

栽培地點與稻米品質性狀之表現¹

郭益全 劉 清 卜瑞雄 鍾德月²

摘要：以臺農67號及臺南5號等兩個硬型水稻品種供試，分別於宜蘭三星鄉、臺中萬豐及屏東市等三地栽培。調查分析稻米之碾米品質、米粒外貌及烹調與食用品質等三大類品質性狀共計22項，以檢討水稻之米質性狀在不同栽培地點之表現。結果發現同品種在不同試區之米質性狀的表現有差異存在；但各性狀變化之趨勢則不盡相同。數據亦顯示各品質性狀因試區不同之反應，有品種間之差異存在。就中，米粒白堊質之等級的試區變異方向與三試區稻穀粒充實發育期間外界之氣溫和累積日照時數之試區變化方向一致，呈由南而北依次遞增。完整米率、糙米粒寬、鹼性擴散度及顆粒澱粉含量之試區變異方向與充實發育期間各試區外界之氣溫和累積日照時數之試區變異方向相反，呈由南而北順次遞減。

稻米之品質係綜合米粒種種理化性質而成之一種複合性狀。一般被歸納成碾米品質、米粒外貌及烹調與食用品質等三大類。據堀末⁽²⁾之綜論指出稻米之品質性狀雖為品種特性，但產地、成熟期間之溫度與日照及栽培管理…等等環境因素之影響亦顯著。研究報告一致顯示，環境對米粒之顆粒澱粉含量與鹼性擴散度（即膠化溫度）的影響相當顯著，尤以穀粒充實成熟期間之溫度為然^(8,10,13,19)。高溫被證實能增加米粒之白堊質^(8,12,20,24) (chalkiness)。Chamura *et al.*^(6,7) 曾報告不同土壤類型與食味 (palatability) 之關係，指出產自沖積土 (alluvial soil)、洪積土 (diluvial soil) 及第三紀土 (tertiary soil) 之稻米有較佳之食味；黑色火山灰土 (black volcano ash soil) 及泥炭土 (peat soil) 所生產之稻米則食味較差。Nagto *et al.*⁽¹⁸⁾ 探討稻穀比重 (specific gravity of unhulled rice) 與稻米品質之關係，獲知稻穀比重為1.15時有較佳之品質。本省之食米消費市場則公認產自濁水溪流域之白米有較佳之食用品質。有的研究發現雖然是白堊質米粒出現頻度稍高，但只要是米粒已充分發育之白米 (well developed grains)，即使是大粒品種也會有良佳之食味⁽⁶⁾。富含腐植質 (humus) 或氮土壤所生產之稻米，產自黏重土壤或生長過度繁茂或倒伏稻株之稻米，往往品質不佳^(6,7)。收穫調製與貯藏條件及米飯製作方式亦會影響米飯之食味⁽²⁾。

綜上可知，目前有關環境對複合性狀稻米品質影響之研究的結果雖具體，然嫌局部。換言之，不同之研究者在各該環境前提下，就構成稻米品質性狀之諸多性狀中之某些性狀加以探討，而未能就構成稻米品質之諸多品質性狀加以全面調查分析殊為可惜。

本省稻米產區遍佈全島，山之巔、海之濱無遠弗屆。然因本省南北狹長，形如紡錘，中央山脈縱貫南北。因之北、中及南臺灣各地農業環境殊有不同。本試驗之目的即在通盤檢討米質性狀在北、中及南臺灣等三地之表現。而本文僅報告以生米粒為評價對象之各類品質性狀的變異，至於三栽培地點米飯物理特性之環境變異則另文提出。

1 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1210 號。

2 本所農藝系助理研究員、研究員、桃園區農業改良場副研究員、高雄區農業改良場副研究員兼作物改良課課長。
臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

以臺農67號及臺南5號等兩個硬型稻供試，分別於桃園場宜蘭三星分場、農試所臺中萬豐本所及高雄場屏東市本場等三地點栽培。5行區，每行20株，行株距22.5×22.5cm，兩重覆，於1984年一期作進行試驗。栽培管理方式概依當地慣行方法進行。適期收穫自然日照下一致調製後調查分析之品質性狀為：碾米品質方面有碾糙率、白米率及完整米率等三項。米粒外貌項下有糙米及完整白米之千粒重、粒長、粒寬、粒厚及粒形，白米之白垩出現頻度與等級（即白垩質面積之大小）等。烹調與食用品質方面則分別測定完整米、碎米及腹白米之顆粒澱粉含量及膠體硬度，烹調品質的指標膠化溫度係以鹼性擴散度測定之。就中碾米品質之測定係參考 Webb *et al.* ⁽²²⁾、Webb ⁽²³⁾ 及 Barber and Barber ⁽³⁾ 之標準進行。米粒外貌項白垩質等級之判定則按 Khush *et al.* ⁽¹⁵⁾ 及 Ikenhashi and Khush ⁽¹¹⁾ 之方法判定。顆粒澱粉含量及膠體硬度分別仿照 Juliano ⁽¹⁴⁾ 及 Cagampang *et al.* ⁽⁵⁾ 的方法測定。鹼性擴散度之判別是依據 Litter *et al.* ⁽¹⁶⁾、Webb *et al.* ⁽²²⁾、Webb ⁽²³⁾ 及 Bhattacharya ⁽⁴⁾ 等學者之方法判定之。

結 果

一、試驗地點主要氣象條件

表1為三試驗地點之月平均溫度、月累積日照時數及降雨量等三種主要氣象條件之月變異表。由表1可知稻穀粒充實發育期間外在之月平均溫度及月累積日照時數並皆以宜蘭三星地區為最高，臺中萬豐試驗地者居中，屏東試區之月平均溫度最低，月累積日照時數亦最短；至於月降雨量則以臺中萬豐地區最多，其次為屏東試區，宜蘭三星地區最低。

表1. 三栽培地點1—7月之月平均溫度、累積日照時數及降雨量

Table 1. The monthly mean temperature, sunshine duration and precipitation at three locations from January to July, 1984.

	The North (San Hsing, Ilan)			The Center (Wan Feng, Taichung)			The South (Ping Tung)		
	Mean temperature (°C)	Sunshine duration (hr)	Precipitation (mm)	Mean temperature (°C)	Sunshine duration (hr)	Precipitation (mm)	Mean temperature (°C)	Sunshine duration (hr)	Precipitation (mm)
1	13.9	58.4	101.5	15.9	189.4	12.2	18.7 ^P	183.9	5.0
2	13.3	38.3	98.4	16.9 ^P	142.0	9.3	19.8	135.3	0.0
3	18.1 ^P	73.1	167.6	18.3	112.6	54.2	22.3	135.4	3.3
4	21.5	86.9	213.4	23.2	109.4	296.6	24.9 ^h	113.2	209.9
5	24.7	86.2	328.2	24.9 ^h	121.7	294.6	26.5 ^H	113.6	333.3
6	26.9 ^h	161.8	187.9	27.6 ^H	171.0	455.0	28.5	171.5	178.3
7	28.2 ^H	265.8	58.2	27.3	199.0	176.0	28.3	193.4	207.8

P: Planting; h: Heading; H: Harvesting.

二、栽培地點與碾米品質及千粒重之表現

表2是兩供試水稻品種的碾米品質及千粒重在三試驗地點之綜合表現。綜覽表2可知碾糙率、白米率、完整米率與糙米及白米千粒重等5個品質性狀在北、中及南等三試驗地點之表現均有顯著之差異存在。其中碾糙率以產自宜蘭三星者最佳；白米率以萬豐試區之表現最好；完整米率則屏東試區者領先。千粒重之表現以三星試區者較重，屏東試區者居次，而以產自萬豐試區之稻米的千粒重最輕。

兩供試品種在三試驗地區之碾米品質與千粒重之個別表現示於表 3，各品質性狀之比較係以 2 品種 × 3 栽培地點所構成 6 個不同處理為基礎之方式來進行，至於各品種每性狀之綜合表現及環境變異性則可由每品種各性狀三地點之平均及變異係數來表示。由表 3 就臺農 67 號言，除了白米率是以萬豐試區之表現最好外，其餘碾糙率、完整米率及糙米與白米之千粒重等 4 品質性狀均以產自三星試區者為較佳。臺南 5 號則較無規則，碾糙率及完整白米率以屏東市試區者較佳。白米率較佳之試區為萬豐試區，此和臺農 67 號白米率之表現亦以萬豐試區者較佳之結果一致。臺南 5 號之千粒重亦以產自三星試區者較重，與臺農 67 號者相同。

比較兩品種各品質性狀在三試區之綜合表現（即各性狀之平均值），其差異達極顯著者有碾糙率及完整米率等（兩性狀兩品種間各品質性狀差異顯著性測定之數據皆未列出），分別是臺農 67 號較臺南 5 號有較高的完整米率，而臺南 5 號之碾糙率則優於臺農 67 號。達顯著水準者為白米千粒重，為臺南 5 號者重於臺農 67 號者。考慮碾糙率、完整米率及白米千粒重等兩品種差異顯著性狀之 *cv* 值可發現，臺南 5 號之碾糙率因試區不同之變異較臺農 67 號者小，但完整米率之環境變異性則臺農 67 號小於臺南 5 號；至若白米千粒重則兩品種之變異係數相當接近。

表 2. 三栽培地點碾米品質與千粒重之表現

Table 2. The milling quality and 1000-grain weight of two rice varieties grown at three locations

Location	Milling quality			1000-grain weight	
	Milling yield rate (%)	Total milled rice rate (%)	Head rice rate (%)	Brown rice (g)	Milled rice (g)
The North (San Hsing)	81.6 ¹ a	87.1 c	60.1 c	21.36 a	19.58 a
The Center (Wan Feng)	79.2 c	89.1 a	63.6 b	20.38 c	18.88 c
The South (Ping Tung)	80.3 b	88.5 b	71.4 a	21.03 b	19.19 b

1: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表 3. 供試兩品種在三栽培地點碾米品質與千粒重之表現

Table 3. The milling quality and 1000-grain weight of two rice varieties grown at three locations

Variety	Location	Milling quality			1000-grain weight	
		Milling yield rate (%)	Total milled rice rate (%)	Head rice rate (%)	Brown rice (g)	Milled rice (g)
Tainung No. 67	The North (San Hsing)	82.1 ¹ a	87.5 c	76.1 a	21.53 a	19.49 ab
	The Center (Wan Feng)	77.3 d	89.0 a	67.9 c	20.40 c	18.72 d
	The South (Ping Tung)	79.1 c	88.5 b	70.3 c	21.07 b	19.12 c
	Mean	79.5	88.3	72.0	21.00	19.09
	CV (%)	3.05	0.86	4.42	2.71	1.86
Tainan No. 5	The North (San Hsing)	81.0 b	86.8 d	44.2 e	21.19ab	19.67 a
	The Center (Wan Feng)	81.1 b	89.2 a	57.5 d	20.36 c	19.05 cd
	The South (Ping Tung)	81.5 ab	88.5 b	72.5 b	20.98 b	19.26 bc
	Mean	81.2	88.1	58.1	20.84	19.33
	CV (%)	0.32	1.42	21.87	2.07	1.63

1: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

三、栽培地點與糙米及白米性狀之表現

穀粒大小 (grain size or grain dimensions) 是比較安定的品質性狀，三試區間每性狀表現之變異較小 (表 4 及表 5)。考慮兩品種之糙米及白米性狀，臺農 67 號之糙米粒長為 4.91mm，白米粒長為 4.62mm，白米粒長為糙米者之 94%。臺農 67 號糙米之粒寬、粒厚及長寬比依次分別為 2.95mm、2.06mm 及 1.67。而臺農 67 號白米之粒寬、粒厚及長寬比則分別供次為 2.88mm、1.99mm 及 1.60，依次分別為糙米之 97%、97% 及 96%。臺南 5 號糙米之粒長為 5.06mm，白米之粒長為 4.78mm，白米之粒長為糙米粒長之 94%，與臺農 67 號相同。臺南 5 號糙米及白米之粒長、粒寬與長寬比依次分別為 5.06mm 對 4.78mm、2.86mm 對 2.76mm 及 1.77 對 1.73，且白米之粒寬、粒厚及長寬比分別為糙米之 97%、98% 及 98%。比較兩品種白米性狀佔糙米性狀百分比之異同可知，兩品種精白前後米粒之粒長與粒寬的變化情形一致，而精白作業對臺農 67 號粒厚之耗損則較臺南 5 號者大，因而導致臺農 67 號之長寬比在精白作業前後變異之差距稍大於臺南 5 號者。

表 4. 三栽培地點糙米與白米性狀之表現

Table 4. The brown and milled rice characters of two rice varieties grown at three locations

Location	Brown rice				Milled rice			
	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Length/width	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Length/width
The North (San Hsing)	5.08 ^{1a}	2.84 ^b	2.08 ^a	1.79 ^a	4.75 ^a	2.79 ^b	2.01 ^a	1.71 ^a
The Center (Wan Feng)	4.80 ^b	2.90 ^{ab}	2.08 ^a	1.67 ^b	4.49 ^b	2.78 ^b	2.00 ^a	1.62 ^b
The South (Ping Tung)	5.08 ^a	2.98 ^a	1.98 ^b	1.71 ^b	4.86 ^a	2.90 ^a	1.95 ^b	1.68 ^a

1: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表 5. 供試兩品種在三試驗地點糙米與白米性狀之表現

Table 5. The brown and milled rice characters of two rice varieties grown at three locations

Variety	Location	Brown rice				Milled rice			
		Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Length/width	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Length/width
Tainung No. 67	The North (San Hsing)	4.92 ^{bc}	2.88 ^{ab}	2.11 ^a	1.71 ^b	4.62 ^b	2.84 ^b	2.02 ^a	1.63 ^c
	The Center (Wan Feng)	4.74 ^d	2.96 ^{ab}	2.10 ^a	1.62 ^c	4.38 ^c	2.84 ^b	2.02 ^a	1.54 ^d
	The South (Ping Tung)	5.08 ^{ab}	3.02 ^a	1.99 ^c	1.69 ^b	4.86 ^a	2.96 ^a	1.95 ^c	1.64 ^{bc}
	Mean	4.91	2.95	2.06	1.67	4.62	2.88	1.99	1.60
	CV (%)	3.28	2.49	3.07	2.79	4.73	2.48	1.98	3.59
Tainan No. 5	The North (San Hsing)	5.24 ^a	2.80 ^b	2.05 ^b	1.88 ^a	4.88 ^a	2.74 ^c	2.00 ^{ab}	1.78 ^a
	The Center (Wan Feng)	4.86 ^{cd}	2.84 ^b	2.05 ^b	1.72 ^b	4.60 ^b	2.72 ^c	1.98 ^{abc}	1.69 ^{bc}
	The South (Ping Tung)	5.08 ^{ab}	2.94 ^{ab}	1.97 ^c	1.73 ^b	4.86 ^a	2.83 ^b	1.96 ^{bc}	1.73 ^{ab}
	Mean	5.06	2.86	2.02	1.77	4.78	2.76	1.97	1.73
	CV (%)	3.53	3.03	2.11	5.27	3.29	1.97	1.30	2.70

1: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

四、栽培地點白堊質與鹼性擴散度之表現

依白堊質 (Chalkiness) 在米粒上位置之不同有所謂心白、腹白及背白，依米粒上白堊質面積之大小而有各類等級。白堊質出現頻度之多寡與等級之大小為影響米粒外觀品質極重要之因素之一。米粒澱粉之膠化溫度因直接測定匪易，目前通用之測定方法均以鹼性擴散度間接推定之。當米粒受侵蝕的程度愈著時 (數字越大)，即表膠化溫度愈低。表 6 顯示產自三星及屏東試區之白米有較高之白堊頻度，而栽培於屏東試區之白米則白堊質面積較小。鹼性擴散度之值亦以三星地區之白米較小。就中白堊質之等級是由北而南順次遞減，而鹼性擴散度之值則由北而南依次增高。

各品種每性狀在三栽培地點之變化如表 7，臺農 67 號白米之白堊質出現頻度及等級皆有顯著之試區差異，臺南 5 號則僅白堊質出現頻度因試區之不同而表現出顯然有別之試區差異。至於兩品種之鹼性擴散度值的試區變異則一致，且變化之趨勢與三試區當期作穀粒成熟期溫度由南而北依次較高之變化正相反。

比較兩品種米粒之白堊頻度、等級及鹼性擴散度之品種間差異則均不顯著，唯一般言，臺農 67 號之白堊等級似有較臺南 5 號者大之傾向。

表 6. 三栽培地點白堊質與鹼性擴散度之表現

Table 6. The chalky characters and alkali spreading of two rice varieties grown at three locations

Location	Frequency of chalky grain (%) ¹	Scale of chalkiness ²	Alkali spreading
The North (San Hsing)	32.47 ³ a	2.4 a	6.05 b
The Center (Wan Feng)	20.52 b	2.3 a	6.33 a
The South (Ping Tung)	29.98 a	1.8 b	6.43 a

1: Value=chalky grain No./1000 head rice grain.

2: According to Khush *et al.* (15) classifying standard.

3: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表 7. 供試兩品種在三試驗地點白堊質與鹼性擴散度之表現

Table 7. The chalky characters and alkali spreading of two rice varieties grown at three locations

Variety	Location	Frequency of chalky grain (%) ¹	Scale of chalkiness ²	Alkali spreading
Tainung No. 67	The North (San Hsing)	26.40 ³ c	2.9 a	6.1 c
	The Center (Wan Feng)	12.52 d	2.3 b	6.2 bc
	The South (Ping Tung)	44.15 a	1.6 c	6.4 ab
	Mean	27.69	2.3	6.2
	CV (%)	5.27	2.83	2.69
Tainan No. 5	The North (San Hsing)	38.54 b	2.0 bc	6.1 c
	The Center (Wan Feng)	28.53 b	2.3 b	6.5 a
	The South (Ping Tung)	15.82 d	2.1 b	6.5 a
	Mean	27.63	2.1	6.3
	CV (%)	41.21	7.27	3.57

1: Value=chalky grain No./1000 head rice grain.

2: According to Khush *et al.* (15) classifying standard.

3: Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表8. 三栽培地點完整米與碎米之顆粒澱粉含量與膠體硬度之表現

Table 8. The amylose content and gel consistence of head and broken rice grain of two rice varieties grown at three locations

Location	Amylose content (%)				Gel consistence (mm)			
	Head rice		Broken rice	Mean±CV(%)	Head rice		Broken rice	Mean±CV(%)
	Chalkiness-free grain	Chalky grain			Chalkiness-free grain	Chalky grain		
The North (San Hsing)	19.2 ¹ c(a)	19.6 b(a)	19.1 b(a)	19.3 3.81	77.5 a(a)	74.8 a(a)	76.3 b(a)	76.2 5.24
The Center (Wan Feng)	20.0 b(b)	20.3 a(a)	20.2 a(a)	20.2 3.92	77.5 a(a)	78.0 a(a)	77.5 a(a)	77.7 6.12
The South (Ping Tung)	20.5 a(b)	20.6 a(a)	20.6 a(a)	20.6 1.23	76.3 a(a)	77.8 a(a)	77.5ab(a)	76.5 6.24

1: Means in each column with the same letter and means in each row with the same letter in parenthesis are not significantly different at the 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表9. 供試兩品種在三栽培地點完整米與碎米顆粒澱粉含量及膠體硬度之表現

Table 9. The amylose content and gel consistence of head and broken rice grain of two rice varieties grown at three locations

Variety	Location	Amylose content (%)				Gel consistence (mm)			
		Head rice		Broken rice	Mean±CV(%)	Head rice		Broken rice	Mean±CV(%)
		Chalkiness-free grain	Chalky grain			Chalkiness-free grain	Chalky grain		
Tainung No. 67	The North (San Hsing)	19.1 ¹ b(a)	18.7 c(a)	18.6 c(a)	18.8 1.40	81.0 a(a)	78.0ab(a)	80.0ab(a)	79.7 1.92
	The Center (Wan Feng)	19.1 b(a)	19.6 b(a)	19.7 bc(a)	19.5 1.65	81.0 a(a)	82.0 a(a)	83.0 a(a)	82.0 1.22
	The South (Ping Tung)	20.5 a(a)	20.6 a(a)	20.4 ab(a)	20.5 0.49	80.0ab(a)	82.0 a(a)	80.0ab(a)	81.3 1.42
	Mean CV (%)	19.6 4.12	19.6 4.85	19.5 4.65	19.5 4.86	80.7 0.72	80.7 2.86	81.0 2.14	80.6 2.70
Tainan No. 5	The North (San Hsing)	19.3 b(b)	20.5 a(a)	19.7bc(b)	19.8 3.09	74.0 bc(a)	72.0 c(a)	73.0 c(a)	73.0 1.37
	The Center (Wan Feng)	20.9 a(a)	21.0 a(a)	20.8 a(a)	20.9 0.48	74.0 bc(a)	74.0 bc(a)	72.0 c(a)	72.7 3.46
	The South (Ping Tung)	20.5 a(a)	20.7 a(a)	20.8 a(a)	20.7 0.74	73.0 c(a)	70.0 c(a)	75.0 bc(a)	73.3 1.58
	Mean CV (%)	20.2 4.12	20.7 1.22	20.4 3.11	20.4 4.86	73.7 0.78	72.0 2.78	73.3 2.08	72.9 3.00

1: Means in each column with the same letter and means in each row with the same letter in parenthesis are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

五、栽培地點與米粒顆粒澱粉含量及膠體硬度之表現

由糙米碾成白米後，依米粒之破碎與否可分成完整米與碎米，而完整米可再按白垩質之有無分成白垩質米與無白垩質米等兩部份。本研究中分別測定各樣品之完整無白垩質米、完整白垩質米及碎米等三類米粒之顆粒澱粉含量及膠體硬度等兩品質性狀。結果發現此三類米之顆粒澱粉含量隨試區之由南而北順次遞漸，且有試區間之差異存在，但同試區之三類型米粒之顆粒澱粉含量則極為相近。而三試區此三類型米粒之膠體硬度，在類型間似無差異，試區間之變異亦無一致之表現，唯一般而言，產自萬豐試區的白米有略長之米粒膠體展流長度（表8）。表9為兩供試品種在三栽培地點之三類型米粒的顆粒澱粉含量與膠體硬度之表現，由表9可知兩品種各類型米粒之顆粒澱粉含量及膠體硬度在三試區之試區變異方向有品種間差異，同時，臺南5號三類型米粒之顆粒澱粉含量均略高於臺農67號者，而臺農67號此三類型米粒之膠體展流長度則均較臺南5號者為長。

討 論

稻米之產銷大致可區分成三個層面，一為生產者；二為加工販賣者；三是消費者。目前本省已有芻議，但並未確立完整之稻米分級收購與銷售制度。因之，若無其他誘因，農民以純收益考慮仍以栽培抗病蟲害之豐產品種為主，較不重視該品種米質之良窳。加工販賣者在商言商，希望購入之稻穀能碾出較多量之糙米（即高碾糙率），且糙米碾成白米後也能有較高之白米率及完整白米率，碾得之白米更希望透明亮麗，爭取顧客佔有市場。消費者則希望購入之白米粒粒亮晶晶，個個完美無缺且適口。亦即由於稻米產銷層面之不同，對關係複合性狀稻米品質之三大類性狀之要求也隨之有別。因之如何通盤考慮此碾米品質，米粒外貌及烹調與食用品質等三大類性狀之相對重要性以為將來稻米分級產銷之參考至為重要。然目前這項研究尚在有關機關研究釐定中，故本研究之目的雖在探討不同栽培地點下所產稻米品質性狀之表現，提供有關單位釐定客觀分級之參考，但由於此三大類品質相對重要性之未見確立，故本文內先僅就個別品質性狀加以討論，而不依試區別就綜合性的稻米品質之良窳與否加以論斷推定。

稻之穀粒大小是由內外穎緊密包裹著，且其大小早在開花前五天即已決定⁽¹³⁾，是公認較不受外界環境因素影響的產量構成要素^(17,25)。但本研究結果顯示，兩供試硬型水稻品種在三試區間米粒之粒長、粒寬、粒厚、粒形及千粒重仍有試區差異存在，且各性狀因試區不同之變異趨勢，除糙米粒寬外，均無定規可循（表2—5）。而因為本試驗由各該試區供試材料抽穗開花前一個月起至收穫止期間內之主要氣象條件除降雨量外，餘月平均溫度與累積日照時數均由南而北呈定向變化（表1）。此即穀粒在較高溫度與較長累積日照時數下充實成熟者與在較低溫及較短累積日照時數下充實成熟者，其米粒性狀之表現無規則性，因之本試驗之結果與 Murata and Matsushima⁽¹⁷⁾ 指出之稻穀之大小（size of hull）受開花前2星期間日照的影響最大，Yosida and Hara⁽²⁴⁾ 及 Resurreccion *et al.*⁽¹⁹⁾ 報告之穀粒成熟期間之高溫會導致硬型水稻有較低之最終粒重等學者之研究結果不一致，而與 Fujita *et al.*⁽⁹⁾ 使出之低溫使穀粒充實速率（grain filling rate）降低、充實期間（duration of the grain filling period）延長，但不影響粒重之結果較為接近，但因為表1顯示1984年1期作萬豐試區雨水特別充沛，已知雨水處理可導致稻米粒重降低⁽¹⁾，而表2及表3亦有萬豐試區供試材料米粒千粒重最小之表現。因之本研究中粒重及其他米粒性狀在各試區之表現趨勢未能符合各該試區月平均溫度及累積日照時數之變異趨勢之原因，除了其他不可知之微氣象（microclimate）外，究係由萬豐試區較充沛之雨量所干擾，亦係前述學者^(19,24) 在控制環境下之試驗結果與實際田間栽培試驗之差距，或係三栽培地點土壤條件及栽培方法等因素所影響，有待繼續研究確證。

供試兩品種之白米率及糙米千粒重無品種差異，然似有臺農67號者較臺南5號者高之傾向（表3）。此表現與兩品種白米千粒重之表現為臺南5號較臺農67號佳，且品種差異達顯著水準，最可能之原因應是米質分析中之取樣誤差。

完整米率和白垩質米之類度與等級是最主要之市場品質性狀，本研究之結果顯示三試區之完整米率由南而北逐次降低（表 2），恰與穀粒充實發育之溫度及累積日照時數由南而北順次遞增之結果相反（表 1）；此種較高溫下充實成熟之米粒有較低之完整米率之現象尚無已發表之報告供印證，然基於本試驗中另一米質性狀米粒之白垩等級係由南而北逐地增加，恰與完整米率之趨向相反，亦即在較高溫下充實成熟之米粒不僅白垩質面積較大，碎米率亦較多，此結果與多數學者^(8,20,21)在控制環境下獲知之高溫能增加米粒白垩質之結果十分接近。已知米粒白垩質部份係由於米粒該部份之澱粉顆粒累積未密實而充滿空氣所致^(15,20,21)，且易於碾白時碎裂⁽¹⁵⁾，故由本研究之結果援 Fujita *et al.*⁽⁹⁾低溫（最適生育溫度範圍內之低溫）使充實速率降低，充實期間延長之結果，展延推定成如下之假說：較低溫下（有限制）成熟之穀粒由於充實速率降低及充實期間延長致米粒澱粉顆粒之累積較緻密，使之更具碾白抵抗力而不易碎裂，提高完整米率。

穀粒成熟期間之溫度已被證實能影響米粒之顆粒澱粉含量及膠化溫度^(8,10,13,20)，低溫可導致米粒有較高之顆粒澱粉含量及較低之膠化溫度（較大之鹼性擴散度值）。Resurreccion *et al.*⁽¹⁹⁾則指出此種溫度影響米粒顆粒澱粉含量之反應在秈硬型稻之間有不同表現，在控制條件下，秈稻 IR-20 在外界氣溫低於 29°C 時米粒之顆粒澱粉含量隨氣溫之升高而增加；Gomez 引述 Paule 之報告則指出，低顆粒澱粉含量品種之，米粒顆粒澱粉含量隨溫度降低而升高，中或高顆粒澱粉含量品種之米粒顆粒澱粉含量隨溫度之升高或不改變或增加甚微⁽¹⁰⁾。而本研究三試區顆粒澱粉含量及膠化溫度之變異是顆粒澱粉含量由南而北依次遞減，膠化溫度則由南而逐次升高（鹼性擴散度值由南而北逐次降低）（表 6—9）。亦即在較高溫下充實成熟之米粒有顆粒澱粉含量較低，膠化溫度較高之傾向，亦即在田間自然條件下栽培之研究之結果恰可與學者們^(8,20,20)在控制環境下所進行試驗結果相印證。

米粒之膠體硬度是另一項重要之米質性狀，Resurreccion *et al.*⁽¹⁹⁾在人工控制之環境下，發現 IR-20 及 Fujisaka 5 兩品種米粒之膠體硬度受穀粒發育期溫度之影響並無規則可循。本研究中所測三試區米粒樣品之結果（表 8 及表 9）亦如是，顯示米粒之顆粒澱粉含量與膠體硬度雖同為稻米食用品質之兩個重要指標，但米粒膠體硬度及受穀粒發育期外在氣溫影響之表現則較米粒顆粒澱粉含量者較不易於掌握。

本研究中曾分別測定完整無垩質米、完整有白垩質米及碎米等三類米粒之顆粒澱粉含量及膠體硬度，結果三類米間顆粒澱粉含量及膠體硬度之差異均不顯差（表 8 及表 9），顯示米粒雖因白垩質部分澱粉累積緊密度之不一而有不同的米粒外貌，但並不影響此三類米粒之顆粒澱粉含量及膠體硬度。

綜合本研究之結果，不同之栽培地點對稻米各品質性狀會有不同之表現，亦即供試材料在不同試區之米質性狀之表現有差異存在，但各性狀因試區別變異之趨勢則不盡相同。而因為本研究之供試材料皆為硬稻，秈稻之材料則無，實為本研究之一大缺憾。同時根據 Resurreccion *et al.*⁽¹⁹⁾及 Yoshida and Hara⁽²⁴⁾研究顯示溫度對秈硬兩型稻顆粒澱粉含量及粒重表現之影響的不一，似提示本研究之結果與推定應僅適用於硬稻，對秈稻則不一定合適。

引用文獻

1. 黃漢津·1981·期作及人工雨水處理對水稻產量構成要素·國立中興大學糧食作物研究所 碩士論文。
2. 堀末 登·1983·稻米之米質改良、檢定、分級及運銷(上)·臺灣農業 19: 24—40.
3. Barber, S and C. B. De Barber. 1979. Outlook for rice milling quality evaluation systems. In Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. PP. 209-221. IRRI, Los Banos, Philippines.
4. Bhattacharya, K. R. 1979. Gelatinization temperature of rice starch and its determination. In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. PP. 231-249. IRRI, Los Banos, Philippines.

5. Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano. 1973. A gle consistence for eating quality of rice. *J. Sci. Fd. Agri.* 24 : 1589-1594.
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., K. Kawase, K. Iida and F. Tubokawa. 1972. Studies on the relation between the type of soil and the palatability of paddy rice. II. On the relation between chemical characters of rice grain and taste of cooked rice. *Pro. Crop Sci. Soc. Japan* 41 : 244-249.
8. Chamura, S., H. Kaneco and Y. Salto. 1979. Effect of temperatue at ripening period on the eating quality---Effect of temperature maintained in constant level during the entire ripening period. *Japan Jour. Crop Sci.* 48 : 475-482.
9. Fulita, K., V. P. Coronel and S. Yoshida. 1984. Grain-filling characteristics of rice varieties (*Oryza sativa* L.) differing in grainsize unde controlled environmental conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 30 : 445-454.
10. Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on the protein content and amylose content of rice. *In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality.* PP. 59-60. IRRI, Los Banos, Philippines.
11. Ikenhashi, H. and G. S. Khush. 1979. Methodology of assessing appaerance of the rice grain, including chalkiness and whiteness. *In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality.* PP. 223-229. IRI, Los Banos, Philippines.
12. Jennings, P. R., W. R. Coffman and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. *In Rice Improvement.* PP. 101-120. IRRI, Los Banos, Philippines.
13. Juliano, B. O., E. L. Albano and G. B. Cagampang. 1964. Variability in protein content, amylose content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. *Philippine Agriculturist* 48 : 234-241.
14. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today* 16 : 334-340.
15. Khush, G. S., C. M. Paul and N. M. La Cruz. 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. *In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality.* PP. 21-34. IRRI, Los Banos, Philippines.
16. Little, R. R., G. H. Hilder and E. H. Da wson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35 : 111-126.
17. Murata, Y. and S. Matsshimal. 1975. Rice. *In Crop physiology some ease histories* (L. T. Evans ed.). Cambridge Univ. Press, Lodon.
18. Nagato, K., S. Suzuki and T. Sado. 1976. Relation between the specific gravity of unhulled rice and the quality of hulled rice. *Pro. Crop Sci. Soc. Japan* 45 : 563-568.
19. Resurreccion, A. P., T. Hara, B. O. Juliano and S. Yoshida. 1977. Effect of temperature during ripening of grain quality of rice . *Soil Sci. Plant Nutr.* 23 : 109-112.
20. Rosario, A. R., V. P. Briones, A. J. Vidal and B. O. Juliano. 1968. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel. *Cereal Chem.* 45 : 225-235.
21. Tashiro, T. and M. Ebata. 1975. Studies on white-belly rice kernel. IV. Opaque rice endosperm viewed with a scanning electron microscope. *Pro. Crop Sci. Soc. Japan* 44 : 205-214.
22. Webb, B. D., C. N. Bollich, N. E. Jodon, T. H. Johnston and D. H. Bowman. 1972. Evaluating the milling, cooking and processing characteristics required of rice varieties in the Unite States. USDA, ARS-S-1, 8p.
23. Webb, B. D. 1975. Cooking, processing and milling qualities of rice. *In Six decades of rice research*

- in Texas. PP. 97-106. Texas Agri. Exp. Sta. Res. Monograph No. 4 USA.
24. Yoshida, S and T. Hara. 1977. Effects of air temperature and light on grain filling of an *indica* and a *japonica* rice (*Oryza sativa* L.) under controlled environmental conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 23 : 93-107.
25. Yoshida, S. 1979. Fundamentals of rice crop science. P 63. IRRI, Los Banos, Philippines.

Relationship between Cultivated Locations and Rice Grain Quality¹

Y. C. Kuo, C. Liu, R. H. Buu and T. Y. Chung²

Summary

Two main commercial rice varieties, Tainung No. 67 and Tainan No. 5, were grown in the northern, San Hsing, Ilan, the central Wu Feng, Taichung, and the southern, Ping Tung, parts of Taiwan. A total of 22 grain quality characters relating to the milling quality, grain appearance as well as cooking and eating quality were evaluated in this experiment. Significant differences of grain quality characters existed not only within the same variety cultivated in different locations but also between different varieties cultivated in the same location, and the variation patterns of these characters were not quite similar. The degree of rice grain chalkiness increased with increasing mean temperature and sunshine duration from the south to the north during the grain ripening stage. However, the head rice rate, grain width of brown rice, alkali spreading and amylose content decreased from the south to the north.

1. Contribution No. 1210 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist and Senior Statistician, Department of Agronomy, TARI. Agronomist, Taoyuan DAIS and Agronomist, Kaohsiung DAIS, respectively. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.