

雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍產量及土壤肥力之影響¹

蔡宜峰²

摘 要

本研究目的在於探討施用雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍生育、產量，以及對農田土壤肥力之影響，試驗分別於彰化縣大村鄉(粘板岩沖積土)及南投縣名間鄉(砂頁岩沖積土)實施。由試驗結果顯示，甘藍以施用化學肥料(N-P₂O₅-K₂O:250-80-180 kg/ha)、雞糞堆肥100 t/ha與牛糞堆肥130 t/ha等三種處理，有較高的球莖產量且處理間差異不顯著，其次為雞糞堆肥70 t/ha處理與牛糞堆肥100 t/ha處理且兩者處理間差異不顯著，而以對照處理顯著較低。使用雞糞堆肥與牛糞堆肥處理對土壤EC值、有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀及鎂含量等土壤特性均顯著較高，且堆肥較高用量處理區之土壤肥力高於較低用量處理區，其次為化學肥料處理區，對照處理區則顯著最低。由於與化學肥料處理比較，雞糞堆肥與牛糞堆肥處理不僅用量偏高且不符經濟效益，且甘藍在球莖生長期之植株絕對生長速率會顯著快速增加，在大村及名間試區分別可達6.16~9.93 g/day及4.03~9.50 g/day。所以日後應加強研究如何將有關堆肥使用管理技術配合作物生育特性，以提高堆肥在蔬菜栽培之使用效益。

關鍵字：雞糞堆肥、牛糞堆肥、甘藍、土壤肥力。

前 言

中國祖先很早即懂得種植作物，除發展犁具以犁田並中耕除草等，並已懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田(綠肥)，以永保土壤肥力，使之不至因耕作而消耗⁽³⁾，如此耕作制度合乎自然而儼然發展成一永續農業，而此永續農業自古即相傳下來。『農為邦本』、『民以食為天』此兩句古諺充分說明農業在人類歷史及文化發展上的重要性，顯然這是中華民族和中華文化之所以能夠長遠繁延的主要原因之一。隨著『綠色革命』的發生，以及為了滿足不斷膨脹人口所需要的營養食物，農業發展遂以冀求單位面積增產為標的，形成集約化及單一作物式的農耕模式。惟由於未能將中國自然循環的理念帶入，又未能合理的施用化學性肥料及農藥等，將可能影響到農業生態，如土壤性質劣變等問題^(7,8)，進而影響到土壤生產潛能⁽¹²⁾，且大量的農業廢棄物未能納入農業生產體系中循環再利用，亦造成諸多環保及社會問題。

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0480 號。

² 台中區農業改良場副研究員。

一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源(氮、磷、鉀)及能量源(碳)^(7,11)。因此將農業廢棄物回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納如此大量有機廢棄物之重要方向之一。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題⁽²⁰⁾。因此有機廢棄物需經過適當的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子^(19,22)。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成份加以分解，轉換為安定的腐植質成份，即腐熟的堆肥^(17,22)。在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，同時微生物之增殖必須吸收氮、磷等營養成份以合成微生物體質(biomass)^(32,33)，所以堆肥化前有有機物基質中應含有豐富的營養要素成份，並需將堆肥化前有有機物基質中各種成份調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用。

有機質在土壤中營養要素之轉化及利用機制中扮演著極重要的關鍵角色^(8,17,21)，因此發展永續農業之首要策略之一，即須強化農田土壤有機質管理以維持農田土壤永續經營發展。惟土壤有機質必須礦質化後才能釋出養分供作物吸收，其礦化釋出養分太早、或累積太多、或待作物生長旺期過後才釋出者，對作物生長及土壤環境皆不利^(27,36)，現今已有例證顯示，長期施用單一有機質肥料，或一次過量施用有機質肥料，會造成土壤中某些養分含量失衡，而不利作物生長或形成二次污染^(15,19,23)。因此要使有機質肥料發揮最大效益，必須使有機質肥料的養分礦化速率與作物養分吸收速率互相配合^(21,34)，所以瞭解有機質肥料的礦化速率大小，才能達到經濟且有效地使用有機質肥料。而適當的考量作物產量標的(crop yield goals)和有機質肥料的可利用性養分潛力，亦即在作物生長期內有機質肥料的礦化潛能，則能決定有機質肥料的適宜施用量，以使有機質肥料的效益發揮最大^(21,25)。本研究目的即擬針對雞糞堆肥及牛糞堆肥對甘藍產量，以及對農田土壤肥力之影響加以探討，以期做為日後研究及應用之參考。

材料與方法

田間試驗方式

試驗分別于彰化縣大村鄉(八十六年秋作)及南投縣名間鄉(八十六年裡作)實施。彰化縣大村試區屬於粘板岩沖積土二林系，南投縣名間試區屬於砂頁岩沖積土翁子系，試驗前土壤特性分析於表一。試驗用堆肥為雞糞堆肥(chicken compost, CC)，堆肥成分之氮含量為2.15%，磷含量為0.28%，鉀含量為0.99%，有機碳含量為39.0%，pH值約為7.5。牛糞堆肥(dairy compost, DC)，堆肥成分之氮含量為1.85%，磷含量為0.31%，鉀含量為1.65%，碳含量為40.1%，pH值約為7.6。分別以碳酸銨萃取法所測得CC堆肥及DC堆肥之可萃取性有機氮量分別為3,635 mg/kg及2,851 mg/kg，可萃取性有機碳量分別為63.2 g/kg及46.7 g/kg⁽⁹⁾。試驗堆肥用量基準係由筆者試驗建立碳酸銨萃取法分析各堆肥的可萃取性有機氮量，再參考一般相關研究建立甘藍氮吸收量約240 kg/ha⁽⁶⁾，配合以上試驗堆肥的相對可利用性氮含量(potential available nitrogen)，即可換算出CC及DC堆肥的相對乾物用量分別約為66.0 t/ha及84.2 t/ha，

其中CC及DC堆肥水分含量以平均值35%計算，因此本試驗CC堆肥理論用量(100%)應為100 t/ha，DC堆肥理論用量(100%)應為130 t/ha。大村試區為化學肥料處理(N-P₂O₅-K₂O:250-80-180 kg/ha)、雞糞堆肥100 t/ha、牛糞堆肥130 t/ha，以及空白對照處理等共計四處理(表二)，名間試區為化學肥料處理(N-P₂O₅-K₂O:250-80-180 kg/ha)、雞糞堆肥100 t/ha、70 t/ha、牛糞堆肥130 t/ha、100 t/ha，以及空白對照處理等共計六處理(表二)，試區採逢機完全區集排列設計，四重覆。堆肥處理區依處理用量一次作基肥混入土壤中，甘藍生育期間不再施用肥料，化學肥料處理氮及鉀肥依用量30%作基肥施用，並以25%、25%及20%作三次追肥施用，磷肥全量作基肥混入土壤中，空白對照區完全不施肥料。於定植前及收穫期分別採土壤做土壤肥力分析，於甘藍生育中期及收穫期採植體樣品實施養分含量分析，且於甘藍生育期間調查基本生育性狀及產量等。並利用絕對生長速率(absolute growth rate, AGR)，以計算各處理在單位時間內之植株乾物生長量，公式為 $AGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$ ；W₂及W₁表示在T₂及T₁時間採取之植株乾物重。

表一、試驗前土壤肥力

Table 1. The soil fertility before experiment

Location/ year	EC	pH	OM	P	K	Ca	Mg
	mS/cm		g/kg	----- mg/kg -----			
Tatsuen	0.81	7.52	36.0	29.1	85.2	3550	368
Minjian	0.78	6.32	23.2	26.0	74.2	1730	285

表二、試驗處理

Table 2. Treatments of the experiment

Tatsuen	
CF	chemical fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 250-80-180 kg/ha)
CC100	chicken compost 100 t/ha
DC130	dairy compost 130 t/ha
CK	control
Minjian	
CF	chemical fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 250-80-180 kg/ha)
CC100	chicken compost 100 t/ha
CC70	chicken compost 70 t/ha
DC130	dairy compost 130 t/ha
DC100	dairy compost 100 t/ha
CK	control

分析項目與方法

1. 堆肥可萃取性有機成分含量分析

化學萃取劑選用1M (NH₄)₂CO₃⁽¹⁰⁾，其中萃取液與堆肥比例50:1，置於30.0±0.5℃恆溫控制下，經連續振盪72 hrs後，再以離心法(3000×g, 30 mins)收集上澄液，測定上澄液有機碳含

量，即為可萃取性碳含量，另吸取20 ml上澄液加入幾滴0.01 M CaCl_2 以將有機成分沉澱，再以濾紙過濾，並以酒精及蒸餾水淋洗，收集沉澱部分烘乾後，測其氮成分含量，即為可萃取性有機氮含量。

2. 土壤及植物體樣品分析

土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤化學性質^(26,28,29)，土壤pH以水：土1:1，pH電極測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定。1M $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (pH 7.0) 土:溶液比1:10抽出液，用燄光分析儀測土壤交換性鉀含量，用原子吸收分析儀測土壤鈣及鎂含量。以Bray No.1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷。堆肥樣品均經70°C烘箱烘乾，以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷及鉀含量^(13,26,29)，其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於420 nm下比色，測定其全磷量，利用燄光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量。交換性無機氮量以2N KCl萃取後，用蒸餾法測定。

結果與討論

對甘藍生育及產量之影響

使用有機質肥料的益處包括有直接供應作物營養要素成份⁽³⁶⁾、改良土壤物理性⁽¹⁾、改善土壤化學性⁽¹⁵⁾、以及維護土壤微生物相平衡與活性等⁽²⁷⁾。有機質肥料在土壤中的礦化作用受到許多因子影響，如土壤特性(質地、結構、有機質含量等)、降雨量、土壤環境(溫度、水分、pH值)、有機質本身特性、施用量及施用時期等^(30,31)。本試驗擬探討施用大量有機質肥料(大村試區100~130 t/ha，名間試區70~130 t/ha)對土壤及作物生長之影響，試驗用有機質肥料分別為雞糞堆肥及牛糞堆肥(表二)，試驗作物為甘藍。由甘藍生育中期之生育性狀調查結果顯示，大村試區甘藍植株株高、葉片數、葉寬及乾物重等在化學肥料(CF)、雞糞堆肥100 t/ha (CC100)及牛糞堆肥130 t/ha (DC130)等處理間差異不顯著，惟以上處理之甘藍生育性狀均顯著的高於對照處理(CK)(表三)。在名間試區甘藍植株株高、葉片數、葉寬及乾物重等甘藍生育性狀，均以化學肥料(CF)、雞糞堆肥100 t/ha (CC100)及牛糞堆肥130 t/ha (DC130)等處理較高，且處理間差異不顯著，其次分別為牛糞堆肥100 t/ha (DC100)、雞糞堆肥70 t/ha (CC70)及對照處理(CK)，其中牛糞堆肥100 t/ha (DC100)、雞糞堆肥70 t/ha (CC70)處理之間略有差異，而以對照處理顯著較差(表三)。

由甘藍採收期之球葉、外葉及全株鮮重量及球葉產量調查結果顯示，在甘藍植株鮮重上，大村試區以化學肥料處理(CF) 3.95 kg/plant較高，其次分別為雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100) 3.92 kg/plant及牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130) 3.88 kg/plant，而以對照處理(CK) 2.41 kg/plant顯著最低(表四)。名間試區以化學肥料處理(CF) 3.40 kg/plant較高，其次分別為牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130) 3.17 kg/plant、雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100) 3.14 kg/plant、牛糞堆肥100 t/ha處理(DC100) 2.84 kg/plant及雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70) 2.76 kg/plant，而以對照處理(CK) 1.50 kg/plant顯著最低。在甘藍球葉產量上，大村試區以牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130) 55.4 t/ha及雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100) 52.5 t/ha較高，其次為化學肥料處理(CF) 46.7 t/ha，而以對照處理(CK) 31.3 t/ha顯著最低。名間試區以化學肥料處理(CF) 46.5 t/ha較高，其次分

別為牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130) 44.3 t/ha、雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100) 42.2 t/ha、牛糞堆肥100 t/ha處

表三、甘藍生育中期之生育性狀調查

Table 3. The characteristics of cabbage at growth stage

Treatment ¹	Height of shoot	No. of leaf	Width of leaf	Dry weight of shoot	Index
	cm	no./plant	cm	g/plant	%
Tatsuen					
CF	24.3ab ²	5.88a	18.9ab	66.8a	153
CC100	26.7a	5.81a	22.5a	75.6a	174
DC130	26.4a	6.06a	22.5a	74.5a	171
CK	20.4b	5.20a	17.2b	43.5b	100
Minjian					
CF	34.3a	15.00a	31.9a	78.4a	195
CC100	35.2a	14.20ab	28.2ab	78.1a	194
CC70	28.6b	13.70ab	23.8b	66.1a	164
DC130	35.9a	14.80a	29.9a	78.6a	196
DC100	33.3ab	14.00ab	25.1b	69.0a	172
CK	22.8c	12.50b	13.2c	40.2b	100

¹. See Table 2.

². Values within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

理(DC100) 37.4 t/ha及雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70) 34.7 t/ha，而以對照處理(CK) 17.2 t/ha顯著最低(表四)。由試驗結果亦顯示，不同試區之效應略為不同，在大村試區雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)與牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)的甘藍產量相近，且略高於化學肥料處理(CF)(表四)。名間試區以化學肥料處理之甘藍產量最高，而在全量堆肥處理間，雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)與牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)的甘藍產量相近且差異不顯著，另甘藍產量在雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70)與牛糞堆肥100 t/ha處理(DC130)間差異不顯著(表四)。莊等⁽⁴⁾在農田土壤供氮能力之研究指出，台南土壤約為32~38%，高雄土壤約為27~40%，台中興大土壤約為35~38%。顯然不同土壤其供氮能力即不同，且土壤的供氮能力仍是不可忽略的來源。一般而言，甘藍在短期生育期內之養分(尤其氮成分)需求量頗高，其中氮吸收量約為240 kg/ha⁽⁶⁾。所以栽培類似甘藍必須在短期內吸收較大量養分之作物，仍以能夠在短期內釋出供應足量養分之肥料種類或施肥方式，較易獲得較佳之作物產量。本研究在大村與名間試區之對照區處理的甘藍產量分別為31.3及17.2 t/ha，顯然兩者之土壤地力差異性頗大，所以大村試區之全量堆肥處理中，雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)與牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)的甘藍產量略高於化學肥料處理(CK)約18%，惟在名間試區之全量堆肥處理的甘藍產量均略低於化學肥料處理(CK)約12~67%，因此日後在有機質肥料養分供應能力之研究評估上，必須兼顧有機質肥料中不同材質及在不同土壤之礦化特性，以及土壤本來具有之養分供應潛能等多種因素，方能正確地估算出有機質肥料適當用量。

一般不同種類的有機資材之礦化特性即不同，且經過堆肥化後的有機質肥料之礦化速率即較為緩和，其礦化量也低於原來有機材料^(14,18)。因此當有機質肥料的養分礦化特性與作物養分吸收速率相互配合，有機質肥料的效益將可發揮最大^(21,25)。由本研究甘藍不同生育

表四、甘藍採收期之結球、外葉及全株鮮重量及產量

Table 4. The fresh weight of head, out leaf, and plant, and yield of cabbage at harvest stage

Treatment ¹	Fresh wt. of head	Fresh wt. of out leaf	Fresh wt. of plant	Head yield	Index
	----- kg/plant -----			t/ha	%
Tatsuen					
CF	1.75a ²	2.19a	3.95a	46.7a	149
CC100	1.96a	1.95a	3.92a	52.4a	167
DC130	1.97a	1.91a	3.88a	52.5a	167
CK	1.18b	1.23b	2.41b	31.3b	100
Minjian					
CF	1.70a	1.69a	3.40a	46.5a	268
CC100	1.50abc	1.64ab	3.14a	42.2abc	244
CC70	1.33c	1.42c	2.76b	34.7c	201
DC130	1.58ab	1.58abc	3.17a	44.3ab	256
DC100	1.38bc	1.46bc	2.84b	37.4bc	216
CK	0.63d	0.87d	1.50c	17.2d	100

¹ See Table 2.

² Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

植株之乾物重及絕對生長速率分析結果顯示，甘藍在定植後40~50日內之生長前期的乾物重增加及絕對生長速率均較緩慢，在大村試區甘藍植株之乾物重及絕對生長速率分別為43.5~75.6 g/plant及1.08~1.89 g/day，其中以雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)及牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)較高，其次為化學肥料處理(CF)，而以對照處理(CK)顯著最低(表五)。在名間試區甘藍植株之乾物重及絕對生長速率分別為40.2~78.6 g/plant及0.80~1.57 g/day，其中以化學肥料處理(CF)、雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)及牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)較高，其次為雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70)及牛糞堆肥100 t/ha處理(DC100)，而以對照處理(CK)顯著最低(表五)。又由試驗結果亦顯示，甘藍在定植後40~50日至採收期(約定植後70~77日)之生長後期的乾物重及絕對生長速率均快速增加，在大村試區甘藍植株之乾物重及絕對生長速率分別為229~372 g/plant及6.16~9.93 g/day，其中其中以化學肥料處理較高，其次分別為雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)及牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)，而以對照處理(CK)顯著最低(表五)。在名間試區甘藍植株之乾物重及絕對生長速率分別為149~335 g/plant及4.03~9.50 g/day，其中以化學肥料處理(CF)較高，其次為雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)及牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)，再其次為雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70)及牛糞堆肥100 t/ha處理(DC100)，而以對照處理(CK)顯著最低。

連氏⁽⁶⁾研究指出甘藍生長及氮吸收量在移植後甚緩，但約20日後則加速，並繼續到收穫期，又球葉開始生長後，外葉及莖的生長仍然繼續。由本研究表五顯示甘藍在定植後40~50日內之生長前期的乾物重增加及絕對生長速率均較緩慢，甘藍植株之絕對生長速率在大村及名間試區分別為1.08~1.89 g/day及0.80~1.57 g/day，爾後在球葉開始生長至採收期約30日間，甘藍植株之絕對生長速率即快速增加，在大村及名間試區分別為6.16~9.93 g/day及4.03~9.50 g/day，其中甘藍生育前後期植株之絕對生長速率相差約5~6倍之多，顯然甘藍在球葉開始生長後的植株增殖及養分吸收將極速增加，且此期間之乾物生長量，將佔甘藍全生育期間之絕大部份。由於配合作物生長及養分吸收，適時及足量的供應肥料，是施肥的最高指導原則⁽³⁶⁾。本研究之化學肥料處理，氮及鉀肥依用量30%作基肥施用，並以25%、25%及20%作三次追肥施用，磷肥全量作基肥混入土壤中，雞糞及牛糞堆肥亦全量作基肥混入土壤。所以由化學肥料處理在甘藍生育後期植株的絕對生長速率略高於雞糞及牛糞堆肥高用量處理者(CC100及DC130)之情形(表五)，顯然化學肥料處理之分期追肥，相對於堆肥在土壤中持續礦化釋出養分，前者較能配合甘藍生育後期的生長需求。在不同堆肥種類及用量處理間，大村及名間試區之甘藍植株絕對生長速率，均以雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)略高於牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)，惟兩處理間差異不顯著，另名間試區之甘藍植株絕對生長速率，雞糞及牛糞堆肥高用量處理者(CC100及DC130)顯著的高於低用量處理者(CC70及DC100)。

表五、甘藍不同生育期間植株之乾物重及絕對生長速率

Table 5. The dry weight and absolute growth rate of cabbage at different growth stage

Treatment ¹	Growth stage I		Growth stage II	
	DW ² g/plant	AGR ³ g/day	DW ⁴ g/plant	AGR ⁵ g/day
Tatsuen				
CF	66.8a ⁶	1.67a	365a	9.93a
CC100	75.6a	1.89a	372a	9.87a
DC130	74.5a	1.86a	368a	9.78a
CK	43.5b	1.08b	229b	6.16b
Minjian				
CF	78.4a	1.57a	335a	9.50a
CC100	78.1a	1.56a	309a	8.55ab
CC70	66.1a	1.32a	272b	7.62b
DC130	78.6a	1.57a	312a	8.46ab
DC100	69.0a	1.38a	280b	7.81b
CK	40.2b	0.80b	149c	4.03c

¹. See Table 2². Dry weight of shoot at 40 and 50 days after transplanting at Tatsuen and Minjian, respectively.³. Absolute growth rate from 0~40 and 0~50 days after transplanting at Tatsuen and Minjian, respectively.⁴. Dry weight of shoot at 70 and 77 days after transplanting at Tatsuen and Minjian, respectively.⁵. Absolute growth rate from 40~70 and 50~77 days after transplanting at Tatsuen and Minjian, respectively.⁶. Values within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

綜合以上結果顯示，在甘藍球莖產量及植株絕對生長速率上，有相似的趨勢，以化學肥料處理(CF)、雞糞堆肥100 t/ha處理(CC100)與牛糞堆肥130 t/ha處理(DC130)較高且處理間差異不顯著，其次為雞糞堆肥70 t/ha處理(CC70)與牛糞堆肥100 t/ha處理(DC100)且兩者處理間差異不顯著，而以對照處理(CK)顯著較低。Castellanos和Pratt⁽¹⁶⁾研究指出雞糞堆肥的氮素礦化量在四週時約為23%，在第十週約為28%，而牛糞堆肥在第十週的氮素礦化量僅約為6%，顯然不同種類的有機資材之礦化特性即有很大差異。而甘藍在生育期內之養分(尤其氮成分)需求量頗高，且養分吸收一直持續到採收期⁽⁶⁾。因此由本研究結果顯示全量堆肥用量必須高達100~130 t/ha才能略相當於化學肥料處理之效果，顯然十分不符合經濟效益。尤其如以全量堆肥用量100~130 t/ha相當於化學肥料處理(N-P₂O₅-K₂O:250-80-180 kg/ha)加以換算，每使用10~13 t/ha堆肥之效益僅略相當於相當於化學肥料N-P₂O₅-K₂O:25-8-18 kg/ha，顯然本研究所使用堆肥的效益頗低。因此日後應針對甘藍在短期需肥量大之特性，再加強研究堆肥材料調配製作及使用技術，增加堆肥使用效益，以供日後栽培類似甘藍的蔬菜類作物之應用參考。

對土壤肥力之影響

有機質肥料所含化合物成分在土壤中必須經過微生物的分解作用，才能礦化釋出植物營養要素成分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤的理化性及生物性等^(1,5,15,24)。由甘藍採收期之土壤肥力分析結果顯示，大村試區除土壤pH值及交換性鈣含量在各處理間差異不顯著，其他土壤肥力特性如土壤EC值、有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀及鎂含量等，使用雞糞堆肥與牛糞堆肥處理均顯著較高，且兩者處理間差異不顯著，其次為化學肥料處理區，對照處理區則顯著最低(表六)。名間試區除土壤pH值在各處理間差異不顯著，其他土壤肥力特性亦以使用雞糞堆肥與牛糞堆肥處理區顯著較高，惟堆肥較高用量處理區(CC100及DC130)之土壤肥力特性則高於較低用量處理區(CC70及DC100)，其次分別為化學肥料處理區及對照處理區則顯著較低(表六)。土壤有機質是植物養分的寶庫，如氮、磷、硫及微量元素大都和有機質結合⁽²⁷⁾，施用有機質肥料具有增加土壤有機質含量的直接效果^(5,30,35)。林等⁽²⁾研究指出在長期施用堆肥試區之土壤氮素的蓄積約倍增於化學氮肥區，且堆肥區土壤有機碳含量高於化肥區，所以增加土壤有機質可提高土壤穩定供應養分。施用有機質肥料可增加土壤中容易被固定養分如磷之有效性及移動性，增進作物吸收⁽¹²⁾，許多微量元素也經由有機質之帶入及保持^(4,27)。基本上，由土壤肥力分析結果顯示使用堆肥處理可以顯著提高多項土壤肥力特性，惟堆肥使用之效益必須與甘藍產量相互配合探討，以期能尋求達到較經濟有利的使用量，所以如何針對不同土壤之肥力特性及作物養分吸收特性等，加以提高堆肥使用效益，將是日後研究的重要課題之一。

表六、甘藍採收期之土壤肥力分析

Table 6. The soil fertility at harvest stage of cabbage

Treatment ¹	EC	pH	OM	P	K	Ca	Mg
	mS/cm		g/kg	----- mg/kg -----			
Tatsuen							
CF	0.96b ²	7.33a	35.3b	57.0b	96b	3663a	374b
CC100	1.46a	7.32a	54.2a	110.0a	273a	4281a	564a
DC130	1.64a	7.40a	54.0a	113.0a	366a	4206a	612a
CK	0.62c	7.60a	33.0b	24.0c	74c	3507a	360b
Minjian							
CF	0.79b	6.41a	29.2c	20.2c	71d	1728cd	291c
CC100	1.30a	6.80a	52.0a	63.7a	371ab	2285a	476a
CC70	1.14a	6.62a	41.5b	47.5b	293c	1902bc	358b
DC130	1.26a	6.73a	53.2a	72.0a	409a	2046b	483a
DC100	1.21a	6.72a	44.7b	49.2b	314bc	1892bc	378b
CK	0.68b	6.35a	22.0d	16.7c	47d	1587d	293c

¹. See Table 2.

². Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

參考文獻

1. 王新傳、林登鴻 1969 有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響 農業研究 18(3):39-46。
2. 林家棻、李子純、張愛華、陳卿英 1973 長期連用同樣肥料對於土壤化學性質與稻谷收量之影響 農業研究 22(4):241-262。
3. 吳聰賢 1990 農業史 p.15-32. 黎明文化事業出版。
4. 莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4:132-146。
5. 莊作權、楊明富 1992 水稻-田菁-玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響 中國農業化學會誌 30:553-568。
6. 連深 1974 蔬菜作物之養分吸收及施肥效應 1. 芹菜、甘藍、大蒜及生薑 農業研究 23(4):263-272。
7. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 台灣省畜產試驗所(編)。
8. 雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18:1-12。
9. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1998 利用碳酸銨萃取法估算堆肥有效氮含量應用在玉米栽培之研究 中國農業化學會誌 36(5):493-502。
10. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1995 堆肥有效養分潛能估測之研究 p.242-258 有機質肥料合理施用技術研討會專刊 台灣省農業試驗所特刊第50號。
11. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 p.245-249 有機農業研討會專集 台中區農業改良場特刊16號。

12. Bationo, A. and A. U. Mokwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer Res.* 29:117-125.
13. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2 Academic Press. NY.*
14. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 15:193-198.
15. Chang, C., T. G. Sommerfeldt and T. Entz. 1991. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 20:475-480.
16. Castellanos, J. Z. and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:354-357.
17. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucchini. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. *In: Gasser, J. K. R. (ed.) Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.*
18. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J. Environ. Qual.* 20:368-372.
19. Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. p.54-76. *In: Proceedings of symposium on pig waste treatment and composting II. Taiwan Livestock Research Institute.*
20. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.311:19-31.*
21. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
22. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. *ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71:1-20.*
23. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. *ASPAC/FFTC Extension Bulletin No. 313:1-29.*
24. Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:148-154.
25. King, L. D. 1984. Availability of nitrogen in municipal, industrial, and animal wastes. *J. Environ. Qual.* 13:609-612.
26. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (ed.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., NY.*
27. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. *In: Elliott, L. F. F. J. Stevenson, C. R. Frink, R. R. Hill, C. C. Hortenstine, V. J. Kilmer, E. J. Monke and F. G. Viets, Jr. (ed.). Soils for management of organic wastes and waste water. Madison, Wisconsin. USA.*

28. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., NY.*
29. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., NY.*
30. Piccolo, A. and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil.* 123:27-37.
31. Sims, J. T. 1986. Nitrogen transformations in apoultry manure amended soil: Temperature and moisture effects. *J. Environ. Qual.* 15:59-63.
32. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986a. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I .Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4:19-26.
33. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986b. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. II .Immobilization and mineralization of applied phosphorus. *Biol. Agric. Horti.* 4:301-307.
34. Smith, S. R. and P. Hadley. 1989. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). *Plant and Soil.* 115:135-144.
35. Sommerfeldt, T. G., C. Chang and T. 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.
36. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. *In: Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publ. Oxford. London.*

Effects of Application of Chicken Compost and Dairy Compost on the Yield of Cabbage and the Change of Soil Fertility¹

Yi-Fong Tsai²

ABSTRACT

The purpose of this research was to assess the effect of application of chicken compost and dairy compost on the growth and yield of cabbage and the change of soil fertility. The field experiments were conducted in Tatsuen (slate alluvial soils) and Mingen (sand stone shale soils). The results indicated that the yield of cabbage on the treatments of chemical fertilizer (N-P₂O₅-K₂O:250-80-180 kg/ha), chicken compost (100 t/ha), and dairy compost (130 t/ha) were in the first better group, but there were no significant difference among those treatments. The treatments of chicken compost (70 t/ha), and dairy compost (100 t/ha) were in the second better group, and the treatment of control was the lowest. The results also showed the characteristics of soil fertility such as EC, the contents of OM, available P, exchangeable K and Mg were significantly higher in the treatments of chicken compost and dairy compost than the other treatments. However, the performance of soil fertility were better with increase of the application rate of compost. As respect to the application rates and costs of chicken compost and dairy compost, there were too high as the treatment of chemical fertilizer when applied to cabbage farmland. In addition, the absolute growth rate of cabbage would significantly increase at head growth stage, 6.16~9.93 g/day and 4.03~9.50 g/day in Tatsuen and Mingen, respectively. Therefore, in order to increase the efficiency of using organic fertilizer in vegetable production, the future efforts should concentrate on developing a feasible method in organic fertilizer management that can match the growth characteristic of crops.

Key words: chicken compost, dairy compost, cabbage, soil fertility.

¹ Contribution No. 0480 from Taichung DAIS.

² Associate Soil Scientist of Taichung DAIS.