

土壤質地對稻米品質之影響¹

侯福分 洪梅珠 宋勳²

摘 要

本試驗以臺農67號及臺中秈3號為供試品種，分別種植於大甲(砂土)、溪州(黏壤土)、南投(黏土)、臺中(砂壤土)等四個地點。同時將上述四個試驗地點之土壤搬運到臺中試驗地，在完全相同之環境下以盆栽方式栽培，探討栽培條件對稻米品質之影響。結果獲知，不同試驗地點所生產之稻谷，其物化品質除了糙米率及碱性擴散程度外，完整米率、白米透明度、腹白、膠體展流度、直鏈性澱粉含量及粗蛋白質含量皆有顯著之差異，而食味亦有顯著之差別，其中以溪州生產之稻米最好吃。至於將不同質地之土壤搬到同一地點以盆栽方式栽培，其所生產稻谷之物化品質及食味差異之變化趨勢與原產地不盡相同，推測土壤質地雖為影響米質的因素，但當地的氣候條件方可能影響米質的好壞，且其影響力可能大於土壤質地的影響。

前 言

近年來由於國內經濟的繁榮，國人生活水準不斷的提高，對食米之品質日益重視，因而高品質米在食米市場之需求日趨殷切。但由於國內目前並未實施稻米品質分級產銷制度，在收購及販賣方面均以重量計價，故農民均選種高產品種，而不願意生產高品質品種，所以無法提昇國內食米消費之品質，因此建立稻米分級產銷制度，獎勵生產良質米，改變國內稻米生產結構，滿足消費者需要及提高農民收益，實為當務之急。

影響稻米品質之因素很多，除了品種本身之品質特性外⁽⁴⁾，氣候^(11,12)、產地⁽⁴⁾及栽培方法^(2,9)等均直接與間接地影響稻米品質。Chamura等^(6,7)指出土壤類型會影響稻米之食味，而郭等⁽³⁾亦發現不同區域生產之稻米，其品質有所不同，此種差異係土壤質地或其他環境因素所造成，則無進一步之探討，本試驗之主要目的，即在探討土壤質地對稻米品質之影響程度，以供政府輔導良質米生產之參考。

材料與方法

本試驗以水稻臺農67號及臺中秈3號為供試品種，自73年一期作到74年二期作分別在溪州(黏壤土)、大甲(砂土)、臺中(砂壤土)及南投(黏土)等地各設置一試驗田，田間採用逢機完全區集設計，四重複，小區面積50平方公尺。同時將上述試驗地點之土壤載運至臺中，在相同環境下進行盆栽試驗，盆栽體積為70cm×70cm×60cm，每盆種植9株，採用逢機完

¹臺中區農業改良場研究報告第 0141 號。

²分別為臺中區農業改良場助理研究員(現任種苗繁殖場副研究員)、助理研究員、副研究員兼課長。

全區集設計，四重複。第一期作每公頃施肥量為 $N:P_2O_5:K_2O=120:60:60$ 公斤，第二期作 $N:P_2O_5:K_2O=100:60:60$ 公斤，收穫後將所生產之稻谷利用本場米質實驗室之設備進行碾米品質(milling quality)、白米外觀(grain appearance)、烹調與食用品質(cooking and eating quality)及食味品鑑(panel test)等分析。

結 果

(一)參試地點之土壤分析

四個參試地點之土壤分析結果列於表一，由表一發現溪州試驗地的土壤為濁水溪黏板岩之沖積土，土壤質地屬於黏壤土，其pH值為7.1，比其他地點為高，有機質含量(3.18%)及交換性鈣含量(10650kg/ha)亦居四個參試地點之首，但其土壤中交換性鉀的含量則僅為81kg/ha，比南投、臺中低很多。大甲試驗地的土壤為酸性之砂土，其有機質含量(2.1%)、交換性鉀含量(70kg/ha)及交換性鎂含量(381kg/ha)等均很低，這可能與砂土的滲漏性大有關。南投試驗地的pH值為6，屬於酸性的黏土，其土壤中交換性鉀(120kg/ha)及交換性鎂(750kg/ha)約含量比其他三個地點高，但其磷酐含量則為最低，每公頃僅37公斤。臺中試驗地之土壤為酸性之砂壤土，其有機質含量(2%)為四個參試地點最低者，但磷酐含量則為最高每公頃高達207公斤，由上述可知四個試驗地之土壤質地不相同，且土壤中所含的成分亦有很大之差異。

表一、土壤性質分析

Table 1. Analysis of soil characters

Location	pH	Organic matter (%)	P2O5 (kg/ha)	K2O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)	Texture
Tacha	5.0	2.10	64	70	2766	381	S
Sishu	7.1	3.18	70	81	10650	734	CL
Nantou	6.0	3.00	37	120	3934	750	C
Taichung	5.9	2.00	207	103	2408	497	SL

(二)四個參試地點之產量比較

將臺農67號及臺中秈3號種植於四個土壤質地不同之試驗地，其所得之產量列於表二。臺農67號之公頃產量一期作平均以臺中最高6517公斤，溪州次之6221公斤；二期作以溪州最高5760公斤，臺中次之4828公斤，大甲及南投試驗地之產量均較低。臺中秈3號之產量無論一期作或二期作均以溪州較高，而以大甲最低。由土壤分析結果已知大甲屬於砂土，而一般砂土的滲漏性大、保肥力差，加上大甲地區二期作時常遇強烈的季節風，這可能是造成大甲產量較低的原因。南投試驗地因屬於重黏土，生育後期容易發生倒伏，臺農67號比臺中秈3號植株高且莖桿較軟弱，所以倒伏現象嚴重，故臺農67號在南投地區之產量較差。臺中秈3號因具強桿、植株矮、耐肥力強、抗倒伏等特性，故在南投地區產量的表現相當優異，這可能是南投地區的農民偏愛種植秈稻的原因。但本試驗中，種植於南投試驗地之臺中秈3號，於二期作因罹患白葉枯病，致產量偏低。溪州試驗地的土壤除了氧

化鉀含量較低外，其他成分一般而言均較其他試驗地高，尤其是有機物及氧化鈣的含量，此可能與當地屬於濁水溪灌溉系統有關，亦可能是溪州稻作產量較高的原因之一。

表二、不同產地間稻谷產量之比較

Table 2. Comparison of rice yield among locations

Location	Tainung 67 (kg/ha)		Taichung sen 3 (kg/ha)	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Tachu	6056c ¹	4601c	5818c	4876d
Sishu	6221b	5760a	8039a	7128a
Nantou	5880c	4725bc	7738a	5426c
Taichung	6517a	4828b	7087b	5731b

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

(三)不同土壤質地盆栽水稻之產量比較

從土壤質地不同的四個試驗地取回之土壤，放置於臺中，控制在栽培環境相同的條件下進行盆栽試驗，結果發現臺農67號及臺中秈3號之產量均以南投土壤及臺中土壤最高，溪州土壤最低(表三)，此與四個試驗區當地的結果比較顯然不同。臺農67號在南投地區由於生育後期發生倒伏，所以產量降低，而在盆栽試驗可能因無倒伏現象，因此產量提高。溪州試驗地的產量很高，但其土壤搬至臺中以盆栽方式栽培則降為最低，此或暗示除了土壤質地外，當地的栽培環境、氣候條件及灌溉水源等，均會影響作物之生長。

表三、盆栽試驗中稻谷產量之比較

Table 3. Comparison of rice yield in pot experiment

Treatment	Tainung 67 (g/plant)		Taichung sen 3 (g/plant)	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
S (Tacha)	30.32b ¹	26.63c	28.48c	30.00b
CL (Sishu)	27.56c	25.58c	26.70c	25.31c
C (Nantou)	30.98b	31.05a	36.11a	33.04a
CL (Taichung)	34.47a	28.91b	32.38b	33.10a

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

(四)參試地點及盆栽水稻之品質變異

臺農67號及臺中秈3號種植於四個試驗地，其稻米理化性質之分析結果列於表四。由表四發現在碾米品質方面，臺農67號及臺中秈3號之糙米率在地點間均無顯著差異，但完整米率在一期作及二期作則均以南投最低。

在白米外觀品質上，臺中秈3號之白米透明度不論一期作或二期作均以南投之產米較不透明，其觀測值達到3.5級，而其他三地點則均為3.0級。臺農67號之白米透明度則以南投地區及臺中地區較差，而以大甲、溪州較優。臺中秈3號之腹白於一期作以南投地區較差(3.0)，大甲最好(2.0)，溪州及臺中居中(2.5)，二期作仍以南投地區最差(2.5)，臺中次之

(2.0)，而以大甲及溪州較好。臺農67號之腹白兩個期作亦以南投地區最多，而以溪州、臺中較少。綜觀上述之白米外觀，以南投地區最差，可能因該地區一期作易感染稻熱病，二期作感染白葉枯病，病害發生與倒伏性是造成外觀較差的原因之一。此外，南投地區產米之完整米率較低，亦可能起因於腹白粒多⁽¹⁾。

表四、不同產地間稻米理化性質之比較

Table 4. Comparison of physicochemical properties of rice among locations

Variety	Locality	Brown rice (%)		Head rice (%)		Translucency		White belly	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	Tacha	82a ¹	83a	60a	69a	3.0b	3.0b	2.9b	2.6b
	Sishu	83a	83a	59ab	70a	3.0b	3.0b	2.8b	2.0c
	Nantou	82a	81a	55b	59b	3.5a	3.5a	3.5a	3.5a
	Taichung	83a	82a	58ab	60b	3.5a	3.3a	2.8b	2.0c
Taichung sen 3	Tacha	79a	81a	51a	47a	3.0b	3.0b	2.0c	1.3c
	Sishu	80a	80a	46b	48a	3.0b	3.0b	2.5b	1.5c
	Nantou	81a	80a	45b	41b	3.5a	3.5a	3.0a	2.5a
	Taichung	81a	80a	48ab	47a	3.0b	3.0b	2.5b	2.0b

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表四、不同產地間稻米理化性質之比較(續)

Table 4. Comparison of physicochemical properties of rice among locations (continued)

Variety	Locality	Alkali spreading		Gel consistency		Amylose (%)		Crude protein (%)	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	Tacha	2.6a ¹	6.8a	95a	86b	17.6b	21.6a	6.7b	7.8a
	Sishu	5.9a	6.3a	96a	91a	18.2a	20.8ab	6.8b	6.6b
	Nantou	6.0a	6.3a	97a	87ab	18.1a	20.1b	7.4a	7.2a
	Taichung	5.9a	6.4a	94a	85b	18.3a	19.7b	7.5a	7.5a
Taichung sen 3	Tacha	5.3a	6.8a	96a	61b	18.0a	21.0a	6.8b	8.9a
	Sishu	5.4a	6.3a	96a	74a	18.1a	20.3a	6.8b	7.2b
	Nantou	5.5a	6.3a	88b	63b	17.5ab	20.5a	8.0a	7.2b
	Taichung	5.5a	6.7a	91b	60b	17.3b	19.2b	7.7a	9.1a

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

在烹調及食用品質方面，除了鹼性擴散度在產地間沒有顯著差異外，直鏈性澱粉、粗蛋白質含量及膠體展流度在產地間則有顯著差異存在。臺中秈3號之膠體展流度一期作以大甲、溪州較長，臺農67號及臺中秈3號在二期作之膠體展流度則均以溪州最長。臺農67號之直鏈性澱粉，一期作以大甲最低，二期作則以大甲最高，臺中秈3號之直鏈澱粉含量兩個期作均以臺中最低。臺農67號及臺中秈3號之粗蛋白質含量在一期作均以大甲及溪州較低，南投及臺中較高，在二期作臺農67號以溪州最低，臺中秈3號則以溪州及南投較低。

由盆栽試驗收穫之稻谷，經分析結果其稻米理化性質之平均值列於表五，由表中發現，除了臺中秈3號一期作的粗蛋白質含量及臺農67號一期作的腹白在處理間有顯著差異外，其餘的理化性質在處理間均無顯著差異。

表五、盆栽試驗中稻米理化性質之比較

Table 5. Comparison of physicochemical properties of rice in pot experiment

Variety	Treatment	Brown rice (%)		Head rice (%)		Translucency		White belly	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	S (Tacha)	81a ¹	81a	50a	63a	3.0a	3.0a	1.8b	1.9a
	CL (Sishu)	82a	81a	49a	61a	3.0a	3.0a	2.1a	2.0a
	C (Nantou)	81a	81a	48a	64a	3.0a	3.0a	1.8b	2.1a
	SL (Taichung)	81a	82a	48a	64a	3.0a	3.0a	1.6b	2.0a
Taichung sen 3	S (Tacha)	78a	79a	45a	50a	3.0a	3.0a	2.0a	0.5a
	CL (Sishu)	78a	79a	47a	50a	3.0a	3.0a	2.0a	0.5a
	C (Nantou)	78a	79a	46a	51a	3.0a	3.0a	2.0a	0.5a
	SL (Taichung)	78a	78a	47a	50a	3.0a	3.0a	2.0a	0.5a

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表五、盆栽試驗中稻米理化性質之比較(續)

Table 5. Comparison of physicochemical properties of rice in pot experiment (continued)

Variety	Treatment	Alkali spreading		Gel consistency		Amylose (%)		Crude protein (%)	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	S (Tacha)	5.9a ¹	6.0a	92a	94a	17.2a	18.6a	6.9a	5.8a
	CL (Sishu)	5.9a	6.0a	95a	91a	17.5a	18.7a	6.6a	6.0a
	C (Nantou)	5.9a	6.0a	96a	94a	17.2a	18.8a	6.5a	5.2a
	SL (Taichung)	6.0a	6.0a	93a	90a	17.2a	18.4a	6.5a	5.6a
Taichung sen 3	S (Tacha)	5.6a	5.8a	91a	84a	17.0a	19.0a	7.4bc	6.1a
	CL (Sishu)	5.7a	5.8a	93a	81a	16.6a	18.7a	8.3a	6.0a
	C (Nantou)	5.6a	5.8a	93a	84a	16.8a	19.0a	7.1c	6.5a
	SL (Taichung)	5.5a	5.8a	90a	80a	16.6a	18.8a	7.9ab	6.2a

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

進一步進行米飯食味品嚐時，由表六發現四個產地之米飯外觀(包括光澤和色澤)，一期作以溪州利大甲較優，二期作則以溪州和南投較佳，黏彈性和口味的表現與米飯的外觀相似，一期作以溪州和大甲較優，南投和臺中較差，二期作則均以溪州最優，臺中最差。Juliano⁽¹⁰⁾指出蛋白質含量高的稻谷，其米飯之黏彈性降低，色澤亦較差，本試驗中發現一期作以大甲及溪州之蛋白質含量較低，二期作以溪州最低，臺中最高，而且綜合米飯外觀、黏彈性及口味等三項之總分，發現臺農67號及臺中秈3號之食味品質以蛋白質含量較低之產地較好，一期作以大甲、溪州之品質優於南投和臺中，二期作亦以溪州最優，臺中

最差，此結果與Juliano之推論相符，即蛋白質含量高者其米飯之食味品質較差，Chikubu等⁽⁸⁾亦有相同之結果，至於蛋白質含量對米質影響之機制，則有待進一步之探討。

表六、不同產地間米飯食味品質之比較

Table 6. Comparison of palatability evaluations of cooked rice among locations

Variety	Locality	Gloss and color		Cohesion and tenderness		Aroma and flavor		Total	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	Tacha	0.19a ¹	-0.18b	0.30a	0.02b	0.09a	0.04ab	0.58a	-0.12b
	Sishu	0.40a	0.27a	0.12ab	0.42a	0.10a	0.10a	0.35a	0.79a
	Nantou	-0.35b	0.10a	-0.34c	-0.11b	-0.13b	-0.07b	-0.48b	-0.08b
	Taichung (CK)	-0.31b	-0.19b	-0.08b	-0.33c	-0.06ab	-0.07b	-0.45b	-0.59b
Taichung sen 3	Tacha	0.47a	-0.01a	0.48a	-0.10b	0.16a	-0.02b	1.11a	-0.13c
	Sishu	0.61a	0.29a	0.42a	0.32a	0.20a	0.08a	1.23a	0.69a
	Nantou	-0.58b	0.06a	-0.55c	0.10b	-0.23b	-0.03b	-1.36b	0.13b
	Taichung (CK)	-0.50b	-0.34b	-0.35b	-0.32c	-0.13c	-0.03b	-0.98b	-0.69d

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

盆栽試驗食味品嚐的結果列於表七，由表發現除了臺農67號在一期作時的米飯外觀以砂土(大甲)之處理最佳外，黏彈性及口味在處理間無顯著之差異。臺中秈3號則除了一、二期作之米飯外觀以砂壤土(臺中)之處理最差外，黏彈性及口味在處理間亦無顯著差異。

表七、盆栽試驗中米飯食味品質之比較

Table 7. Comparison of palatability evaluations of cooked rice in pot experiment

Variety	Treatment	Gloss and color		Cohesion and tenderness		Aroma and flavor		Total	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taichung 67	S (Tacha)	0.22a ¹	0.00a	0.02a	-0.08a	0.01a	0.02a	0.25a	-0.06a
	CL (Sishu)	0.00b	-0.08a	0.00a	-0.04a	-0.03a	-0.04a	-0.13ab	-0.16a
	C (Nantou)	-0.10b	-0.08a	0.05a	0.04a	0.05a	0.02a	0.00ab	-0.02a
	SL (Taichung)	-0.12b	0.16a	-0.07a	0.08a	-0.03a	0.00a	-0.22b	0.24a
Taichung sen 3	S (Tacha)	0.11a	0.19a	-0.04a	0.09a	-0.01a	0.00a	0.06a	0.28a
	CL (Sishu)	0.05a	0.05a	0.12a	0.05a	0.02a	0.07a	0.19a	0.17a
	C (Nantou)	0.08a	0.16a	0.10a	-0.10a	0.02a	-0.06a	0.20a	0.00a
	SL (Taichung)	-0.24b	-0.40b	-0.18a	-0.04a	-0.03a	-0.01a	-0.45b	-0.45b

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

討 論

稻米品質主要分為碾米性質、米粒外貌及烹調與食用品質等三部份⁽⁵⁾。稻米品質受品種⁽⁴⁾及栽培環境^(11,12)的影響很大，而土壤種類也為一重要影響因子^(6,7)。

本試驗把質地不同的土壤搬到臺中，以盆栽方式栽培，發現稻米除了粗蛋白質含量、腹白及米飯外觀等性狀在處理間有顯著差異外，其他性狀之表現則大致相同，由此推知土壤質地雖為影響米質的因素之一，但其對米質影響程度的大小則因性狀而異。另由土壤質地不同的地區所生產的稻谷，發現除了糙米率及碱性擴散度外，其他稻米理化性質在產地間均有顯著差異存在，推測產地之氣候環境亦為影響米質之重要因子，且其影響力可能大於土壤質地之影響。

本試驗中發現，盆栽試驗各處理表現之高低順序與產地田間試驗不盡相同，此顯示土壤質地與自然環境間具交感作用存在。而水稻是一種對環境變化極為敏感的作物，唯有土壤質地與氣候環境有良好配合時，稻米品質始能有最佳之表現。然土壤質地之優劣，尚可以人為方法改善之，如黏質土能以客砂或施用石灰和有機物等，增強其土壤之團粒構造，而砂質土可以少量多施之施肥技術，補救其保肥力差之缺點。但氣候條件則非吾等可輕易改變之，一般僅能依各地經年的氣象變化情形，選擇適當的栽培時期，以因應水稻生長之需求，故今後在良質米產區之選擇土，除注重土壤質地之選擇或改良外，更當注意各地氣候環境變化對稻米品質之影響。

參考文獻

1. 宋勳 1976 臺灣長秈稻品質之探討 臺灣農業 12(3):98-105。
2. 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新 3:20-24。
3. 郭益全、劉清、卜瑞雄、鍾德月 1985 栽培地點與稻米品質性狀之表現 中華農業研究 34(2):135-144。
4. 掘末登講述、謝順景筆錄 1983 稻米之米質改良、檢定、分級及運銷 臺灣農業 19:24-40。
5. 謝順景、宋勳、邱玲瑛 1984 稻米品質分級之研究 臺中區農業改良場研究彙報 8:1-8。
6. Chamura, S., K. Kawase, E. Yokoyama, and Y. Honda. 1972. Studies on the relation between the types of soil and the palatability of paddy rice. I. The influence of chemical properties of various soil on the growth and palatability of paddy rice. Pro. Crop Sci. Soc. Japan 41:27-31.
7. Chamura, S., Y. Honda, K. Iida, and F. Tubokawa. 1972. Studies on the relation between the types of soil and the palatability of paddy rice. II. On the relation between chemical characters of rice grains and taste of cooked rice. Pro. Crop Sci. Soc. Japan 41:244-249.
8. Chikubu, S., S. Watanabe, T. Sugimoto, F. Sakai, and Y. Taniguchi. 1983. Relation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 30(4):333-341.
9. De Datts, S. K., W. N. ObCemea, and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute ureas. Agron. J. 64:785-788.
10. Juliano, B. O., L. U. Onate, and A. M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agriculturist. 56:44-47.

11. Nagato, K., and M. Ebale. 1960. Effects of temperature in the ripening period upon the development and qualities of lowland rice kernels. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan*. 23(3):257-278.
12. Yoshida, S., and T. Hana. 1977. Effect of air temperature and light on grain filling of an Indica and a Japonica rice under controlled environmental conditions. *Soil. Sci. Plant Nutr.* 23:93-107.

The Effect of Soil Texture on Rice Quality¹

F. F. Hou, M. C. Hong and S. Song²

ABSTRACT

The experiment were conducted at four locations to evaluate the effect of different soil textures (sandy, sandy loam, clay and clay loam soil) on rice quality. The soils taken from different places were filled in concrete containers of 70 cm x 70 cm x 60 cm in size and were placed in the farmer site of Taichung city. The rice grains produced from each treatment were analyzed for their qualities. The results showed that there were significant differences in percentage of head rice, white belly, translucency, gel consistency, amylose content, protein content as well as eating quality among the locations. In general, the grains produced from Sishu gave the best eating quality. Rice grains produced from pot cultures showed that the difference in rice quality was less than those grains produced from different locations. Therefore, soil character is not the only factor which affects the rice quality, but others such as climate may be involved also.

¹. Contribution No. 0141 of Taichung DAIS.

². Assistant Agronomist (Presently Associate Agronomist of Taiwan Seed Improvement and Propagation Station), Assistant Agronomist and Head of Crop Improvement Division of Taichung DAIS, respectively.