

# 合理化施肥之綠肥作物栽培利用

賴文龍<sup>1</sup>

## 摘 要

臺中地區綠肥作物栽培利用推廣達三萬公頃以上，稻田栽培綠肥以苕子、埃及三葉草、油菜、田菁、青皮豆及太陽麻等作物，掩施綠肥鮮草量15,000 kg/ha，再配合化學肥料施用，可節省氮肥40~80 kg/ha用量。掩施綠肥後土壤pH值略低0.1~0.4單位，土壤有機質含量略增2~6 g/kg，土壤總體密度降低0.12~0.2 g/cm<sup>3</sup>，減輕稻田土壤壓實。果園栽培綠肥以苕子、多年生花生、埃及三葉草及青皮豆等作物長期覆蓋果園地被，抑制雜草滋生，減少刈草及殺草劑使用，降低生產成本。長期種植綠肥覆蓋後果園土壤pH值略增加0.6~1.01單位及土壤有機質累積增加2.9~33.2 g/kg含量，降低土壤密度約0.12~0.5 g/cm<sup>3</sup>使土壤疏鬆，有助果樹根群伸展。品質以椪柑果實糖度提升1.0~2.2 °Brix、茂谷柑為0.4~1.1 °Brix及富有甜柿提升3.4 °Brix糖度，果實品質提升改善，有助市場競爭力。

**關鍵字：**綠肥作物、理化性質、總體密度、有機質。

## 前 言

土壤是農作物生長的「根本」，適時、適量的施用肥料提供作物營養吸收，且可保養土壤，使農業生產獲得高產及品質較佳之措施。本省於60年代後，農田在集約耕作經營制度下，農田難得有休閒，且逐漸不重視栽培綠肥作物及有機質堆肥使用。因為土壤有機質在土壤中營養要素之轉化及利用機制扮演著重要的角色，而現代農業之栽培管理上，由於長期及過量施用化學肥料及農藥，往往造成耕作之土壤逐漸劣變與酸化，污染水源與環境。近年來政府為因應加入WTO及有機農業永續經營，保育土壤情形下，積極推廣農田種植綠肥作物。綠肥是最經濟的有機肥料，它除具有收集土壤中營養元素的功能外，還具有改善土壤理化性質、促進土壤微生物的活性、減少雜草滋生、土壤沖蝕及當作食物、飼料等附加效用(鍾，1995；Lamps, 1985)。植物殘體掩施入土壤後，在適宜的溫度、水分及土壤環境下，經由微生物的礦化作用(mineralization)，將有機物分解為二氧化碳、水和含氮、磷、鉀...等礦物質。分解過程中，依材質不同其礦化速率亦有差異，新鮮綠肥除含70~90%之水分外，另含有許多有機化合物如易分解水溶性物質及不易分解物質如纖維素、木質素等；綠肥依營養生長成熟度不同，掩施幼嫩綠肥多汁易分解，釋

---

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場助理研究員。

放養分，隨綠肥生育成熟度增加老化則木質素含量增加，在土壤中的分解速率降低(鍾，1995；Waksman and Tenney, 1982；Allison等，1949)。綠肥殘體掩施土壤中，因其碳氮比小，極易被土壤中微生物族群分解，分解後之有機物質在土壤中扮演著多種角色，增進土壤肥力，礦化釋出養分提供作物吸收，對後作物肥培管理上可減少化學氮肥用量，同時改善土壤理化性及生物性，讓我們農業永續經營。

本場於果園推廣草生栽培，利用苕子綠肥作物生長具有匍匐之特性，於果園推廣苕子綠肥作物栽培，其具有覆蓋果園地被效果(賴，1998, 2000)，防止沖蝕、保持土壤水分、增加土壤有機質含量、降低土壤密實性、減少化學肥料用量，抑制果園雜草滋生，省去除草工資及減少殺草劑之使用次數，而達防止肥料及農藥污染水源與破壞土壤生態。

## 材料與方法

果園以苕子、多年生花生、埃及三葉草及青皮豆為綠肥試驗種類。水田裡作休閒期以苕子、埃及三葉草、油菜、蕎麥及大菜；休耕期以田菁、青皮豆、太陽麻及富貴豆等綠肥推廣種類。調查綠肥生草量、分析鮮草肥分含量及換算掩施後殘體分解礦化釋放肥分量，綠肥肥分要素量(kg/ha)=生草總量(kg/ha)×鮮草肥分含量(%)×礦化率(%)。

## 結果與討論

### 中部地區主要綠肥作物

本場多年來配合政府政策執行「推動合理化肥措施—綠肥作物栽培利用」推廣計畫，得知利用冬季裡作農田休閒期間及果園草生栽培種植綠肥作物。目前臺中地區主要綠肥作物推廣，夏季綠肥作物以田菁、青皮豆、太陽麻及富貴豆(虎瓜豆)等；冬季綠肥作物以苕子、埃及三葉草、油菜、大菜、蕎麥及紫雲英等(張，1995)；多年生綠肥作物以花生、營多藤、苜蓿、黑麥草及白花三葉草等；水生綠肥作物以滿江紅(賴，2000)。

依在農地耕作期間栽培之綠肥作物區分，於果園栽培綠肥以苕子、多年生花生、埃及三葉草、青皮豆及營多藤等作物；稻田裡作休閒期栽培綠肥以苕子、油菜、埃及三葉草、蕎麥及大菜等作物。休耕期綠肥以田菁、青皮豆、太陽麻及富貴豆等作物(表一)。

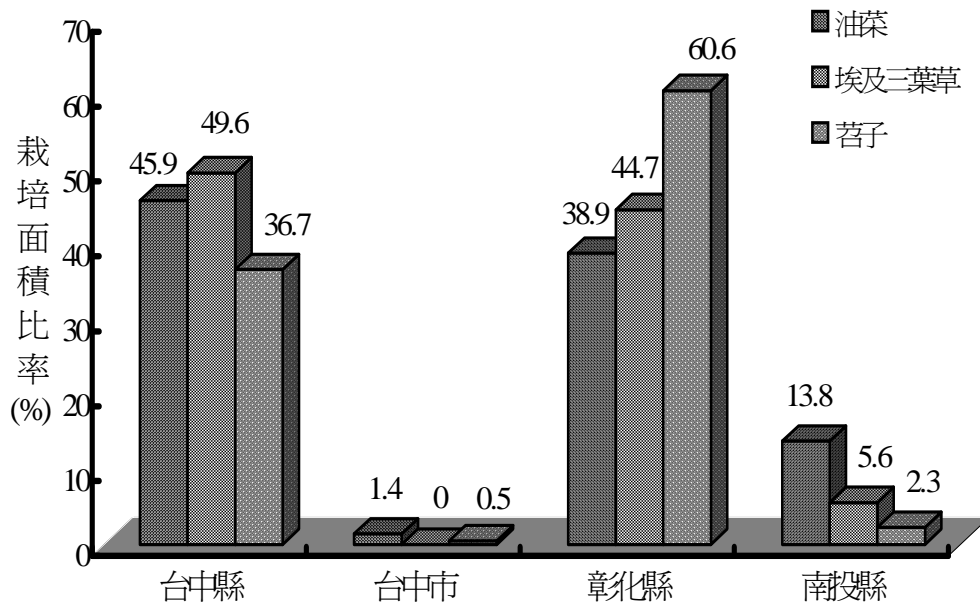
表一、臺中地區栽培綠肥作物之種類

Table 1. The kind of green manure crops cultivation in Taichung Area

栽培季節別	種 類
夏季	田菁、青皮豆、太陽麻、富貴豆(虎瓜豆)
冬季	苕子、油菜、大菜、蕎麥、紫雲英、埃及三葉草
水生	滿江紅
多年生	多年生花生、白花三葉草、營多藤、黑麥草、苜蓿

近三年來臺中地區(包括臺中縣、臺中市、彰化縣及南投縣等)綠肥作物，休閒期栽培面積分別1999年為17,812 ha，2000年27,914 ha，2001年以達30,146 ha逐年增加。其中埃

及三葉草栽培面積比率以臺中縣佔49.6%最高，其次彰化縣佔44.7%，南投縣只佔5.6%最低，而臺中市尚未栽培；苕子以彰化縣栽培面積佔60.6%比率最高，臺中縣佔36.7%次之，南投縣及臺中市最低分別佔2.3及0.5%；油菜栽培面積以臺中縣佔45.9%比率最高，其次彰化縣佔38.9%，而臺中市只佔1.4%最低(圖一)。



圖一、臺中地區綠肥作物推廣之現況

Fig. 1. The extension area of green manure crops in Taichung area.

#### 果園綠肥作物覆蓋利用之推廣

目前從事果樹栽培之果農年齡層逐漸趨於老化，在勞力嚴重缺乏情況下，果園除草每年須進行7~9次以上，一般以殺草劑及人工割草等方式行之，易使地表與覆蓋物而呈裸露，肥沃表土易遭沖蝕流失，使果園土壤逐漸貧瘠(賴，1998, 1999, 2000；劉，1985)。本場於1998年起陸續在臺中縣新社、東勢、和平、豐原、彰化縣大村鄉及南投縣等地區之椪柑、梨、茂谷、桃、葡萄及甜柿等果園進行草生栽培推廣。利用豆科綠肥如苕子、多年生花生、埃及三葉草及青皮豆等作物種植。覆蓋率以苕子及多年生花生效果較佳，其次青皮豆，而埃及三葉草覆蓋效果較差。而對土壤性質之影響結果如表二，經三年示範觀察得知，果園土壤pH值在苕子試區表土pH 5.49，底土5.28均較對照(清耕)區表土4.48，底土4.37之土壤pH增加1.01~0.91單位；多年生花生試區表土pH 5.16，底土5.00較對照區分別增加0.68~0.63單位；埃及三葉草試區亦增加0.60~0.52單位，顯示果園種植綠肥作物亦有增加土壤pH之趨勢。土壤有機質方面，種植苕子試區表土有機質含量66.9 g/kg，底土46.4 g/kg較對照區表土38.5 g/kg，底土33.2 g/kg分別增加28.4及13.2 g/kg；種植多年生花生區表土有機質含量71.7 g/kg，底土55.8 g/kg分別增加33.2及22.6 g/kg；埃及三葉草區

表土有機質含量41.4 g/kg，底土33.6 g/kg微增2.9及0.4 g/kg，顯示果園種植綠肥作物其覆蓋殘株經分解後可增加果園土壤有機物質含量。一般耕地土壤總體密度1.30 g/cm<sup>3</sup>，若大於1.30 g/cm<sup>3</sup>即有壓實現象(陳，1987和郭，1990)，土壤總密度經測定結果，對照區之土壤總體密度表土1.45 g/cm<sup>3</sup>，底土1.47 g/cm<sup>3</sup>，而對照試區土壤似有壓實障礙較不利果樹根群伸展。試區種植苕子之表土土壤總體密度為0.95 g/cm<sup>3</sup>，底土1.14 g/cm<sup>3</sup>；多年生花生表土0.84 g/cm<sup>3</sup>，底土1.03 g/cm<sup>3</sup>，上述種植二種綠肥覆蓋作物對土壤總體密度均有降低土壤壓實之效果。

表二、果園綠肥作物覆蓋利用之土壤性質影響

Table 2. The affect of fruit garden soil character after cover with green manure crops

綠肥作物別	土層 (cm)	pH (1:1)	OM (g/kg)	土壤總體密度 (g/cm <sup>3</sup> )
苕子	0-20	5.49	66.9	0.95
	20-40	5.28	46.4	1.14
多年生花生	0-20	5.16	71.7	0.84
	20-40	5.00	55.8	1.03
埃及三葉草	0-20	5.08	41.4	1.23
	20-40	4.89	33.6	1.26
對照	0-20	4.48	38.5	1.45
	20-40	4.37	33.2	1.47

對果實糖度而言，椪柑果園種植苕子及多年生花生試區之果實測定結果糖度11.8 °Brix最高，其次青皮豆試區11.5 °Brix，埃及三葉草試區10.6 °Brix最低，均較對照區果實糖度9.6 °Brix分別增加1.0~2.2 °Brix。茂谷柑果園以苕子試區11.3 °Brix最高，其次為青皮豆及埃及三葉草，對照區10.2 °Brix最低，均較對照區分別增加果實糖度0.4~1.1 °Brix。富有甜柿果園種植苕子試區果實糖度18.4 °Brix較對照區15.0 °Brix增加3.4 °Brix (表三)。結果顯示山坡地果園種植豆科綠肥作物覆蓋地被抑制雜草滋生，減少刈草及噴施殺草劑使用次數降低生產成本，同時對果園土壤管理有提高土壤pH、增加土壤有機質含量使果園土壤疏鬆而降低壓實性，俾利於果樹根群伸展及養分吸收。

表三、果園綠肥作物覆蓋利用對果實糖度之關係

Table 3. The effect of fruit brix change with cover green manure crops

作物別	對照	苕子	青皮豆	埃及三葉草	多年生花生
椪柑	9.6	11.8	11.5	10.6	11.8
茂谷柑	10.2	11.3	10.6	10.8	-
富有甜柿	15.0	18.4	-	-	-

#### 綠肥作物礦物營養養分之關係

臺中地區山坡地果園種植綠肥以苕子、多年生花生、埃及三葉草及青皮豆等作物為主，因於生育期間採取果園栽培覆蓋之綠肥殘體全株進行養分分析(張，1981)，分析結果

如表四，氮素含量以青皮豆2.93%及苕子2.76%最高，其次埃及三葉草2.01%，多年生花生1.46%含量最低；磷以多年生花生0.31%含量最高，其次埃及三葉草及苕子分別為0.28及0.26%，青皮豆含量0.09%最低；鉀則以苕子4.49%含量最高，其次埃及三葉草及青皮豆，分別為4.28及4.03%，多年生花生含量2.61%最低；鈣含量以埃及三葉草1.44%最高，其次苕子及青皮豆分別為1.24及1.25%，多年生花生鈣含量1.01%最低；鎂含量以青皮豆0.79%最高，其餘分別在0.52~0.58%之間。微量元素方面以苕子、多年生花生含量最多，埃及三葉草及青皮豆略低。整體上種植苕子綠肥因其生長特性具有匍匐性鮮草量最高，覆蓋果園地被長達8~9月以上，抑制雜草滋生，減少沖蝕，增加土壤肥力，提供作物營養分。

表四、果園綠肥作物覆蓋利用之植體礦物營養成分之關係

Table 4. The relationship of plant nutrient form and garden cover with green manure crops

綠肥作物別	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	%					mg/kg			
苕子	2.76	0.26	4.94	1.24	0.52	584	241	206	6
多年生花生	1.46	0.31	2.61	1.01	0.58	531	227	127	6
埃及三葉草	2.01	0.28	4.28	1.44	0.54	186	163	109	12
青皮豆	2.93	0.09	4.03	1.25	0.79	327	126	78	9

#### 稻田綠肥作物栽培利用推廣

本場歷年執行綠肥作物栽培利用推廣計畫，得知冬季農田休閒期及休耕期間適合種植苕子、埃及三葉草、油菜、蕎麥、田菁、青皮豆及太陽麻等綠肥作物，於開花盛期後耕犁掩埋土壤後，呈現最經濟有效的土壤管理之方法(張，1995；陳，1997；陳，2000，謝等，1981；賴，1999及2003；黃，1997)。綠肥之肥效試驗結果(表五)，稻田掩施紫雲英、埃及三葉草及苕子等綠肥鮮草量15,000 kg/ha，再配合化學肥料施用，可節省化學氮肥40~80 kg/ha用量。Bouldin (1985)綜合許多學者的研究指出，綠肥作物掩施後可提供50~100 kg氮肥幫助後作生長。張及梁(1962)研究指出掩施1萬公斤紫雲英對水稻肥效，約相當於40 kg化學氮肥用量。水稻田掩施紫雲英後土壤pH值較對照略為降低0.3單位，埃及三葉草降低0.4單位，而掩施滿江紅較對照則微略降0.1單位，顯示稻田掩施綠肥作物，會造成土壤pH值略為降低0.1~0.4單位。有機物在浸水土壤分解過程中產生的有機酸及二氧化碳會使土壤pH值下降(Yu, 1985)。土壤有機質則以掩施紫雲英後增加土壤有機質含量6 g/kg最高，其次埃及三葉草5 g/kg，而掩施滿江紅只微增2 g/kg，顯示稻田掩施綠肥作物對土壤有機質略為增加2~6 g/kg。據鍾(1995)研究指出綠肥掩施後，經過一期作水稻的生長，有機質含量略為上升，是因綠肥中不易分解之部分，增加土壤中有機質的含量。因此，水稻田長期種植綠肥對土壤有機質略有增加趨勢。一般耕地之土壤總體密度在1.3 g/cm<sup>3</sup>左右，尚未發生壓實，超過1.3 g/cm<sup>3</sup>以上時，耕地土壤呈現壓實現象會逐漸嚴重，而影響作物根群伸展(陳，1987；郭，1990)。因此，會使稻田掩施綠肥如紫雲英、埃及三葉草、苕子及滿江紅等作物後，稻田土壤總體密度較對照區略降低0.12~0.2 g/cm<sup>3</sup>，顯示掩施綠

肥作物除增加土壤有機質含量，並可降低土壤壓實性，改善土壤理化性。掩施後養分釋出，節省化學肥料使用量，增進農田生產力，推動農業永續性經營。

表五、綠肥作物掩施對水稻田土壤性質之影響

Table 5. The effects of rice paddy soil character change with green manure crops cover

綠肥作物別	pH (1:1)	OM (g/kg)	土壤總體密度 (g/cm <sup>3</sup> )
紫雲英掩施區	5.1	22	1.21
對照區	5.4	16	1.41
埃及三葉草掩施區	7.0	42	1.35
對照區	7.4	37	1.47
滿江紅掩施區	6.8	37	1.10
對照區	6.9	35	1.22

### 參考文獻

1. 張金城 1995 綠肥作物栽培利用 臺灣省政府農林廳編印。
2. 張淑賢 1981 本省現行植物分析法 作物需肥診斷技術 農業試驗所特刊第13號 p.53-59。
3. 張國勳、梁燦生 1962 紫雲英對水稻之肥效 科學農業 10:291-294。
4. 陳振鐸 1987 基本土壤學 徐氏基金會出版 臺北。
5. 陳能敏 1997 永續農業過去、現在、未來 農資中心科學叢書(3)。
6. 陳鴻堂 2000 合理選擇綠肥作物栽培 臺中區農業改良場特刊第43號 p.5-10。
7. 郭魁士 1990 土壤學 中國書局印行 臺北。
8. 黃山內 1977 綠肥掩青氮素肥料率與水稻產量之影響研究 I.酸性水田狀況下之影響試驗 農林廳土壤肥料試驗報告 p.49-54。
9. 劉熙 1985 果園土壤管理 恆生圖書公司。
10. 鍾仁賜 1995 各種綠肥的生質量與其對土壤理化性質影響的比較 農林廳土壤肥料報告 p.168-189。
11. 賴文龍 2003 稻田綠肥作物栽培利用推廣 臺中區農業專訊第40期 p.20-24。
12. 賴文龍 2000 果園綠肥作物覆蓋之利用 臺中區農業改良場特刊第43號 p.19-24。
13. 賴文龍、黃山內、王錦堂 2000 稻田掩埋滿江紅對水稻生育之影響 臺中區農業改良場特刊第43號 p.51-60。
14. 賴文龍 1999 推動合理化施肥措施綠肥作物栽培利用推廣成果觀摩 臺中區農業推廣通訊 第14期。
15. 賴文龍 1998 果園栽培綠肥作物覆蓋之利用 豐年半月刊9卷第48期。
16. 謝焜明、王錦堂、黃山內 1981 掩施埃及三葉草稻田氮肥調節 農林廳土壤肥料試驗報告 p.120-124。

17. Allison, F. E., M. S. Sherman, and L. A. Pinck. 1949. Maintenance of soil organic matter: I. Inorganic soil colloid as a factor in retention of carbon during formation of humus. *Soil Sci.* 68:463-478.
18. Bouldin, D. R. 1985. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. In K. Lamps (ed). *Green manure in rice farming*. IRRI. Los, Banos Philippines., p.151-163.
19. Lamps, K. 1985. *green manure in rice farming*. IRRI. Los, Banos Philippines., p.1-9.
20. Waksman, S. A., and F. G. Tenny. 1928. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil: III. The influence of natural plant upon the rapidity of its decomposition. *Soil Sci.* 26:155-171.
21. Yu T. R. 1985. *Physical chemistry of paddy soils*. Science press, p.143-144.

# The Cultivation and Utilization of Green Manure in the Approach Suitable Fertilizer Apply

Wen-Lung Lay <sup>1</sup>

## ABSTRACT

In Taichung area, the area of green manure crops cultivated had approach 30,000 ha. The major green manure crops cultivated in rice filed were *Vicia dasycarpa*, *Trifolium alexandrinum*, *Brassica campestris*, *Sesbania cannabina*, *Glycine max*, and *Crotalaria juncea*. The fresh weight of green manure crops was reach 15,000 kg/ha with suitable fertilizer apply could decrease the nitrogen-fertilizer 40-80 kg/ha use. After cover the green manure crops, the soil pH value will change 0.1-0.4 value, enhance the soil organic compound 2-6 g/kg and decrease soil bulk density 0.12-0.2 g/cm<sup>3</sup>. The major green manure crops cultivated in fruit garden were hairy vetch, wild peanut, Egyptian clover and blue soybean. Because these crops had long growth stage in the fruit garden, it could inhibit the weed growth and decrease herbicide use. After cover these green manure crops the soil pH value of fruit garden will increase 0.6-1.01 value, accumulated the organic compound 2.9-33.2 g/kg, and decrease soil bulk density 0.12-0.5 g/cm<sup>3</sup> to help root system extension. The fruit sweet Brix will increase 1.0-2.2 °Brix in Ponkan Tangerine, 0.4-1.1 °Brix in Murcott Tangerine and 3.4 °Brix in Sweet Persimmon. Cover green manure crops in fruit garden will enhance quality of fruit and increase the competition on the market.

**Key words:** green manure, physicochemical properties, bulk density, organic matter.

---

<sup>1</sup>. Assistant Soil Scientist of Taichung DAIS.