

不同豬糞用量及施用時期對甘藍之影響¹

黃祥慶 蔡宜峰²

摘 要

為瞭解不同豬糞種類、施用量及施用時期對甘藍生育及地力之影響，於彰化縣埤頭鄉鹼性粘板岩沖積土及台中縣外埔鄉酸性組壤進行試驗。結果顯示，不論施用乾豬糞或石灰豬糞均能增加土壤有機質含量、有效性磷及交換性鉀含量，並能增進保水力、改善土壤硬度等，且乾豬糞的效果優於石灰豬糞。在施用量處理上，施用20 t/ha對增進土壤肥力及甘藍產量的效果優於10 t/ha，但在20 t/ha用量處理，土壤重金屬含量增加，惟仍屬於中等級範圍內。不同施用時期處理對甘藍定植存活率之影響極為顯著，而以甘藍定植前二週施用所獲得的甘藍定植存活率及單位面積產量最高。

關鍵字：乾豬糞、石灰豬糞、甘藍、施用時期、施用量。

前 言

本省位居熱帶及亞熱帶，氣候高溫多雨，土壤中有機質分解消耗迅速，致使土壤有機質含量遍偏低，為增進及維持農田地力，必須適時加以補充有機質⁽⁴⁾。根據調查指出，本省年產豬糞量將近六百萬公噸，為最大宗的農產廢棄物之一⁽¹⁾。如果未能予處理，將構成自然環境維護之潛在危機。由於豬糞屬於動性有機質肥料，若能適當地回歸於農田，不僅可以利用其所含作物所需養及增加土壤有機質善土壤理化性質之好處，也為養豬業者解決豬糞過之弊⁽³⁾。過去學者專家也曾辦埋新鮮豬糞尿或豬糞堆肥作為有機質肥料施用於農田之試驗，對甘蔗及水稻均有增產效果^(3,5,6)。有機質肥料的施用量、施用時期及肥料種類等均關係著效之高低⁽¹⁾。而這些相關資，以及豬糞中所含高量之若干重金屬，是否造成二次污染之問題有必要進一步探討^(1,7)。本研究即針對上述問題，在中部地區主要土類之一的粘板岩沖積土及紅壤設置試驗區，選擇二種不同處理之豬糞乾豬糞及石灰豬糞，探討施用量及施用時期對甘藍生育及產量之影響，以期明瞭種植藍時，利用豬糞作為有機質肥料之最當施用量及施用時期，並分析對土壤理化性影響，俾供日後研究及推廣應用之參考。

材料與方法

本試驗於1988年7月至1990年6月在彰化縣埤頭鄉鹼性土壤及台中縣外埔鄉酸性土壤各一處進行不同豬糞對甘藍效應研究，埤頭試區為粘板岩老沖積土魚寮系(Y1₅)，外埔試區為紅壤陳厝寮系(Cce₅)，供試甘藍品種為夏峰，供試材料為乾豬糞(乾豬糞是新鮮豬糞直接曬乾後取得，其含有機質41%、N 2.53%、P 2.15%、K 1.22%、Ca 2.76%、Mg 0.87%、Cu 1,140 ppm、

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0237 號。

² 台中區農業改良場助理研究員及助理。

Zn 520 ppm、Fe 2,137 ppm、Mn 287 ppm、水分14.4%)及石灰豬糞(石灰豬糞是以石灰混合新鮮豬糞經化學反應而得，其含有機質45%、N 1.2%、P 3.3%、K 0.2%、Ca 18%、Mg 0.05%、水分20%)、三要素肥料(硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀)，採用2×2×3複因子逢機完全區集設計，豬糞為乾豬糞及石灰豬糞兩種處理，施用量分10、20 t/ha二級，施用時期分種植前0、1、2週施用三級，組合成12處理，四重複，計48小區，每小區面積3 m×3 m=15 m²。甘藍化學肥料作用量固定為N 250-P₂O₅ 70-K₂O 120 kg/ha，其中氮、鉀肥各三分之一，磷肥全量當作基肥施用，剩餘三分之二氮、鉀肥分三次於定植後每隔10~15天施用一次。相同試驗共進行三年，即78年度春、秋作及79年度秋作，其他栽培管理均按中部地區推薦方法實施。本試驗於試驗前後採取0~20公分土壤樣品，分析土壤質地(鮑氏比重計法Bouyoucos hydrometer method)、pH (1:1水土比)、有機質(比色法，用重鉻酸鉀及濃硫酸為氧化劑)、有效性磷(白雷氏一法，Bray No.1)，交換性陽離子(以中性醋酸銨溶液抽出，用火焰分光儀測定鉀含量，原子吸光儀測定鈣、鎂、銅、錳、鋅、鐵含量)、土壤溶液比電導度EC(electrical conductivity, 1:1水土比)等。在甘藍生育(結球始期)或收穫期採取植物體分析氮、磷(以濃硫酸消化分解後，氮用微量擴散法測定，磷以鉬黃法定量)鉀、鈣、鎂、銅、錳、鋅、鐵(先經過氧化氫分解後，鉀以焰光分析法，鈣、鎂、銅、錳、鋅、鐵用原子吸光儀測定)等含量並調查產量及品質。試驗處理如下：

表一 試驗處理

Table. 1 The treatment of experiment

Treatment	Hog waste	Application rate (t/ha)	Application time (days before transplanting)
D ₁ T ₀	Dry hog waste	10	0
D ₁ T ₁	Dry hog waste	10	7
D ₁ T ₂	Dry hog waste	10	14
D ₂ T ₀	Dry hog waste	20	0
D ₂ T ₁	Dry hog waste	20	7
D ₂ T ₂	Dry hog waste	20	14
L ₁ T ₀	Lime hog waste	10	0
L ₁ T ₁	Lime hog waste	10	7
L ₁ T ₂	Lime hog waste	10	14
L ₂ T ₀	Lime hog waste	20	0
L ₂ T ₁	Lime hog waste	20	7
L ₂ T ₂	Lime hog waste	20	14

D : Dry hog wast

L : Limed hog waste

T : Application time (days before transplanting)

結果與討論

對土壤肥力之影響

本研究在兩試區各有三期作，每期作試驗田區均不同，其土壤肥力測定結果(如表二及表三)顯示，施用豬糞20 t/ha的土壤肥力優於10 t/ha。而豬糞對增進土壤肥力的效果，以施用

石灰豬糞可以提高土壤pH值0.1~0.3單位，其他不論施用乾豬糞或石灰豬糞均能增加土壤中有機質0.1~0.4%，有效性磷5~24 ppm含量。顯出施用豬糞可以增加土壤肥力。在微量素銅、

表二 埤頭試區不同豬糞種及用量對土壤肥力之影響

Table 2. The fertility of soil applied with hog wastes at Pitou.

Crop Season	Sampling time	Treatment ¹	pH	OM (%)	EC (mmhos/cm)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)	Cu	Mn	Zn	Fe
								----- ppm -----			
1988 Fall	Preplanting		7.6	3.40	0.82	24	76	18	278	23	531
	After harvesting	D ₁	7.6	3.53	0.85	28	79	16	264	18	493
		D ₂	7.6	3.64	0.84	28	83	18	263	19	485
		L ₁	7.9	3.66	0.88	28	78	15	261	18	479
		L ₂	7.9	3.69	0.87	29	78	15	267	18	491
1989 Fall	Preplanting		7.2	3.20	2.11	31	72	14	153	19	776
	After harvesting	D ₁	7.2	3.37	2.13	52	87	18	166	15	653
		D ₂	7.2	3.42	2.33	55	84	20	169	17	645
		L ₁	7.3	3.32	2.37	35	85	13	161	13	659
		L ₂	7.3	3.39	2.53	35	87	15	149	15	658
1989 Fall	Preplanting		7.5	2.40	1.71	14	50	7	130	9	275
	After harvesting	D ₁	7.6	2.68	1.83	21	58	9	140	33	114
		D ₂	7.6	2.85	1.88	27	63	14	142	36	91
		L ₁	7.7	2.54	1.80	22	64	5	141	32	75
		L ₂	7.8	2.74	1.86	25	77	7	144	32	108

¹ D₁ : Dry hog waste 10 t/ha, L₁ : Lime hog waste 10 t/ha.

D₂ : Dry hog waste 20 t/ha, L₂ : Lime hog waste 20 t/ha.

表三 外埔試區不同豬糞種及用量對土壤肥力之影響

Table 3. The fertility of soil applied with hog wastes at Waipu.

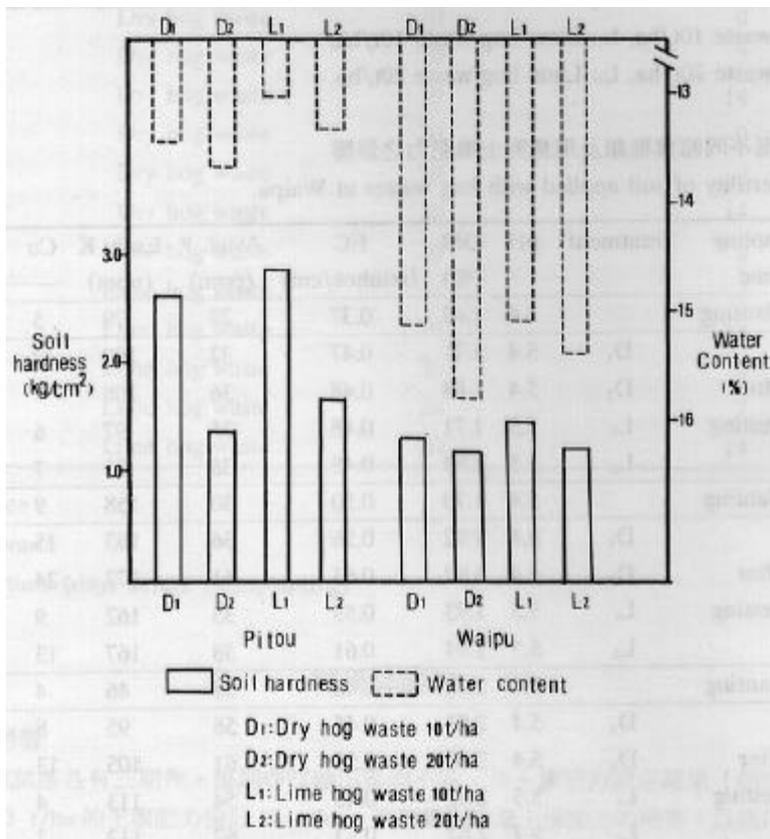
Crop Season	Sampling time	Treatment ¹	pH	OM (%)	EC (mmhos/cm)	Avail. P (ppm)	Exch. K (ppm)	Cu	Mn	Zn	Fe
								----- ppm -----			
1988 Fall	Preplanting		5.4	1.62	0.37	28	79	5	65	5	490
	After harvesting	D ₁	5.4	1.71	0.47	32	100	7	92	16	457
		D ₂	5.4	1.88	0.48	36	106	7	86	14	491
		L ₁	5.5	1.71	0.48	35	97	6	93	13	525
		L ₂	5.8	1.84	0.48	35	96	7	85	14	500
1989 Fall	Preplanting		5.4	1.70	0.50	30	158	9	102	11	719
	After harvesting	D ₁	5.4	1.92	0.56	36	163	15	110	21	450
		D ₂	5.4	1.97	0.63	41	172	24	117	29	439
		L ₁	5.5	1.83	0.58	35	162	9	107	15	465
		L ₂	5.7	1.94	0.61	38	167	13	119	18	455
1989 Fall	Preplanting		5.4	2.26	0.42	38	46	4	16	5	721
	After harvesting	D ₁	5.4	2.51	0.45	56	95	8	21	10	644
		D ₂	5.4	2.66	0.53	61	105	13	15	21	633
		L ₁	5.5	2.45	0.43	54	113	4	16	23	675
		L ₂	5.7	2.62	0.53	62	112	7	20	11	637

¹ Same as Table 2.

錳、鋅、鐵等重金屬含量分析顯示，施用豬糞處理後，土壤重金屬含量均有增加趨若干期中土壤銅及鋅含量增加幾達50%之多，但由其最高含量銅24 ppm，鋅36ppm而言，均仍僅為中等含量標準，未達到銅大於100 ppm，鋅780 ppm之毒害標準⁽²⁾。因此，在本試區施用20 t/ha豬糞一期作，是不會造成重金屬污染問題，但長期施用情形下，是否有負面影響仍有待進一步探討。一般有機質肥料施入土壤後，可溶性鹽基可能會影響作物生育，因此，有機質肥料施用量及可溶性鹽基釋出量，必須詳加考慮⁽⁸⁾。本試驗在20 t/ha豬糞施用情形下，甘藍採收後其土壤E.C值變化甚微，對土壤鹽基含量之影響不大。同時在外埔強酸性土壤施用石灰豬糞有改良土壤酸性之效果(表三)。

對土壤物理性之影響

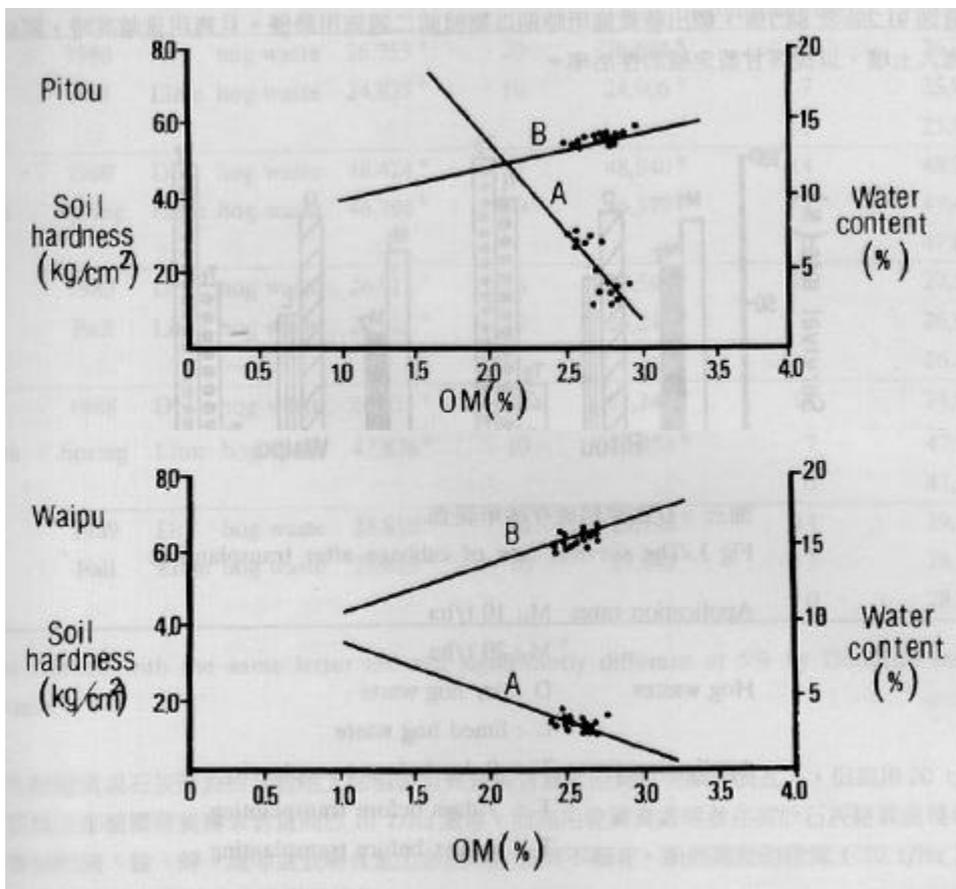
根據Piccolo(1990)研究指出，土壤中腐植質是土壤團粒鍵結主要關鍵之一，而一般有機質肥料會分解腐植質而改善土壤理性⁽⁹⁾。在土壤硬度調查結果(圖一)顯示，埤頭試區施用20 t/ha乾豬糞之土壤硬度為1.40 kg/cm²，土壤水分含量13.68%，但施用10 t/ha土壤硬度則為2.64 kg/cm²，土壤水分含量為13.45%，施用10 t/ha者土壤硬度為2.88 kg/cm²，土壤水分含量為13.04%。施用20 t/ha豬糞處理區的土壤硬度及水分含量均顯著地優於施用10 t/ha處理者，且在相同用量下，乾豬糞處理區的效果亦優於石灰豬糞處理。



圖一 試驗後田區表土硬度及水分含量之分析調查

Fig. 1. The hardness and water content of surface soil at harvest.

在外埔試區亦有上述相同趨勢的調查結果。由土壤有機質含量與土壤水分及土壤硬度的相關性分析顯示(圖二)，其間有顯著的直線相關性關係，顯出施用豬糞愈多則對土壤硬度、保水力均有改善效果，其原因可能是土壤中有機質含量增加，致使土壤保水力增加，而改良土壤硬度等物理性。故對甘藍淺根性作物在表土層土壤物理性的改良效果頗大，施用豬糞 20 t/ha 用量則對表土鬆軟度之改善也較多。而乾豬糞對土壤物理性改良效果大於石灰豬糞含水率低，在相同施用量時其相對的有機質含量即較高，因此，施用 20 t/ha 乾豬糞之土壤有機質含量即高於同樣施用量之石灰豬糞區。此結果亦可由表二、三土壤有機質含量分析調查結果相同得到印證。



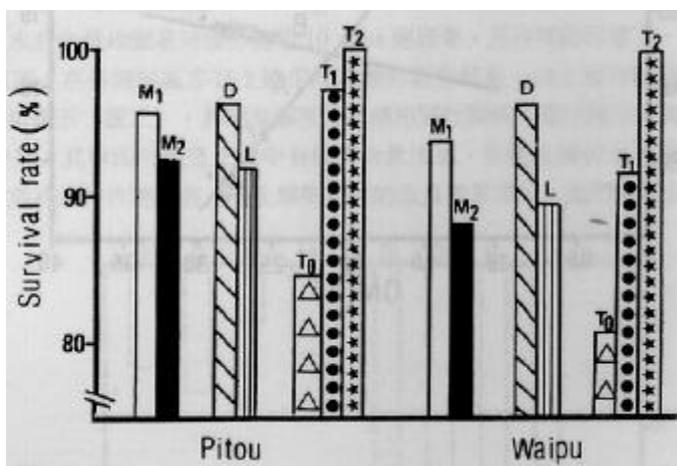
圖二 試驗後田區表土有機質與水分含量及土壤硬度之關係

Fig. 2. The hardness between soil organic content and soil hardness and water content of surface soils at harvest. A: Soil hardness (kg/cm²), B: Water content (%).

對甘藍定植存活率之影響

由於豬糞屬於C/N較低之有機質，施用土壤後短期內會被微生物分解釋出大量可溶氮^(6,10)，若施用量，一時水解釋出之鹽基離子也相對提高⁽⁸⁾，如此可能會造成植物生長障礙。因此，豬糞的施用時期及施用量即可能是影響甘藍定植存活率之重要因素之一。在本試驗

中不同豬糞種類及施用時期對甘藍存活率之關係調查(圖三),顯示施用乾豬糞對甘藍存活率優於石灰豬糞,其原因可能與石灰豬糞中含石灰性鹽基過高所致。從施用時期觀察顯示無論豬糞用量多寡均以定植前二週施用最佳,其存活率達100%,在定植前立即施用豬糞20 t/ha則甘藍存活率外埔為80%,埤頭為75.1%,施用10 t/ha者則91.2%及84.7%,顯出豬糞施用時期以種植前二週施用最優。且施用量越高時,則必須較早提前施入土壤,以提高甘藍定植的存活率。



圖三 甘藍定植後存活率調查

Fig 3. The survival rate of cabbage after transplanting.

Application rates M1: 10 t/ha

M2: 20 t/ha

Hog wastes D : dry hog waste

L : limed hog waste

Application times T0 : 0 day before transplanting

T1 : 7 day before transplanting

T2 : 14 day before transplanting

對甘藍產量及植體養分濃度之影響

本試驗共計進行三期作,由表四甘藍產量調查結果顯示,在不同豬糞種類處理上,埤頭試區在77年秋作及78年春作甘藍產量均有顯著差異,以乾豬糞的效果優於石灰豬糞。其原因可能與石灰豬糞處理之甘藍幼苗定植存活率較低,致使單位面積產量較低。在施用量處理上,兩試區三期作的結果均一致,即20 t/ha用量的甘藍量顯著地高於10 t/ha用量的產量。其增產率為4.5~7.1%。顯然,以土壤消納容量而言,每期作每公頃施用豬糞20 t,仍不致使甘藍生育產生反效果,且對甘藍仍有增產效果。在施用時期處理上,由於豬糞不同施

時期對甘藍生育的影響除了初期影響幼苗定植存活率外，尚可能因營養源(如可溶性氮)釋出速率與土壤固定效益等因子影響到期生長⁽⁸⁾。但由表四甘藍產量調查顯示，在甘藍定植前二週施用豬糞之處理區的產量最高，且在兩試區三期作均有相同的趨勢。其增產率可達2.6~5.1%。顯然，豬糞施用時期仍以甘藍在定期前二週施用為宜。

表四 甘藍產量顯著性分析

Table 4. The yield of cabbage.1

Location	Crop season	Hog waste	Yield (kg/ha)	Application Rate (kg/ha)	Yield (kg/ha)	Application Time (days before transplanting)	Yield (kg/ha)
Pitou	1988 Fall	Dry log waste	26,753 ^a	20	26,684 ^a	14	26,290 ^a
		Lime log waste	24,837 ^b	10	24,906 ^b	7	25,980 ^a
						0	25,115 ^b
	1989 Spring	Dry log waste	48,424 ^a	20	48,840 ^a	14	48,279 ^a
		Lime log waste	46,796 ^b	10	46,379 ^b	7	47,490 ^b
						0	47,060 ^c
Waipu	1989 Fall	Dry log waste	26,912 ^a	20	27,591 ^a	14	27,569 ^a
		Lime log waste	26,921 ^a	10	26,241 ^b	7	26,953 ^b
						0	26,227 ^c
	1988 Fall	Dry log waste	24,231 ^a	20	24,249 ^a	14	24,033 ^a
		Lime log waste	22,897 ^b	10	22,879 ^b	7	23,510 ^b
						0	23,148 ^c
1989 Spring	Dry log waste	48,135 ^a	20	49,045 ^a	14	48,858 ^a	
	Lime log waste	47,876 ^a	10	46,953 ^b	7	47,910 ^b	
					0	47,229 ^c	
1989 Fall	Dry log waste	28,810 ^a	20	29,796 ^a	14	29,459 ^a	
	Lime log waste	28,828 ^a	10	27,842 ^b	7	28,877 ^b	
					0	28,120 ^c	

¹Means marked with the same letter are not significantly different at 5% by duncan's multiple range test.

施用乾豬糞或石灰豬糞對甘藍地上部植體營養要素含量之差異不明顯(表五)，但施用20 t/ha處理的甘藍地上部植體營養要素含量高於10 t/ha處理，而施用乾糞處理者亦高於石灰豬糞處理者。但在微量要素如銅、錳、鋅、鐵等重金屬含量上各處理之差異不顯著，顯然高量的豬糞(20 t/ha)並未使甘藍地上部植體之重金屬含量顯著增加。

由於如何妥善地利用龐大的農畜產廢棄物，將是未來關係著本省農業發展及環境維護的重大課題。由本試驗結果顯示，如在土壤消納容量及增進地力的考量上，適量地施用乾豬糞於農田，是相當可行的方式之一。而且適當的施用量及施用時期等技術性問題上，加以克服，將可以增進農田地力及增加作物產量。但乾豬糞施入土壤後，可能產生的臭味問題，以及豬糞含重金屬量過高，可能累積於土壤造成二次污染問題，將有待進一步的深入試驗探討。

表五 施用不同豬糞對甘藍地上部植體營養濃度之影響

Table 5. The contents of nutrients of cabbage at heading stage with treatments of different hog wastes and application times.

Location	Crop season	Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
			%					ppm			
Pitou	1988 Fall	D ¹	4.55	0.37	4.70	2.05	0.44	15	48	41	54
		D ²	4.70	0.42	5.32	2.19	0.47	15	54	42	55
		L ¹	4.36	0.36	4.70	2.22	0.39	15	38	41	56
		L ²	4.61	0.40	4.07	2.26	0.41	15	38	43	54
	1989 Spring	D ¹	3.91	0.28	4.44	2.85	0.46	12	93	80	108
		D ²	3.88	0.29	4.45	2.89	0.46	12	96	86	104
		L ¹	3.91	0.26	4.51	2.77	0.45	13	82	81	103
		L ²	3.96	0.27	4.44	2.86	0.44	13	83	92	113
	1989 Fall	D ¹	3.57	0.42	2.54	2.88	0.72	5	48	45	97
		D ²	3.76	0.47	2.96	2.84	0.77	5	52	48	96
		L ¹	3.48	0.42	2.83	2.67	0.88	4	46	46	96
		L ²	3.63	0.46	2.94	2.71	0.93	5	50	51	99
Waipu	1988 Fall	D ¹	4.73	0.42	4.81	2.07	0.45	16	142	63	32
		D ²	4.85	0.46	5.21	2.20	0.44	16	141	65	33
		L ¹	4.64	0.38	4.62	2.27	0.38	15	119	61	27
		L ²	4.73	0.40	4.75	2.59	0.42	15	117	64	26
	1989 Spring	D ¹	3.94	0.28	4.70	2.75	0.37	13	172	82	110
		D ²	3.88	0.28	4.38	2.65	0.37	13	181	87	108
		L ¹	3.80	0.23	4.79	2.56	0.33	13	113	85	107
		L ²	3.70	0.23	4.82	2.56	0.32	13	110	84	109
	1989 Fall	D ¹	3.56	0.36	2.87	2.65	0.47	4	37	42	115
		D ²	3.87	0.39	2.94	2.73	0.54	5	46	43	109
		L ¹	3.57	0.36	3.25	2.85	0.44	4	34	41	122
		L ²	3.63	0.40	3.37	3.05	0.48	5	36	44	116

¹Same as Table 2.

誌 謝

本試驗承農委會補助經費、國立中興大學土壤系黃裕銘博士斧正及本場多位同仁協助工作，謹此一併誌謝。

參考文獻

1. 王西華 1989 農業棄物在有機農業之利用 有機農業研討會報告 台中區農業改良場特刊 No.16 p.217-228。
2. 台灣地區土壤重金屬含量調查總報告 行政院環保署編印 p.33。
3. 葉澤波 1967 堆廩肥之施用對改良土壤物理化學特性以及甘蔗NPK吸收率影響試驗 台灣糖試所研究彙報 p.159-168。

4. 黃武林 1981 析論有機肥料對本省農業生產之影響 台灣農業 17(2):10-18。
5. 蘇俊茂 1982 稻田施用新鮮豬糞試驗 土壤肥料試驗報告 省農林廳編印 p.41-49。
6. 嚴式清 1989 豬糞尿農田消納之研究 中國農業工程學報 32(3):42-52。
7. 嚴式清 1988 畜牧廢棄物在有機農業之利用 有機農業研討會報告 台中區農業改良場特刊 No.16 p.229-242。
8. 加藤淳、小林茂、鎌田賢一 1990 ??? 堆肥? 鹽類濃度? ? ? ? ? ? ? ? 濃度? 作物? 初期生育? 及? ? 影響 日本土壤肥料學雜誌 61卷第5號 p.519-521。
9. Piccolo, A., and J. S. C. Mbagwce. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. Plant and Soil. 123:27-37.
10. Sommerfeldt, T. G., C. Chang. and F. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1668-1672.
11. Su, N. R. 1972. The fertility status of Taiwan soils. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.8:16-95.

Effect of Application Rate and Application Time of Hog Waste on Cabbage¹

H. C. Huang and Y. F. Tsai ²

ABSTRACT

The effect of application rates and times of different hog wastes on soil fertility and the yield of cabbage was studied on alkaline slate-alluvial soil at Pitou and acidic red-earth at Waipu. The results showed that the application of both fry hog waste and lime hog waste could increase the contents of soil organic matter, available P, exchangeable K, water and also decrease soil hardness. However, as concerned the effect on soil fertility and the yield of cabbage, treatment of dry hog waste was the best than that of lime hog waste and the application rate of 20 t/ha was better than 10 t/ha. When applied 20 t/ha of hog waste, the contents of soil heavy metals might increase from lower to medium range. There was significant effect of application time of hog waste on the survival rate of cabbage after transplanting. Result showed that the application time of hog waste when applied 14 days before transplanting had the highest survival rate and yield of cabbage after trans-planting.

Key words: dry hog waste, lime hog waste, cabbage, application time, application rate.

¹ Contribution No. 0237 from Taichung DAIS.

² Assistant Soil Scientist and Assistant of Taichung DAIS, respectively.