綠 肥 與 輪 作

賴文龍

一、前 言

梨山位於台中縣和平鄉海拔高度在 1,700 公尺以上之高山。於民國四十六年及五十二年間，退輔會分別於福壽山、武陵設置農場，開墾種植溫帶水果如蘋果、水蜜桃、梨、李等並帶動當地溫帶果樹栽培。中橫公路通車後，遊客不斷湧入，帶動該地區繁榮，沿途於佳陽、梨山、華岡、松茂、環山、苗圃、武陵等地區相繼栽培溫帶果樹。近年來，由於水果開放進口，以致水果價格低落，不敷成本支出，果園相繼廢耕改種茶樹、夏季高冷蔬菜。菜農種植之蔬菜田大部分均以租地耕作，為講求產量純收入之效益，菜農不計成本施肥，於栽培期間大量施用雞糞、化學肥料，造成當地蒼蠅滋生，影響生活環境品質至鉅。

德基水庫集水區源頭，栽培高冷地蔬菜之農地，土層淺而肥力差，菜農種植蔬菜致大量施用肥料，造成肥份供過於求。栽培甘藍每期作施用公頃要素推薦用量 N：P_2O_5：K_2O 為 200～300：70～90：120～180 公斤/公頃；而當地農友施用肥料以複合肥料為主，換算成三要素用量約 1,200～1,300：170～190：1,000～1,200 公斤/公頃，為推薦用量之約 10 倍。甘藍採收後所施用之複合肥料成堆尚未溶解殘留於蔬菜田園表土上面，造成嚴重土壤污染，如逢豪雨沖蝕而溶淋流入水庫，成為水庫之水質優養化污染源。

因此，梨山地區高冷蔬菜栽培農地於夏作蔬菜收穫後，輪作綠肥作物覆蓋田園地被，可減少雜草滋生、養分之競爭，避免以往大量施用除草劑。輪作耕作可減少病蟲危害及農藥使用量，間接可減少對當地環境污染。利用蔬菜田園休閒期間，種植綠肥作物為最有效而經濟

保育土壤地力之管理，且可增加土壤中有機物質含量，以改善蔬菜田園土壤之理化性及生物性，保育地力提高蔬菜生產量及品質。

二、綠肥栽培利用

利用田園栽培任何一種作物，於生育期間將其新鮮植物體，全株直接翻犁掩埋入土中當作肥料，並利用綠肥來保持或改善土壤肥力稱為綠肥作物。綠肥對栽培作物之生產力供給養分不亞於化學肥料，過去傳統農耕法就栽培綠肥作物、掩青甘藷蔓葉或農作物殘體掩埋，改善土壤地力，維持農作物正常生產，並可抑制有害雜草，在耕地休閒期間有減輕雜草滋生之效。

綠肥作物栽培生長於開花盛期或生長茂盛時期，將其新鮮植物體全株直接翻犁掩埋入土壤中，藉著土壤微生物的分解其中易分解之殘體，礦質化並釋放出養分充當肥料，供給後作作物營養生長所需養分利用。另外，由於其含有大量不易分解之纖維素、木質素，可增加土壤有機物，為長期保育土壤肥力及維持農業永續生產力之耕作方式。在高冷地蔬菜栽培地區，利用休閒期間輪作種植綠肥作物迫切需要，是最有效經濟之保育土壤管理之方法。

適合綠肥栽培的作物種類很多，一般分為豆科與非豆科綠肥作物等，其中以豆科綠肥的栽培居多。本省綠肥栽培時期，可分為冬季休閒裡作與夏季綠肥二大類，冬季綠肥作物如埃及三葉草、苕子、油菜、大豆、紫雲英、羽扇豆、蕎麥、大菜等其中以苕子、埃及三葉草及油菜為目前推廣之綠肥作物。夏季以田菁、太陽麻、大豆等為綠肥作物。綠肥作物栽培時，應選擇適合當地氣候環境條件生長之綠肥作物栽培，並依當地輪作模式進行耕作。在梨山高冷地區適合當地氣候環境條件生長之綠肥作物有如苕子、埃及三葉草、黑麥草等。

綠肥作物之植體為高效性之有機質肥料，於綠肥作物開花期翻犁掩埋，濕潤土壤有利於土壤微生物加速分解綠肥作物殘體養分釋放，以利後作作物之吸收利用養分。同時，後作作物栽培生育期間所施肥料用量應將綠肥殘體所釋放養分扣除，以免過量施肥造成後作作物營養過剩易遭受病蟲危害。惟掩施時應注意下列各點:

1.掩埋生草量應視土壤性質來決定，砂壤土有機物分解迅速，掩埋量可多，粘土通氣較差則不宜過多，因其分解遲緩，易起還原作用，產生有害物質，對後作物生長不利。

2.綠肥作物掩施土中以開花盛期最適宜，此時期含氮量最多，莖葉且柔嫩多汁，易分解。

3.綠肥植體分解時宜加施石灰中和酸性，促進分解之效果。

4.綠肥植體耕犁掩埋深度愈深，對作物根系發育愈有利。

5.綠肥植體掩施後須經十五至二十日以上的分解，才可種植栽培其他作物。

6.綠肥植體掩施後殘體分解發酵，產生發酵熱對後作作物根部生長不利，一般在作物種植前 15-20 天掩埋，使綠肥殘體能充分發酵分解，以利後作物之吸收利用。

(一)綠肥之肥效試驗結果摘錄

本省歷年來有關種植綠肥掩施對土壤肥力及作物產量之試驗，結果整理列如表一，綠肥肥效之效益供農友參考。

表一、台灣綠肥作物肥效之試驗結果

試　　驗　　結　　果	研 究 人 員
掩施冬季休閒期所種植之綠肥，可增加稻穀與稻蒿 20%的收量。	林國謙等(1951)
太陽麻 20～40 公噸相當於無機氮肥 139～163 公斤，可節省蔗田施用 38.9～85.6 公斤的氮肥，綠肥之肥效為 52.9～69.3%。蔗田掩施 20,000～30,000 公斤之綠肥，蔗糖產量提高 10～20%。	薛鎮江(1958)
掩施 10,000 公斤紫雲英，對水稻之肥效相當於 40 公斤化學氮肥。	張國勤等(1962)
稻田掩施田菁鮮草 15 公噸，對水稻之肥效雖因土壤肥力及稻作品種而異，大約為 40～80 公斤化學氮肥。	張學琨等(1963)
綠肥(花生、田菁、太陽麻)植體各部位之氮磷鉀含量以先端部位最高，葉部次之，莖部又次之，根部最低。	楊秀青(1966)
酸性水田掩施紫雲英鮮草 15 公噸後，只要再配合施氮肥 60～80 公斤即可提供足夠的養分。氮肥配合使用法以基肥 50%、第一次追肥 25%、穗肥 25%較佳。	黃山內(1979)
埃及三葉草 15 公噸有 40 公斤氮素之效應，氮肥之配合施用法基肥 50～75%%、追肥 25%、穗肥 25%較佳。	謝炯明等(1988)
每公頃敷蓋 5 公噸的田菁，約等於施用氮、磷、鉀肥各 120、25 及 90 公斤，可增產玉米 400 公斤及節省氮肥 50 公斤。	連　深等(1988)
掩施埃及三葉草對春作高梁可增產 16.4%，如將酸性土壤配合石灰處理，可使增產提高 24.2%。掩施綠肥(埃及三葉草之土壤有機質含量略有增加，且能緩和土壤 pH 值下降之趨勢。	蔡宜峰等(1989)
輪作制度試驗發現，種植田菁之後作玉米可增產 23%。	李文輝(1991)
台灣北部地區夏作綠肥以大豆 G2120 最適宜，秋作以虎尾青皮豆產量最高，春作又以大豆 G2120 為最適宜。	龔財立等(1992)
採行不整地田菁敷蓋之栽培模式時，秋作玉米的產量會增加，且該區之土壤理化性較佳、pH 值較高，但蟲害較嚴重。	王鐘和等(1993)

(陳能敏,1997)

(二)本省冬季裡作主要栽培綠肥作物及其養分分析

綠肥作物種類繁多，本省栽培之綠肥作物，其植物體之主要養分列如表二，僅供農友選擇適合當地栽培之綠肥作物選擇種類之參考。

1.苕子

苕子為一年生蔓性豆科草本植物，生長適應性很廣，能夠適應各種土壤生長，海拔 1,500 公尺以下山坡地均能生長，於梨山苗圃地區果園栽培觀察，可全年生長為高海拔山坡地為極佳之綠肥作物。撒播每公頃播種量 15～20 公斤，於夏作蔬菜收穫後，不整地直接撒播或整地後播種，並隨淺耕增加種子與土壤接觸面以提高發芽率。苕子生長初期生長較緩慢，為促進根瘤生長酸性土壤每公頃應施用石灰 500 公斤為基肥，改善土壤理化性。苕子較不耐濕，生育初期田土應保持濕潤以促進生育。開花盛期時掩埋入土，此時植株營養成分高，莖蔓柔軟多汁，掩埋後容易腐熟分解。一般於翌年 2～3 月間可翻犁掩埋其生草量約 30～50 噸/公頃，應於後作種植前 15～20 天翻犁掩埋土中。翻犁掩埋後可加速土壤微生物分解植株殘體。有效肥分鮮草含氮素 0.56%、磷酐 0.13%、氧化鉀 0.24～0.55%。生草量以 10,000 公斤礦化率 60%計算，可供後作物作物約 34 公斤氮素(約施尿素 74 公斤或硫銨 162 公斤)。

2.埃及三葉草

埃及三葉草為一年生豆科草本植物，性喜冷涼氣候，不耐霜亦不耐熱，砂壤土生長最佳，耐蔭性強。每公頃播種量 10～15 公斤於夏作蔬菜收穫後，不整地直接撒播或整地後播種，並隨淺耕以提高種子發芽率。於翌年 2～3 月間開花盛期即可翻

犁，生草量約 20～30 噸/公頃。有效肥分鮮草含氮素 0.48～0.56%、磷酐 0.09～0.18%、氧化鉀 0.24～0.55%。生草量以 10,000 公斤礦化率 60%計算，可供後作作物約 29 公斤氮素(約施尿素 63 公斤或硫銨 138 公斤)。

3.油菜

油菜適應環境能力很強，生長初期喜溫暖濕潤，對土壤的選擇不嚴，排水良好且肥沃的土壤最適宜。每公頃約需種子 6～9 公斤，視土壤肥沃程度，調整播種量。油菜栽培生育初期應酌施氮肥及磷肥，以促進生長，油菜生育初期宜有適當的水份以利生長。油菜害蟲有蚜蟲、小菜蛾及擬尺蠖，若發生病蟲危害時必須防治，並避免成為附近田區冬季裡作物之病蟲源。掩施最適宜時期為油菜開花盛期，生草量約 10～20 噸/公頃。有效肥分鮮草含氮素 0.21%、磷酐 0.02%、氧化鉀 0.28%。生草量以 10,000 公斤礦化率 60%計算，可供後作作物約 13 公斤氮素(約施尿素 28 公斤或硫銨 62 公斤)。

表二、綠肥作物之主要有效肥分(%)

綠肥種類	苕子	埃及三葉草	油菜	大豆類	蕎麥	大菜	紫雲英	田菁
氮 素 (N)	0.56	0.48-0.56	0.21	0.61-0.82	0.40	0.20-0.28	0.48	0.42-0.52
磷 酐(P_2O_5)	0.13	0.09-0.18	0.02	0.07-0.09	0.15	0.08-0.10	0.09	0.05-0.06
氧化鉀(K_2O)	0.24-0.55	0.24-0.55	0.28	0.46	0.32	0.47-0.58	0.37	0.37-0.47

(張金城，1997)

三、輪作

輪作是指在同一塊土地上，有計劃而按一定之順序栽培不同作物，經過若干年之作物種類順序交換後，土壤的養分可充分吸收利用，減少前作作物殘留的毒害，深根、淺根性作物輪流栽培，充分利用土壤養分，輪作可改善土壤物理性、化學性、生物性及防止土壤表土流失等功用之輪作耕作制度。

輪作制度建立可有效維持土壤肥力。連作相同作物則將土壤中同樣養分消耗過多，造成某種養分缺乏，而其他養分則易過剩。同一種作物之根能分泌某種有害物質，對某些作物會產生為害，同時亦增加病蟲、雜草為害，如採用輪作制度，則可減少病蟲及雜草危害，增加土壤養分均衡供需，不致因作物連年吸收土中同一肥分產生缺乏失調而耗竭地力。

(一)輪作制度應用基本原則

1.淺根作物栽培後種植深根作物交互種植，可吸收土壤各層養分充分利用地力。

2.固氮(豆科作物)與需氮作物輪作種植。

3.間作種植綠肥作物覆蓋地被，減少雜草滋生，防止土壤地表沖蝕流失。

4.輪作制度內列入綠肥作物。

5.土壤病害之作物不可連作，減少病害發生。

6.輪作種植作物吸收養分不同，可充分利用各養分。

7.消耗地力快的作物與消耗地力慢的作物配合成一輪作系統。

(二)輪作制度之優點

1.輪作耕地可周年充分利用，提高複作指數，維持土壤生產力。

2.減少病蟲害的發生及雜草滋生為害。

3.增加土壤有機物質含量及改善土壤理化性與土壤結構，增加土壤肥力。

4.充分利用土壤各土層之養分，減少土壤沖蝕及保蓄水分，有效提升土壤生產力。

5.增加農業經營整體面之收益。

(三)中部地區高冷地輪作模式

梨山高冷地蔬菜栽培地區，菜農依農時或氣候環境及市場需求等要件，分別種植甘藍、青蒜、菠菜、包心菜、豌豆等作物。目前該地區現有耕作習性以甘藍為主，其次青蒜、菠菜。其栽培耕作模式為甘藍→甘藍，甘藍→甘藍→青蒜(菠菜)，甘藍→青蒜(菠菜)，青蒜→甘藍→青蒜(菠菜)，均採集約栽培以致需施用大量肥料，及連作栽培上使用大量農藥防治病蟲害，易污染當地環境及集水區水源優養化。建議梨山高冷地蔬菜栽培區之農田，能夠以輪流種植不同作物，蓄積土壤肥力減少病蟲害防治及雜草滋生防除。依現況輪作模式建議以甘藍→甘藍→綠肥，青蒜(菠菜)→甘藍→綠肥，甘藍→青蒜(菠菜)→綠肥等模式實施輪作集約栽培蓄積土壤肥力，減少病蟲危害。

四、結　論

由於本省處於亞熱帶地區，耕地土壤有機物質分解較快，土壤肥力逐漸貧瘠，栽培作物主要仰賴使用化學肥料，才能於短期間內提供生長所需養分以增加作物產量。但由於長年累積使用大量化學肥料，土壤逐漸酸化及自然生態被破壞，環境遭受污染，使土壤逐漸惡化而呈負面效果。因而要保育耕地土壤，則需要合理化施肥，減少化學肥料施用，降低作物生產成本，穩定作物生產產量，提高作物品質。由於利用農田休閒期種植綠肥作物如苕子、埃及三葉草等，掩施後釋放

養分，增加土壤中有機質含量，改善土壤物理性、化學性及生物性，為最經濟有效培育土壤地力之方式。

五、參考文獻

1.陳能敏 1997 永續農業過去、現在、未來 農資中心資訊科學叢書 。

2.潘士釗 劉賢祥 1983 作物栽培學 維新書局 台北。

3.土壤管理手冊 1990 國立中興大學土壤調查試驗中心編印。

4.甘藍栽培管理手冊 1984 德基水庫集水區第三期整治規則農藥肥料使用管理之研究與推廣 技術專刊第一號 台灣省農業藥物毒物試驗所編印。

5.張金城 1995 綠肥作物栽培利用 台灣省政府農林廳編印。