統一編號
2008800113

國際編號：ISSN 0257-5701

臺中區農業技術專刊

193

賴文龍、郭雅紋 主編





水稻栽培管理技術手冊

出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場
地　　址：彰化縣大村鄉松槐路 370 號
發 行 人：林學詩
策　　劃：林錦宏
審　　稿：楊嘉凌
電　　話：04-8523101~7
網　　址：http://tdares.coa.gov.tw
出版年月：中華民國 104 年 5 月發行
定　　價：新臺幣 100 元

目　次

生產優質稻米的栽培管理技術.....楊嘉凌、鄭佳綺、許志聖 3

水稻土壤與施肥管理技術.....

.....賴文龍、郭雅紋、曾宥絃、陳鴻堂 11

水稻肥料推薦基準及土壤改良管理.....

.....郭雅紋、曾宥絃、賴文龍、陳鴻堂 24

綠肥作物栽培與利用.....賴文龍、曾宥絃 31

水稻病蟲害防治.....廖君達、郭建志 63

附錄：

附錄一、要素量換算肥料用量..... 72

附錄二、市售肥料成分及適用作物..... 74

附錄三、土壤採樣須知..... 75






生產優質稻米的栽培管理技術

楊嘉凌、鄭佳綺、許志聖

影響米飯品質因素以生產階段的「品種」影響最大，通常稻穀收穫時的米質大致已決定該批稻米的品質，所以品種若經選定，生產的稻米品質大致已決定了一半，另外則由其它因素決定，而其中產地、氣候、期作等因素為先天無法變動的，唯有栽培與病蟲害管理的方法可用人為措施加以控制。良好的栽培管理方法不但獲致較佳的產量，更可以使推薦優質水稻品種的良質米潛力表現出來。良質米的一般栽培管理技術如下：

優良水田土壤之培育

1. 前作種植綠肥或增施有機質肥料。
2. 將穀殼或收穫後稻稈切碎掩埋土中。
3. 逐步深耕以增加耕土體積，並提高有機質肥料效益。
4. 利用客土方法，改善土壤成為壤土或砂壤土，促進根系發育。
5. 應使用矽酸質肥料來調整酸性土壤的酸鹼值。
6. 注意土壤之保水力及通氣性。

育成強健秧苗

1. 選用採種田之合格稻種。
2. 確實做好浸種、消毒與催芽等種子預措工作。
3. 力行疏播，每個育苗箱播種量為經催芽後種子200～220公克。
4. 綠化場內做好適當管理，以防止秧苗徒長與避免生理傷害。
5. 播種後第一期作18～20天、第二期作10～12天，即苗齡2.5～3.0葉

為插秧適期。

6. 具有休眠性的品種，收穫後必須充分曬乾，並貯放兩週後使用，以打破休眠，並應加強浸種與催芽工作，以促進發芽整齊。

做好整地工作

前期作收穫後應即行粗耕翻犁曬田，以促進土壤風化、有機物之分解及有毒物質之釋放。在水源充足的地方，可於插秧前5～7天灌水，3天前施基肥，隨即進行第二次耕耘並用蓋筒蓋平。在缺水地區或易漏水的砂壤土，粗耕、施基肥及細耕可於插秧前2～3天連續進行。整地時田面宜力求平坦、均勻，並於田間尚有餘水(約0.5～1.0公分深)，泥漿完全沉澱而土表稍硬時插秧。

做好插秧工作

1. 掌握插秧適期：插秧適期是指在此時期插秧能避開低溫冷害，或將來水稻抽穗或成熟時避開梅雨、寒流或東北季風等之影響，而獲得較高產量及優良品質之種植時期。
2. 適當栽培密度：目前插秧機的插植密度採寬行密植方式，每叢株數以3～5株為宜，通常每公頃秧苗以220至250箱為宜。
3. 力行淺植：以增加下部節位之分蘗數，提高稻穀產量。
4. 南北走向：稻株行向為南北走向時，稻株易接受日照及增加通風性，以減少病蟲害及倒伏發生。
5. 秧苗健康檢查：檢查育苗是否良好，由於育苗與插秧技術精良，插秧後極少缺株，如缺株不嚴重時，可由四週植株分蘗旺盛加以彌補，不會造成產量降低，因此建議可以不必補植。
6. 福壽螺防治：福壽螺較多地區，應於插秧後參考「植物保護手冊」所推薦的防治藥劑加以防治。

雜草防除

臺灣的田間雜草生育旺盛，影響稻穀品質及產量甚鉅，農民常使用除草劑防除，使用較多如丁基拉草、殺丹及其混合藥劑等，約佔水田除草劑施用量之90%以上。多年生雜草(如：野茨菰、瓜皮草、牛毛氈等)可採用本達隆、免速隆及百速隆等對多年生雜草防治效果較佳藥劑，請依「植物保護手冊」所推薦藥劑與方法審慎使用。

強化各生育期之灌排水管理

1. 成活期至分蘗始期：本時期約為第一期作插秧後10天，第二期作插秧後7天內。為提高除草劑的藥效並促進水稻成活，田面以維持3公分左右水深即可。
2. 分蘗始期至分蘗終期：本時期水分管理應經常保持3～5公分的淺水狀態，以促進根群之發育與早期分蘗。有效分蘗終期第一期作約在插秧後38天左右，第二期作約在插秧後28天左右。施用第1次及第2次追肥時，需控制田間約1公分之淺水時施用追肥，俟田間水分完全滲入土壤內後，恢復灌水。
3. 有效分蘗終期至幼穗形成始期：俗稱的「曬田期」，讓田土乾燥而略呈龜裂狀態，供給氧氣，也因田土乾燥促進稻根向下生長，有幫助稻株後期養分吸收及不倒伏之效。另外也可抑制無效分蘗，促進稻米產量及品質提升。原則上第一期作於插秧後40至50天，第二期作於插秧後30至37天左右，將田面曝曬至表土以腳踏入不留腳印程度，或有1～2公分寬、5～10公分深的龜裂，曬田程度以稻株葉片不可捲曲（如發現葉片捲曲，即表示植物體內缺水，應立即灌溉），其後灌溉管理採輪灌或間歇灌溉1～2次，灌水3至5公分深即可。
4. 幼穗形成始期至幼穗形成終期：此時期在水稻抽穗前22日開始，對養分與水分需求量高，應採行5～10公分之深水灌溉。若施穗肥

時，應在幼穗長度0.2公分施用，並先將田間排水至1.5公分水深才施肥，其後在第2天行深水灌溉至幼穗形成終期為止，為期約10天。

5. 孕穗期：水稻抽穗前7至10天之孕穗期，土壤中氧氣消耗量達到最高峰，故此時期的水雖必要但不可湛水，可採輪灌方式，每3～5日輪灌一次，使土壤通氣良好，促進根系之強健。
6. 抽穗開花期：抽穗開始至齊穗為止的水稻葉面積為全生育期中最大，而在葉部光合作用所貯積的碳水化合物需有充足的水分才可以轉移到稻穀，所以此時期須維持5～10公分的水深。
7. 乳熟期至糊熟期：此一時期又稱為灌漿期，由於水稻齊穗後植株最上部三片葉子為主要進行光合作用生產碳水化合物的工廠，需仰賴充足的水分輸送轉存至穀粒，故仍應採用5至10公分的深水灌溉至抽穗後第18天止。
8. 黃熟期至完熟期：水稻抽穗後約18天開始進入黃熟期，此時上部葉仍繼續進行光合作用合成碳水化合物，所以仍不宜太早斷水，應採用3至5天約3公分水深之輪灌2至3次，直至收穫前5至7天排水，以防穀粒充實不飽滿。生產良質米，收穫前不可太早斷水，避免心腹白米及胴裂米之產生。

病蟲害防治

病蟲害的發生可隨栽培制度、氣候、品種或栽培地區環境不同而有所差異。病蟲害發生後，使具有光合作用能力之葉面積減少或使葉鞘或稻稈乾枯引起倒伏，導致稔實率及千粒重減低、白米透明度降低、心腹白增加及完整米粒降低，影響白米外觀與碾米品質。水稻重要主要病蟲害防治請參考「植物保護手冊」之規定合法用藥，適時、適位、適量加以防治。

收穫

收穫期之適當與否會嚴重影響水稻之米質，如太早收穫，則青米粒數及白米心腹白增加，千粒重減低。太晚收穫則稻穀內水分太乾，造成胴裂，也較易導致完整米率之降低。一般稻穀適當收穫時期為稻田內大多數稻穗上穀粒均已成金黃色，僅在基部上尚有2～3粒穀粒呈黃綠色時收穫，惟為提高良質米品質，以提早1～2天收穫為宜。

乾燥

臺灣高溫多雨，稻穀收穫後必須立即進行乾燥，以避免產生霉變。乾燥可分為日曬乾燥法及乾燥機烘乾法。稻穀以循環式乾燥機採三段變溫烘乾較為理想，即剛收穫稻穀置於循環式烘乾箱中，先以定溫55℃進行烘乾，待稻穀含水率降至20%時，再以定溫50℃續行烘乾，待稻穀含水率降至16%時，再以定溫47℃進行烘乾，至稻穀含水率14～15%時為止，如此可確保食味品質及提高碾米之完整米率。



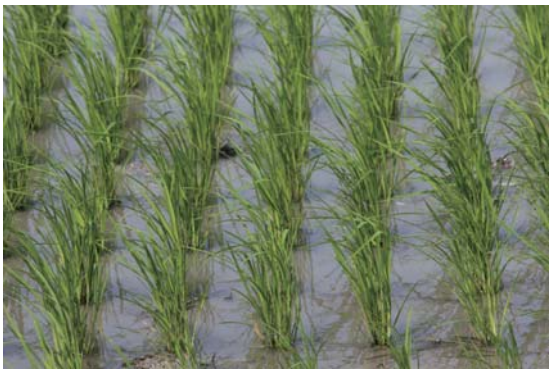
水稻栽培生育時期之生長



▲插秧



▲成活期



▲分蘗始期



▲分蘗盛期



▲最高分蘗期(曬田期)
(有效分蘗終期至幼穗形成期)



▲孕穗期



▲抽穗開花期



▲乳熟期

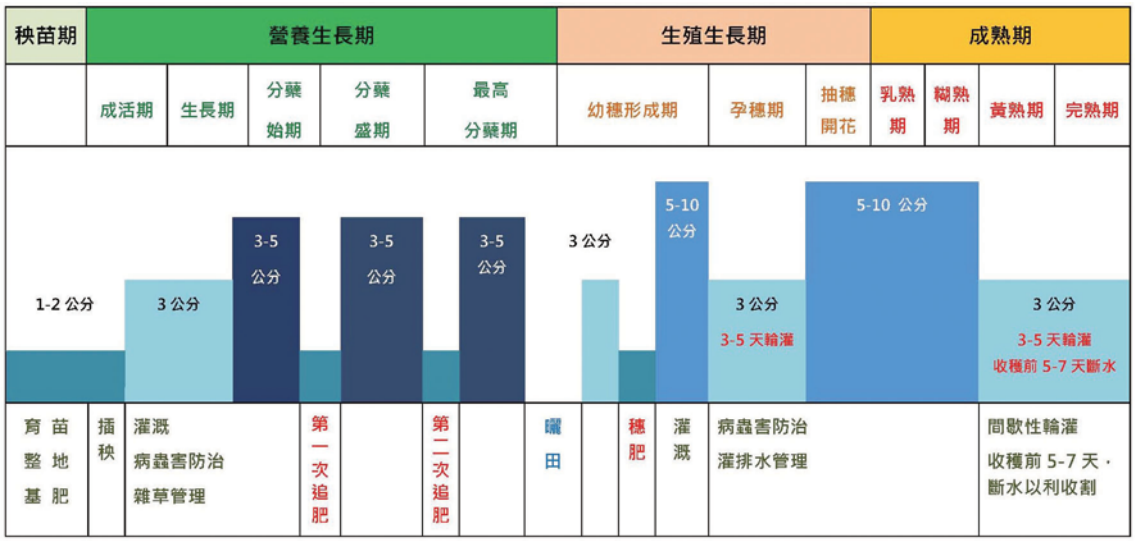


▲糊熟期至黃熟期



▲完熟期(收穫期)

水稻栽培各生育時期的灌排水管理



觀察水稻幼穗發育的方法與步驟



▲選擇分蘗數適中的稻株



▲由稻株基部束攏，選擇葉片最長的分蘗



▲由分蘗基部處折斷取下



▲去除部分葉片，留下約15公分長的莖桿



▲小心的將葉片剝開，可發現幼穗長達0.2公分



▲不同發育階段的幼穗(左1為穗肥施用適期)



水稻土壤與施肥管理技術

賴文龍、郭雅紋、曾宥絃、陳鴻堂

水稻需肥量深受品種、生理特性、氣候、土壤性質、土壤肥力、栽培管理及病蟲害發生情形等因素影響。因此，水稻合理施肥推薦用量，在於避免過度的施用肥料致水稻無法全部吸收，而污染生態環境及水源。肥料施用於水稻田中，三要素肥料之氮肥的有效性約30～40%，磷肥約5～20%，鉀肥約20～40%，顯示大部分肥料施用後造成揮發、淋失及固定沖蝕等損失，降低肥料效果。

適量的施用肥料為增加稻作單位面積產量最佳方法之一，肥料效果深受水稻品種、當地氣候、病蟲害及土壤肥力與特性等因素影響。由於，過去農民對水稻施肥，依經驗法則以單質肥料或複合肥料計量，用量常常超過水稻生育期間三要素養分需求量，造成稻株生長旺盛、病蟲密度增高、稻株倒伏而影響稻穀成熟及增加無效分蘗數致抽穗不齊、穀粒不充實、米質差。為使肥料充分發揮增產及提升品質，應依水稻生育期情形及土壤肥力狀況，選擇合適肥料種類，適時、適量靈活調節施肥。另，配合水分管理，避免深水狀態施肥，而使肥料滲漏流失，應以淺水狀態施肥，增加肥料有效性，總之，合理化施肥與合理灌排水管理互相配合，才能達到水稻增產的目標。



▲肥料放於入水口，易造成用肥過度及肥傷



▲肥料隨灌溉水引流至田裡易導致肥料流失



▲深水時施肥，易造成隨水分滲漏流失



▲過量施肥將造成抽穗不齊

如何提高土壤中養分有效性

強酸性土壤中之磷易被固定呈無效磷化合物，而降低磷的有效性；硝酸態氮型肥料則不適用於浸水農田，因施用後不易被土壤吸附，及在厭氣環境下會發生脫氮作用致肥效降低。

矽素為水稻必需要素，可使水稻莖葉強硬，抗倒伏和病蟲危害。水稻根部生長正常，可提高對磷之吸收率及緩和氮肥過多之害。酸性稻田土壤由於有效性矽酸含量較低，水稻對矽素需求量相對較高，故酸性稻田施用矽酸質肥料(每公頃1～3噸)可使稻穀產量增產5～15%。

土壤有機質的地力維持

為增加土壤有機質含量，必須施用有機質肥料或掩施農作物殘體，以提高土壤生產潛力。土壤有機質的功效甚多，如改善土壤團粒構造，促進透氣及排水，且有機物質經土壤微生物分解礦化後，可釋出養分提供作物營養所需。土壤有機物質可增加土壤緩衝能力，緩和土壤酸鹼度反應。土壤有機質尚可吸附及交換營養要素，提高土壤肥力，提供土壤微生物活動及增加族群密度，減少土壤中有毒物質。

農田施用有機質肥料等以增加土壤有機質含量，亦可於第二期作水稻收穫後(裡作休閒期間)種植苕子、埃及三葉草、油菜等綠肥作物，於盛花期(營養養分最豐富時期)掩施入土壤中以發酵釋出肥分，可提供下一期水稻生育之養分，且有助於增加土壤有機質含量。



▲稻草置於田間堆肥化後再掩施於土壤中



▲稻草收集後可製作堆肥



▲燃燒稻草將污染空氣品質



▲稻草燃燒後只增加鉀肥，對水稻所需肥分助益不大

稻作施肥管理

水稻所需的養分大部分來自土壤，土壤中養分供給應依土壤肥力及水稻生育期適時、適量調整。土壤中有機質含量或土壤氮素供給之效果，深受環境及氣候因子影響，目前僅能根據一般推薦量及氣候因素，利用肉眼觀察水稻葉色及葉姿靈活調整氮肥用量。磷鉀肥則可利用土壤分析瞭解農田土壤磷、鉀含量多寡，來決定磷鉀肥的需要量；依分析數值區分為極低、低、中、高等四級，做為推薦磷鉀肥用量之依據。

氮肥

水稻對氮肥反應最敏感，施肥不當，則影響水稻產量至鉅。水稻生育初期氮肥過多，常致使莖葉茂盛、葉色濃綠、無效分蘗數增多；孕穗期氮肥過多，則莖葉軟弱易倒伏、抽穗不齊、米質差。

水稻生育各期均可吸收氮素，以分蘗盛期及幼穗形成期，對氮肥需求最大，分蘗盛期氮素充足與否，直接影響穗數；幼穗形成期則影響一穗粒數、稔實率、千粒重。因此，欲求水稻高產，必須在分蘗盛期及幼穗形成期供給足夠氮肥。

穗肥必須在幼穗長達0.2公分之日起2天內施用，若提前施氮肥則增加每穗粒數，降低稻穀稔實率，如遇到稻莖節間伸長時期，則會使下部節間過長而軟弱倒伏，稻穀產量降低，米質差。延後施肥時，因一穗粒數已決定，無法增加粒數，穗肥效果降低。稻株葉色濃綠、葉片下垂、植株軟弱、病蟲害發生時、陰雨日照不足等環境均不宜施用穗肥；因此，幼穗形成期前徹底晒田，才能使水稻葉色轉黃，葉片直立方能夠施用足夠氮肥，以達到增產效果。

水稻幼穗形成期前實施曬田，必須曬到表土發生龜裂為止，此舉可使土壤中多餘銨態氮氧化為硝酸態氮，由於晒田期間水稻不再吸收多量氮素，開始貯藏澱粉，使葉片逐漸直立，葉色逐漸變淡轉黃綠色，有利於水稻後期根部的健全發育。



▲水稻成熟期之生長情形



▲倒伏後穗上穀粒易發芽，米質變差



▲稻株倒伏後易受病蟲危害而枯死



▲過量施肥致植株軟弱倒伏

磷肥

農田經年大量施用過磷酸鈣或含磷複合肥料後，僅水溶性磷進入土壤溶液供水稻吸收，另部分被固定成為難溶解的磷化合物，使有效性磷轉為無效性磷，不易被水稻吸收利用。

水稻缺乏磷時，則分蘖數減少，植株生育受阻，根系發育不良，根數少，成熟期延遲，穗短且青米粒多，白米粒小，食味劣。



▲追肥如含有磷肥，田面易產生青苔



▲撒施磷肥於田面易生青苔(左)；磷肥施用後翻入土壤中之田面(右)



▲撒施磷肥於田面易產生青苔



▲青苔覆蓋田面，遮蔽水稻生長，造成缺株

鉀肥

撒施氯化鉀肥料於稻田表土層，鉀肥經溶解進入土壤溶液中，大部分鉀離子被土壤膠體直接吸附；施用過量鉀肥時，則造成鈣、鎂等陽離子減少吸收。

如何選合乎水稻生育所需之肥料種類及施肥時期

水稻生育期所需肥料以硫酸銨、尿素、過磷酸鈣、氯化鉀及1、5、39及43號複合肥料等肥料為主。施肥時以撒施，稻田保持淺水狀態，並於曬乾2～3天再行灌淺水；深水施肥易使肥料肥分隨田水滲漏入土壤中而流失，降低肥效。

基肥

以硫酸銨或尿素、過磷酸鈣或39號複合肥料等肥料為主。氮肥施用於稻田表面後，因土壤性質不同而造成脫氮作用損失或流失。因此，基肥施用時期為曳引機行第2次碎土整地前保持淺水狀態，撒施硫酸銨混合過磷酸鈣或單施39號複合肥料等；如選擇混合尿素與過磷酸鈣做為基肥時，應分開施用並混入0～12公分土層中才能減少潮解損失。

水稻生育初期對磷肥吸收量較多，磷素效率約出現在插秧後15天左右，促進水稻秧苗提早分蘖，增加水稻有效分蘖數，因此，磷肥全量應於基肥施用。



▲裝填肥料至動力施肥機



▲利用施肥機於第2次整地前淺水狀態施基肥

追肥

第1及第2次追肥以硫酸銨或尿素及氯化鉀或1、5號複合肥料等肥料為主，穗肥則以硫酸銨為主或施以1、5號複合肥料。氮肥施用次數依稻田土壤的保肥力而定，一般稻田的追肥施用次以2～3次(包括穗肥)；氮肥一般著重於分蘗盛期及幼穗形成期之施用，鉀肥施用次數則配合氮肥分1～2次。



▲人工撒施肥料



▲以施肥機撒施肥料

水稻三要素用量 (作物施肥手冊 2005，中華肥料協會編印)

1. 水稻三要素推薦施用量(公斤/分地)

期　作　別	氮　素	磷　酐 *	氧化鉀 *
一　期　作	14	6	5
二　期　作	12	5	6

* 土壤未做分析者，磷、鉀肥推薦量依中級推薦量；已做分析者則依分析值推薦磷、鉀肥用量。

2. 水稻施用時期及分配率(%)

肥料別	基 肥	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗 肥 (幼穗形成期)
氮 肥	25	20	30	25
磷 肥	100	—	—	—
鉀 肥	—	40	60	—

3. 水稻施肥時期之三要素用量及單質肥料用量(公斤/分地)

期作	要 素 別	總量	基肥	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗 肥 (幼穗形成期)
一期作	氮 素 (N)	14	3.5	2.8	4.2	3.5
	硫酸銨	66.7	16.7	13.3	20	16.7
	磷 酐 (P_2O_5)	6	6	—	—	—
	過磷酸鈣	33.3	33.3	—	—	—
	氧化鉀 (K_2O)	5	—	2	3	—
	氯化鉀	8.3	—	3.3	5.0	—
二期作	氮 素 (N)	12	3	2.4	3.6	3
	硫酸銨	57.1	14.3	11.4	17.1	14.3
	磷 酐 (P_2O_5)	5	5	—	—	—
	過磷酸鈣	27.8	27.8	—	—	—
	氧化鉀 (K_2O)	6	—	2.4	3.6	—
	氯化鉀	10.0	—	4.0	6.0	—

複合肥料之使用

基肥一般以硫酸銨及過磷酸鈣等肥料混合後施用，但為節省肥料拌合及運送之勞力，可使用含高磷之39號複合肥料(12-18-12%)為基肥，以提供水稻所需要的全部磷肥及部分氮、鉀肥。追肥用硫酸銨或尿素混合氯化鉀等肥料為主；或使用含高氮之1號(20-5-10%) 或5號(16-8-12%)複合肥料施用。



▲撒施複合肥料均勻分佈於田面



▲以施肥機施用39號複肥做為基肥

水稻施複合肥料用量(公斤/分地)

肥料別	期作	基肥	第1次追肥 插秧後Ⅰ期15天 /Ⅱ期10天	第2次追肥 插秧後Ⅰ期30天 /Ⅱ期20天	穗　肥 (幼穗形成期)
複合肥料1號	一期	—	—	21.0	17.5
	二期	—	—	18.0	15.0
複合肥料5號	一期	—	17.5	—	—
	二期	—	15.0	—	—
複合肥料39號	一期	33.3	—	—	—
	二期	27.8	—	—	—

常用於水田之肥料



▲硫酸銨(N 21%)



▲尿素(N 46%)



▲過磷酸鈣(P_2O_5 18%)



▲氯化鉀(K_2O 60%)



▲鋅磷基複合肥料1號(N-P_2O_5-K_2O=20-5-10%)



▲鋅磷基複合肥料5號(N-P_2O_5-K_2O=16-8-12%)



▲鋅磷基複合肥料39號(N-P_2O_5-K_2O=12-18-12%)



▲鋅磷基複合肥料43號(N-P_2O_5-K_2O-gO=15-15-15-4%)



▲鋅磷基複合肥料142號(N-P_2O_5-K_2O=23-6-10-3%)



▲有機質複合肥料39號(N-P_2O_5-K_2O=12-18-12-40%)

不可用於水田之肥料



▲硝磷基特1號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O=20-5-10%)



▲硝磷基特5號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O=16-8-12%)



▲硝磷基特42號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O-MgO=23-5-5-3%)



▲硝磷基特43號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O-MgO=15-15-15-4%)

水稻肥料推薦基準及土壤改良管理

郭雅紋、曾宥綜、賴文龍、陳鴻堂

用肥種類

一、水稻施用肥料，以單質肥料(硫酸銨、尿素、過磷酸鈣及氯化鉀)或複合肥料(1號、5號、及39號)為主。

二、基肥以硫酸銨混合過磷酸鈣或單施39號複合肥料或尿素和過磷酸鈣分開施用。

三、追肥分第1次及第2次追肥，以硫酸銨或尿素及氯化鉀為主；亦可使用1號或5號複合肥料施用。

四、穗肥以硫酸銨施用，亦可使用1號或5號複合肥料。

水稻土壤之肥料推薦基準

氮素量依植株生育狀況調整，磷、鉀肥用量則視土壤肥力分析值擬訂施肥量。

氮素(N)

此氮素用量(第一期作：14.0公斤/分地、第二期作：12.0公斤/分地)適合目前推廣之水稻品種，依土壤肥力狀況、氣候、環境及病蟲害發生情形，水稻生長姿態調整增減氮肥量，惟台南11號品種特性易感染稻熱病，進行藥劑防治後可增施氮肥促進分蘖，降低收穫損失。

磷酐(P_2O_5)

根據土壤肥力分析結果磷酐推薦表

土壤有效性磷 (白雷氏第 1 法)		磷酐 (公斤 / 分地)	
含量 (mg/kg)	等級	一期作	二期作
<1.6	極低	7.0 ～ 8.0	5.0 ～ 6.0
1.7-5.0	低	6.0 ～ 7.0	4.0 ～ 5.0
5.1-12.0	中	4.0 ～ 6.0	3.0 ～ 4.0
12.1-30.0	高	2.0 ～ 4.0	2.0 ～ 3.0
>30.0	極高	0 ～ 3.0	0 ～ 2.0

氧化鉀(K_2O)

根據土壤肥力分析結果氧化鉀推薦表

土壤有效性鉀 (孟立克氏法)		氧化鉀 # (公斤 / 分地)		備　註
含量 (mg/kg)	等級	一期作	二期作	# 排水不良土壤按推薦量增施 3.0 公斤 / 分地。
<15	極低	6.0~7.0	8.0~9.0	
16-30	低	5.0~6.0	6.0~8.0	
31-50	中	3.0~5.0	4.0~6.0	
>50	高	0~3.0	0~4.0	

肥料別：氮、磷及鉀肥可使用單質肥料，亦可使用 39 號複合肥料 (12-18-12%) 當基肥，以所需磷肥計算用量；氮、鉀肥以單質肥料當追肥 (追肥和穗肥) 施用，氮、鉀肥建議選用硫酸銨和氯化鉀；或選用含低磷之複合肥料如 1 號 (20-5-10%)，5 號 (16-8-12%)。

水稻栽培之施肥時期及分配率(%)

肥料別 #	基肥 &	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天 *	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天 *	穗肥 + (幼穗形成期)
氮 肥	25	20	30	25
磷 肥	100	—	—	—
鉀 肥	—	40	60	—

肥料別：氮、磷及鉀肥可使用單質肥料，亦可使用 39 號複合肥料 (12-18-12%) 當基肥，以所需磷肥計算用量；氮、鉀肥以單質肥料當追肥 (追肥和穗肥) 施用，氮、鉀肥建議選用硫酸銨和氯化鉀；或選用含低磷之複合肥料如 1 號 (20-5-10%)，5 號 (16-8-12%)。

& 基肥施用時，應在耕耘機或曳引機於第 1 次碎土後，將肥料撒施再行第 2 次碎土耙平，肥料混入表土土層中。

* 施肥時期視環境及氣候調整，溫度會影響秧苗生育速度，當秧苗生長停滯則需延後施肥。

+ 施用穗肥增產效果最大之時期為幼穗長達 0.2 公分前後 2 天內，又穗肥施用與否，其施用量視葉色、葉片態勢、病蟲害，以及氣候情形決定之。

根據土壤肥力分析結果農民施肥推薦量如下表

硫酸銨施用量(公斤/分地)

期作	基肥 *	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗肥 (幼穗形成期)
一期	16.7	13.3	20.0	16.7
二期	14.3	11.4	17.1	14.3

* 基肥施用時，應在耕耘機或曳引機於第 1 次碎土後，將肥料撒施再行第 2 次碎土耙平，肥料混入表土 12 公分內土層中。

過磷酸鈣於基肥施用量(公斤/分地)

土壤有效性磷 (白雷氏第 1 法)		期作	基肥 *	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗肥 (幼穗形成期)
含量 (mg/kg)	等級					
<1.6	極低	一期	41.7	—	—	—
		二期	30.6	—	—	—
1.7-5.0	低	一期	36.1	—	—	—
		二期	25.0	—	—	—
5.1-12.0	中	一期	27.8	—	—	—
		二期	19.4	—	—	—
12.1-30.0	高	一期	16.7	—	—	—
		二期	13.9	—	—	—
>30.0	極高	一期	8.3	—	—	—
		二期	5.6	—	—	—

* 基肥施用時，應在耕耘機或曳引機於第 1 次碎土後，將肥料撒施再行第 2 次碎土耙平，肥料混入表土 12 公分內土層中。

氯化鉀施用量(公斤/分地)

土壤有效性磷(白雷氏第1法)		期作	基肥*	第1次追肥 插秧後Ⅰ期15天 /Ⅱ期10天	第2次追肥 插秧後Ⅰ期30天 /Ⅱ期20天	穗肥 (幼穗形成期)
含量(mg/kg)	等級					
<15	極低	一期	—	4.3	6.5	—
		二期	—	5.6	8.5	—
16-30	低	一期	—	3.7	5.5	—
		二期	—	4.7	7.0	—
31-50	中	一期	—	2.7	4.0	—
		二期	—	3.3	5.0	—
>50	高	一期	—	1.0	1.5	—
		二期	—	1.3	2.0	—

複合肥料施用量(公斤/分地)

假定土壤有效性磷含量低、鉀含量中之等級情況下施肥

肥料別	期作	基肥*	第1次追肥 插秧後Ⅰ期15天 /Ⅱ期10天	第2次追肥 插秧後Ⅰ期30天 /Ⅱ期20天	穗肥 (幼穗形成期)
硫酸銨	一期	—	—	—	16.7
	二期	—	—	—	14.3
複合肥料39號	一期	36.1	—	—	—
	二期	25.0	—	—	—
複合肥料1號	一期	—	14.0	—	—
	二期	—	12.0	—	—
複合肥料5號	一期	—	—	26.3	—
	二期	—	—	22.5	—

* 基肥施用時，應在耕耘機或曳引機於第1次碎土後，將39號複合肥料撒施再行第2次碎土耙平，肥料混入表土12公分內土層中。

土壤改良

以提升土壤酸鹼值至該種植作物適宜生長範圍之中間值為目標。因石灰資材溶解度不大，在土壤中的移動速度慢，應藉助翻耕將石灰與土壤充分均勻混合，因土壤具緩衝能力，石灰施用後，土壤pH值不會立即上升至目標值，而是逐漸上升。

石灰需要量

石灰需要量乃以欲改善1公頃土壤之目標深度來估算，一般多以表土20公分為目標，若要改良更深的土層，則必需乘上一個比例因子。若以表土20公分為調整之深度，其石灰需要量為A公噸/公頃，則調整目標為80公分時，其石灰需要量應為：A×80/20＝4A(公噸/公頃)。

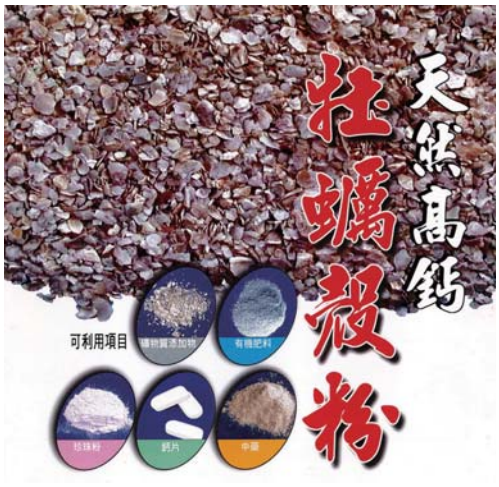
石灰需要量估算簡則(公噸/公頃，改良20公分土層厚度為例)

土壤 pH 值	砂質壤土	壤土	坋質壤土	粘質壤土
4.5 增至 5.5	1.2	1.8	2.8	3.7
5.5 增至 6.5	1.7	2.4	3.5	4.8

土壤改良資材



▲鎂鈣肥



▲牡蠣殼粉

掩施綠肥之肥分

掩施時需了解種植之綠肥作物生草量，以換算提供水稻生育期之氮素肥分。理論上，水稻氮肥用量扣除綠肥提供之氮素量後，為本期作水稻應補充施肥量。實際操作應於插秧前15～20天掩施發酵以分解釋出肥分，可提早供給插秧後之水稻肥分以促進生長，因此，掩施綠肥之田區於水稻生育初期不施氮肥，待第2次追肥或穗肥時觀察水稻生長勢及葉色，補施不足之氮肥即可。

掩施綠肥作物可提供之氮素肥分(公斤/公頃)

綠肥種類	氮肥量	換算硫酸銨	每公頃生草量
田菁	112	533	30,000
青皮豆	172	819	30,000
太陽麻	74	352	25,000
苕子	179	852	40,000
埃及三葉草	112	533	25,000
油菜	34	162	20,000

綠肥作物栽培與利用

賴文龍、曾宥絃

綠肥作物係指可直接或間接作為肥料或改善土壤環境者，其具增加土壤養分、有機質、改良土壤理化性及減少土壤沖蝕之功能。臺灣地區目前栽培綠肥作物有本地及國外引進之品種，綠肥種類繁多，包括豆科、禾本科、十字花科、馬齒莧科、藜科、胡麻科、菊科等，其中以豆科綠肥的栽培居多。

綠肥的種類

臺灣綠肥栽培以栽培季節或期作區分為夏季、冬季綠肥及多年生綠肥。夏季綠肥如田菁、太陽麻、青皮豆、豇豆、落花生、小油菊、向日葵、富貴豆(虎爪豆)、芝麻及青刈玉米等作物。冬季綠肥如苕子、埃及三葉草、紫雲英、豌豆、香豆子(香苜蓿)、油菜、白菜、大菜、蕎麥、羽扇豆(魯冰)、蠶豆及青刈燕麥等作物。多年生綠肥如紫花苜蓿、多年生花生、黑麥草、葛藤、山毛豆、三葉草、爬地藍、蝴蝶豆、營多藤及銀合歡等作物。水生綠肥如滿江紅、水草、水浮蓮、水花生等作物。

豆科綠肥如青皮豆、田菁、太陽麻、落花生、紫雲英、苕子、埃及三葉草、虎爪豆、蠶豆、苜蓿、豇豆、豌豆、香豆子、葛藤、營多藤、波斯三葉草、羽扇豆、綠豆、烏豆及米豆等作物；十字花科綠肥如油菜、白菜及大菜等作物；禾本科如玉米、高粱、小麥、薏苡、燕麥及黑麥草等作物；馬齒莧科綠肥如豬母乳；藜科綠肥如蕎麥；胡麻科綠肥如胡麻；菊花科綠肥如向日葵、小油菊、昭和草(飛機草)及紅花等作物。



▲田菁



▲青皮豆



▲太陽麻



▲苕子



▲埃及三葉草



▲油菜



▲蕎麥



▲滿江紅



▲小油菊



▲向日葵



▲大菜



▲白菜



▲豌豆



▲羽扇豆



▲豬母乳



▲落花生



▲多年生花生



▲玉米



▲高粱



▲薏苡



▲小麥



▲黑麥草

綠肥栽培的重要性

農作物栽培於土壤中，經由土壤供應生育所需之養分，作物收成後需補充土壤肥分，以維持下一期作之產量及品質。因此，農業生產必須使用化學肥料、有機質肥料、生物肥料及栽培綠肥作物等以供應作物養分。其中綠肥作物因具有改善土壤理化性質之功用，於農業生產至為重要，其功效如下：

提供作物生長所需之營養

豆科綠肥作物的根部有根瘤菌與豆根共生行固氮作用，再供應給豆科作物利用，豆科綠肥經根瘤固氮作用，轉換大氣氮為有機態氮，使綠肥作物掩施後經微生物分解而緩慢釋放氮肥，提供後作作物營養肥分，同時綠肥掩施之殘體，在分解過程中，會產生有機酸、碳酸及鉗合物，可溶解土壤中難溶解之養分(如磷、鉀等礦物養分)，增加土壤中植物養分有效性。

綠肥可改善土壤理化性質

綠肥作物生長至開花盛期或結莢飽滿期耕犁掩埋，因綠肥殘體中含有纖維素、木質素等不易分解物質，可經腐植化作用逐步增加土壤腐植質，其可與土壤粘粒接合成土壤膠體複合物，具促進土壤團粒構造，改善土壤孔隙度、通氣性、透水性，增加土壤陽離子交換能力，提高地溫，及土壤緩衝能力。深根性豆科綠肥作物，主根可伸入深層土層中，使深層土壤緊密結構變為疏鬆，改善土壤結構，且可把深層養分集存到表層土壤中，增加作物養分吸收利用。

綠肥栽培可提高土壤之微生物活性

掩施後之綠肥殘體(有機物質)是土壤微生物分解之養料，提供微生物的營養及能量，促進有益微生物之繁殖及活動，以平衡土壤微生

物族群，降低與避免病原菌繁殖，增加作物抗病性。

覆蓋土壤地被，防止土壤沖蝕及抑制雜草滋生

綠肥作物具有濃密的莖葉，覆蓋土壤表面，防止雜草滋生及阻礙雨水直接強擊土壤，造成土壤沖蝕流失。一般豆科綠肥作物主根部深入土層深處，其根系與植株殘體之有機質具有膠結土壤之功能，可固結土壤，有效減少土壤沖蝕，並可蓄積土壤中水分及養分。

減少病蟲害發生

農田輪作系統中加入綠肥作物栽培，增加生物多樣性，改變根圈土壤中有機質之組成，提高根圈土壤生物多樣性，維持穩定生態系並提高土壤微生物活性，使土壤中病原菌或害蟲的族群減少，降低病蟲害發生。同時打破連作障害，促進毒害物質的分解，減輕土壤中毒害物質的累積。

綠美化田園景觀

綠肥作物具有花朵多、花期長及花色鮮豔，綠化美化農村環境田園景觀，增加農村休閒去處。

兼具其他功用

有些綠肥作物的莖葉富含礦物質、蛋白質、脂肪、醣類及其他養分，可做禽畜飼料、蔬菜用，如油菜之嫩莖葉提供人類食用，開花期可提供蜜蜂採蜜的來源，為良好的蜜源作物。



▲羽扇豆開花蜜蜂傳播花粉採蜜



▲油菜花為最佳蜜源作物



▲向日葵可提供蜜源之綠肥作物



▲苕子開花時亦可做為蜜源



▲油菜



▲苕子



▲收穫機收割牧草及殘體



▲埃及三葉草青草飼料飼養乳牛

夏季綠肥作物栽培利用

田菁

田菁(*Sesbania cannabina* Pers.)又名山菁，為豆科田菁屬植物，於1920年代(日據時代)引進臺灣栽培，屬一年生或多年生小灌木狀草本植物，主莖高約1～2公尺。莖基部之根系會著生圓球狀根瘤，其固氮能力強。田菁春播發芽後20～30天或夏播發芽後15～20天，根系形成根瘤開始固氮，田菁根瘤多，固氮能力強，根系發達，植株生長旺盛。

田菁在臺灣栽培歷史悠久，為水田、旱田夏季綠肥作物之一，主要栽培以中、南部地區種植面積較廣。氣候以春夏作溫度高，雨量充沛，極適田菁生長，一般土壤均可栽培，以中、南及東部之農田更適合栽培。溫度對田菁種子發芽和生長有密切關係，最適宜發芽溫度為20～30℃，一般播種後3～5天即可發芽，田菁最適生長溫度25～30℃，其生長最旺盛。田菁較不耐寒，春作溫度太低時播種，有礙幼苗生長，秋季太遲播種，溫度低於20℃以下，田菁生長緩慢，株高50～60公分，進入始花期，影響生草量。

田菁性喜潮濕，土壤過於乾旱時應灌溉，因田菁抗旱能力較差，尤其幼苗期，生長緩慢，久旱不雨對生長十分不利，必須行灌溉以濕潤土壤，促進生長；七、八月間雨量充沛，應注意排水；生長後期，較耐水，以田間保持濕潤即可。

田菁的適應性很強，對土壤要求不嚴格，其適宜生長的土壤pH值在5.8～7.5。田菁幼苗期需消耗土壤中部分養分，在生長40天後，開始大量固氮，對氮素的要求較少，但對磷養分需求較多，施磷肥可加速田菁生長，增加鮮草產量，促進根瘤固氮效能，從而提高其植體內的氮磷含量。

田菁一般於3～7月間播種，休耕稻田田菁的播種量每公頃20～

30公斤。不整地播種方式在第一期水稻收穫前3～5天，將田菁種子均勻撒播稻田中，水稻收刈時稻草(稈)切細撒佈並覆蓋稻田，維持土壤濕潤，提高田菁種子吸濕利於發芽。整地播種方式於水稻收穫後，粗整地碎土，均勻將種子撒播，再細整地(淺耕)栽培。由於播種時期不同，田菁營養生長期進入生殖生長期的時間(日數)亦不相同，春播田菁一般需要80～90天左右，夏播田菁約需50～60天左右進入生殖生長。田菁幼苗初期，生長緩慢，抑制雜草能力較弱，須行中耕除草，田菁生育旺盛期間，植株遮蔽度大，根系發達，有效抑制雜草生長。

田菁栽培期間的病蟲害有蚜蟲、切根蟲、夜盜蟲、金龜子及豆莢螟(捲葉蟲)等害蟲危害，請參考植物保護手冊推薦藥劑防治，以防止害蟲大量繁殖而族群增加，危害鄰近農作物。

田菁幼苗期植株幼嫩，含水量較高，生長緩慢，生草量低；開花期田菁則生長迅速，乾物質迅速累積，生草量高，養分總含量增加。田菁結莢初期植株養分含量低於幼苗期、開花期，但生草量達到高峰，相對氮含量最高。成熟期植株含水量較低，因木質化後鮮重降低，氮含量最低，建議田菁掩施以開花期至結莢初期養分最高時翻耕掩施。此時期碳氮比值較低，養分易礦化，釋出養分提供後作物吸收利用。掩施田菁不僅提供後作充足營養，且提高土壤肥力。

田菁耕犁掩施時期以生草量達到最高，莖葉柔嫩多汁，尚未木質化，植株生長至1.2公尺以上時為最佳掩施時期，過早或過遲均不宜。耕犁翻土深度在15～20公分左右，翻犁時不宜先行切碎或刈倒，要使田菁植體和土壤充分緊密結合，土壤保持適當水分，加速綠肥植體腐熟分解，增加土壤有機質含量，改善土壤理化性質。

田菁播種後60～80天，植株高約1公尺以上，每公頃生草量25,000～35,000公斤，植物體鮮草養分氮素含量0.38～0.47%，磷酐0.07～0.12%，氧化鉀0.42～0.47%。掩施田菁綠肥每公頃30,000公斤生草量，氮礦化率80%估算，提供氮素91～112公斤/公頃(約施用硫酸銨433～533公斤/公頃或尿素197～243公斤/公頃)，磷酐16～28公斤/公

頃(約施用過磷酸鈣88～155公斤/公頃)，氧化鉀100～112公斤/公頃(約施用氯化鉀166～186公斤/公頃)用量。掩施田菁綠肥作物後，後作氮肥施肥管理，應較未掩施綠肥之土壤減少1/3～1/2肥料用量，且依後作作物生育反應狀況，靈活調節氮肥用量，以避免肥分過量造成倒伏而減產。



▲整地播種田菁萌芽生長



▲田菁初期生長情形



▲田菁生長情形



▲田菁遭受蟲害為害



▲田菁受蟲害情形



▲田菁害蟲防治

青皮豆

大豆(*Glycinemax* L.)為豆科，蝶形亞科，大豆屬為一年生草本植物，大豆綠肥品種以直立型，莖葉生長茂盛且植株生草量多為佳。目前臺灣地區栽培綠肥用大豆主要為直立型大豆類(青皮豆)之臺南4號、虎尾青皮豆及匍匐型之綠肥大豆臺南7號。青皮豆為直立型植株其株高約60～110公分左右，生育期約100～160天；匍匐型之主莖長可達約300～500公分，生育期長達180～220天。葉卵圓形、花紫色、豆莢黃褐色，種皮黃綠色。根系發達，主根深入耕作土層中約50～80公分，對土壤理化性及生物性改良有顯著效果。

青皮豆能於短時間內植株莖葉生長旺盛，此特性極符合綠肥栽培利用之目的，此外，其對環境選擇不嚴，喜肥耐貧，排水良好，土壤pH 6.8～7.5之各種土壤皆可種植，為適應性極廣之綠肥作物。春作於2～3月，夏作於7～8月播種，青皮豆撒播時每公頃播種量25～30公斤，種子發芽率若低於80%時應酌量增加種子用量。

水稻田採整地撒播或不整地撒播，不整地於水稻收穫前1日土壤含水量約20～30%時播種，收刈時將稻稈切割撒鋪田區覆蓋，隨即灌溉排水(不可浸水)；另整地撒播則在田區土壤濕潤行耕犁整地，整地後將種子均勻撒播，種子分散均勻，隨著淺耕並覆土2～5公分，覆土不宜太深，以免豆粒發芽幼胚莖及子葉出土受阻而影響發芽，田間土壤應保持濕潤，以提高種子發芽率。栽培期間注意田間排水，以利綠肥作物生長，避免田間因下雨積(浸)水而枯死。

青皮豆播種萌芽前後土壤不宜過濕，以免種子腐爛，生育期間視稻田土壤乾旱狀況，酌加灌溉2～3次，俾利青皮豆生長，增加生草量，如逢大雨積水時應注意排水，避免積水根部窒息而影響根部發育及降低固氮能力。

青皮豆作物其根部主根及側根與根瘤菌共生著生根瘤粒具有固氮作用，因此，青皮豆栽培可在生育不佳時酌施氮肥促進生長，一般栽

培可不施氮肥。在貧瘠土壤施磷肥可促進生育，增加植體鮮草產量。

青皮豆栽培期間若有病蟲如斜紋夜盜蟲、擬尺蠖、椿象、莖潛蠅、露菌病及銹病等危害，請依植物保護手冊之藥劑防治，以防止大量繁殖而危害鄰近農田作物。

青皮豆掩施時期，視青皮豆綠肥作物植株生長情形，一般於播種後80～150天，以青皮豆生育期間結莢飽滿青熟期肥分最高，即青皮豆開花後40～50天植株結莢達飽滿青熟期間翻犁掩埋。農田土壤適量灌水，將青皮豆植株翻耕掩埋入土壤中深度達10公分以上，掩施後保持湛水狀態可加速促進綠肥腐熟分解，增加肥效。

青皮豆播種後80～100天，生草量約25,000～35,000公斤/公頃，植物體鮮草養分含量，氮素0.63～0.72%，磷酐0.09～0.10%，氧化鉀0.32～0.52%，以每公頃掩施30,000公斤生草量，氮礦化率80%估算，提供氮素152～172公斤(約施用硫酸銨723～819公斤/公頃或尿素330～373公斤/公頃)，磷酐21～24公斤/公頃(約施用過磷酸鈣116～133公斤/公頃)，氧化鉀76～124公斤/公頃(約施用氯化鉀126～206公斤/公頃)用量。掩施後由於青皮豆綠肥作物肥分相當高，後作作物氮肥肥培管理需減施1/2～2/3氮肥用量，且依後作作物生育中、後期狀況靈活調節氮肥施用量。



▲整地播種青皮豆萌芽出土之小苗



▲整地栽培田間積水造成青皮豆缺株



▲青皮豆生長情形



▲青皮豆開紫色花朵



▲青皮豆根系著生根瘤粒



▲青皮豆結莢情形



▲青皮豆結莢飽滿期間翻犁掩施



▲青皮豆植株乾後呈黃褐色豆莢

富貴豆(虎爪豆)

富貴豆(*Saizolobium hassjoo* Piper)又名虎爪豆、黎豆為豆科植物，原產於熱帶及亞熱帶地區。1910年代引進臺灣，於中、南及東部地區栽培，目前，以東部地區種植較多，常於農田旱地甘蔗園種植，並與甘蔗輪作。富貴豆為多年生蔓藤草本植物，主莖蔓光滑，長達8公尺以上。葉為羽狀三出複葉，小葉長卵形葉頂端圓形而尖，葉面光滑而背面有茸毛，葉柄基部有小托葉，花呈白色至深紫色，花萼鐘形。果莢長約10公分，稍帶彎曲形狀如彎刀狀下垂而生，豆莢密生茸毛，成熟期呈深褐棕色或黑褐色，果莢內有3～8粒種子，種籽呈長橢圓形或腎形，種皮呈灰白、斑紋或黑等顏色，種臍有白色隆起之種阜。根系發達，近表土面形成大量根瘤粒著生，固氮能力強，植株生長旺盛。

富貴豆性喜高溫(20～30℃)且日照充足之氣候，於排水狀況良好之土壤皆可栽種，一期作(2～6月)及二期作(7～10月)間之休耕田均可播種栽培，每公頃播種量20～40公斤，一般採用點播方式播種，每一植穴播種1～2粒並覆土，播種後2～3個月翻耕掩埋，若延遲至4個月以上則因老化之莖蔓纏繞於機械耕犁刀架上，造成翻耕掩埋不易且徒增人工割除纏繞莖蔓之勞力支出。

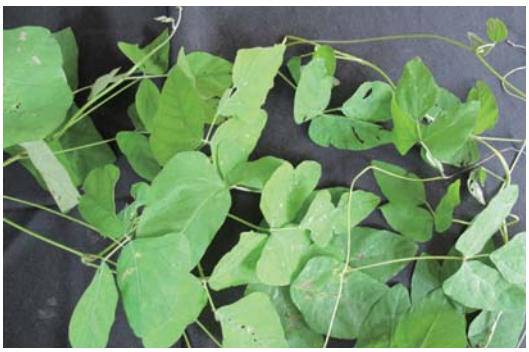
富貴豆為豆科植物其根群與固氮菌共生，根系著生根瘤較多，行固氮作用，可提供植株本身之氮肥。在臺灣為夏季休耕田綠肥栽培作物之一，目前於休耕田可作主作物栽培，生長期不受季節限制，於莖葉濃綠且植株生長旺盛披覆地被，播種後約2個月後即可翻犁掩埋入土層中，以促進分解，增進地力及改善土壤理化性質。

富貴豆生長勢較強，因此於播種後60～70天左右，莖蔓長達4～5公尺以上，莖葉柔軟多汁尚未木質化即可翻耕掩埋，其生草量約20,000～30,000公斤/公頃，植物體鮮草養分含量氮素0.13～0.18%，磷酐0.10～0.12%，氧化鉀0.35～0.42%。掩施富貴豆綠肥每公頃以

25,000公斤/生草量計算，氮礦化率80%估算，提供氮素26～36公斤/公頃(約施用硫酸銨123～171公斤/公頃或尿素56～78公斤/公頃)，磷酐20～24公斤/公頃(約施用過磷酸鈣111～133公斤/公頃)，氧化鉀70～84公斤/公頃(約施用氯化鉀116～140公斤)用量。掩施富貴豆綠肥作物後種植後作物之氮肥肥培管理，應較未掩施綠肥之農田減少1/4～1/3肥料用量，且依後作種植作物品種、種類之生育反應營養狀況，靈活調節氮肥用量，以避免過量施用氮肥造成作物倒伏或病蟲害而影響減產。



▲富貴豆幼株萌芽生長



▲富貴豆植株蔓莖生長情形



▲富貴豆覆蓋情形(張繼中提供)



▲富貴豆豆莢及種籽

太陽麻

太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.) 又稱桱麻、菽麻、印度麻等。豆科蝶形花亞科豬屎豆屬植物，為一年生草本植物，原產印度，臺灣於1928年引進種於臺灣糖業公司自營農場甘蔗田。太陽麻發芽後6～7天幼根開始形成根瘤著生，生長約25天後其固氮能力較強。

太陽麻性喜高溫濕潤土壤，對土壤的選擇不嚴，以排水良好壤土最適宜，土壤pH值4.5～8.0範圍內均可種植，土壤氮素含量過多時會抑制太陽麻根部形成根瘤，降低固氮作用。臺灣地區在中、南及東部均適合太陽麻種植，目前為休耕地種植主要綠肥之一。太陽麻在3月以後至8月下旬均可播種，休耕之水稻田於第一期作收穫前播種。每公頃種子播種量25～30公斤，播種後約3～5天發芽，幼苗生育期應注意保持田間土壤濕潤狀態，俾利生長，生育期間忌浸水應注意田間排水。

太陽麻發芽後約40～50天後開始開花，生育中後期植株高度達1公尺以上，莖葉生長茂盛，其鮮草養分含量最高，太陽麻於播種後約3個月(為盛花期、幼莢形成期間)為最適掩埋時期，可利用曳引機或耕耘機耕犁將植株殘體埋入10～20公分土壤中，田間灌水以湛水狀態下促使太陽麻殘體加速充分腐熟作用，分解釋放養分提供後作之肥效。

太陽麻播種後20～90天，植株生草量每公頃約20,000～30,000公斤，植物體鮮草養分氮素0.37%、磷酐0.08%、氧化鉀0.14%。以掩施太陽麻綠肥植體每公頃25,000公斤生草量，氮礦化率80%估算，可提供氮素(N) 74公斤/公頃(約施用硫酸銨352公斤/公頃或尿素160公斤/公頃)，磷酐(P_2O_5) 16公斤/公頃(約施用過磷酸鈣88公斤/公頃)，氧化鉀(K_2O) 28公斤/公頃(約施用氯化鉀46公斤/公頃)用量。除可提供上述肥分供給後作作物所需的養分，其分解之殘留纖維素、木質素等物質可增加土壤有機質，以改善土壤理化性質，增進農田地力。



▲整地後之太陽麻生長



▲太陽麻抽花苔



▲太陽麻開蝶形金黃色花朵



▲太陽麻為農村增添金黃色花海美景



▲利用曳引機耕犁掩埋太陽麻



▲太陽麻之橢圓形果莢



▲果莢成熟乾後裂開露出腎臟形種子



▲太陽麻種籽

冬(裡作)季綠肥作物栽培利用

苕子

苕子(*Vicia dasycarpa*. L)是巢菜屬(野豌豆屬)植物，又名野豌豆、箭筈豌豆、草藤等，為一年生或多年生草本植物，栽培品種多屬於一年生或越年生匍匐蔓性之豆科植物。苕子原產於歐洲及亞洲西部，野豌豆則於歐洲分布最多，其中以地中海沿岸和中東地區各國為最主要栽培地區。臺灣地區以北部、中部及嘉南地區皆有栽培，主要品種為毛葉苕子(*Vicia villosa* Roth.)，亦有毛葉紫花苕子、茸毛苕子、假扁豆等名。

苕子對土壤的選擇不嚴格，任何肥沃土壤均可種植，土壤酸鹼度(pH)於4.5～9.0範圍內均可，最適宜之土壤pH值在5.0～8.5。苕子耐酸性強，耐旱但不耐濕，生長期間土壤適宜含水量為15～25%，若根系浸水則苕子生長受制，使地上部由淺綠色而轉變為紫色，因此，播種苕子之田區須做好排水溝以防苕子浸水。

水稻田區以撒播苕子每公頃播種量15～20公斤，於第二期水稻收穫後栽培，因於水稻收穫前3～5天撒播於稻株行間，隨即灌溉田區，俟田面濕潤後排水，水稻收穫時將切割的稻稈覆蓋田區；或於水稻收穫後3～5天，待稻桿乾枯後，將苕子種子均勻撒播，並引水灌滿整個田區。尚未種植之田區，可取曾種過苕子之田區土壤混合種子，並撒播、接種根瘤菌，促進鬚根生長及根瘤形成著生。酸性土壤播種前亦可施用石灰每公頃500公斤，耕犁整地混入土壤中改良土壤酸鹼度。苕子對磷肥反應特別敏感，因此，苕子於任何土壤播種，如施用磷肥可促進植株生長而增加生草量。苕子較不耐濕，浸水後植株呈紫紅色為生長不良癥狀，低窪地區宜多加注意排水，生育初期田土應保時濕潤以促進生長。

苕子經適宜的栽培管理，於開花盛期時其生草產量每公頃可達30,000～50,000公斤，此時植株營養養分含量較高，莖蔓柔軟多汁為

最適宜掩埋入土之時，掩埋後最易腐熟分解。一般應於後作作物種植前15天翻犁掩埋土中，即植後翌年之2～3月即可翻犁，翻犁後淺水灌溉以加速植株殘體發酵分解，並釋出礦物養分，增加土壤肥力及提供後作作物生長期間之養分。苕子植體有效肥分鮮草含氮素0.56%、磷酐0.13%、氧化鉀0.43%。每公頃生草量以40,000公斤，氮礦化率80%估算，可供後作作物每公頃約179公斤氮素(約施尿素389公斤或硫酸銨852公斤)，磷酐41.6公斤/公頃(約施過磷酸鈣231公斤/公頃)，氧化鉀137.6公斤/公頃(約施氯化鉀229公斤/公頃)用量。掩施苕子綠肥作物後，對後作作物之氮肥施用，應較未種植綠肥之肥培管理，減少2/3～3/4氮肥肥料用量，且依後作作物生長反應狀況，靈活調整氮肥用量，以避免因施過量氮肥造成作物生育過於旺盛，倒伏而影響產量與品質。



▲苕子初期生長情形



▲苕子植株分枝呈放射狀生長



▲苕子生長情形



▲苕子開花生長情形



▲苕子授粉結果莢



▲苕子根部著生大型扇狀根瘤粒



▲苕子植株花梗著生長果莢



▲苕子深褐色種皮之種子

埃及三葉草

埃及三葉草(*Trifolium alexandrium* L.)又名亞歷山大三葉草，三葉草屬豆科，溫帶一年生或越年生植物，埃及三葉草區分為多刈型(卡美種, Carmel)與單刈型(大埔種, Tabor)，原產於中亞細亞，經敘利亞及巴基斯坦而傳入埃及，在埃及多栽種於尼羅河流域。臺灣於1976年由以色列引進單刈型埃及三葉草栽培。

埃及三葉草為一年生豆科草本植物，性喜冷涼氣候，較不耐高溫、不耐霜凍與不耐濕，耐鹽性高(含鹽分達0.6%的土壤，仍可生長)，濱海地區亦可栽培生長，適宜土壤以粘重土壤至砂壤土均可種植，土壤濕潤狀態，排水狀況佳為宜。稻田每公頃播種量10～15公斤，水稻收穫前3～5天撒播於稻株行間，隨即灌溉田區，俟田面濕潤後排水，水稻收穫時將切割的稻稈覆蓋田區即可。乾旱地區每隔15天灌溉一次，雨水充沛地區應注意排水。

於開花期間翻犁，每公頃生草產量可達20,000～30,000公斤。埃

及三葉草植體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%。每公頃生草量以25,000公斤，氮礦化率80%估算，可供後作作物每公頃約96～112公斤氮素(約施尿素208～243公斤或硫酸銨457～533公斤)，磷酐18～36公斤/公頃(約施用過磷酸鈣100～200公斤/公頃)，氧化鉀48～110公斤/公頃(約施用氯化鉀80～183公斤/公頃)用量。掩施埃及三葉草綠肥作物，對後作作物之氮肥施用，應較未種植埃及三葉草綠肥之肥培管理，減少2/3～3/4氮肥肥料量或不施，且依後作作物生長植株反應，靈活調整氮肥用量施肥，避免因施過量氮肥造成作物生育過於旺盛或倒伏而影響產量與品質。



▲埃及三葉草初期生育情形



▲埃及三葉草開花初期生長情形



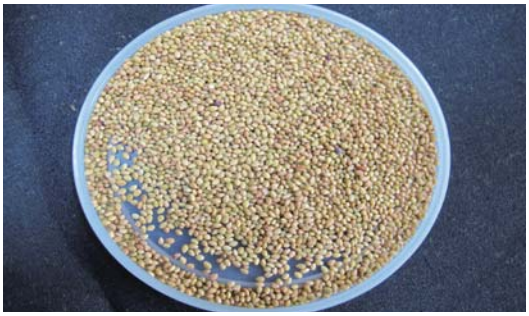
▲埃及三葉草對橢圓形的白色頭花



▲埃及三葉草根與根瘤粒形狀



▲曳引機掩施埃及三葉草殘株入土中



▲埃及三葉草種子

油菜

油菜又名蕓苔(rape)，屬於十字花科(*Cruciferae*)蕓苔屬(*Brassica*)植物，俗稱菜籽、油菜籽，可分為小油菜與大油菜兩種，為世界性重要四大油料作物之一。小油菜(*Brassica campestris* L.)又名中國油菜、東洋油菜、赤種油菜，為中國栽培之地方種。油菜主要分布於歐洲(法國、德國、瑞典及波蘭)、印度、中國、巴基斯坦、日本、加拿大等地區栽培較多，臺灣地區栽培的在來種油菜屬小油菜種，植株較小，種子細小，為早熟品種。大油菜(*Brassica napus* L.)又名西洋油菜、朝鮮油菜，臺灣地區栽培均為國外引進之品種，如新竹特1號，桃園3號、桃園4號等油菜品種，皆屬晚熟品種。油菜之植株及花苔為優良之蔬菜，種子榨油供食用及工業用。

油菜為一年生或越年生直立性草本作物，性喜溫暖濕潤氣候，對土壤肥貧之肥力的選擇不嚴，適應性很廣，耐鹽、耐濕、耐旱、耐寒等環境均能適應，以排水良好而土壤pH值5～8左右的砂壤土、壤土及粘質壤土等土壤，以土層深厚而肥沃的土壤最適宜栽培種植。因此，臺灣地區任何地區於秋冬裡作均可栽培。

於第二期作水稻收穫後栽培，每公頃撒播量6～9公斤，可視土壤肥沃度調整播種量，增減用量。在水稻收割前3～5天撒播於稻田行間，或於水稻收穫時將稻稈切數段，待3～5天太陽晒乾燥後，將油菜種子撒播，並引水灌溉，灌滿整個田區不要放水，讓水慢慢滲漏入土過程中使表土呈自然保水狀態即可，土壤濕潤保持適中，則有利於種子萌芽生長。油菜種子在土壤濕潤狀態下發芽生長，生育初期管理並酌以加施氮肥與磷肥，以促進油菜植株生長。因於，肥沃土壤田區油菜初期生長葉色濃綠，而貧瘠土壤田區因養分低致油菜生長不佳，此時則可施用氮素每公頃20～30公斤；磷酐20～30公斤，約100～150公斤/公頃含氮量高之1號或5號複合肥料，分1～2次施用，或可施單質肥料尿素(48～71公斤)或硫酸銨(95～142公斤)及過磷酸鈣(110～165公

斤)，以促進油菜生長，增加掩施後養分供應量，施肥於土壤溼潤時施用。

油菜生育期間主要有蚜蟲、小菜蛾、紋白蝶及擬尺蠖等蟲害，若發生害蟲危害時可用90%納乃得可濕性粉劑3,000倍或25%陶斯松可濕性粉劑1,000倍等防治。病害為黑斑病、露菌病等，用21.2%依滅列乳劑1,500倍或23%亞托敏水懸劑2,000倍防治，以免危害鄰近十字花科蔬菜，並避免成為附近田區冬季休閒期之病蟲源溫床。

掩埋油菜的適宜時期為開花著果期果莢飽滿時。土壤肥沃度及栽培管理皆會影響油菜植株生草產量之高低。適宜施肥栽培管理每公頃生草量約15,000～20,000公斤；如不施化學肥料採粗放栽培，植株生草量約5,000～10,000公斤產量低。於油菜開花結莢飽滿期，其植體營養成分累積最高峰，掩施後肥效最高。掩施後植物體發酵分解，產生發酵熱對後作作物根部生長不利，因此，最遲在第一期水稻插秧前15～20天耕犁掩埋入土壤中，使油菜植體能充分發酵分解，以利後作作物之養分供給吸收。油菜植體鮮草含氮素0.21%、磷酐0.02%、氧化鉀0.28%。每公頃生草量以20,000公斤，氮礦化率80%估算，可供後作作物每公頃約34公斤氮素(約施尿素74公斤或硫酸銨162公斤)，磷酐3.2公斤/公頃(約施用過磷酸鈣18公斤/公頃)，氧化鉀44.8公斤/公頃(約施用氯化鉀75公斤/公頃)用量。油菜生育初期不施肥料或管理不當，生長不良，果莢飽滿期之生草量調查在5,000～10,000公斤，可提供每公頃氮素含量的8.4～16.8公斤(換算約施硫酸銨40～80公斤或尿素18～37公斤)，提供後作物養分吸收利用。掩施油菜綠肥作物後，因其提供肥分較少，應依後作作物生長情形靈活調整增減肥料量，以期能提供作物所需足夠養分，以避免因肥分不足而影響後作作物生育與產量。



▲小油菜之種子



▲油菜植株幼嫩期間摘心供食用



▲油菜植株生育情形



▲油菜開滿黃色花朵，形成一片花海



▲紋白蝶幼蟲危害情形



▲油菜長形果莢飽滿期為最佳掩埋期



▲油菜植株耕犁掩埋浸水醱酵



▲油菜生長不良

蕎麥

蕎麥(*Fagopyrum esculentum*)別名甜蕎、花蕎、玉麥、三角麥等，為蓼科(*Polygonaceae*)一年或二年生雙子葉之草本植物。蕎麥原產中國東北黑龍江畔及西伯利亞貝加爾湖一帶都有其分布，臺灣有少量栽培。臺灣地區栽培蕎麥分為蕎麥(*Fagopyrum esculentum* Meench 別名甜蕎)與韃靼蕎麥(*Fagopyrum tataricum* L. Gaertner 別名苦蕎)二種，適合綠肥作物栽培之品種如信濃一號、高砂種及臺中一號等。

蕎麥性喜冷涼濕潤的氣候，適合栽培範圍廣。生育初期需高溫濕潤，但開花成熟期如遇高溫則結實不良。蕎麥生長期甚短，約二個月左右，對土壤選擇不嚴，排水良好，疏鬆土壤皆可栽植。臺灣於10月下旬至11月上旬最適播種，每公頃種子50～60公斤。蕎麥每公頃施肥量氮肥為60～70公斤，磷肥40公斤，鉀肥50～70公斤用量。氮肥及鉀肥分2次施用，分別為基肥50%及追肥(播種後25～30天撒施) 50%。磷肥全量、氮肥及鉀肥半量(50%)於整地時當基肥施用，每公頃用硫酸銨143～167公斤、過磷酸鈣222公斤及氯化鉀42～59公斤施用，剩餘硫酸銨143～167公斤及氯化鉀42～59公斤應於播種後25～30天追肥施用。蕎麥多於第二期作水稻收穫前3～5天或水稻收割後撒播種子，田區灌滿水不要放掉，讓水慢慢滲漏入土壤中，土壤保持濕潤狀態，俾利蕎麥種子發芽生長。不整地栽培於種子發芽後7～10天施第1次肥料，播種後25～30天施第2次肥料。

蕎麥於開花盛期至瘦果飽滿間，為蕎麥生草產量及植體營養養分累積高峰，乃最佳掩施時期。在施肥管理下之蕎麥生草產量每公頃約10,000～18,000公斤，未施肥或粗放栽培管理蕎麥生草產量每公頃約5,000～8,000公斤。一般蕎麥播種後2～3個月，開花結實期間養分

最高時，利用曳引機耕犁，掩埋入土壤中，引水灌溉促進植株殘體發酵釋出養分，一般植株殘體掩埋入土壤中，需經15～20天醱酵腐熟作用。因此，於第一期作插秧前20～25天前耕犁，掩埋入土壤中，使蕎麥植體能充分發酵分解，釋出養分供給後作作物養分吸收。

蕎麥鮮草含氮素0.44%、磷酐0.15%及氧化鉀0.32%，每公頃生草量以10,000～18,000公斤，氮礦化率80%估算，每公頃約可提供35.2～63.4公斤氮素(換算硫酸銨約168～302公斤或尿素約77～138公斤)，磷酐12～21.6公斤(換算過磷酸鈣約67～120公斤)，氧化鉀25.6～46公斤(換算氯化鉀約43～100公斤)用量。掩施蕎麥綠肥作物後，初期提供肥分較少，所以應依種植作物生長情形靈活調整增減肥料用量，以期能提供作物生長所需之足夠養分，以避免因掩施初期釋出肥分不足而使作物生長不佳影響產量。





▲蕎麥種子呈三角稜形



▲農田整地及灌水不均造成生長不佳



▲蕎麥萌芽初期生長



▲不整地播種蕎麥生長情形



▲莖頂端小分枝的葉腋生長花梗開花



▲生育期田間湛水致植株生長不良象



▲蕎麥開花時呈一片雪白色花海



▲蕎麥瘦果成熟期，植株呈老化

水生綠肥作物栽培及利用—滿江紅

滿江紅(*Azolla*)為水生蕨類植物，在環境不適遇低溫時，耐寒性弱之品系其植物體將產生紅色花青素(red anthocyanin)，此為植物體由綠色轉為紅色之故。因此，於養殖池水面會呈現一大片紅色滿江紅平舖浮在水面上，非常好看，遠遠看去猶如在水稻田上舖了一面紅地毯，故名「滿江紅」。我國古代即記載此種植物具有肥田之效果，並於明朝末年(17世紀)水田即曾加以利用。滿江紅係優良水生綠肥並可提供氮肥來源之一，其植體生長迅速且與水稻共作，為水田優良水生綠肥作物之一。

滿江紅(*Azolla*)為滿江紅科(*Azollaceae*)，滿江紅屬(*Azolla*)槐葉萍目(*Salviniales*)，俗稱紅萍或綠萍系蕨類植物(*Filicopsida*)。滿江紅分布於美國、智利、玻利維亞、巴西、日本、阿根廷、墨西哥、澳大利亞、紐西蘭、烏干達、剛果、蘇丹、泰國、越南、印度、菲律賓、中國等地區皆有其蹤跡。

滿江紅植株特徵其根為不定根，產生在莖的下方，單生、細長、懸垂於水中，新生根綠色，含有葉綠體，老化褐色並脫落。莖為輸送養分和貯藏養分的地方，莖於側面形成側芽和分枝，莖與水面垂直，浮在水面上生長。葉片2行互生、腹面深裂、背片露出水面為綠色、能行光合作用及固氮作用，腹片面具有浮載、吸收養分及水分作用。滿江紅葉內有固氮藍綠菌(*Anabaena azollae*)共生，具有極強的固氮力，據Talley及Rains學者研究估計，滿江紅生長35天的固氮量約35公斤/公頃。

滿江紅的繁殖因其屬蕨類，故有孢子，並分成大小兩種孢子，孢子囊果一般皆成對而生，小孢子囊果球形，內藏小孢子；大孢子囊果卵形，較小，且孢子囊果非常罕見。而滿江紅主要還是靠無性生殖的方式，由母株長出新芽迅速繁殖，折斷的枝條也會發育成新的植株。

滿江紅之生長環境在pH值3.5～10.0的範圍內，以pH 6.5～7.5最適

宜生長。滿江紅植體浮生於水面，放植水流緩慢之河流、湖泊、池塘或水田中生長增殖。水流湍急和波浪、風浪大皆不利滿江紅生長，所以要選擇避風地區靜態水面放植滿江紅，以水波浪流動較小池塘較適合滿江紅養殖。滿江紅為標準的漂浮性植物，在臺灣地區部分的水田或沼澤地中常有滿江紅的蹤跡。

滿江紅放植後生殖生長速率，約每2.60～4.93日可增殖一倍，以放植0.5 kg / 10m^2 經60天生殖生長，每公頃可獲得35公噸以上之鮮物，其乾物含氮率4.25%，含水率95%，經換算可得約74公斤氮素可供給水稻營養吸收，故掩埋滿江紅可節省化學氮肥約60～75公斤/公頃。要掌握滿江紅增殖速率，於水稻田裡先行施過磷酸鈣肥料後，放植足夠數量滿江紅，以待增殖至足夠鮮草量再掩埋入稻田，經礦化釋出養分以供應水稻生育期間所需之肥分。因此，一般於第二期作水稻收穫後，稻田灌水集滿水再放滿江紅養殖，待次年第一期作插秧前耕犁掩埋滿江紅殘體整地。掩埋前先將田裡的水放乾，再耕犁；將滿江紅植體埋入土中醱酵，隔2天後再翻耕1次，將浮在水面之滿江紅植體再埋入土壤中持續發酵分解礦化釋出養分。此外，於有機水稻栽培田區除上述掩施提供養分外，插秧後於植株行間放植滿江紅養殖，由於其生長迅速覆蓋整個農田表面，可有效抑制田區雜草滋生，減少有機水稻田區除草工作。

滿江紅增殖密度過高時，會抑制水稻初期分蘖。因此，稻田放植滿江紅後與水稻共作時，因滿江紅生殖快速，重疊覆蓋田面，致使水稻生育初期空間不足使分蘖略受影響，但不影響水稻後期生育及產量。

滿江紅掩埋釋出養分可做為水稻田基肥之肥分，滿江紅植體掩埋後其養分礦化釋出過程可分三個高峰時期，即掩施後7天左右出現為第1次釋出氮素高峰期，第2次於掩施後14～28天分解再釋出氮素高峰時期，第3次釋出於掩施35天後持續緩慢分解礦化釋出氮素，以提供水稻植株生育期所需之氮素。由於，滿江紅養分釋出之礦化過程具有

穩定而長效的特性，緩效提供水稻生育期之營養元素養分吸收利用。滿江紅植體掩埋在土壤中需經1～2週分解釋放氮素，掩施後經20～30天為提供水稻養分吸收利用獲益較大。稻田掩埋滿江紅後插秧，因需經醱酵礦化釋出氮素稍晚(為緩效提供養分)，因此，提早7～10天耕犁掩埋發酵釋出養分，7於天後插秧之水稻，則可吸收利用養分不致影響生長，而掩埋後立即插秧者，需在生育初期配合施少量氮肥，以補足滿江紅殘體尚未釋出之肥分。

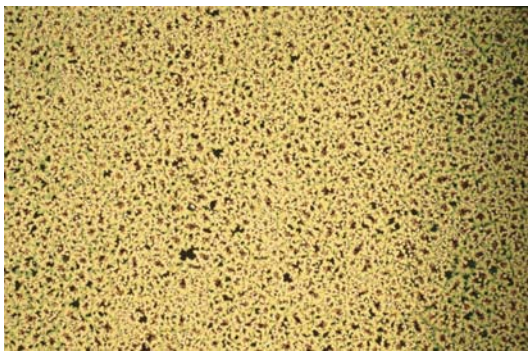
掩埋滿江紅可提高土壤有機質含量0.1～0.2%，並可減低土壤密實性，促進土壤微生物活動，增加水稻有效分蘗數，提高稻作產量。其土壤顏色會因有機質增加，色澤由灰色變深黑色，顯示滿江紅係優良有機物源。



▲小孢子囊果



▲滿江紅在正常環境生長情形



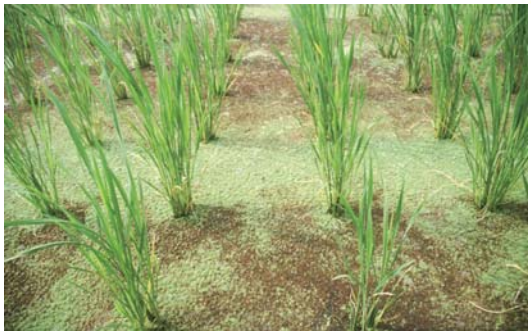
▲滿江紅植體之花色素轉變黃色



▲滿江紅之花色素受氣候異常變色



▲滿江紅遇環境不適植體由綠轉紅色



▲滿江紅放植於茭白筍園生長情形



▲滿江紅覆蓋抑制陽光照射



▲稻田放植滿江紅覆蓋抑制雜草生長

掩施綠肥作物應注意事項

綠肥作物之植體為高效性之有機質肥料，綠肥作物栽培利用，一般以直接翻犁掩埋入土中。目前農民栽培綠肥作物掩施方式不一，於綠肥作物開花初期以乾耕犁掩埋或插秧前後掩埋，皆不利綠肥養分保存及釋放。因此，建議農民於插秧前或後作作物栽培前約15～20天，淺水灌溉耕犁掩施，有利於綠肥作物殘體發酵分解，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產生倒伏及病蟲害危害加劇。惟掩施時應注意下列各點：

（一）掩埋生草量應視土壤性質來決定，砂壤土有機物分解迅速，用量可多，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，對作物不利。

（二）綠肥作物掩施土中之最佳時期，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。

（三）綠肥植體分解時加施石灰中和酸性，促進分解之效果。
（四）綠肥植體耕犁掩埋深度愈深，對作物根系發育愈有利。
（五）綠肥植體掩施後須經15～20日以上的分解，才可種植栽培其他作物。


▲綠肥作物掩施整地情形


▲翻耕掩埋入土壤中


▲綠肥作物掩埋浸水情形


▲利用曳引機行第2次碎土耙平準備插秧

結　語

過去由於化學肥料價格低廉，農村勞力缺乏，使綠肥作物推廣受到限制，近年來配合政府政策執行「推動合理化施肥措施綠肥作物栽培利用推廣」計畫，利用冬季裡作農田休閒期種植油菜、苕子、埃及三葉草與休耕期播種田菁、青皮豆及太陽麻等綠肥作物，為掩施後呈現最經濟有效的土壤肥培管理方法，減少化學肥料的用量，增加土壤有機質含量，改善土壤理化性質。休閒期或果園中播種豆科綠肥作物，與其共生之根瘤菌固定空氣中游離氮氣，增加土壤中氮源。冬季裡作播種綠肥可減少冬季蔬菜生產過剩之壓力，開花期可美化農村景觀，及提供養蜂業之冬季蜜源等功能，配合農田休耕擴大綠肥作物種植，以維護土壤肥力，美化農村田園景觀，保育農田永續生產，提升農產品產量及品質。

水稻病蟲害防治

廖君達、郭建志

水稻插秧起至成熟收穫期，所面臨的病蟲害種類有數十種，若不採行必要的管理措施，對於水稻可造成20%以上的產量損失。水稻栽培農民常憑藉過往經驗或人云亦云來決定水稻病蟲害的防治對象及防治時機，常會過早或延誤農藥的施用，致使防治效果不佳，並徒然增加防治成本。而且，過量使用農藥恐有殘留的疑慮，增加消費者面臨的風險。因此，瞭解水稻病蟲害的生態，於適當的時機選擇適當的農藥來進行防治，及搭配相關的耕作管理才能有效減輕病蟲危害。

水稻生育期與病蟲危害

各種主要有害病蟲在各水稻栽培區之發生時期與該地之水稻生長期頗為一致，而發生程度則受到水稻品種、栽培管理及氣候條件所左右。水稻水象鼻蟲及負泥蟲受到地理分布的影響，僅在特定區域造成危害。流行性的病害如稻熱病及白葉枯病，當遭逢適合發病之流行年，常造成重大的損失。

第一期稻作，插秧後至分蘗初期，水稻害蟲如水稻水象鼻蟲、負泥蟲(東部及北部山區稻田)、斑飛蝨及二化螟等於插秧後即陸續侵入本田產卵繁衍，其中水稻水象鼻蟲、負泥蟲及二化螟均於水稻分蘗期至分蘗終止期間，就可造成危害；斑飛蝨則於水稻抽穗期後始造成明顯危害。在水稻分蘗盛期後，若氣候條件適合，稻熱病及紋枯病即開始發生，一直持續至水稻完熟期。孕穗期至乳熟期水稻常遭受螟蟲危害而形成白穗。

第二期稻作，插秧後多種水稻害蟲，如水稻水象鼻蟲、飛蝨類及瘤野螟陸續遷入繁衍；其中水稻水象鼻蟲、白背飛蝨以及瘤野螟在局

部地區於分蘗中期可造成危害，而飛蝨類(褐飛蝨、白背飛蝨、斑飛蝨)、螟蟲類(二化螟、大螟)及瘤野螟則經常在水稻乳熟期至糊熟期間危害成災。水稻紋枯病及白葉枯病於水稻分蘗盛期後，若適逢8～9月之雨季，田間高溫多溼，易於發生。



▲水稻葉稻熱病病徵



▲水稻穗稻熱病



▲水稻紋枯病



▲水稻白葉枯病



▲水稻水象鼻蟲



▲水稻受二化螟為害呈白穗狀



▲水稻瘤野螟成蛾



▲水稻瘤野螟幼蟲縱捲稻葉危害狀



▲飛蝨類群集水稻莖桿吸食危害



▲飛蝨類危害水稻造成蝨燒狀

水稻病蟲害綜合管理

水稻病蟲害綜合管理著重在以生態為基礎，考量到病蟲害管理的成本與水稻產量收益的平衡點，強調盡量利用生物與物理之環境阻力，以對環境最友善的方式來降低田間病蟲的發生及對於水稻的危害，至於使用防治資材則被視為最後的手段。因此，首要著重培育健康的水稻，調整耕作制度來營造一個不利於病蟲害繁衍的環境以降低病蟲的侵入與增殖；本田期導入蛾類害蟲性費洛蒙監測技術及田間定期調查，據以決定需要防治的病蟲對象及掌握最佳的防治時機，方能減少防治資材的使用及維護健康的農業生態環境。

培育健康的水稻

栽培抗性品種：農民在插秧前應考量當地的環境條件，栽培對

當地經常發生之病蟲害具有抵抗能力的品種。臺灣除了紋枯病未有抗病品種，白葉枯病抗病品種不多以外。目前推廣栽種的水稻品種，對大多數病害具有抗病性，其中對稻熱病大多具有強的抗病性；育種期間經由農委會各地區農業試驗改良場所分別檢定各種特性，各種特性表現優良才能通過命名審查，抗病、抗蟲是其中必備的檢定作業。然而，抗性品種的抗性能力往往維持數年後會出現病蟲適應的現象，此時即需要更替其他抗性品種。

乾淨的種子：真菌或細菌引起的水稻病害以及線蟲白尖病，常會感染或污染稻穀，而經由稻種傳播病害。因此浸種前以硫酸銨水溶液水選健穀，去除病秕，稻種消毒。處理後的稻種應充分浸水，第一期稻作浸種3～4天，第二期稻作則浸種2～3天，浸種後將稻種瀝乾再以濕麻布袋覆蓋催芽，稻芽長出1 mm時播種，播種後覆土不要超過5 mm厚，如此可縮短育苗箱堆積時間，減少病菌感染機會。育苗箱所用栽培土，以病原菌較少之水田心土較佳。如果無法取得水田心土，所用土壤最好陰乾後存放較長時間，待土中病原菌密度降低後再使用。每一育苗箱播種量以220 g乾稻種量為宜，播種量太多則秧苗過密集易滋生病菌，發生秧苗立枯病。

耕作管理

整地：耕犁田地可將病蟲翻埋土中，降低田間病菌及害蟲的族群。整地時將田間植物殘株翻埋土中，植物殘株在土中會腐敗醱酵，醱酵過程中會降低土壤中的氧氣，也會產生一些對稻株不好的物質。因此，最好採取二段式整地，二次整地的時間最好有半個月以上的間隔，一方面讓埋入土中的植物殘體醱酵，一方面讓前期作留下的過剩肥料均勻化。

灌排水：整地時採用淺水整地，以利將植物殘株翻埋。二段整地的間隔期，採行較深的田水，使得紋枯病菌等病原菌的菌核及植物殘株漂浮至下風處，撈起漂浮物曬乾燒毀，可降低病菌密度。插秧後田中維持淺水狀態。第一期稻作插秧後38天，第二期稻作插秧後28天，

水稻分蘖終期至幼穗形成始期間，即可進行排水曬田，曬田到田土輕微龜裂後，採用間歇灌溉1～2次，如此可以強化稻根，稻株健壯增加抗病力。如果田間有病害發生時，必須保持適當的田水，田間土壤過於乾燥會增加稻株逆境壓力。

行株距：行株距大，促使稻株健壯能夠提升抗病性，縱然發病也能比較耐病。過度密植反而提供較高的溼度及茂密的隱密場所，有利於葉稻熱病、紋枯病、飛蝨類、葉蟬類、瘤野螟及黑椿象等害蟲的發生。除行株距外，稻行的方向也會影響田間的通風，插秧行向採用與季節風同向，田間通風良好，可降低水稻病害的蔓延速率。

施肥：肥料對水稻病害的影響，氮肥最為密切，磷及鉀的影響較小。多施氮肥容易發生稻熱病、紋枯病及白葉枯病，氮肥多時磷肥會助長發病，鉀肥則可增加稻株抗病；此外，氮肥多會降低鉀肥的效果。土壤貧瘠易使水稻氮肥吸收不足，易發生胡麻葉枯病病害。為顧及各種病害之防治，多施有機氮肥，可逐次提供水稻生長需求，稻株也比較抗病。同樣地，多施氮肥會誘集二化螟或瘤野螟等雌成蛾產卵，提供害蟲良好的棲息環境。矽是稻株的重要元素，可以強化細胞增強抗病，施用矽酸鈣、矽酸質肥料或炭化稻殼等物質，可增強稻株對病害及二化螟的抗性。

田間衛生：水稻病害的病原常會感染田間雜草，繁殖增加病原密度；雜草也是媒介昆蟲的主要棲息處，或成為害蟲的中間寄主，所以清除雜草是防治病蟲害的重要工作。病株收割後長出再生苗為田間主要感染源，水稻收穫後應將稻樁翻犁埋入土壤中，降低病原密度，也可避免稻樁長出再生稻株供媒介昆蟲棲息。大多數病菌會殘存在病株稻株組織中，所以不能留置病稻草在田間。稻草要集中堆積利用製作成堆肥時，必須經過醱酵，完全腐熟後才能使用。

監測技術與防治基準

農民在水稻生育期間為了將病蟲危害降到最低，定期的田間檢查

是必要的工作。每週定期檢查可協助農民瞭解病蟲害及天敵在田間的現況發布訊息，提供農民決定採取何種管理措施的重要依據。農民須先認識水稻病蟲害的種類及各種病蟲對水稻的危害徵狀，直接計算田間害蟲的數量及病害發生的嚴重程度，或使用補蟲網捕捉移動性高的昆蟲密度。稻苗補植需求的秧砧，可作為監測水稻葉稻熱病的工具，據以即刻施藥防治。此外，對於趨光性的害蟲可使用燈光來誘集，以瞭解害蟲發生的趨勢。性費洛蒙可應用於二化螟及瘤野螟等害蟲的監測。

定期田間調查害蟲的數量，評估是否達到經濟危害基準。所謂「經濟危害基準」是指害蟲造成作物之損失值與防治成本相等之害蟲的臨界密度，可供決定害蟲是否需要防治及評估防治適期的依據。臺灣是以防治害蟲1次所需成本佔稻穀產量的3%為計算基準。

水稻害蟲防治經濟危害基準

種　　類	監　測　時　期	經濟危害基準
瘤野螟	孕穗期至抽穗初期	幼蟲 1 隻 / 叢或被害葉 3 片 / 叢
負泥蟲	水稻插秧初期	幼蟲 1~2 隻 / 叢
水象鼻蟲	水稻插秧初期	成蟲 0.25 隻 / 叢
二化螟	水稻插秧初期 水稻分蘗盛期 水稻抽穗後	12~15% 側黃莖率 5~10% 枯心率 2~3% 白穗率
褐飛蝨	水稻乳熟期前 水稻乳熟期後	5~10 隻 / 叢 10~20 隻 / 叢
斑飛蝨	水稻孕穗中期 水稻抽穗後	每網掃 10~20 隻 1~2 隻 / 穗
白背飛蝨	水稻孕穗中期至黃熟期	5~10 隻 / 叢



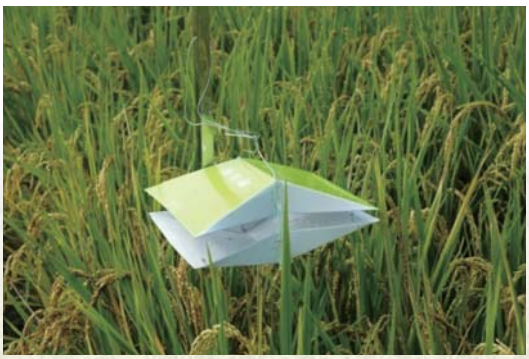
▲定期調查田間病蟲害發生是必要的作為



▲利用秧砧監測水稻稻熱病發生時間點



▲利用掃網監測田間害蟲的數量



▲性費洛蒙是監測水稻螟蟲動態工具

農藥安全使用原則

農藥的使用在於保護農作物免於受到病蟲草鼠及其他有害生物的危害。依防治對象不同，可區分為殺蟲劑、殺菌劑、殺蟎劑、殺鼠劑、殺線蟲劑、殺螺劑及植物生長調節劑等。農民於使用農藥之際，應做到下列幾點：

一、瞭解防治對象，掌握防治適期：預防勝於治療，資訊決策模式的病蟲害管理。

二、瞭解農藥特性，選擇適當農藥：系統性相對於非系統性，不同作用機制的農藥。

三、遵循農藥稀釋倍數及安全採收期：清楚農藥標示所代表的內涵。

四、農藥輪替使用，減緩抗藥性產生：不同作用機制農藥的輪替使用或混合不同機制的農藥施用，降低抗藥性產生的機會。

農藥殘留與自主管理

行政院農業委員會農糧署推動稻米安全生產管理體系計畫，每年於繳交公糧稻穀進行抽驗，另有稻米產銷專業區、產銷履歷等稻穀送驗；此外，行政院衛生福利部及各地衛生局亦有抽驗市售小包裝米等。歷年抽驗結果顯示，達馬松、三落松、佈飛松、依殺松及亞滅培等為經常被檢出的非推薦農藥；歐殺松、亞賜圃、護粒松、加保扶、加保利、陶斯松、菲克利、剋安勃及可尼丁等為經常被檢出殘留超過安全容許量的推薦用藥。政府對於檢出使用非推薦藥劑的稻穀採取充作飼料米的作業方式，不得流入市面作為食用米。至於，農藥殘留超過安全容許量的稻穀需要持續檢驗，直到殘留量消退才得以碾製為食用米。



經過政府多年來的宣導及農民普遍用藥安全意識的提升，使用非推薦藥劑的比率逐年降低，但水稻第二期作農藥殘留高於安全容許量的案件依然屢見不鮮。探究其可能發生的原因，不外乎農民由農藥零售業者獲得不正確的資訊，或農民憂慮病蟲害對水稻可能造成嚴重的危害，因而任意提高稀釋倍數，致使稻穀收穫時，農藥殘留量依然高於安全容許量。

有鑑於此，試驗改良場所的植物保護專家擔負農民用藥安全教育的重要推手，透過現場輔導、農民教育及座談等，將正確的訊息傳遞給水稻栽培農民，漸進地提升農民對水稻病蟲害的瞭解及農藥合理有效及安全施用技術，期能降低農藥殘留的機率，達成食品安全的目標。

結　語

水稻病蟲害的管理首在培育健康的水稻，透過適當的肥培管理及提昇栽培管理技術，均可減低有害病蟲侵擾的機會。此外，相同區域內水稻應避免提早或延遲插秧時間，以降低受害風險。農民應嘗試建構相關的病蟲害監測技術來瞭解主要病蟲害在田間的數量及發生程度，方能精確掌握病蟲害的防治時機。此外，對於病蟲害的防治成效應秉持著接受的態度，容忍些微的病蟲危害，而非一味地追求病蟲害的完全消滅及最高的水稻產量，如此方能降低農藥使用，維護農業生態環境的健康。

附錄一

要素量換算肥料量

（單位：公斤）

肥料別 / 氮素 (N) 量	硫酸銨	尿 素	複肥 1 號	複肥 4 號	複肥 5 號	複肥 39 號	複肥 43 號
1	4.76	2.17	5	9.09	6.25	8.33	6.67
2	9.5	4.3	10	18.2	12.5	16.7	13.3
5	23.8	10.9	25	45.5	31.3	41.7	33.3
10	47.6	21.7	50	90.9	62.5	83.3	66.7
20	95	43	100	182	125	167	133
30	143	65	150	273	188	250	200
40	190	87	200	364	250	333	267
50	238	109	250	455	313	417	333
60	286	130	300	545	375	500	400
70	333	152	350	636	438	583	467
100	476	217	500	909	625	833	667

肥料別 / 磷酐(P_2O_5)量	過磷酸鈣	複肥 1 號	複肥 4 號	複肥 5 號	複肥 39 號	複肥 43 號
1	5.56	20	18.18	12.5	5.56	6.67
2	11.1	40	36.4	25	11.1	13.3
5	27.8	100	90.9	62.5	27.8	33.3
10	55.6	200	181.8	125	55.6	66.7
20	111	400	364	250	111	133
30	167	600	545	375	167	200
40	222	800	727	500	222	267
50	278	1,000	909	625	278	333
60	333	1,200	1,091	750	333	400
70	389	1,400	1,273	875	389	467
100	556	2,000	1,818	1,250	556	667

肥料別 / 氧化鉀(K_2O)量	氯化鉀	硫酸鉀	複肥 1 號	複肥 4 號	複肥 5 號	複肥 39 號	複肥 43 號
1	1.67	2	10	4.55	8.33	8.33	6.67
2	3.3	4	20	9.1	16.7	16.7	13.3
5	8.3	10	50	22.7	41.7	41.7	33.3
10	16.7	20	100	45.5	83.3	83.3	66.7
20	33	40	200	91	167	167	133
30	50	60	300	136	250	250	200
40	67	80	400	182	333	333	267
50	83	100	500	227	417	417	333
60	100	120	600	273	500	500	400
70	117	140	700	318	583	583	467
100	167	200	1,000	455	833	833	667

註：如有肥料相關問題，請洽臺中區農業改良場土壤肥料研究室 04-8528503。

肥料別	成分 (%)			一般級與特級複合肥料施用於水田之肥效差異說明
	N	P_2O_5	K_2O	
硫酸銨	21	—	—	一般級複合肥料氮型態為銨態
尿素	46	—	—	
過磷酸鈣	—	18	—	
氯化鉀	—	—	60	
硫酸鉀	—	—	50	
複肥 1 號	20	5	10	特級複合肥料氮型態為硝酸態
複肥 4 號	11	5.5	22	
複肥 5 號	16	8	12	
複肥 39 號	12	18	12	
複肥 43 號	15	15	15	



銨態氮型可被土壤膠體吸附，較不易移動及淋失損失。



硝酸態氮型不適用於浸水土壤，因不易被土壤吸附，及在厭氣環境下，會發生脫氮作用損失，降低肥效。

化學肥料要素換算公式

要素量 (公斤) ÷ 成分 (%) = 肥料量 (公斤)

肥料量 (公斤) × 成分 (%) = 要素量 (公斤)

附錄二

市售肥料成分及適用作物

產品名稱	成分 氮-磷酐-氧化鉀 ($N-P_2O_5-K_2O$)	適用作物
硫酸銨	21-0-0	各種作物基肥、追肥
尿素	46-0-0	各種作物基肥、追肥
硝酸銨鈣	26.2-0-0	各種作物基肥、追肥
過磷酸鈣	0-18-0	各種作物基肥
1 號複合肥料	20-5-10	甘蔗、茶葉、蘆筍、牧草、桑樹、蔬菜
特 1 號複合肥料	20-5-10	甘蔗、茶葉、蘆筍、牧草、桑樹、蔬菜
2 號複合肥料	11-9-18	甘蔗、甘藷、生薑、馬鈴薯、樹薯、鳳梨基肥、葡萄、檬果、番石榴
特 4 號複合肥料	11-5.5-22	香蕉、甘藷、生薑、馬鈴薯、葡萄等
5 號複合肥料	16-8-12	柑桔類、一般果樹、竹筍、竹類、蔬菜、玉米、高粱
特 5 號複合肥料	16-8-12	柑桔類、一般果樹、竹筍、竹類、蔬菜、玉米、高粱
8 號複合肥料	18-10-24	一般果樹、瓜果、蔬菜、草皮、土栽切花及特用作物
25 號複合肥料	5-20-20-4	菸草、鳳梨、梨、洋香瓜等各種瓜果類
36 號複合肥料	7-21-21	菸草、一般果樹結果期
39 號複合肥料	12-18-12	水稻基肥、玉米、高粱、一般雜作
42 號複合肥料	23-5-5	茶葉、蔬菜
特 42 號複合肥料	23-5-5-3	茶葉、蔬菜
43 號複合肥料	15-15-15-4	花卉、一般果樹、瓜類、番茄、竹筍、草莓
特 43 號複合肥料	15-15-15-4	花卉、一般果樹、瓜類、番茄、竹筍、草莓
47 號複合肥料	9-18-27	菸草、一般果樹結果期
1 號有機質肥料	1.5-3-2	(含有機質 60%) 各種作物基肥
1 號即溶複合肥料	26-13-13	茶葉、瓜類、蔬菜、花卉、秧苗、草莓等基肥、追肥
4 號即溶複合肥料	14-28-14	一般果樹、瓜類、豆類、雜作、花卉等開花前或結果期
5 號即溶複合肥料	10-20-20	一般果樹、瓜類、豆類、雜作、花卉等著果後期
6 號即溶複合肥料	5-18-18-4	一般果樹、瓜類著果期、菸草、鳳梨等忌氯作物
43 號即溶複合肥料	15-15-15-4	一般果樹、花卉、瓜果類等作物全期使用
氯化鉀	0-0-60	任何作物
硫酸鉀	0-0-50	一般果樹、蔬菜等
鎂鈣肥	氧化鎂 18% 以上 氧化鈣 35% 以上 總鹼度 60% 以上	土壤改良用

附錄三

土壤採樣須知

「土壤速測」是以化學方法測定土壤中要素含量供施肥推薦參考，在各農業試驗場所多年研究之下，已整理出能真正反映土壤肥力之分析方法，也將土壤肥力分級，或訂出缺乏臨界值，供實際應用於施肥作業。為求土壤樣本具田區代表性，須依土壤採樣技術，採樣方法：

一、採樣工具：土壤採樣器(圓鍬或鋤頭)、塑膠水桶，塑膠袋，油性奇異筆。



▲圓鍬



▲鋤頭



▲水桶



▲塑膠袋

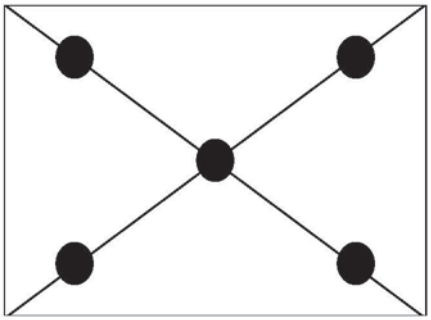


▲油性奇異筆

二、採樣時間：前作物採收後，或作物種植施肥前一個月採土壤樣本(每2～3年進行一次即可)。

三、採樣方法：

1. 採樣位置：田埂邊緣，堆廄肥或草堆放所，或菇舍、農舍、畜舍附近等特殊位置不可採取。採樣點之選取如圖示

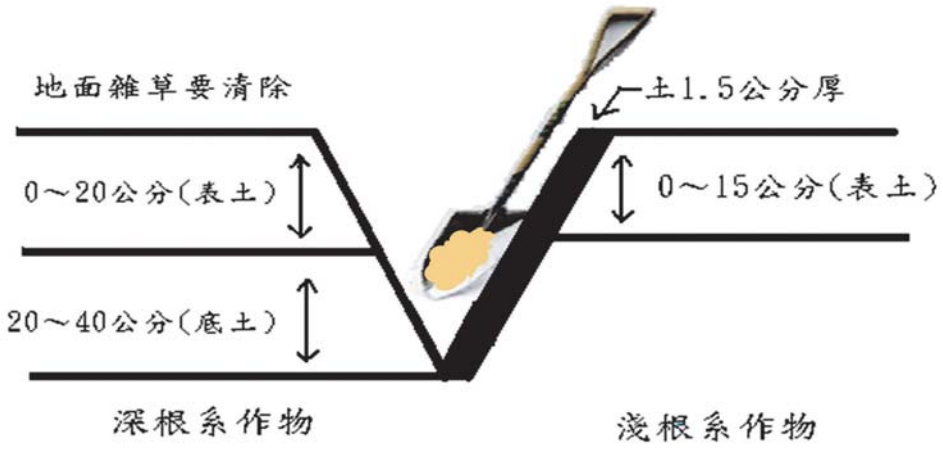


▲土壤採樣位置



▲果園土壤採樣位置

2. 採樣數目：依個別農戶擁有的農田為採樣單位，若同一農戶擁有數塊農田，緊靠一起，前作相同，施肥相同，收量相若，則可合併採取一個混合樣本，不同區塊農田或作物不同，可分別採樣。
3. 採取方法：採樣點選好後，除去土表作物殘株或雜草，用土鏟或圓鍬將土層挖成V形空穴，依作物：如水稻、蔬菜、花卉等淺根作物只採取表土層0～15公分；果樹或深根作物則須採取表土0～20公分及底土20～40公分，取出約1.5公分厚，上下齊寬的土片(如下圖)。



▲土壤採樣方法

4. 混合樣本：由前述每點所採土樣，稱為小樣本，每塊農田至少取5點以上，將此等小樣本，置于塑膠盆或水桶中，充分混合均勻後稱為混合樣本取約1公斤(1,000公克)，裝于塑膠袋中。



▲用土鏟採取土壤樣本



▲混合土壤樣本

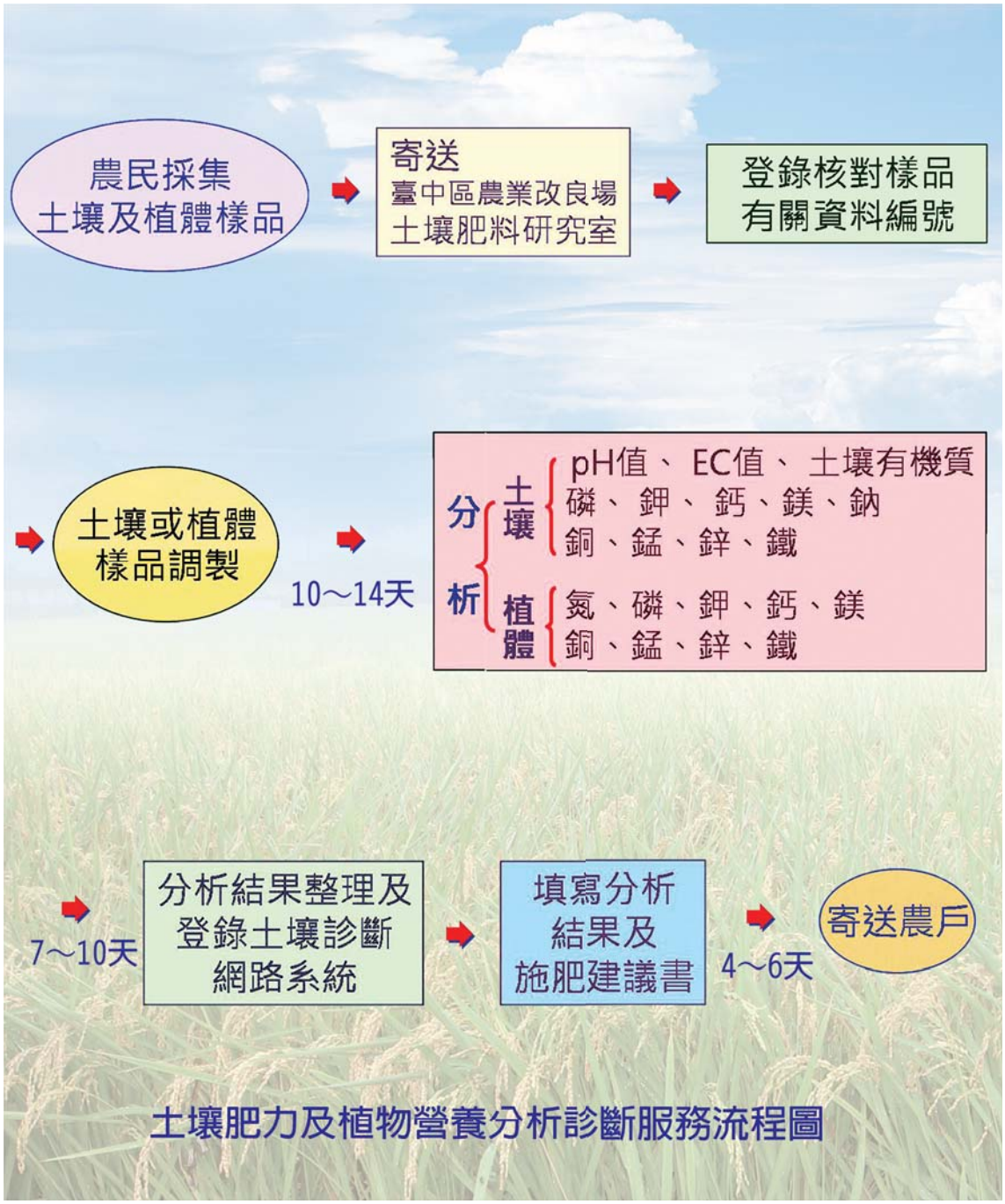


▲土壤樣本裝袋

5. 土壤標示：每一混合樣本，裝入塑膠袋後，袋上必須註明(用油性奇異筆書寫)農戶姓名、住址、電話、地段、地號、土層別、作物別及採樣日期等。樣本及農戶基本資料寄送臺中區農業改良場土壤肥料研究室收。

班名：烏日區水稻產銷班第一班
姓名：王小明
電話：04-8123456或0910-123456
地段：烏日區喀哩段
地號：1234號
地址：臺中市烏日區溪南路123號
作物：水稻
土層：☑表土　□底土

＊6. 請務必詳細填寫農田土壤肥力分析服務資料卡(如下表)。



個別農戶送件

行政院農業委員會臺中區農業改良場農田土壤肥力分析服務資料卡

收件日期	年　　月　　日	
收件單位	行政院農業委員會臺中區農業改良場作物環境課土壤肥料研究室 地址：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號 電話：04-8523101 轉 310 或 311	
樣本編號		
產銷班	鄉鎮區　　產銷班　　班	
個別農戶	姓名：　　電話： 住址：	
採樣地點	□臺中市　□彰化縣　□南投縣 農田地點：　　地段　　地號	
作物別		
件數	表土：　　件	底土：　　件
分析原因		
送件方式	□郵寄 (宅配)　□自送　□轉送	

* 粗框內為農民必填項目，分析時間約需一個月。

產銷班送件

行政院農業委員會臺中區農業改良場農田土壤肥力分析服務資料卡

收件日期	年　　月　　日					
收件單位	行政院農業委員會臺中區農業改良場作物環境課土壤肥料研究室 地址：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號 電話：04-8523101 轉 310 或 311					
產銷班						
送件人	班　　長：　　電話：					
	農會指導員：　　電話：					
	其　　他：　　電話：					
班員姓名	表土	底土	住　　址	電　話	地段	地號
合　　計	表土：　　件　底土：　　件					

* 粗框內為必填項目，分析時間約需一個月，本表如不敷使用，請自行影印。