力與原廠所用之傳輸動力不一樣，但所用之性能測試方式均相同；可應用在無管線埋設及無高壓交流電抽水馬達設備時之田間使用。

格式化: 項目符號及編號

刪除: 而有所

刪除: Y = 0.453 * X + 9.60,
R² = 0.98, n =
5.....
.....(4)

刪除: ?

刪除: Y = 0.273 * X + 8.00,
n = 20, R² =
0.98.....
.....(5)

刪除: ??

刪除: ，每一 n 值代表 20 個
樣品值之平均。

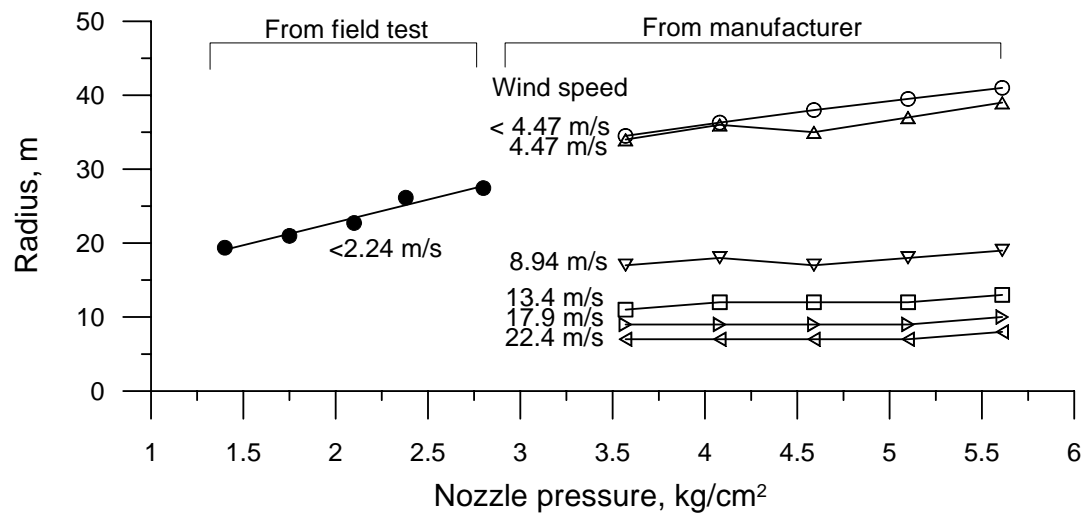


圖 7. 各種不同噴頭壓力及風速下田間測試及原廠提供之潤濕半徑。

Fig. 7. The wetted radius of sprinkler from field test and manufacturer charts under different nozzle pressures and wind speeds.

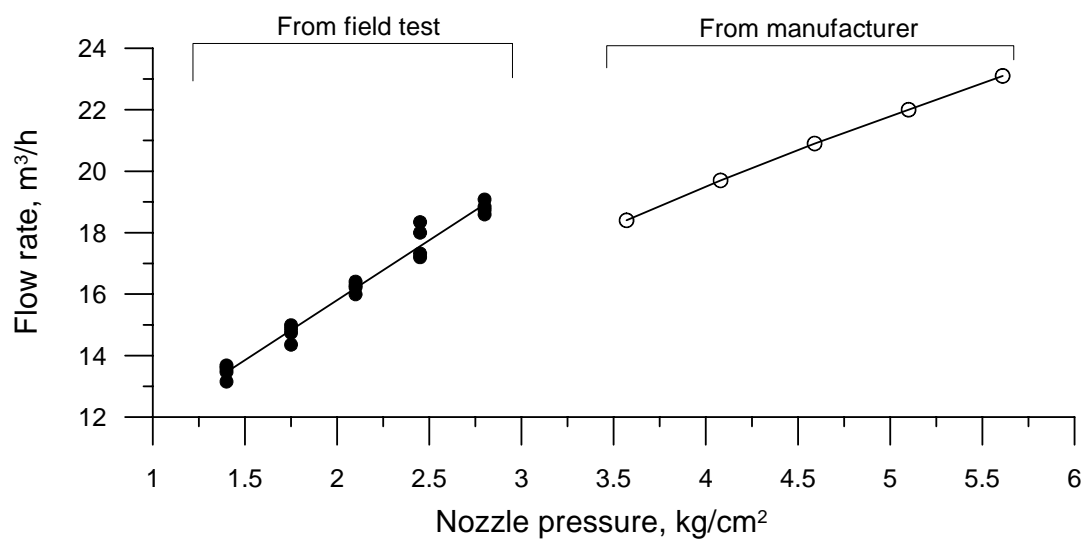


圖 8. 各種不同噴頭壓力下田間測試及原廠提供之之噴灌流量。

Fig. 8. The flow rate of sprinkler from field test and manufacturer charts under different nozzle pressures.

格式化: 項目符號及編號

II. 施灌率

在進行噴灌豬糞尿處理水時，灌溉目標有一定之總量謂之施灌總量 (application amount, m^3/ha)，此施灌總量主要為滿足作物生長所需求之有效氮素。施灌總量通常需要加以規劃，一般很少能夠在單一灌溉週期將施灌總量灌溉至田間。依據中華民國 88 年 6 月 29 日行政院環境保護署 (88) 環署水字第 004225 號令發布「土壤處理標準」之規定，每公頃年灌溉總氮量不超過 400 kg (行政院環境保護署，1999)。若根據不同作物之管理需求，其施灌總量亦有所不同。若作物之生長週期一年需要施肥 4 次，且每公頃年總氮之需求量为 400 kg，則每次施灌總氮量为 100 kg；即每次豬糞尿處理水之施灌總量可由年施灌總量除以 4 而求得。年施灌總量之求法如式 (6)：

$$\text{年施灌總量 } (\text{m}^3/\text{ha}) = \frac{\text{作物有效氮之需求 } (\text{kg N}/\text{ha})}{\text{廢水中之總氮濃度 } (\text{mg/L}) \times 1000} \quad (6)$$

刪除: 。
刪除: 為
刪除: 在

式中：各種作物有效氮之需求量可由行政院農業委員會與臺灣省農林廳合編之作物施肥手冊（行政院農業委員會、臺灣省農林廳，1996）得到；廢水中之總氮濃度（mg/L）為經由實驗室化學分析所得之值。

計算每次之施灌總量（m³/ha）後，可將施灌總量之單位轉換為施灌深度（式（7）），而噴灌系統操作所需之時間亦可求得（式（8））。

施灌深度（mm）＝ 施灌總量（m³/ha）× 10 ----- (7)

噴灌系統操作時間（h）＝ 施灌深度（mm）÷ 施灌率（mm/h）----- (8)

移動式噴槍之施灌率（mm/h）通常不受移動速度之影響。在潤濕直徑範圍內之任何地點，通常灌溉之水至少噴灌一小時以上。施灌率是受到噴槍旋轉角度（angle of rotation）之影響。例如：假設噴槍旋轉為 180°（半圓），則施灌率為 360°之二倍；移動式噴槍施灌率之計算如式（1）所示；在不同噴嘴壓力及不同噴頭旋轉角度下之施灌率如表（1）所示。

表 1. 高壓自捲式噴灌機在不同噴嘴壓力及不同噴頭平面旋轉角度下之施灌率

Table 1. Application rate for traveling gun sprinkler under different nozzle pressures and angles of rotation

Nozzle pressure, kg/cm ²	Angle of rotation, degree				
	360	320	300	250	200
	mm/h				
1.40	13.8	15.5	16.5	19.9	24.8
1.75	11.9	13.4	14.3	17.2	21.4
2.10	11.0	12.4	13.2	15.8	19.8
2.45	9.58	10.8	11.5	13.8	17.2
2.80	8.97	10.1	10.8	12.9	16.1

Note: The data of application rate shown are the mean of four samples.

III. 噴灌均勻性係數

使用噴灌設備時，必須了解在田間之操作與設計上之誤差，此會改變灌溉量、潤濕直徑及其灌溉之均勻性。例如：操作系統在壓力過大的情況下，產生較小之水滴，產生較大的沖力，加速噴嘴之磨損。噴嘴之阻塞會導致壓力增加，塞住進水或主要管線產生結晶將會減低操作壓力。在不足設計壓力下，操作性能將會降低噴灌範圍及噴灌之均勻性。

因此基於上述理由，為了保證在適當之噴灌流量及噴灌均勻性，噴灌設備必須在正常之運作下進行田間檢定工作。田間檢定工作至少每二年檢定一次。檢定包括在噴灌地區於不同的地點進行收集及測定噴灌速率。

本試驗利用 2.10、2.31 及 2.80 kg/cm²（30、33 及 40 psi）三種噴頭壓力，噴頭旋轉 320 度及捲管速度為 15 m/h 之下測定各點之噴灌深度（圖 9）及噴灌均勻性係數（表 3）。由於噴灌之有效面積為潤濕面積之 90%，因此本試驗所計算之噴灌之均勻性為將測定之最遠點去除，再依式（3）計算噴灌均勻性係數，所得之值如表 3。由圖 9 得知，三種不同之噴頭壓力下，每隔 5 m 之噴灌深度成鐘型分布，愈靠近噴頭管線處，其噴灌深度愈大。因此在田間應用時，必須考慮將噴灌深度少之地區加以重疊，以便得到均一之噴灌深度。由表 3 得知：在 2.1、2.31 及 2.8 kg/cm² 三種噴頭壓力下，平均噴灌均勻性係數各為 78.4%、77.7% 及 69.3%，其值均大於可容許之範圍 60% 以上；且在三種噴頭壓

刪除: 化

刪除: 則

刪除: 施灌總量之單位轉換為施灌深度之公式為如式（7），噴灌系統操作所需之時間如式（8）：

刪除: 8

刪除: 高

刪除: 部份

刪除: 之

力下，壓力愈大噴灌均勻性係數愈低，壓力愈小噴灌均勻性係數愈高。如果噴灌均勻性係數在 60% 以下，則必須進行機械校正。

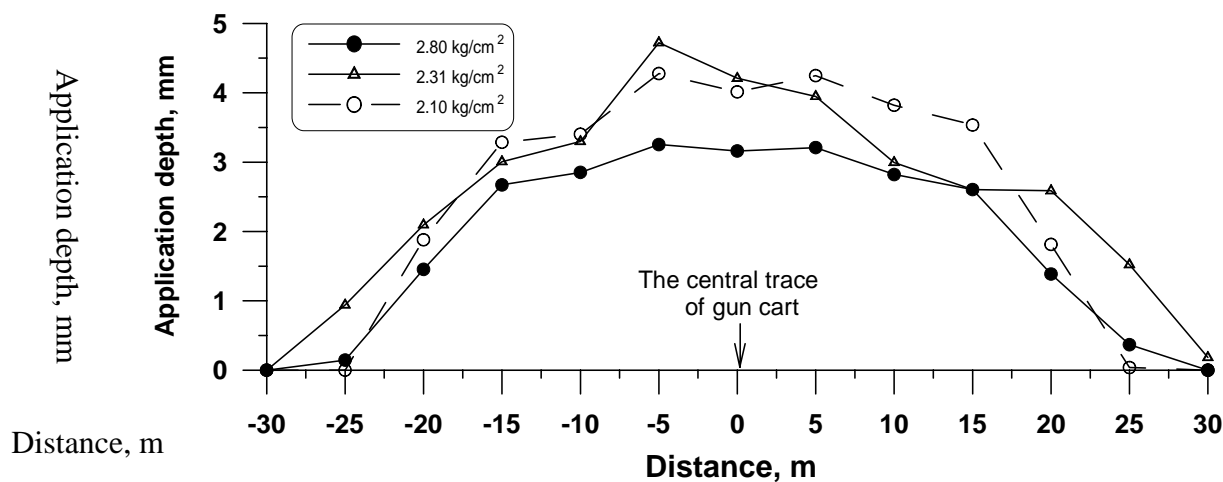


圖 9. 在三種不同噴頭壓力下垂直於拖曳管線之噴灌深度

Fig. 9. Application depth along a transect perpendicular to the direction of pull for the sprinkler at the different nozzle pressure.

表 3. 在 2.10、2.31 及 2.80 kg/cm² 之噴頭壓力下噴頭旋轉 320 度之噴灌均勻性係數 (%)

Table 3. Coefficient of uniformity (%) at plots under 2.10、2.31 and 2.80 kg/cm² of terminated pressure and nozzle rotated 320 degree for the sprinkler irrigator

Terminated pressure (kg/cm ²)	Replication			Mean*	Standard deviation
	1st	2nd	3rd		
2.10	82.4	80.3	72.6	78.4 ^a	5.18
2.31	76.5	79.5	77.1	77.7 ^a	1.61
2.80	73.9	68.1	65.9	69.3 ^b	4.12

* Values followed by different letters in column are significantly different at $P < 5\%$ level by the Duncan's test.

IV. 應用策略

豬糞尿處理水之主要成分為水及植物生長所需養分，這些養分為農產品經豬隻消化後排出之排泄物，此排泄物經過固液分離、厭氣處理及好氣處理後而溶解或未溶解於水中。由於豬糞尿處理水為可再利用之資源，因此最好之處理方法為回歸至農業土壤提供作物生長之養分，而非將豬糞尿處理水排放至河川水體。但豬糞尿處理水水分含量佔大部份，植物生長所需養分僅佔少部份；是故各養豬場應將每日產生之豬糞尿處理水累積集中且儲存於儲存槽，俟豬糞尿處理水到達一定儲存量時，灌溉附近農田。若養豬場並無儲存槽足以儲存數日或數星期之豬糞尿處理水，則應將豬糞尿處理水搬運至附近農田地區之儲存槽內儲存，俟作物需要施肥時再由儲存槽灌溉至農田。

由於台灣地區養豬方式大部份為大規模之集中圈飼生產為主 (large scale and confined animal feeding operations)，所產生之豬糞尿處理水亦有其地區性，如養豬場所屬之農地可消納其所生產之豬糞尿處理水，則此養豬場可自行處理其豬糞尿處理水；如養豬場不能自行處理所生產之豬糞尿處理水，則此養豬場應與附近有意願施灌豬糞尿處理水之農民達成協議，共同消納豬糞尿處理水。然

格式化

刪除: P

刪除: as evaluated

刪除: 業

而飼養的過程中，豬糞尿處理水不斷地產生，但農作物所需要之養分有季節性，不能與飼養豬隻一樣每日加以施肥，因此有必要建造儲存槽，以供農作物需要時再加以灌溉。如此將集中生產之豬糞尿處理水分散至各儲存槽，再由儲存槽分散至農田，可使豬糞尿處理水對作物之生產提供水分及養分，並對環境之危害降至最低。此種作業程序將可使社會大眾改變養豬業為污染業之看法改觀。

刪除: 將

一般經由三段式處理之豬糞尿處理水其總氮濃度從 100 至 500 mg/L，其水分含量佔 98%以上。為了使豬糞尿處理水更有經濟價值，其總氮濃度應予提高，以減低水分之含量。提高之方式可將處理後之豬糞尿處理水不斷地循環沖洗豬舍，以提高豬糞尿處理水之總氮濃度及導電度達到一定值。以此方式，一方面可降低豬場沖洗水之使用量；一方面降低豬糞尿處理水從廢水處理場運輸至農地灌溉之運輸成本，及降低農田灌溉之使用量，以降低滲漏水及地表逕流水之污染發生。

刪除: 如

結 論

高壓自捲式噴灌機為自國外引進，主要為利用豬糞尿處理水使之均勻地及適量地噴灌在農地上。由於豬糞尿處理水能提供作物生長吸收之養分，但因其水分含量過高，造成搬運及利用時之困難。例如：不能隨地形而均勻地分佈或因灌溉過量造成地表逕流，或滲漏而造成地下水之污染，或超過作物之養分需求量等。高壓自捲式噴灌機可調整成不同之噴頭壓力及不同之噴頭旋轉度數，二者組合起來可有效地控制不同之噴灌深度及施灌率，不僅可提供植物有效氮肥需求量，亦可減少形成地表逕流及滲漏作用。以此種可控制噴灌方式利用豬糞尿處理水可達到資源再利用之目的，但對環境之影響亦可降至最低。

刪除: 具有

刪除: 以達成

刪除: 之

刪除: 此可用以

致 謝

本研究蒙行政院農業委員會 90 農科-1.5.2-牧-U1 (3) 及 89 科技-1.4-牧-01 (1) 經費補助，謹致謝忱；對行政院農業委員會畜產試驗所畜牧經營系程梅萍博士、蕭庭訓先生、畜牧場農機庫等同仁共同協助完成本研究，謹申謝忱。

刪除: 計畫

刪除: 及

刪除: 始克

參考文獻

行政院農業委員會、臺灣省農林廳。1996。作物施肥手冊 pp. 166~173。

行政院環境保護署。1999。土壤處理標準。中華民國八十八年六月二十九日（八八）環署水字第○四二二五依號令。

林晉卿、王仕賢、洪嘉謨。1994。厭氣醱酵後之豬糞尿廢水應用於水耕栽培。科學農業 42 (11, 12)：348~354。

蕭庭訓。1999。三段式廢水處理場放流水質之探討。中國畜牧學會會誌 28 (增刊)：138。

謝昭賢、鄭皆達、蘇瑞榮。2000。豬糞尿處理水及不同乾水距對地表逕流水質之影響。台灣農業化學與食品科學 35 (5)：462~469。

ASCE Standard –ASCE S330.1. 1985. Procedure for Sprinkle Distribution Testing for Research Purpose. pp. 462~464.

Evans, R.O., J. C. Barker, J. T. Smith and R. E. Sheffield. 1997. Hard hose and cable tow traveler – Irrigation system. North Carolina Cooperative Extension Service AG-553-2. 10p.

刪除: -????

- Hirschi, M. C., R. I. Bamhisel, M. Ruetten, M. Leopold and R. G. Williams. 1981. Portable rainfall simulator for erosion studies. Paper no. 81-2058. St. Joseph, Mich., USA.
- Moffitt, D. C., J. N. Krider, D. J. Jones and J. Lemunyon. 1999. Waste utilization. *In*: Agricultural Waste Management Field Handbook. pp. 11-1~11-36, National Engineering Handbook (NEH) Part 651, Natural Resources Conservation Service, USDA, USA.
- Wrage, K. J., F. R. Garter and J. L. Bulter. 1994. Inexpensive rain gauges constructed from recyclable 2-liter plastic drink bottles. *J. Range Manage.* 47 (3): 249~250

刪除: Chapter 11

The Performance and Application of Hose-drag Traveling Sprinkler ⁽¹⁾

Chao-Hsien Hsieh ^{(2)*}, San-Ping Young ⁽³⁾, Jiing-Shan Tzeng ⁽⁴⁾,
Zueng-Sang Chen ⁽⁵⁾, Meeng-Ter Koh ⁽²⁾ and Chung-Ginn Lee ⁽⁶⁾

Received : Aug. 20, 2001 ; Accepted : Nov. 29, 2001

Abstract

A hose-drag traveling sprinkler was imported for irrigation of treated swine wastewater on the farmland. The performance of sprinkler was measured on the wetted radius, sprinkler flow rate, application rate and uniformity of coefficient under various terminated pressure to provide the basic data for field practice. For the terminated pressure of the pipe less than 2.80 kg/cm², the results showed that the wetted radius and sprinkler flow rate increased with increasing terminated pressure. Both the wetted radius and sprinkler flow rate were significantly related to terminated pressure based on the field test ($p < 0.01$) ($Y = 10.5 + 6.15 * X$, where: Y was wetted radius, X was terminated pressure, and $Y = 8.00 + 3.90 * X$, where: Y was sprinkler flow rate, X was terminated pressure). The mean uniformities of coefficient for the application depth along a transect perpendicular to the direction of pull for the sprinkler under 2.10, 2.31 and 2.80 kg/cm² terminated pressure were 78.4%, 77.7% and 69.3%, respectively, all the coefficient were higher than the acceptable value of 60%.

Key Words: Hose-drag traveling sprinkler, Performance test, Sprinkle

(1) Contribution No. 1091 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Department of Livestock Management, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author (e-mail: chhsieh@mail.tlri.gov.tw) .

(3) Department of Forage Crops, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Department of Sweetener, Taiwan Sugar Research Institute, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(5) Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

(6) Department of Pollution Control, Animal Industry, Council of Agriculture, Taipei, Taiwan, R.O.C.