

# 地面結構對涼季豬隻生長性能與豬舍廢水量 及水質之影響<sup>(1)</sup>

蘇天明<sup>(2)(4)</sup> 翁義翔<sup>(2)</sup> 鍾承訓<sup>(2)</sup> 蕭庭訓<sup>(2)</sup> 程梅萍<sup>(3)</sup>

收件日期：106年3月16日；接受日期：106年8月23日

## 摘 要

本試驗旨在探討地面結構對豬舍廢水量與廢水水質及豬隻生長性能之影響。在涼季將平均體重 39 kg 的 LD 肉豬 72 頭，飼養在實地面 (SOF 組)、部分條狀地面 (PSF 組) 及全條狀地面 (TSF 組) 等 3 種地面結構豬欄，每處理組 4 欄，每欄飼養 6 頭，閹公豬和肉女豬各半數。SOF 及 PSF 組地面每日以農塘水沖洗 1 次，TSF 組每 3 - 4 日以回收水沖洗糞尿溝 1 次。試驗期間飼糧及飲用水皆任飼，飼養到各組平均體重 115 kg 結束試驗。結果顯示，試驗全期地面結構對豬隻的日增重和飼料效率差異無顯著，TSF 組攝食量顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 SOF 為高。飼養於 SOF、PSF 及 TSF 的豬隻，在生長期平均清洗豬舍用水量分別為 28.62、22.02 及 14.57 L/d/head，廢水量分別為 26.31、20.48 及 13.84 L/d/head。PSF 及 TSF 組用水量分別僅為 SOF 組的 76.97% 及 50.78%，廢水量則分別為 SOF 組的 77.76% 及 52.66%。肥育期 (平均體重約 75 kg 至試驗結束) 平均清洗豬舍用水量為 39.41、24.20 及 16.02 L/d/head，廢水量則為 37.17、22.67 及 15.21 L/d/head。PSF 及 TSF 組用水量分別為 SOF 組的 61.28% 及 40.59%，廢水量則分別為 SOF 組的 60.69% 及 40.76%。結果顯示，在維持豬舍地面清潔之前提下，涼季豬舍設置部分條狀地面或全條狀地面，可較實地面者節省沖洗水用量及減少廢水產量。

關鍵詞：生長肥育豬、地面結構、沖洗水量。

## 緒 言

臺灣河川坡陡流急，民國 101 年 (經濟部水利署，2013) 及 103 年 (經濟部水利署，2016a) 臺灣年降雨量分別為 1,130 及 691.56 億立方公尺，年入海水量 730 及 338.89 億立方公尺，年利用總水量僅 173.10 及 177.40 億立方公尺，分別約 65% 及 49% 雨水入海。水資源供需統計 (經濟部水利署，2016b) 登載，臺灣地區 103 年農業用水達 130.46 億立方公尺，占年總用水量之 73.54%，而畜牧業 103 年總用水量為 6,676 萬立方公尺，已大幅地較民國 101 年的 1 億噸 (經濟部水利署，2013) 減少 32% 以上。夏 (2001) 指出，以飼養 100 頭母豬規模的一貫作業豬場而言，實地面豬舍每日需用水量約 189 m<sup>3</sup>，條狀地面用水量則約需 113 m<sup>3</sup>，條狀地面每日需用水量約為實地面豬舍的 60%。臺灣省畜產試驗所 (1993) 以體重 100 kg 的肉豬為一個動物單位 (animal unit, AU)，每頭每日糞 (1.7 kg)、尿 (3.3 L) 排泄量合計 5 kg、豬舍沖洗水以糞、尿排泄量 5 倍計算，估計每頭每日的廢水產生量為 30 L。蘇等 (2009) 指出，體重 100 kg 的豬隻每日每頭糞便、尿液、BOD 和 COD 的排泄量分別為 980 g、2,975 mL、88.2 g 和 383.7 g。洪 (1998) 指出，豬隻糞尿排泄量之多寡或其理化性狀，與飼糧種類、品質和餵飼方式均有關，而季節不同、飲水量互異，也會影響豬隻糞尿排泄量及其理化性狀。實地面結構的豬舍，豬隻糞、尿皆存積在床面上，為了維持豬舍清潔通常會每日清洗，而條狀地面豬舍 (泛指能使豬糞、尿下掉到糞尿溝的地面結構) 由於部分糞、尿已下掉到糞尿溝，將可減少清洗頻率，如果再利用處理後之回收水沖洗糞尿溝，更能大幅減少用水量，但是全條狀地面對豬隻腳蹄和腳趾健康的影響較實地面為大 (Moultotou *et al.*, 1998; Moultotou *et al.*, 1999; Gillman *et al.*, 2009)，進而影響豬隻生長。由於水資源蓄存利用不易，且隨著氣候變遷，在極端氣候的影響下，水資源欠缺問題勢將日趨嚴重。另外，從民國 106 年開始畜牧業將依照放流水的水質和水量徵收水污染防治費，畜牧業節水飼養刻不容緩。因此，本試驗將探討不同地面結構對清洗豬舍之用水量、廢水量與廢水水質，及其對豬隻生長性能之影響。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2573 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所主任秘書室。

(4) 通訊作者，E-mail：tmsu@mail.tlri.gov.tw。

## 材料與方法

### I. 試驗設計

- (i) 在涼季將體重  $38.9 \pm 3.0$  (SD) kg 的 LD 肉豬 72 頭，飼養在實地面 (Solid floor, SOF 組)、部分條狀地面 (partially slatted floor, PSF 組) 及全條狀地面 (totally slatted floor, TSF 組) 等 3 種地面結構豬欄處理組，每處理 4 欄、每欄飼養 6 頭，閹公豬和肉女豬各 3 頭，每頭豬提供  $1.3 \text{ m}^2$  的地面積，在各組平均體重達 115 kg 結束生長試驗。
- (ii) 飼糧以玉米—大豆粕為主要原料，參考 NRC (1998) 推薦的生長肥育豬營養需要量調製 (表 1)；每日分上、下午提供任食量 (以下次餵飼時飼槽尚有剩餘料為度) 之飼糧，飲用水充分供應。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of basal diet for grower-finisher pigs

Items	Grower	Finisher
Ingredients, %		
Corn meal, CP 7.8%	63.77	70.29
Soybean meal, CP 43.8%	25.50	17.00
Molasses	2.00	2.00
Wheat bran	5.00	6.00
Soybean oil	1.00	1.50
Limestone, pulverized	0.60	1.00
Dicalcium phosphate	1.30	1.40
Choline chloride, 50%	0.08	0.06
Salt	0.50	0.50
Vitamin premix*	0.10	0.10
Mineral premix**	0.15	0.15
Total	100	100
Calculated value		
Digestible energy, kcal/kg	3,404	3,405
Crude protein, %	17.10	14.04
Calcium, %	0.84	0.79
Phosphorus, %	0.65	0.64

\* Vitamin premix provided per kilogram of diet as follows: Vitamin A, 6000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 800 IU; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.02 mg; Vitamin E, 20 IU; Vitamin K<sub>3</sub>, 4 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 4 mg; Pantothenic acid, 16 mg; Niacin, 30 mg; Pyridoxine, 1 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 0.1 mg.

\*\* Mineral premix provided per kilogram of diet as follows: Fe (FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O), 140 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O), 7 mg; Mn (MnSO<sub>4</sub>), 20 mg; Zn (ZnO), 70 mg; I (KI), 0.45 mg.

- (iii) 本試驗涉及之動物實驗於畜產試驗所經營組二棟豬舍執行，SOF 組和 PSF 組係於同棟傳統開放式豬舍進行，豬舍地面飲水端鋪設約 1/3 地面積的生鐵板材質條狀地面，PSF 組沿用原豬舍地面結構，SOF 組則於生鐵板上端鋪設花紋鋸板使成為實地面，TSF 組則在另一棟不銹鋼網狀地面 (孔隙 2 cm × 14 cm) 豬舍進行；3 種地面結構豬欄，如圖 1 所示。動物之使用、飼養及實驗內容，皆依據畜產試驗所實驗動物照護及使用小組審查同意文件及試驗準則進行。

### II. 測定項目與方法

- (i) 試驗期間每日觀察並紀錄豬隻腳蹄損傷情形。
- (ii) 生長性能：豬隻於試驗開始磅重後，在平均體重 100 kg 前每 2 週磅重 1 次，100 kg 後每週磅重 1 次，記錄飼糧攝食量。依據生長期 (試驗開始至平均體重約 75 kg) 及肥育期 (平均體重約 75 kg 至試驗結束) 之增重情形與攝食量，計算平均日攝食量 (average daily feed intake, ADFI)、平均日增重 (average daily gain, ADG) 及飼料效率 (gain/feed, G/F)。

- (iii) 沖洗水量和廢水量調查：SOF 組及 PSF 組以畜產試驗所後山設置之農塘水(雨水蓄留池)沖洗，每日以 3 HP 馬達加壓水柱沖洗豬隻及地面 1 次；TSF 組使用本試驗產生的廢水、經過三段式處理後之回收水沖洗糞尿溝，每週一及週四各沖洗 1 次。SOF 組及 PSF 組以欄為單位裝設水表，TSF 組則以整組(4 欄)為單位使用蓄水式沖水設備及廢水計量桶，測定並紀錄清洗豬舍用水量及產生之廢水量(圖 2)。



圖 1. 不同地面結構豬欄

SOP 組：實地面；PSF 組：部分條狀地面；TSF 組：全條狀地面。

Fig. 1. Pig pen with different floor types.

Group SOF: solid floor; Group PSF: partially slatted floor; Group TSF: totally slatted floor.



圖 2. 沖洗水及廢水計量

SOP 組：實地面；PSF 組：部分條狀地面；TSF 組：全條狀地面。

Fig. 2. Estimation of flush water consumption rate and analysis of wastewater quantity.

Group SOF: solid floor; Group PSF: partially slatted floor; Group TSF: totally slatted floor.

- (iv) 飲水系統消耗水量調查：SOF 組及 PSF 組各欄設置碗式飲水器及水表，每週一、四上午 9：00 – 10：00 紀錄水表流量後，於溢流水出口下方放置塑膠桶收集，翌日同時再紀錄水表流量以計算消耗水量，並以 5 L 量筒測定收集於塑膠桶中之溢流水量。

- (v) 樣品採集與分析

1. 每週採集沖洗 SOF 組及 PSF 組地面之農塘水及沖洗 TSF 組糞尿溝之回收水，測定 pH 值、電導度 (EC)、化學需氧量 (COD) 及懸浮固體物 (SS) 濃度 1 次，每 2 週並分析生化需氧量 (BOD) 及礦物質濃度 1 次。
2. 採集經過固液分離的原廢水，每週測定 pH 值、EC、COD 及 SS 濃度 1 次，每 2 週分析 (BOD) 濃度 1 次。
3. pH 值及 EC 分析：pH 值以 pH 測定儀 (WTW inoLab Mutil 9420, Germany) 測定之；EC 以電極法 (WTW inoLab Mutil 9420, Germany) 測定之。
4. COD、BOD 及 SS 濃度分析：分別依照行政院環境保護署公告之 NIEA W515.54A (行政院環境保護署環境檢驗所，2007)、NIEA W510.55B (行政院環境保護署環境檢驗所，2011) 及 NIEA W210.57A (行政院環境保護署環境檢驗所，2006) 方法進行分析。
5. 礦物質濃度分析：將水樣定量 50 mL 後加入 3 N 的鹽酸 10 mL，以錶玻璃覆蓋置 350°C 電熱板進行酸解。酸解後以 1 號濾紙過濾、定量，再參考 AOAC (2005) 方法以原子吸收光譜儀 (Spectrophotometer Z8100, Hitachi) 測定銅、鋅、鐵、錳、鈉、鉀及鎂含量。

### III. 統計分析

利用 SAS 統計分析套裝軟體的一般線性模式程序 (general linear model procedure) 進行變方分析 (SAS, 2002)。以 LSMEANS 統計模式估計各處理組的最小平方平均值及標準機差，再以特奇公正顯著差異法 (Tukey's honest significant difference, HSD)，比較各處理組平均值間的差異顯著性。



## 結果與討論

### I. 豬隻腳蹄損傷情形

試驗期間 TSF 組有 2 頭豬隻腳蹄有輕微跛腳現象，可能由於不銹鋼地面較為光滑而滑倒所致，經治療後即恢復，故並未移出繼續參與試驗；SOF 組及 PSF 組豬隻皆無腳蹄受傷情形。Gillman *et al.* (2009) 在英國的研究發現，飼養於混凝土實地面、部分條狀地面及全條狀地面，分別有 3.2%、9.7% 及 10.0% 的肉豬腳蹄受傷，而 Mouttotou *et al.* (1998, 1999) 的研究也有相同的結論。Mouttotou *et al.* (1998) 指出，豬隻飼養在混凝土實地面並鋪設 10 cm 以上的墊料，有助於降低豬隻腳蹄受傷比率及提高育成率。

### II. 地面結構對生長肥育豬生長性能之影響

各組豬隻在 200 日齡前平均體重皆可達 115 kg (表 2)，較蘇等 (2016) 於熱季進行的試驗縮短約 10 – 14 日，主要原因是肥育期的 ADG 較蘇等 (2016) 於熱季進行為大。生長期 TSF 組豬隻的 ADFI 顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 SOF 組為多，肥育期 SOF 組的 G/F 顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 TSF 組為佳，而 PSF 組的 ADFI 較 SOF 組為多 ( $P < 0.05$ )。就整個試驗期間而言，除了 TSF 組的 ADFI 顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 SOF 組為多外，豬隻飼養在不同地面結構豬舍，對 ADG 及 G/F 皆無顯著影響。

表 2. 地面結構對生長肥育豬生長性能之影響

Table 2. Effects of floor types on growth performance of grower-finisher pig

Items	Group SOF*	Group PSF	Group TSF	SE
No. of pen	4	4	4	
Initial				
Age, day	89.0 <sup>b</sup>	94.3 <sup>a</sup>	90.5 <sup>ab</sup>	1.1
Body weight, kg	40.0	39.5	37.2	1.4
Grower				
Age, day	145.0 <sup>b</sup>	150.3 <sup>a</sup>	146.5 <sup>ab</sup>	1.1
Body weight, kg	75.8	76.4	75.3	1.9
ADG, kg	0.64	0.66	0.68	0.02
ADFI, kg	1.73 <sup>b</sup>	1.76 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>a</sup>	0.01
G/F	0.37	0.37	0.38	0.01
Finisher				
Age, day	192.3 <sup>b</sup>	198.4 <sup>a</sup>	198.7 <sup>a</sup>	2.0
Body weight, kg	115.1	115.4	115.4	0.99
ADG, kg	0.83	0.81	0.77	0.03
ADFI, kg	2.60 <sup>b</sup>	2.70 <sup>a</sup>	2.65 <sup>ab</sup>	0.06
G/F	0.32 <sup>a</sup>	0.30 <sup>ab</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.01
Overall				
ADG, kg	0.73	0.73	0.72	0.01
ADFI, kg	2.13 <sup>b</sup>	2.19 <sup>ab</sup>	2.20 <sup>a</sup>	0.03
G/F	0.34	0.33	0.33	0.01

\* Group SOF: Solid floor; Group PSF: partially slatted floor; Group TSF: totally slatted floor.

<sup>a, b</sup> Means within the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

### III. 農塘水及回收水水質及礦物質含量

清洗豬舍的水源可能影響廢水水質，本研究用於沖洗 TSF 組糞尿溝的回收水，其 COD、EC、Zn、Fe、Mn、Ca、Na、K 和 Mg 的濃度，皆較用於沖洗 SOF 組及 PSF 組的農塘水為高 ( $P < 0.05$ )，而 pH 值顯著地較低 (表 3)。在豬隻生長期，回收水之 BOD 濃度顯著地較農塘水為高，SS 和 Cu 濃度無顯著差異；豬隻肥育期時，回收水之 SS 和 Cu 濃度皆顯著地較農塘水為高，而回收水和農塘水的 BOD 濃度無顯著差異。

表 3. 農塘水及回收沖洗水水質及礦物質含量

Table 3. Water quality and mineral contents of fresh and recycled flush water

Items	Grower			Finisher		
	Fresh*	Recycled	SE	Fresh*	Recycled	SE
Water quality						
COD, mg/L	19.75 <sup>b</sup>	121.00 <sup>a</sup>	9.98	11.50 <sup>b</sup>	144.75 <sup>a</sup>	6.99
BOD, mg/L	1.75 <sup>b</sup>	18.75 <sup>a</sup>	1.49	3.50 <sup>b</sup>	18.00 <sup>a</sup>	3.42
SS, mg/L	1.75	16.50	5.34	1.75 <sup>b</sup>	11.00 <sup>a</sup>	0.88
EC, mS/cm	0.07 <sup>b</sup>	1.59 <sup>a</sup>	0.03	0.08 <sup>b</sup>	1.69 <sup>a</sup>	0.07
pH	7.99 <sup>a</sup>	6.86 <sup>b</sup>	0.14	8.16 <sup>a</sup>	6.59 <sup>b</sup>	0.09
Mineral content						
Cu, mg/L	0.033	0.036	0.003	0.025 <sup>b</sup>	0.036 <sup>a</sup>	0.002
Zn, mg/L	0.032 <sup>b</sup>	0.132 <sup>a</sup>	0.007	0.028 <sup>b</sup>	0.196 <sup>a</sup>	0.009
Fe, mg/L	0.092 <sup>b</sup>	0.131 <sup>a</sup>	0.010	0.058 <sup>b</sup>	0.159 <sup>a</sup>	0.013
Mn, mg/L	0.015 <sup>b</sup>	0.056 <sup>a</sup>	0.004	0.018 <sup>b</sup>	0.075 <sup>a</sup>	0.004
Ca, mg/L	12.4 <sup>b</sup>	22.7 <sup>a</sup>	1.2	12.9 <sup>b</sup>	29.1 <sup>a</sup>	1.0
Na, mg/L	6.1 <sup>b</sup>	93.6 <sup>a</sup>	1.2	6.3 <sup>b</sup>	105.9 <sup>a</sup>	1.8
K, mg/L	3.8 <sup>b</sup>	182.6 <sup>a</sup>	8.2	3.4 <sup>b</sup>	223.7 <sup>a</sup>	7.8
Mg, mg/L	3.2 <sup>b</sup>	47.2 <sup>a</sup>	1.0	3.2 <sup>b</sup>	45.3 <sup>a</sup>	0.7

\* fresh water from a pool were used to wash the pig pen of solid floor and partially slatted floor; recycled water was used to flush the ditch under the totally slatted floor; SE: standard error.

<sup>a, b</sup> Means within the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

SOF 組及 PSF 組所使用的農塘水 (表 4)，在豬隻生長期與肥育期的水質和礦物質濃度皆低，而豬隻生長期的 BOD 濃度顯著地較肥育期為低，Fe 濃度較肥育期為高 ( $P < 0.05$ )。在回收水方面，肥育期水質的 pH 值顯著地較生長期為低，除了 Cu、Fe 和 Mg 外，肥育期使用的回收水所含礦物質濃度皆顯著地較生長期為高。顯示養豬廢水經三段式處理後循環利用於沖洗糞尿溝，回收水的礦物質濃度可能隨著循環利用期間而逐漸提高。

#### IV. 地面結構對生長肥育豬沖洗水量、廢水量及廢水水質之影響

飼養在 SOF、PSF 及 TSF 地面的豬隻，在生長期平均沖洗水量分別為 28.62、22.02 及 14.57 L/d/head (表 4)，PSF 組及 TSF 組分別為 SOF 組的 76.97% 及 50.78%，肥育期平均沖洗水量分別為 39.41、24.20 及 16.02 L/d/head，PSF 組及 TSF 組則分別為 SOF 組的 61.28% 及 40.59%。生長期和肥育期 PSF 組沖洗水用量較 SOF 組節省 23.03 – 38.72%，TSF 組沖洗水用量僅為 SOF 組的 40.59 – 50.78%，且係使用回收水，節水效果較 PSF 組與 SOF 組皆佳。蘇等 (2016) 在熱季於相同實驗場地獲得結果，PSF 組和 TSF 組豬隻生長期沖洗水量分別為 SOF 組的 84.09% 和 42.78%，肥育期則為 74.33% 和 35.09%，即 PSF 組豬隻在生長肥育期約較 SOF 組節省 15.90 – 25.67% 沖洗水用量，TSF 組則約 57.22 – 64.91%。本研究 TSF 組的沖洗水量與夏 (2001) 的研究均顯示，條狀地面每日需用水量約為實地面豬舍的 60%。

SOF 組生長期與肥育期廢水量分別為 26.31 與 37.17 L/d/head，臺灣省畜產試驗所 (1993) 估算體重 100 kg 的豬隻每日的廢水量為 30 L/head，本研究肥育期的廢水量較該估算值為大，而 PSF 組和 TSF 組生長期與肥育期豬隻的廢水量則較估算值為少。蘇等 (2016) 指出，在熱季 PSF 組和 TSF 組生長期豬隻的廢水量，分別為 SOF 組的 85.00% 和 48.50%，肥育期則為 SOF 組的 64.76% 和 37.69%，即 PSF 組和 TSF 組豬隻在生長期較 SOF 組減少廢水量 15.00% 和 51.50%，肥育期則減少 25.24% 和 62.31%。顯示豬隻飼養在條狀地面較飼養於實地面者，具有較佳的減廢效果。

夏 (2001) 針對飼養在實地面豬舍的生長期與肥育期肉豬，建議飼養面積分別為 1.2 及 1.4 m<sup>2</sup>/頭，而本試驗豬隻生長肥育期皆飼養於同一豬欄，因此各處理組每頭豬設計提供 1.3 m<sup>2</sup> 地面積，也符合行政院農業委員會 (2017) 訂定之豬隻友善飼養系統定義及指南指出，生長肥育豬 (30 – 110 kg 以上) 每頭飼養面積至少需達 1.0 m<sup>2</sup> 之標準，惟較目前商業豬場約提供 1.0 m<sup>2</sup>/頭飼養面積為大。如果以每頭豬提供每平方公尺飼養面積計算沖洗水

量及廢水量，再參考臺灣省畜產試驗所(1993)以體重 100 kg 肉豬為一個動物單位 (animal unit, AU) 及其換算值，本研究生長期 (體重 39 – 75 kg) 與肥育期 (體重 75 – 115 kg) 的體重中數分別約 57 及 91 kg，生長期與肥育期每頭肉豬的換算值 0.8 與 0.9 AU 估算，則 SOF 組豬隻在生長期與肥育期廢水量分別為 25.29 與 31.77 L/d/AU，而 PSF 組和 TSF 組豬隻，生長期與肥育期的廢水量皆相近，分別為 19.69 與 19.37 L/d/AU 和 13.31 與 13.01 L/d/AU，除了 SOF 組豬隻外，每一個動物單位產生的廢水量，皆較臺灣省畜產試驗所(1993) 估算值為低。

表 4. 地面結構對生長肥育豬沖洗水量及廢水量之影響

Table 4. Effects of floor types on the flush water consumption and wastewater quantity of grower-finisher pig

Items	Group SOF*	Group PSF	Group TSF	SE
<b>Grower</b>				
Consumption, L/d/head	28.62 <sup>a</sup>	22.02 <sup>a</sup>	14.57 <sup>b</sup>	2.69
Wastewater, L/d/head	26.31 <sup>a</sup>	20.48 <sup>ab</sup>	13.84 <sup>b</sup>	2.66
Consumption **, L/d/AU	27.53 <sup>a</sup>	21.18 <sup>a</sup>	14.01 <sup>b</sup>	2.63
Wastewater **, L/d/AU	25.29 <sup>a</sup>	19.69 <sup>ab</sup>	13.31 <sup>b</sup>	2.58
Consumption rate***, %	100.00	76.97	50.78	—
Wastewater rate***, %	100.00	77.76	52.66	—
<b>Finisher</b>				
Consumption, L/d/head	39.41 <sup>a</sup>	24.20 <sup>b</sup>	16.02 <sup>c</sup>	2.89
Wastewater, L/d/head	37.17 <sup>a</sup>	22.67 <sup>b</sup>	15.21 <sup>c</sup>	2.86
Consumption **, L/d/AU	33.68 <sup>a</sup>	20.69 <sup>b</sup>	13.69 <sup>c</sup>	2.75
Wastewater **, L/d/AU	31.77 <sup>a</sup>	19.37 <sup>b</sup>	13.01 <sup>c</sup>	2.71
Consumption rate***, %	100.00	61.28	40.59	—
Wastewater rate***, %	100.00	60.69	40.76	—

\* Described the same as in Table 2.

\*\* AU (animal unit): The body weight at 100 kg is defined as an animal unit of pig. In the present study, the grower stage and finisher stage were estimated to be 0.8 and 0.9 AU, respectively.

\*\*\* Calculated value, Consumption rate = Consumption of groups SOF, PSF and TSF ÷ Consumption of group SOF; Wastewater rate = Wastewater of groups SOF, PSF and TSF ÷ Wastewater of group SOF.

<sup>a, b, c</sup> Means within the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

各組廢水經固液分離後，在生長期的 COD 和 SS 濃度及肥育期 COD 濃度皆無顯著差異，BOD 濃度介於 1,298 – 2,952 mg/L 間；TSF 組生長期和肥育期原廢水的 BOD 濃度皆顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 SOF 組為低 (表 5)，可能是由於 TSF 組豬隻糞便在糞尿溝中蓄積 3 – 4 日已有部分被分解且水分含量降低，故在進行固液分離時固形物較容易被分離所致。蘇等 (2009) 調查體重 50 kg 及 100 kg 的肉豬每日糞便 (816 及 980 g/head) 和尿液 (3,393 及 3,955 g/head) 排泄量，以及糞便乾物質與尿液的 COD 和 BOD 濃度，在統計上皆無顯著差異，各組肥育期的原廢水 COD 和 BOD 濃度均較生長期為低，可能係肥育期的廢水量較生長期為多 (表 3) 而被稀釋所致。不論生長期或肥育期，TSF 組之原廢水 EC 皆顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 SOF 組及 PSF 組為高，應與 TSF 組係採用經三段式處理之回收水沖洗糞尿溝，較 SOF 組及 PSF 組使用之農塘水的 COD、EC、Zn、Fe、Mn、Ca、Na、K 和 Mg 的濃度顯著為高 (表 3) 有關。此外，不論生長期或肥育期 TSF 組原廢水之 pH 值皆顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 PSF 組為高。

#### V. 地面結構對生長肥育豬飲用水消耗量之影響

豬隻生長期 SOF 組及 PSF 組總消耗水量分別為 6.94 及 5.74 L/d/head，飲水量為 5.81 及 5.19 L/d/head，溢流量為 1.04 及 0.56 L/d/head，溢流水率為 9.77% 和 14.99% (表 6)；肥育期總消耗水量為 9.20 及 7.77 L/d/head，飲水量 7.62 及 7.33 L/d/head，溢流量 1.59 及 0.43 L/d/head，溢流水率 5.54% 和 17.27%，SOF 組不論在生長期或肥育期的總消耗水量、飲水量、溢流量及溢流水率皆顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 PSF 組為多。SOF 組和 PSF 組分別設置於同棟豬舍南、北兩邊，而 SOF 組豬隻生長期和肥育期的溢流量及溢流水率 (溢流 / 總消耗) 皆顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較 PSF 組為多，推測係因 SOF 組設置於豬舍南邊且無樹蔭，導致豬隻有較多嬉水情形。

本試驗生長期豬隻飲水量，與研究 (Brooks et al, 1989; Brumm et al., 2000) 均指出，生長肥育豬飲水量為 1.9 – 6.8 L/d，與 Li et al. (2005) 測得生長肥育豬平均飲水量為 4.01 – 5.38 L/d 之結果皆相近，但 SOF 組和 PSF 組肥育期每日飲水量皆在 7 L/d 以上，則較上述文獻之研究結果皆高。蘇等 (2016) 在熱季於相同實驗場地獲得結果，SOF 組及 PSF 組豬隻生長期的飲水量 5.27 及 5.43 L/d/head，肥育期則為 6.66 及 7.03 L/d/head，與本試驗獲致結果相近。Torrey et al. (2008) 與蘇等 (2015) 皆證實，使用碗式 (bowl) 飲水器供應保育豬飲水，其溢流量較使用乳頭式飲水器者為少。Li et al. (2005) 以乳頭式 (nipple) 飲水器提供飲水予平均體重 52.6 及 71.9 kg 的豬隻，結果溢流量和溢流水率分別為 1.29 L/d/head 和 25.8% 及 1.93 L/d/head 和 27.0%，明顯較本試驗使用碗式飲水器為多，推測生長肥育豬使用碗式飲水器可能較使用乳頭式飲水器者具節水減廢之效果。此外，本研究 SOF 組及 PSF 組溢流水率在 5.54 – 17.27% 間，較 Brooks (1994) 指出，豬隻飲水系統可能由於疏於管理和飲水器型式的不同，其溢流水率可達總消耗水量的 60% 為低。

表 5. 地面結構對固液分離後廢水水質之影響

Table 5. Effects of floor types on the quality of wastewater after solid-liquid separation

Items	Grower				Finisher			
	Group SOF	Group PSF	Group TSF	SE	Group SOF	Group PSF	Group TSF	SE
COD, mg/L	6,859	7,577	7,172	1,361	5,715	6,788	5,148	543
BOD, mg/L	2,952 <sup>a</sup>	2,617 <sup>ab</sup>	2,063 <sup>b</sup>	222	1,705 <sup>b</sup>	2,215 <sup>a</sup>	1,298 <sup>c</sup>	58
SS, mg/L	2,617	1,710	2,286	299	1,353 <sup>b</sup>	2,275 <sup>a</sup>	2,005 <sup>ab</sup>	373
EC, mS/cm	3.48 <sup>c</sup>	4.84 <sup>b</sup>	5.60 <sup>a</sup>	0.21	4.13 <sup>b</sup>	3.14 <sup>b</sup>	5.74 <sup>a</sup>	0.28
pH	6.48 <sup>ab</sup>	6.33 <sup>b</sup>	6.98 <sup>a</sup>	0.16	6.75 <sup>b</sup>	6.64 <sup>b</sup>	7.13 <sup>a</sup>	0.09

\* Described the same as in Table 2.

<sup>a, b, c</sup> Means within the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表 6. 地面結構對生長肥育豬飲用水消耗量之影響

Table 6. Effects of floor types on the drinking water consumption of grower-finisher pigs

Items	Group SOF*	Group PSF	SE
	----- L/pig daily -----		
Grower (n = 6)			
Water intake	5.81 <sup>a</sup>	5.19 <sup>b</sup>	0.33
Water wastage	1.04 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.13
Water disappearance	6.94 <sup>a</sup>	5.74 <sup>b</sup>	0.32
Wastage/disappearance**, %	14.99 <sup>a</sup>	9.77 <sup>b</sup>	2.25
Finisher (n = 18)			
Water intake	7.62 <sup>a</sup>	7.33 <sup>b</sup>	0.41
Water wastage	1.59 <sup>a</sup>	0.43 <sup>b</sup>	0.14
Water disappearance	9.20 <sup>a</sup>	7.77 <sup>b</sup>	0.61
Wastage/disappearance, %	17.27 <sup>a</sup>	5.54 <sup>b</sup>	1.77

\* Described the same as in Table 2.

\*\* Wastage/disappearance = Water wastage ÷ Water disappearance × 100.

<sup>a, b</sup> Means within the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 結 論

本試驗將生長肥育豬飼養在不同地面結構豬舍，其日增重及飼料效率皆相近。豬隻飼養在不銹鋼全條狀地面豬舍並應用回收水沖洗糞尿溝，較飼養在實地面豬舍者具節省沖洗水量及減少廢水量的效果。另外，生長肥育豬飼養在不銹鋼全條狀地面豬舍，可能影響豬隻腳蹄健康，因此全條狀地面材質之選擇，有待後續探討。



## 參考文獻

- 行政院農業委員會。2017。豬隻友善飼養系統定義及指南。[http://www.coa.gov.tw/theme\\_data.php?theme=publication&id=3229](http://www.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=publication&id=3229)。
- 臺灣省畜產試驗所。1993。豬糞尿處理設施工程設計、施工手冊(修訂本)。臺灣省畜產試驗所專輯第21號，臺南新化，pp. B-D。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2006。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法－103℃－105℃乾燥。<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W21057A.htm>，中華民國95年6月2日公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2011。水中生化需氧量檢測方法(NIEA W510.55B)。<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51054B.htm>，中華民國100年1月27日公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2007。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法(NIEA W515.54A)。<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51554A.htm>，中華民國96年8月1日公告。
- 洪嘉謨。1998。跨世紀養豬排泄廢棄資源處理技術。臺灣省畜產試驗所專輯第60號，臺南新化，p. 7。
- 夏良宙。2001。豬舍設備。畜牧要覽養豬篇(增修版)。中國畜牧學會編印。pp. 285-292。
- 經濟部水利署。2013。中華民國102年水利統計。經濟部水利署編印。103年7月出版。
- 經濟部水利署。2016a。中華民國104年水利統計(修訂版)，壹.水資源運用。[http://www.wra.gov.tw/lp.asp?CtNode=8894&CtUnit=874&BaseDSD=4&xq\\_xCat=15](http://www.wra.gov.tw/lp.asp?CtNode=8894&CtUnit=874&BaseDSD=4&xq_xCat=15)。
- 經濟部水利署。2016b。103年水資源供需統計表。<http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=20062&ctNode=8890&comefrom=lp#8890>。
- 蘇天明、李免蓮、吳遵文、蕭庭訓、李恒夫、廖宗文、郭猛德。2009。不同體重肉豬糞尿排泄量及其成分調查。中畜會誌 38(2)：97-107。
- 蘇天明、翁義翔、鍾承訓、紀泐竹、蕭庭訓。2015。飲水器型式對保育豬生長性能及飲水消耗量之影響。中畜會誌 44(增刊)：119。
- 蘇天明、翁義翔、鍾承訓、鄭閔謙、蕭庭訓、程梅萍。2016。地面結構對熱季豬隻生長性能及豬舍用水量、廢水量之影響。畜產研究 49(1)：26-34。
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis (18th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Brooks, P. H. 1994. Water-Forgotten nutrient and novel delivery system. In Biotechnology in the Feed Industry. Nottingham Press, Leicestershire, U.K. pp. 211-234.
- Brooks, P. H., J. L. Carpenter, J. Barber and B. P. Gill. 1989. Production and welfare problems relating to the supply of water to growing-finishing pigs. Pig Vet. J. 23: 51-66.
- Brumm, M. C., J. M. Dahlquist, and J. M. Heemstra. 2000. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use, and manure volume. Swine Health Prod. 8: 51-57.
- Gillman, C. E., A. L. KilBride, P. Ossent and L. E. Green. 2009. A cross-sectional study of the prevalence of foot lesions in post-weaning pigs and risks associated with floor type on commercial farms in England. Prev. Vet. Med. 91(2-4): 146-152.
- Li, Y. Z., L. Chenard, S. P. Lemay, and H. W. Gonyou. 2005. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 83: 1413-1422.
- Mouttotou, N., F. M. Hatchell and L. E. Green. 1998. Adventitious bursitis of the hock in finishing pigs: prevalence, distribution and association with floor type and foot lesions. Vet. Rec. 142(5): 109-114. (Abstr.)
- Mouttotou, N., F. M. Hatchell and L. E. Green. 1999. Adventitious bursitis of the hock in finishing pigs: prevalence, distribution and association with floor type and foot lesions. Vet. Rec. 144(23): 629-32. (Abstr.)
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academic Press, Inc., NY, USA.
- SAS. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6th Ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Torrey, S., E. L. Toth Tamminga and T. M. Widowski. 2008. Effect of drinker type on water intake and waste in newly weaned piglets. J. Anim. Sci. 86: 1439-1445.



# Effects of floor types on growth performance of grower-finisher pig and pig house's, wastewater quantity and quality during cool season <sup>(1)</sup>

Tein-Ming Su <sup>(2)(4)</sup> Yi-Hsiang Weng <sup>(2)</sup> Cheng-Hsun Chung <sup>(2)</sup>  
Ting-Hsun Hsiao <sup>(2)</sup> and Mei-Ping Cheng <sup>(3)</sup>

Received: Mar. 16, 2017; Accepted: Aug. 23, 2017

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of floor types on growth performance of grower-finisher pig and pig house's wastewater quantity and quality during cool season. A total of 72 heads of LD (Landrace ♀ × Duroc ♂) pigs, were assigned to three types of floor pen, inclusive of solid floor (SOF), partially slatted floor (PSF) and totally slatted floor (TSF) when their average body weights were 48 kg during the cool season (from Jun. to Sep.). Each group consisted of four pen replicates of six pigs with half barrows and half gilts. The floor of groups SOF and PSF were flushed once daily by fresh water, and the ditch of TSF group was flushed every 3 or 4 day by recycled water. Feed and water were supplied *ad libitum*. The feeding trial was terminated when the average BW of pigs reached 115 kg. The water consumption, wastewater quantity and quality, and the growth performances of pigs were investigated. The Results show that the floor types did not affect the average daily feed intake and feed efficiency of pigs. During the grower stage, the flush water consumption of SOF, PSF and TSF groups were 41.60, 34.98 and 17.79 L/d/head, respectively and the wastewater quantity were 33.87, 28.80 and 16.43 L/d/head, respectively. The water consumption of PSF and TSF groups were about 84.09% and 42.78% of SOF, respectively and the quantity of wastewater of PSF and TSF groups were about 85.00% and 48.50% of SOF, respectively. During the finisher stage, the water consumption of SOF, PSF and TSF groups were respectively 39.51, 29.37 and 13.86 L/d/head and the wastewater quantity were respectively 34.65, 27.44 and 13.06 L/d/head. The water consumption of PSF and TSF groups were respectively about 74.33% and 35.09% of SOF, and the quantity of wastewater of PSF and TSF groups were respectively about 64.76% and 37.69% of SOF. In conclusion, the pig house installed partially slatted floor or totally slatted floor could decrease water consumption and reduce quantity of wastewater during the cool season.

Key words: Grower-finisher pig, Floor type, Flush water consumption.

---

(1) Contribution No. 2573 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Chief Secretary Office, COA-LRI, Tainan, 71246, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author, E-mail: tmsu@mail.tlri.gov.tw.