

臺東地區水稻及番荔枝合理化施肥技術

廖勁穎、張繼中

行政院農業委員會臺東區農業改良場

摘 要

作物施肥具有顯著的增產效果，單位面積產量與肥料使用量呈密切相關，在一定範圍內，肥料施用量越高則產量提升越多，但過量施肥不僅使作物無法吸收造成浪費，甚至導致病蟲害發生情形增加；合理化施肥不僅在肥料施用量調整，配合土壤養分狀況、作物生長時期，依照作物需求，進行施肥改善及土壤改善，可以提升肥料利用效率，減低成本及提高產量。臺東地區主要作物為水稻及番荔枝，為提水稻高產量及品質，本研究藉由臺東地區種植水稻4個主要鄉鎮(池上鄉、關山鎮、鹿野鄉、臺東市)的合理化施肥個案輔導，針對土壤特性進行合理化施肥措施，與農友慣用方式互相比較，作為農友施肥依據；在番荔枝合理化施肥方面，於果園施用麥飯石觀察對土壤及植株生長之影響，做為番荔枝合理化施肥相關配合措施，經試驗結果顯示，施用麥飯石後土壤中磷、鉀、鈣、鎂含量及葉片之氮、磷、鉀、鈣、鎂含量均高於對照組，且土壤酸鹼值亦上升；果實亦以施用麥飯石處理表現較佳，果實較大。番荔枝果園每株施用500公克麥飯石，可改善土壤地力，對於番荔枝生產有益。

關鍵字：作物合理化施肥、水稻、番荔枝。

前 言

作物施肥具有顯著的增產效果，單位面積產量與肥料使用量呈密切相關(譚等, 2005)，在一定範圍內，肥料施用量越高則產量提升越多，但施肥無法無限制的增產(王等, 2004)，過量的施用肥料，不僅使作物無法吸收造成浪費，甚至導致病蟲

害發生情形增加；水稻在不合理施用肥料的情形下，過量施肥易發生稻熱病，紋枯病發生在水稻施肥過量分蘖數過多時，發生及傳播嚴重；過量施肥亦影響蟲害發生，水稻蟲害如二化螟、飛蟲類及捲葉蟲等發生時，施肥過量易使水稻葉色柔軟分蘖旺盛，有利害蟲棲息，並使防治困難；但貧瘠地施肥量過少又容易發生胡麻葉枯病(羅與林, 1982)。除了病蟲害，過量施肥也會影響作物的品質，尤其在氮肥施用過量時(林, 1998；邱與黃, 1970)，不但使稻米蛋白質增加，降低白米食味值，使口感變差(宋, 1980；宋等, 1991；潘, 2005)，過量施用肥料還會造成對逆境抵抗力下降，尤其在颱風後帶來的豪雨常使水稻倒伏，在施肥過量情形下更容易發生(黃, 1976；羅與林, 1982)。長時間不合理施用肥料，容易造成土壤的酸化及鹽分的累積，使土壤營養不均衡的現象發生，過量的肥料透過滲漏、淋洗污染地下水，對生態及環境品質影響極大。

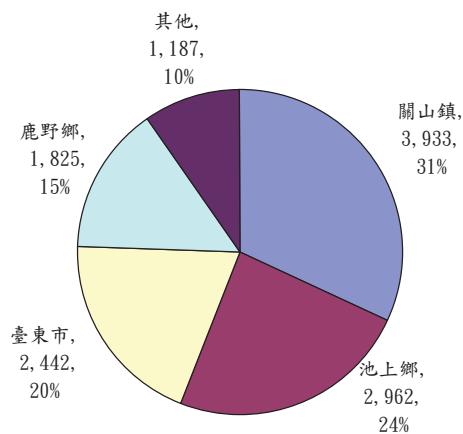
作物合理化施肥就是作物的合理化養分管理，也就是說要看土壤的性質與肥力、作物養分需要、及氣候狀況施下正確的肥料用量、肥料種類，施用肥料也要適時，依照農地內不同肥力與產量的分佈關係施肥，進一步成為精準農耕法的管理方式(廖與劉, 2005)。所以水稻合理化施肥，必須考慮水稻品種的生長特性，配合栽培環境，包含日照、溫度(林, 1984)、土壤條件與特性(譚等, 2005)、肥料的種類與性質、肥料施入土壤後對作物的生長反應(廖與劉, 2005)，作為農田肥料施用量及施用方法的依據(黃等, 1976；黃等, 1980)，如此才可避免肥料施用過多浪費，提升作物產品品質與產量，提高作物利用所有養分的效率，降低農作物生產風險及對環境之風險，獲得經濟及環保的最高利潤(廖與劉, 2005)，達成永續農業的目標(鄧與黃, 1993)。

本研究將水稻分為合理化示範區與農友慣行區互相對照，針對土壤特性進行合理化施肥措施，與農友慣用方式互相比較，提供農友施肥參考；於番荔枝果園施用麥飯石觀察對土壤及植株生長之影響，做為番荔枝合理化施肥相關配合措施。

臺東地區水稻合理化施肥成果

作物合理化施肥就是作物的合理化養分管理，也就是說要看土壤的性質與肥力、作物養分需要、及氣候狀況施下正確的肥料用量、肥料種類，施用肥料也要適時，依照農地內不同肥力與產量的分佈關係施肥，進一步成爲精準農耕法的管理方式(廖與劉, 2005)。換句話說，水稻合理化施肥必須依照種植地區、農友土壤理化特性、栽培品種、施肥方式、水份管理、病蟲害控制及生產目標，依照個案條件進行調整。而臺東地區100年度水稻收穫面積(第1、2期作加總) 統計，分別爲關山鎮3,933公頃，池上鄉2,962公頃，臺東市2,442公頃，鹿野鄉1,825公頃，其他鄉鎮總計爲1,187公頃。本研究選定臺東地區水稻收穫面積最大4個鄉鎮，針對農友進行合理化施肥輔導，將示範點分爲合理化示範區與農友慣行區互相對照，藉由個案調整施肥量及管理方式等措施，提供農友作爲施肥參考依據。

各示範點進行合理化施肥示範前，調查農友慣行栽培品種，歷年發生病蟲害情形，收穫量及收穫品質，並採取土壤進行分析(王, 1981；李, 1966；張, 1981)，依照土壤分析結果，參考作物施肥手冊(2005)，設定合理化施肥施用量，並視氣候條件(如寒流、降雨及高溫日數)進行調整。下列分別說明四區域水稻和理化施肥個案成果。



(臺東縣政統計, 2013)

圖一、臺東地區 100 年度水稻收穫面積統計(第 1、2 期作加總，單位：公頃)。

(一)池上地區

臺東縣池上鄉農友長期管理的水稻田區，植株易發生倒伏情形且病蟲害發生越來越嚴重。為解決農友問題，並藉以推廣合理化施肥技術，將農友田區分為合理化施肥示範區(簡稱示範區)及農友慣行區(簡稱慣行區)進行合理化施肥示範，種植品種為高雄145號，其結果如下：

1.土壤分析及施肥推薦

田區經採取土壤樣本分析，示範區有機質、鉀、鈣、矽含量高，磷含量低，鈣鎂比約16，依結果設定肥料推薦用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)為130：60：40。因本田區有稻熱病病史且鈣含量較高，故略為降低氮肥用量，另額外添加氧化鎂，示範區最終施用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)：氧化鎂(MgO)為110：70：76：28公斤/公頃。穗肥施用後統計慣行區施用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)：氧化鎂(MgO)為154：74：109：6公斤/公頃(如表1、2)。兩者相較，慣行區氮素(N)每公頃減少44公斤，磷酐(P₂O₅)每公頃減少5公斤，氧化鉀(K₂O)每公頃減少33公斤，氧化鎂(MgO)每公頃增加22公斤，總計每公頃節省肥料60公斤，換算約可節省新臺幣1,005元。

表 1、池上鄉農友水稻田區種植前土壤分析結果

處理	pH	有機質 %	mg/kg (ppm)				
			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO
示範區	6.6	4.3	22	146	2,738	170	699
慣行區	6.5	4.4	64	111	2,348	210	460

表 2、池上鄉農友水稻主要元素施肥量表(公斤/公頃)

處理	氮素 ¹ (N)	磷酐(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O)	氧化鎂(MgO)
示範區	110	70	76	28
慣行區	154	75	109	6
差異	-44	-5	-33	22
成本差異*(元/公頃)	-1,100	-125	-660	880

¹計算標準為氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤，氧化鎂(MgO) 40 元/公斤。

2.病蟲害防治

在水稻生育期間主要發生病害為稻熱病、穗稻熱病及紋枯病。於生長期間調查3種病害發生情形(如表3)，結果顯示稻熱病、穗稻熱病及紋枯病發生均以慣行區較為嚴重，主要原因為係肥料施用量多，造成葉部生長旺盛，導致株間通風不良濕度高，造成病害容易發生；另外施肥量較多時，水稻葉片較柔嫩，受風吹時葉片互相摩擦容易產生傷口，病菌容易入侵，造成病害發生較為嚴重。

表 3、池上鄉農友田間病害發生情形

處理	葉稻熱病 ¹ (%)	穗稻熱病 ² (%)	紋枯病 ³ (%)
示範區	25.5	18.3	25.2
慣行區	35.3	23.6	31.3
差異	-9.8	-5.3	-6.1

¹稻熱病調查時間為第二次追肥施用後 2 週進行，每區調查 25 叢，計算方式：每叢葉稻熱病病斑÷全葉比例。

²穗稻熱病調查於齊穗後 2 周進行，每區調查 25 叢，計算方式：穗稻熱病發生穗數 ÷ 每叢總穗數。

³紋枯病調查於齊穗後 2 周進行，每區調查 10 叢，計算方式：紋枯病發生最高節位 ÷ 全株高度。

3.產量

示範區平均每穗粒數較慣行區增加3粒(約2%)，每叢穗數減少1.1支，在病蟲害減產上，對照區因穗稻熱病、紋枯病及二化螟造成產量減少，經產量調查結果顯示(如表4)，示範區每公頃收穫量為6,439公斤，慣行區每公頃6,312公斤，兩者相較，示範區每公頃可增加127公斤。

表 4、池上鄉農友水稻產量情形

處理	平均粒數(粒)	平均穗數(支)	產量(kg/ha)	粗收益 ¹ (元)
示範區	103.5	22.5	6,439	144,878
慣行區	100.5	23.6	6,312	142,020
差異	3	-1.1	127	2,858

¹水稻收益以 22.5 元/公斤計算。

4.成本分析

示範區與慣行區兩區相較，示範區每公頃可節省肥料1,005元，增加稻穀收益2,858元，總計示範區減少成本及增加收入每公頃可達3,853元(如表5)。

表 5、池上鄉農友水稻成本及收益差異統計 (單位：元/公頃)

項目	示範區	慣行區	差異
肥料成本 ¹	7,140	8,145	-1,005
肥料施用人工成本 ²	1,600	1,600	0
稻穀收益	115,894	113,610	2,284
總計 ³	107,154	103,865	3,289

¹肥料成本計算標準：氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤，氧化鎂(MgO) 40 元/公斤。

²肥料施用人工成本為每公頃每次 400 元。

³總計 = 稻穀收益 - 肥料成本 - 肥料施用人工成本。

5.結果分析

依照池上鄉試驗結果顯示，氮素(N)減量約29%，磷酐(P₂O₅)減量7%，氧化鉀(K₂O)減量30%，另外增加施用5倍氧化鎂(MgO)，肥料成本僅減少新臺幣1,005元，稻穀產量增加127公斤，換算新臺幣2,858元，節省部份總計新臺幣3,289元，若以總計收益計算，節省成本僅佔慣行區粗收入3.2%，結果看似效益不大，但在在管理期間合理化施肥區病害較少，但因本區採用病害共同管理，無法計算是否能降低用藥次數，經評估應可減少1次用藥，另示範後期因連續多日降雨造成慣行區大面積水稻倒伏，示範區僅在出入水口附近小面積傾斜，觀察水稻倒伏時因稻穀接觸到地面積水發芽，造成品質下降及收穫不便。故在合理化施肥時，不僅僅考慮肥料節省成本，而是在降低水稻病蟲害發生及提高稻米品質上，合理化施肥效益較大。



圖二、池上鄉水稻合理化施肥示範，左為合理化施肥示範區，右為慣行區，慣行區水稻倒伏較嚴重。



圖三、池上鄉農友分享合理化施肥心得。



圖四、池上鄉觀摩會示範土壤採樣方法。



圖五、池上鄉觀摩會農友現場比較水稻生育情形。

(二)關山地區

為推廣合理化施肥技術，提高農友學習意願，以實地觀摩方式提供農友做水稻栽培參考，將農友田區分為合理化施肥示範區(簡稱示範區)及農友慣行區(簡稱慣行區)進行合理化施肥示範，種植品種為高雄145號，其結果如下：

1.土壤分析：

依種植前關山鎮農友土壤採樣分析結果顯示，示範區及慣行區土壤性質差異不大，依照作物施肥手冊，兩區土壤磷含量均高(如表6)。

表 6、關山鎮農友水稻田區種植前土壤分析結果

處理別	pH	有機質 %	mg/kg			
			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
示範區	6.38	4.09	76.11	60.46	2211.62	60.56
慣行區	6.55	4.23	70.25	55.28	2501.41	62.78

2.病蟲害調查

於水稻收穫前調查稻熱病、胡麻葉枯病及紋枯病發生情形，因田區皆無發病情形，故兩者無差異。

3.肥料分析

示範區總計肥料施用量為氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O) = 126：10.08：84公斤/公頃，慣行區總計施肥用量為氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O) = 148.4：79.6：76.4公斤/公頃，示範區與慣行區相比較，每公頃氮素(N)減少施用 22.4 kg，磷酐(P₂O₅)減少69.52 kg，氧化鉀(K₂O)增加7.6 kg (如表7、8)。

表 7、關山鎮農友水稻主要元素施肥量表(公斤/公頃)

處理別	氮素(N)	磷酐(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O)
示範區	126.0	10.08	84.0
慣行區	148.4	79.60	76.4
差異	-22.4	-69.52	+7.6

4.成本分析

以氮素(N) 25元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20元/公斤計算，示範區肥料成本為5,082元，慣行區肥料成本為7,228元，示範區成本降低2,146元；示範區預估產量較慣行區減少15公斤，以稻穀收穫價格每公斤22.5元計算，稻穀收量略微降低，減少338元；整體計算成本，每公頃收益可增加1,808元(如表9)。

表 8、關山鎮農友施肥紀錄(公斤/公頃)

日期	示範區	慣行區
基肥	硫酸銨每公頃 150 公斤 過磷酸鈣每公頃 28 公斤 氯化鉀每公頃 28 公斤 (N : P : K =31.5 : 5.04 : 16.8)	臺肥 39 號複合肥料 每公頃 320 公斤 (N : P : K = 38.4 : 57.6 : 38.4)
第一次追肥	硫酸銨每公頃 150 公斤 過磷酸鈣每公頃 14 公斤 氯化鉀每公頃 42 公斤 (N : P : K =31.5 : 2.52 : 25.2)	尿素 每公頃 100 公斤 (N : P : K = 46 : 0 : 0)
第二次追肥	硫酸銨每公頃 150 公斤 過磷酸鈣每公頃 14 公斤 氯化鉀每公頃 42 公斤 (N : P : K =31.5 : 2.52 : 25.2)	臺肥 1 號複合肥料 每公頃 200 公斤 (N : P : K = 40 : 10 : 20)
穗肥	硫酸銨每公頃 150 公斤 氯化鉀每公頃 28 公斤 (N : P : K =31.5 : 0 : 16.8)	臺肥 5 號複合肥料 每公頃 150 公斤 (N : P : K = 24 : 12 : 18)

表 9、關山鎮農友水稻成本及收益差異統計(元/公頃)

處理別	肥料成本 ¹ (元)	產量 (公斤)	水稻收益 (元)
示範區	5,082	5,963	14,3112
慣行區	7,212	5,978	14,3472
差異*	2,146	-15	-360

¹肥料成本計算標準為氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤。

5.結果分析

依照關山鎮農友肥料使用結果，其用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)=148.4：79.6：76.4公斤/公頃，在氮、鉀肥部分已經確實符合合理化施肥推薦標

準，也反映關山地區農民對水稻專業精深；本場依據土壤分析結果，關山鎮農友田區有效性磷含量略高，且有機質含量也高，故在合理化施肥示範區上，減少磷肥使用量，以消耗土壤多餘磷酐，並降低氮肥及鉀肥施用量，使最終用量為氮素(N)：磷酐(P_2O_5)：氧化鉀(K_2O) = 126：10.08：84 公斤/公頃，施用肥料量較慣行區減少，但產量差異不大，使整體成本降低。



圖六、關山水稻觀摩會，施用肥料量較多水稻倒伏風險提高。



圖七、關山鎮農友分享合理化施肥心得。



圖八、關山鎮農友於觀摩會觀察水稻生育情形。



圖九、關山鎮觀摩會合理化施肥區水稻生育良好，結穗情形佳，充實飽滿，健壯且無病斑。

(三)鹿野地區

為推廣合理化施肥技術，提高農友學習意願，以實地觀摩方式提供農友做水稻栽培參考，將農友田區分為合理化施肥示範區(簡稱示範區)及農友慣行區(簡稱慣行區)進行合理化施肥示範，種植品種為臺東30號，其結果如下：

1.土壤分析：

依種植前於鄭玉花農友土壤採樣分析結果顯示，示範區及慣行區土壤性質差異，有機質及鈣、鎂、鉀含量示範區略低，磷含量示範區略高，但兩者間差異不大(如表10)。

表 10、鹿野鄉農友水稻田區土壤分析結果

處理別	pH	有機質 %	mg/kg			
			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
示範區	6.2	3.5	67	63	2,143	81
慣行區	6.2	3.7	63	76	2,263	87

2.肥料施用

示範區總計肥料施用量為氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)= 120：30：60 公斤/公頃，慣行區總計施肥用量為氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)=132：50：56公斤/公頃，示範區與慣行區施用之化學肥料相比較，每公頃氮素(N)減少施用 22 kg，磷酐(P₂O₅) 22 kg，氧化鉀(K₂O)增加施用24 kg，以氮素(N)為25元/公斤、磷酐(P₂O₅)為25元/公斤及氧化鉀(K₂O)為20元/公斤計算成本，示範區肥料可減少 320元。為了提高施用肥料效果，示範區肥料均選用含鎂肥料，以增加鎂肥補充(如表11)。

3.產量調查

計算兩區穗數及粒數方式，並以坪割收穫調查產量，結果顯示示範區穗數及每穗粒數均較慣行區較多，產量較慣行區增加720公斤，以稻穀收購價格每公斤22.5元計算，可增加收益16,200元(如表12)。

表 11、鹿野鄉農友水稻主要元素施肥量表(公斤/公頃)

處理別	氮素 ¹ (N)	磷酐(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O)
示範區	130	30	60
慣行區	142	50	36
用量差異(公斤)	-12	-20	+24
成本差異(元)	-300	-500	+480

¹肥料成本計算標準為氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤。

表 12、鹿野鄉農友水稻產量情形

處理別	穗數 (支)	每穗粒數 (顆)	產量 (公斤)	粗收益 ¹ (元)
示範區	20	105	6,150	138,375
慣行區	18	103	5,430	122,175
差異	+2	+2	+720	+16,200

¹收益以稻穀收購價格每公斤 22.5 元計算。

4.成本分析

示範區肥料成本較慣行區減少320元，產量較慣行區提高720公斤，預估收益可增加16,200元，總計可增加農民收益16,520元(如表13)。

表 13、鹿野鄉農友水稻成本及收益差異統計

處理別	肥料成本 (元)	稻穀產量收益 (元)	總收益 (元)
示範區	5,200	138,375	133,175
慣行區	5,520	122,175	116,655
差異	-320	+16,200	+16,520

5.結果分析

依照鹿野鄉農友慣行區肥料使用結果，其用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O) = 142：50：36公斤/公頃，幾乎已經確實符合合理化施肥推薦標準，合

理化施肥區經土壤分析後，本區土壤屬石灰性排水不良沖積土，占鹿野鄉水稻耕地面積1/3左右，石灰性土壤鈣含量略高，故施用鉀、鎂對水稻生育幫助較大，在調整肥料施用分配後，肥料成本僅減量8公斤，但水稻產量因此提升，稻穀增產720公斤，品質也未因此降低。



圖十、辦理鹿野鄉水稻合理化施肥觀摩會



圖十一、辦理鹿野鄉水稻合理化施肥觀摩會宣導葉色板使用



圖十二、鹿野鄉農友分享合理化施肥心得。



圖十三、鹿野鄉觀摩會於田間說明病害與肥料關係。

(四)臺東市地區

臺東縣農友長期管理的水稻田區，病蟲害發生越來越嚴重，產量也逐漸減少，植株易發生倒伏情形。為解決農友問題，並藉以推廣合理化施肥技術，將農友田區分為合理化施肥示範區(簡稱示範區)及農友慣行區(簡稱慣行區)進行合理化施肥示範，其結果如下：

1. 土壤分析及施肥推薦

慣行區面積為2,387平方公尺，示範區為2,343平方公尺；水稻插秧日期為1月27日，品種為臺東30號。經採取土壤樣本分析，示範區磷含量低，鉀含量高，依結果設定肥料推薦用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)為140：60：60。因本田區有稻熱病及穗稻熱病病史，且鈣含量較高，故略為降低氮肥用量，增加磷、鉀施用量，另額外添加氧化鎂，示範區施用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)：氧化鎂(MgO)為133：91：109：23公斤/公頃。穗肥施用後統計慣行區施用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)：氧化鎂(MgO)為195：105：135：15公斤/公頃(如表14、15、16)。兩者相較，慣行區氮素(N)每公頃減少62公斤，磷酐(P₂O₅)每公頃減少14公斤，氧化鉀(K₂O)每公頃減少26公斤，氧化鎂(MgO)每公頃增加8公斤，總計每公頃節省肥料92公斤，換算約可節省新臺幣2,100元。

表 14、臺東市農友水稻田區土壤分析結果

處理方式	pH	有機質 %	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO
			----- mg/kg(ppm) -----				
示範區	6.7	2.1	12	140	1,811	81	575
慣行區	6.7	2.2	54	126	1,755	86	562

表 15、臺東市農友水稻肥料施用紀錄表(公斤/公頃)

處理	示範區		慣行區	
	肥料	用量	肥料	用量
第 1 次	臺肥 1 號複合肥料	400	臺肥 1 號複合肥料	600
	氧化鎂	150		
	過磷酸鈣	200		
	矽酸鉀	80		
第 2 次	臺肥 1 號複合肥料	400	肥王 1 號複合肥料	600
第 3 次	臺肥 43 號複合肥料	400	臺肥 43 號複合肥料	600
穗 肥	臺肥 43 號複合肥料	300	臺肥 43 號複合肥料	400

表 16、臺東市農友水稻主要元素施肥量表(公斤/公頃)

處理	氮素 ¹ (N)	磷酐(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O)	氧化鎂(MgO)
示範區	133	91	109	23
慣行區	195	105	135	15
差異	-62	-14	-26	8
成本差異*(元/公頃)	-1,550	-350	-520	320

¹計算標準為氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤，氧化鎂(MgO) 40 元/公斤。

2.病蟲害防治

在水稻生育期間主要發生病害為稻熱病、紋枯病及二化螟蟲。第1次用藥時，主要發生病害為葉稻熱病，因示範區肥料施用量較低，且增加矽酸鉀及氧化鎂，抗病性佳不需防治，節省1次用藥。水稻生育中後期，主要發生病害為稻熱病、紋枯病及二化螟，在第2次及第3次用藥後，紋枯病發生仍以慣行區較為嚴重，主要係肥料施用量多，造成葉部生長旺盛，導致株間通風不良(如表17、18)。

3.產量調查

調查每叢穗數及每穗粒數，並進行坪割收穫調查產量，示範區平均粒數較慣行區增加16.5粒(約15%)，每叢穗數減少1支，而在病蟲害上，慣行區穗稻熱病、紋枯病及二化螟嚴重造成減產；經產量調查顯示，示範區每公頃收穫8,280公斤，慣行區每公頃6,593公斤，兩者相較，示範區每公頃可增加1,687公斤。

4.成本分析

示範區與慣行區兩區相較，示範區每公頃可節省肥料2,100元，節省病害防治成本共2,120元(含藥劑及施藥人工成本)，增加稻穀收益37,958元，總計示範區減少成本及增加收入每公頃可達42,177元(如表19)。

表 17、臺東市農友水稻施藥紀錄表(元/公頃)

施藥 次數	施藥種類及成本			
	示範區		慣行區	
	藥劑普通名	藥劑成本	藥劑普通名	藥劑成本
第 1 次			45% 喜樂克拉乳劑	580
			10% 菲克利乳劑	240
			22.5% 陶斯松乳劑	500
小計		0		1,320
第 2 次	45% 喜樂克拉乳劑	580	45% 喜樂克拉乳劑	580
	10% 菲克利乳劑	240	10% 菲克利乳劑	240
	22.5% 陶斯松乳劑	200	22.5% 陶斯松乳劑	200
	2.8% 賽滅寧乳劑	250	2.8% 賽滅寧乳劑	250
小計		1,270		1,270
第 3 次	45% 喜樂克拉乳劑	700	45% 喜樂克拉乳劑	700
	2% 嘉賜黴素溶液	600	2% 嘉賜黴素溶液	600
	50% 培丹水溶性粉劑	600	50% 培丹水溶性粉劑	600
小計		1,900		1,900

表 18、臺東市農友水稻產量情形

處理	平均粒數 (粒)	平均穗數 (支)	產量 (公斤/公頃)	粗收益 ^(註) (元)
示範區	112.8	20.3	8,280	186,300
慣行區	96.3	21.3	6,593	148,343
差 異	16.5	-1	1,687	37,958

註：水稻收益以 22.5 元/公斤計算。

表 19、臺東市農友水稻成本收入統計(元/公頃)

項目	示範區	慣行區	差異
肥料成本 ¹	8,700	10,800	-2,100
肥料施用人工成本 ²	1,600	1,600	0
肥料管理成本小計	10,300	12,400	-2100
藥劑成本	3,170	4,490	-1,320
藥劑施用人工成本 ³	1,600	2,400	-800
病蟲害管理成本小計	4,770	6,890	-2,120
稻穀收益	186,300	148,343	37,958
總計 ⁴	171,230	129,053	42,177

¹肥料成本計算標準為氮素(N)每 25 元/公斤、磷酐(P₂O₅) 25 元/公斤、氧化鉀(K₂O) 20 元/公斤，氧化鎂(MgO) 40 元/公斤。

²肥料施用人工成本為每公頃每次 400 元。

³藥劑施用人工成本為每公頃每次 800 元。

⁴總計收入差異為：總收益＝稻穀收益－肥料成本－肥料施用人工成本－藥劑成本－藥劑施用人工成本。

5.結果分析

依照臺東市農友肥料使用結果，其用量氮素(N)：磷酐(P₂O₅)：氧化鉀(K₂O)＝195：105：135公斤/公頃，超出合理化施肥推薦量甚多，部分因素也來自農友生產目標為繳售公糧，無視品質提高產量是其追求目標。合理化施肥區顯示經土壤分析後，本區土壤屬石灰性排水不良沖積土，土壤鈣含量略高，故調整施用鉀肥用量並增施鎂肥，對水稻生育幫助較大。在病害發生情形以慣行區發病情形較為嚴重，且在用藥後仍未能控制，主要係肥料施用量多，造成葉部生長旺盛，導致株間通風不良造成，病蟲害發生且不能有效控制造成產量降低，合理化施肥區不僅省肥、省工、省農藥，更能增加產量。



圖十四、臺東市水稻合理化施肥觀摩會。



圖十五、臺東市水稻合理化施肥觀摩會說明病害與肥料關係。



圖十六、臺東市水稻合理化施肥觀摩會說明土壤採樣袋使用方式。



圖十七、臺東市農友分享水稻合理化施肥心得。

番荔枝果園施用麥飯石之影響

(一)番荔枝果園施用麥飯石後土壤營養元素含量之變化

土壤分析結果顯示各處理後的土壤酸鹼值為4.89~5.63，而磷、鉀、鈣及鎂含量分別為228.23~301.26、423.90~462.62、2290.11~3105.59及240.66~315.69毫克/公斤；磷含量以施用1,500公克麥飯石處理顯著優於其他處理及對照組，鉀含量以施用500公克麥飯石處理顯著優於對照組，鈣及鎂含量於不同用量處理間無顯著差

異，但顯著優於對照組；土壤酸鹼值亦以施用麥飯石處理者表現優於對照組。Novak等(2009)研究成果指出添加2%的生物碳，可提升壤質砂土的酸鹼值及土壤鈣、鉀營養元素含量，此報告與本研究之結果大致相同。

(二)番荔枝果園施用麥飯石後之植體營養元素含量變化

氮、磷、鉀、鈣及鎂含量分別介於1.98~2.51、0.13~0.16、1.57~1.78、1.61~1.73及0.28~0.30%，磷、鉀、鈣及鎂含量於不同用量處理間無顯著差異，但顯著優於對照組，而黃和蔡(1988)及謝(1991)的報告皆顯示施用苦土石灰可提升植體中的鈣、鎂含量，而施用麥飯石亦有相似的結果。

(三)番荔枝果園施用麥飯石後對番荔枝品質的影響

施用麥飯石後對番荔枝果實品質之影響，不同處理果實 的單果重分別介於431.97~512.56公克，以施用麥飯石處理者優於對照組，不同用量處理間無顯著差異，但顯著優於對照組。雖然添加麥飯石的果重(產量指標)，但果實品質指標之一-全可溶性固性物含量卻未因添加麥飯石而提升，此部分與Zheljzakov (2005)研究報告相似，其研究報告指出每公頃添加15.8公噸羊毛廢棄物可增加鼠尾草產量，但對於其品質指標-精油含量，則並未因羊毛廢棄物的施用而增加。

結 語

農友在水稻肥培管理時，若僅在肥料施用上調整，產量提升終究會有極限，認識土壤，適地適量施肥：土壤肥力高低影響作物產量，一味地增加肥料用量無法增產，瞭解土壤，合理調整肥料施用量才能提高產量品質。土壤於水稻收穫後，最慢至插秧前1個月左右，採取土壤進行分析，如有土壤過酸、有機質不足或鈣鎂比不佳的情形，可於整地時依照推薦方式進行土壤改良。

臺東地區水稻主要病害：稻熱病及紋枯病均與施肥有關，稻熱病在氮肥施用量過高時發生，嚴重程度與施肥量相關，施用越多發生情形越嚴重；紋枯病發生主要受濕度影響，水稻施肥過量，分蘖數過多時，有利紋枯病發生及傳播(周與林，

2010)。水稻主要蟲害：二化螟、飛蟲類及捲葉蟲等發生，除了受環境及害蟲棲息有關，但在過量施用肥料的水稻田，植株葉色濃綠柔軟，分蘖旺盛，特別吸引害蟲棲息，且在進行防治時，因植株間過密造成施藥困難，因此蟲害發生也較嚴重(鄭與黃, 2009)。

番荔枝果園施用麥飯石試驗結果顯示，土壤酸鹼值、磷、鉀、鈣、鎂含量及葉片氮、磷、鉀、鈣及鎂含量均以施用麥飯石處理優於未施用麥飯石之對照組，而果實單果重亦以施用麥飯石處理優於未施用麥飯石者，不同用量處理間雖無顯著差異，但顯著優於對照組。此結果顯示番荔枝果園每株施用500公克麥飯石，即可增加土壤中營養元素含量並改善土壤酸鹼值，提升葉片營養元素含量及果實品質。使用時要注意與土壤充分混合，方能發揮土壤改良資材最大功效，且不可與有機質肥料及氮肥一同混合施用。土壤肥培管理應配合土壤營養診斷分析，適時適量使用土壤改良資材，才能達到土壤永續利用之目的。

合理化施肥不僅在肥料施用量，配合土壤養分狀況、作物生長時期，依照作物需求，進行施肥改善及土壤改善，可以提升肥料利用效率，減低成本及提高產量，達到增加農友收益，永續農業發展的目標。

參考文獻

1. 王新傳 1981 鮑氏土壤機械分析法 p.27-29 作物需肥診斷技術(臺灣省農業試驗所特刊第13號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。
2. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉 2004 水稻健康管理體系下之營養與水田管理 p.41-56 水稻健康管理研討會專輯(農業試驗所特刊第111號) 行政院農業委員會農業試驗所 臺中 臺灣。
3. 作物施肥手冊 2005 水稻 p. 16-20 行政院農業委員會農糧署 臺中 臺灣。
4. 宋勳 1980 施肥法影響水稻碾米品質之研究 臺中區農業改良場研究彙報 3:20-24。

5. 宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 臺灣稻米品質之研究(臺中區農業改良場特刊第24號) 臺中區農業改良場 彰化 臺灣。
6. 李蘭帝 1966 大量植體樣本氮、磷、鉀之迅速測定法 中華農業研究 15:1-5。
7. 林再發 1998 氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響 臺中區農業改良場研究彙報 61:13-23。
8. 林安秋 1984 氣溫與日照強度對水稻合成物質之轉運與分配的影響 p.73-82 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究(臺灣省農業試驗所特刊第16號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。
9. 周泳成、林駿奇 2010 水稻主要病害之發生與防治 植物保護通報 24:4-15。
10. 邱再發、黃文良 1970 水稻氮肥施肥技術之研究(第一報) 氮肥晚期施用對水稻產量及養分吸收之影響 中華農業研究 19(3):26-41。
11. 張淑賢 1981 本省現行植物分析法 p.53-59 作物需肥診斷技術(臺灣省農業試驗所特刊第13號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。
12. 張愛華 1981 本省現行土壤測定方法 p.9-26 作物需肥診斷技術(臺灣省農業試驗所特刊第13號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。
13. 黃山內、謝慶芳、黃祥慶 1976 稻作施肥改善推廣 臺灣農業季刊 12:38-52。
14. 黃山內、顏正益、蘇後茂、胡南輝、黃宜鵬 1980 水稻新育成品種之氮肥需要量 p. 58-70 六十九年土壤肥料試驗報告 臺灣省政府農林廳 南投 臺灣。
15. 黃祥慶 蔡宜峰 1988 椏柑園施用石灰之研究 臺中區農業改良場研究彙報 20:23-31。
16. 蔡宜峰、陳俊位、賴文龍 2008 有機肥料及苦土石灰應用在洋桔梗栽培之效應 臺中區農業改良場研究彙報 98:9-20。
17. 廖慶樑、劉禎祺 2005 合理化施肥理念 p.15-23 合理化施肥專刊(農業試驗所特刊第121號) 行政院農業委員會農業試驗所 中華永續農業協會 臺中 臺灣。

18. 鄭清煥、黃守宏 2009 水稻害蟲防治之省思 p.65-82 台灣水稻保護成果及新展望研討會專刊(行政院農業委員會農業試驗所特刊第138號) 行政院農業委員會農業試驗所 臺中 臺灣。
19. 潘成玉 2005 氮素對水稻穀粒蛋白質表現及品質形成之影響 國立臺灣大學農藝學研究所碩士論文。
20. 鄧耀宗、黃伯恩 1993 臺灣永續農業之現況與展望 p.1-8 永續農業研究研討會專集 行政院農業委員會臺中區農業改良場 彰化 臺灣。
21. 謝慶芳 1991 苦土石灰與微量元素對強酸性砂頁岩沖積土水稻生長與產量之影響 臺中區農業改良場研究彙報 33:37-47。
22. 謝慶芳、黃山內 1976 水稻氮素肥料效率試驗 六十六年土壤肥料試驗報告 臺灣省政府農林廳 南投 臺灣。
23. 簡錦忠、朱啓魯 1970 肥料對水稻主要病害發生之關係 中華農業研究 19(2):62-71。
24. 羅瑞生、林順臺 1982 土壤氮素肥力特性與水稻收量及氮肥需要量關係研究 p.50-93 七十一年土壤肥料試驗報告 臺灣省政府農林廳 南投 臺灣。
25. 羅瑞生、林聰德 1985 性質迥異稻田土壤之氮素營養管理技術研究 p.1-18 七十四年土壤肥料試驗報告 臺灣省政府農林廳 南投 臺灣。
26. 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖 2005 土壤肥力與合理化施肥 p.43-62 合理化施肥專刊(農業試驗所特刊第121號) 行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會 臺中 臺灣。
27. Novak, J. M., W. J. Busscher, D. L. Laird, M. Ahmehna, D. W. Warrs, and M. A. S. Niandou. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science* 174(2):105-112.
28. Zhlijazkov, V. D. 2005. Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source. *J. Environ. Qual.* 34:2310-2317.