

綠肥在有機農業之應用

王鐘和 林毓雯 黃維廷 丘麗蓉

行政院農業委員會農業試驗所

前 言

有肥沃健康的土壤，才有量豐質優的農產品。有機農業特別重視土壤物理、化學及生物性質之改善及促進，透過適當的土壤管理，循環利用各種有機資材，施用天然礦石，來改善土壤環境，提昇土壤供應養分的能力。故有機農業是以有機物來補充或平衡土壤的有效養分，供應作物生長所需，有機物除了來自農場自製堆肥、市售各種有機資材(不含化學肥料)或植物殘體外，綠肥也是重要的有機質及營養供應的來源。

綠肥是一種植物，在幼嫩期或成熟後，耕犁入土壤中，可提供及促進作物養分吸收。綠肥種類包括豆科或非豆科。常見的豆科綠肥作物如：田菁、太陽麻、虎爪豆、大豆、紫雲英、埃及三葉草、苜蓿、苕子、豌豆、蠶豆、羽扇豆等。非豆科的綠肥作物常見的如：油菜、蘿蔔及許多草類等。台灣光復初期因化學肥料尚不普遍且價格昂貴，綠肥的利用備受重視，栽培面積曾多達 20 餘萬公頃，隨後因化學肥料漸普及價格低廉，以及農田集約耕作制度之盛行，農田難得有休閒時間，使得綠肥栽培面積急速萎縮。近年來，為達到土壤保育及避免農業生產過剩的雙重目的，政府積極推廣在農田休閒期種植綠肥，綠肥栽培面積才又大幅增加。

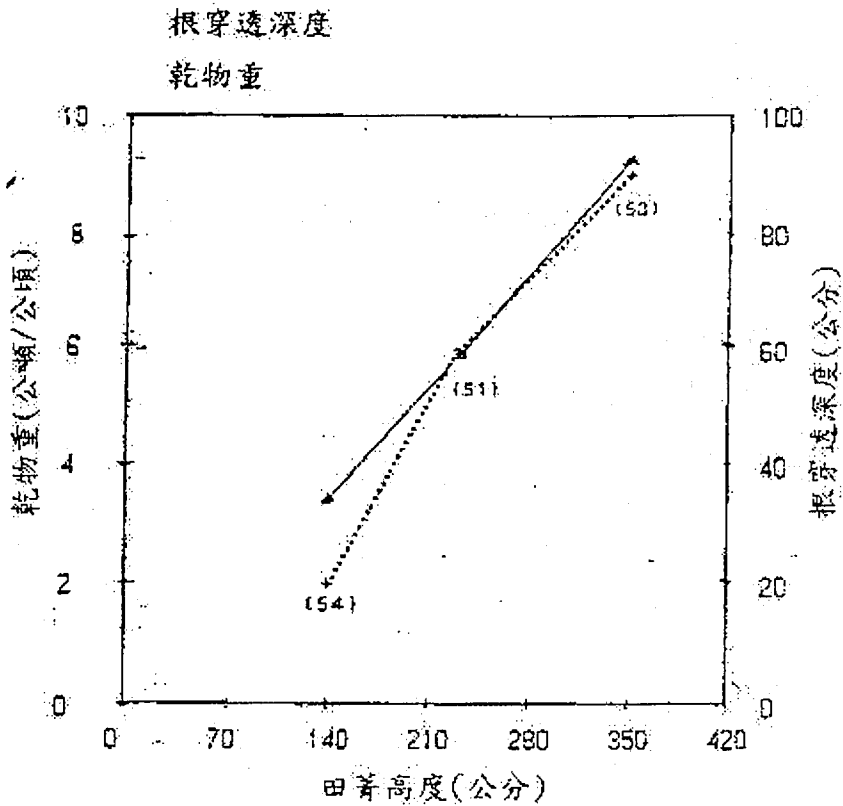
綠肥的功效

綠肥的應用功效甚多，對土壤的物理、化學及生物相都有影響，

其重要的功能如下：

- 1.增加土壤有機質：綠肥作物翻犁進入土壤中後，被微生物利用及分解釋放出無機養分供作物生長所需，不易分解的部份就會累積下來，或分解物聚合成腐植質，可增加土壤的有機質，一般而言，成熟的綠肥作物，含有較多不易被分解的木質素，分解速度較慢。反之，較幼嫩的綠肥含木質素較少，但分解速度甚快，可如同化學肥料般迅速供給養分。長期施用生長至成熟期含木質素較高的綠肥，將可增加土壤有機質。
- 2.增加土壤的無機養分：綠肥在翻入土壤後，被分解後釋放植物營養元素，供給下一期作的作物利用，尤其豆科綠肥作物能固定空氣中的氮氣，因此，豆科綠肥在分解後可提供大量氮素養分。任何綠肥在分解後都能釋放出氮、磷、鉀及其他元素。此外，較成熟綠肥作物之根系可深入較深土層吸收養分，當其被翻犁入土壤表層時，可將養分釋放於表土中，使表土之養分較不致缺乏。
- 3.改善土壤物理性：綠肥作物成熟期植株根系相當旺盛，可穿透較密實之耕犁層，有助於土壤通氣等物理性之改善。著者之研究結果顯示隨著綠肥田菁生長期間增長，植株高度、乾物重及根穿透土壤之深度均增加，當田菁高約 3.5 公尺左右時，其根系可穿透密實的耕犁層生長至 90 公分深之深層土壤中(圖一)，大量的綠肥根系在土壤中腐爛後形成之孔隙，有助於土壤通氣性及排水性的提昇。
- 4.增加土壤微生物活性：加入土壤中之新鮮綠肥植體，刺激土壤中微生物大量滋長，使微生物相活潑化複雜化，即土壤微生物相多樣化，產生健康的土壤生物性。
- 5.增加土壤營養的有效性：綠肥分解時，產生有機鉗合劑或有機酸，使原有不易溶解的營養轉變為易溶解的營養，尤其是對促進磷及鋅的效果佳。另外在鹼性土壤中因綠肥分解釋放的二氧化碳，可以將磷的有效性增加。
- 6.抑制雜草生長，增加有效養分量：綠肥生長期間不但可吸收土壤中之無機養分，避免流失，且可抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，俟其翻犁入土壤中後，可提昇土壤有效養分含量。

- 7.減少土壤之沖刷及流失：兩期作物生長期間常有一段休閒期，在裸露之環境下，土壤必然容易風蝕或被雨水淋洗或造成土壤流失，因此，綠肥有保護土壤的功效，減少土壤沖刷及流失。
- 8.減少病蟲害發生：農地輪作綠肥，改變土壤中有機質之組成分，刺激微生物生長，使土壤中的病原菌或蟲的族群減少，有效降低病蟲害。



圖一、田菁高度與乾物重及根穿透土壤深度之相關圖(王鐘和 1993)

有機農業輪作綠肥之意義

理想的有機農法是採行適切的作物輪作之模式，而現今之有機農場為講求經營效率，節省工資支出及產品產銷便於掌控，在同一塊農

田上幾乎全是採行單一種類作物之經營模式，例如有機水稻、有機茶樹、有機果樹或有機蔬菜栽培等等。此種栽培模式因為每作均有大量的農產品從農場中被移走，也就是每作有大量相似比例的養分被從土壤中移走，且常因講求經濟效益未能有時間安排豆科作物輪作，缺乏固氮素之補充，僅靠農場中少量作物殘株回歸土壤，補充養分，顯然是不夠的。且投入養分與被移走養分間之種類與比例，也不盡相同。要想達到此種經營方式能持續的進行，必須加入豆科綠肥於輪作系統，不但可增加氮源供給，且可抑制雜草生長。並且較不需由農場外移入大量有機物，降低經營成本。

有機農場應用綠肥之策略

綠肥作物應用在有機農場經營耕作制度中，可採行下列幾種方式：

1. 輪作方式:綠肥植物與主作物輪流耕作是常見的方式，豆科綠肥與非豆科如玉米之輪作，或與水稻輪作之水旱輪作方式。另外，在冬季蔬菜生產過剩，價格大跌期間，種植冬季綠肥埃及三葉草、油菜、或苕子等，可舒緩蔬菜生產過剩，避免價格慘跌。且綠肥提供之養分可有效提供下一期作物生長所需，達到節省肥料資源，降低生產成本的目標。
2. 間作方式:綠肥植物與主作物採條式間隔種植的栽培方式，常見的是豆科與非豆科作物的間作，如大豆與玉米或大豆與甘蔗，在甘蔗生長初期與大豆間作，等到大豆成長後，將大豆的殘體配合甘蔗覆土時埋入。此外，在茶園中間作夏季綠肥如田菁及冬季綠肥如魯冰等，俟綠肥長至相當程度後，敷蓋於靠近茶樹植株之土表上，可防止土壤流失，更具保水及提昇養分之效果。
3. 草生栽培方式:多年生的果園中常以草生栽培做為水土保持的方式，這些草在成長後可割倒做為敷蓋，對坡地或山地果園之具有保水及增加養分供給之功效。惟為避免果樹根系因而大部份生長在較舒適之表土中，反而不耐乾旱逆境，應適度配合化學肥料或有機肥料深施，以誘導根系深入較深土層中。

綠肥的栽培及施用要領

一、綠肥栽培要領

1. 依播種季節選擇適當的綠肥種類:綠肥的種類多，要注意綠肥適應氣候的能力，適合夏季種的綠肥作物必能不能適應冬季種植，如紫雲英和埃及三葉草在秋冬種植，夏季太熱就無法生長，因此，在種綠肥前應先知道它的適合季節，台灣地區適栽的各種綠肥之適栽季節如表一。
2. 接種根瘤菌促進豆科綠肥生長: 台灣地區有些土壤根瘤菌的族群並不多，豆科綠肥著生固氮根瘤數量就少，需要接種根瘤菌，尤其在未曾種植過豆科綠肥的農田，初次種植豆科綠肥時更需要接種根瘤菌。

表一、台灣地區主要綠肥作物名稱、鮮重、氮磷鉀含量及適栽期

綠肥種類	鮮重 公噸/公頃	要素含量%			適栽期
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
田菁	20-40	0.47	0.09	0.42	3-8月
太陽麻	20-40	0.37	0.08	0.14	3-8月
青皮豆	10-20	0.62	0.09	0.32	3-8月
大豆	10-20	0.58	0.08	0.73	3-8月
富貴豆	20-30	0.16	0.11	0.39	3-10月
油菜	20-35	0.21	0.02	0.28	10-2月
苕子	30-35	0.56	0.13	0.43	10-2月
埃及三葉草	20-30	0.52	0.14	0.40	10-2月
紫雲英	20-40	0.48	0.09	0.37	10-11月

二、綠肥施用要領

土壤有機物之增減，端視施入有機物在土壤中之總量，及在土壤中分解速率之快慢而定。土壤中有機物分解速率則受有機物種類、性質及氣候土壤條件之影響甚大。若其他外界因子不變，有機物之碳：氮比（C/N ratio）是決定分解速率快慢及有機質（腐植質）生成之主要因素。一般而言，有機物之碳：氮比愈高，表示含有較多之纖維素及木質素；且表示分解緩慢，是形成土壤中有機質之主要來源。反之，碳：氮比較低之有機物，在土壤中很快被微生物分解而變成無機態養分為作物所吸收利用。因此，從增加土壤有機質及提高土壤地力之角度來看，應當選擇有機物總量多且碳：氮比高之綠肥較佳；即綠肥作物生長至成熟期才犁入土壤中為宜。

綠肥的施用如前所敘，其數量、性質均會影響後作作物之生長，需依綠肥的作物種類、株齡、生產量及下期作物的種類而有不同。綠肥施用時尚要注意的事項有：

1. 在綠肥的適當生長期施用：綠肥作物，如在開花前翻犁則植株仍然幼嫩，容易用耕機翻犁，但如延到開花結果期因植株老化，植體含木質素高如同木本植物較不易耕犁，需要用較重型的耕耘機具，如圓盤犁等。
2. 水田施綠肥之注意事項：水稻田如過量施入綠肥，在分蘖期因過多氮素釋出，水稻吸收氮素過量，易產生過多的無效分蘖，會有不良效果出現，因此，綠肥不應過量外，亦需提早翻犁綠肥，而達到提早腐熟綠肥，減少綠肥可能引起的缺失。尤其土壤排水不良區的水田，需避免過量的豆科綠肥。
3. 善用綠肥植體之養分，後作務必減施肥料用量（尤其是氮肥）：前作綠肥如在幼嫩期即翻犁掩埋，因碳氮比低分解速率極快，後作作物如為短生育作物如葉菜類蔬菜，可減施綠肥所含氮量之 50%，後作如為較長生育期作物如水稻、玉米等作物，則可減施綠肥所含氮量之 75%；綠肥如在成熟期時掩埋，因碳氮比高分解速率較慢，後作為短生育期之葉菜類蔬菜時可減施綠肥所含氮量之 25%，後作如為較長生育期之水稻、玉米等作物則可減施綠肥所含氮量之 50%。一般而

言，綠肥植體中之磷鉀含量不如氮素含量多，綠肥掩埋後，後作磷鉀減施量約為綠肥植體中磷鉀含量之 25-50%，視後作生育期長短而定，生育期長則減施比例高，生育期較短則減施比例較低。經土壤肥力測定磷鉀含量高之農田，則可減施綠肥植體磷鉀含量之 100%。

4. 有機水稻田：有機水稻田栽植滿江紅亦可視為綠肥之一種，水稻生育初期滿江紅可協助抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，惟此時期滿江紅也略與水稻競爭養分，水稻生育中期曬田時，滿江紅大量死亡，植體經分解可釋出大量養分(尤其氮素)，應注意避免該時候水稻氮素吸收過量，對子實生產不利。
5. 採土表敷蓋方式：綠肥作物如採施於土表作為敷蓋之方式，其分解速率將比採掩埋方式明顯較慢，加上因採不整地綠肥敷蓋方式栽培之後作作物通常生育較佳，養分吸求較高，因此其後作可減施的肥料量較少，大約為採掩埋方式減施量之一半即可。

