中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(2)：77～83（1990）

米粒外觀與胴割粒率間相關性之探討[1]

趙 政 男[2]

摘要 爲瞭解水稻胴割粒率在各類型品種間之差異，及進一步探討米粒外觀與胴割粒率間之相關性，以提供良質米品種之選育及實施稻米品質分級產銷時之參考。利用引自日本及本省育成之粳稻、國內外秈稻及大粒型稻等各類型水稻品種，共計35個爲供試材料。在栽培管理與收穫調製齊一之條件下，調查品種間胴割粒率之差異性。初步結果顯示，各類型水稻品種之胴割粒率，以大粒型品種之42.89%爲最高，次爲引自日本及本省育成之粳稻品種平均爲29.21%與26.57%。而以長粒型秈稻品種爲最低僅1.79%。顯示胴割粒率除在不同類型水稻間有顯著差異外，在同類型不同品種間亦有極顯著之差異存在。導致水稻胴割粒率在各類型品種間發生顯著差異之主要原因，似與粒形的長短大小與心腹白有無等米粒外觀性狀有關。粒形愈肥大，且心腹白面積愈大者，其胴割粒之發生率亦愈高。

由於國民所得增加，生活水準普遍提高，加上近年來本省稻米生產過剩，國人對於稻米之需求，已不再祇求充飢果腹而已，轉而殷切的力求質佳味美的良質米。於是爲了迎合消費者的嗜好，及緩和本省稻米的過分滯銷，稻米之品質已逐漸受到消費者及有關糧政當局的重視，因而年來有稻米品質分級產銷之倡議。且有關本省稻米品質分級標準之訂定工作，目前已在臺中區農業改良場積極進行中[1]。

影響稻米品質的優劣，主要取決於碾米性質（milling quality）、米粒外貌（grain appearance）與烹調食用品質（cooking and eating quality）等[1,5,16,20]。其中最爲消費者所重視，而直接取決米質好壞的主要因素，實爲烹調及食用品質之實際品評結果。但食味（適口性）之好壞，因消費者嗜好之不同，很難確立一定標準，品評結果亦因人而異[1,5]。因而若能從米粒外觀上尋求與食味極具顯著相關的性狀，則將帶給稻米品質分級上不少方便，且在育種上亦可做爲篩選良質稻米時之依據。

米粒外觀係一品種特性，主要有粒型的長短大小（size）、透明度（translucency）及心腹白（chalkiness）等[2,19]，而該等因子不但影響碾米品質[3,18]，且對烹調食用品質亦有極顯著影響[2,5,6]。著者[7]於1981到1982年間在米粒外貌與烹調食用品質之相關性試驗中，發現碎米粒做成之米飯，其適口性（粘彈性、軟硬度）顯然較完整米粒者爲差。故降低碾米時之碎米率爲提昇稻米食用品質之直接且有效的方法。

胴割粒是造成碎米率增加，導致碾米率與完整米率降低之主要原因[8,14]，而碎米率與完整米率之高低是決定稻米商品價值與食用品質之主要因素之一。因此如能降低碎米率來提高完整米率，則無形中可增加白米之商品量，且可提昇白米的商品價值與食用品質。故如何減少碎米率，以提高完整米率便成爲整個水稻良質米生產栽培過程中不可忽視的一環。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1506 號。本計劃承行政院農業委員會補助〔78農建—7.1—糧—11(16)〕，謹致謝意。
2.本所嘉義分所農藝系助理研究員。臺灣省 嘉義市。

胴割粒的形成要因很多[8,13,15,17]而胴割粒率之高低，品種間存在著極大的差異[8,15]。本試驗之主要目的乃在進一步探討米粒外觀與胴割粒間之相關性，以提供良質米品種之選育及實施稻米品質分級產銷時之參考。茲將著者於民國七十七年第一、二期作在嘉義農業試驗分所之初步觀察結果報告如下。

材料與方法

本試驗依試驗目的分由兩部份進行，試驗材料與實施方法分別列述如下：

一、粒形與胴割粒間之相關性：

本試驗之供試材料計有本省改良育成之臺農67號等10個粳稻品種，引進之 Arborio 等 4 個大粒型水稻品種，臺中在來一號等10個國內外秈型稻品種，笹錦等11個日本粳稻品種，總計有35個供試品種（如表一）。田間種植採隨機排列，重複 3 次，每品種每重複插植 3 行，每行10株，行株距25×20公分，單本植。生育期間之栽培管理均按一般慣行法實施，適期收穫，收穫後利用日曬法乾燥，直至稻穀含水率爲13—14%時，做爲測試材料。測試前每品種每重複各取 100粒充實粒以測定粒長、粒寬、粒厚等。胴割粒之測定是將供試材料先以 Satake 碾米機依一般方法脫穀碾成糙米（重複碾兩次），而後每品種各取充分成熟的糙米500粒供檢定。所用胴割粒檢定器爲日本製「胴割—チエツカ—DC 50型」。胴割粒之鑑定標準是只要在米粒上呈現有斷裂紋者即視爲胴割粒，而不論其斷裂紋的長短及斷裂紋數的多寡。

二、心腹白與胴割粒間之相關性：

本試驗利用本省良質米契作生產計劃內所推薦的四個良質米品種，臺農68號、臺農70號、臺南 9 號、臺中 189號，而以臺農67號爲對照等共計五個爲供試品種。田間試驗設計及栽培管理均比照上一試驗實施。稻穀成熟收穫後，利用日曬法乾燥至稻穀含水率爲13—14%時做爲測試材料。測試時每品種每重複各取500公克稻穀，先以Satake 碾米機脫穀碾成糙米（重複碾兩次），棄除碎米粒，而後依完整粒上心腹白的有無與大小，比照1978年 Khush et al[19] 之分類標準劃分成下列四等級：（1）完全無心腹白。（2）心腹白僅有針頭狀痕跡或已開始擴展，但其擴展度佔全粒米之10%以下。（3）心腹白已有顯著擴展，而其擴展度佔全粒米之10～20%。（4）心腹白之擴展度佔全粒米之20%以上。而後利用胴割粒檢視器調查各心腹白等級上胴割粒率之差異情形。

表一、供試水稻品種

Table 1. Rice cultivar used.

Origin	Variety name
Japonica varieties (Improved in Taiwan)	Tainung 67, Tainung 68, Tainung 69, Tainung 70, Tainung 72, Tainan 7, Tainan 9, Taichung 189, Taichung 190, Kaohsiung 142.
Japanese varieties	Kiyonishiki, Satohomare, Hatsuhosi, Akihomare, Sasanishiki, Fuzeminori, Yamabiko, Gohyakumangoku, Kusafue, Kokonoe, Ooseto,
Indica varieties	Tainung sen 12, Tainung sen 14, Tainung sen 18, Tainung sen 19, Tainung sen 20, Taichung native 1, IR 54, IR 56, IR 60, IR 62,
Large grain varieties	BG 11, LM 79, Arborio, Lomello,

結果與討論

一、各類型水稻品種間胴割粒率之差異性：

本試驗調查各類型水稻品種計35個，其胴割粒率之測定結果示如表二，由表中可看出粳稻品種之

表2.供試品種胴割粒率之變異性

Table 2. variability of cracked kernels of rice varieties.

Japonica variety				Indica variety				Large grain variety	
Improved in Taiwan	Mean±S. D.	Japanese	Mean±S. D.	Long grain	Mean±S. D.	Medium or short grain	Mean±S. D.	Variety	Mean±S. D
Tainung 67	24.67±3.59	Kiyonishiki	25.67±5.82	Tainung sen 12	2.33±1.37	Taichung native 1	6.67±2.98	BG 11	67.33±3.19
Tainung 68	44.67±4.57	Hatsuhoshi	29.67±6.57	Tainung sen 14	1.00±0.94			Arborio	8.00±2.58
Tainung 69	31.67±5.34	Akihomare	47.33±9.28	Tainung sen 18	0.67±0.94			Lomello	53.33±4.98
Tainung 70	16.67±2.75	Sasanishiki	27.00±7.63	Tainung sen 19	1.00±1.00			LM 129	42.83±8.49
Tainung 72	18.67±5.62	Satohomare	47.33±7.54	Tainung sen 20	1.83±1.46				
Tainan 7	26.67±4.71	Fuzeminori	42.60±4.10	IR 54	2.67±2.21				
Tainan 9	27.00±5.13	Yamabiko	21.30±3.77	IR 56	1.67±1.00				
Taichung 189	28.33±2.13	Gohyakuman-goku	46.33±3.54	IR 60	1.33±1.54				
Taichung 190	26.00±3.27	Kusafue	6.67±4.10	IR 62	5.00±1.91				
Kaohsiung 142	21.33±2.49	Ooseto	23.67±5.34						
		Kokonoe	3.67±1.79						
Mean±S. D.	26.57±8.41		29.21±14.78		1.79±1.40		6.67±0		42.39±25.32
Range	16.67～44.67		3.67～47.33		0.67～5.00		—		8.00～67.33

胴割粒率，其變異範圍爲3.67%—47.33%，平均爲27.89%。其中引自日本之粳稻品種，其胴割粒之變異範圍爲 3.67%—47.33%，平均爲29.21%。國內改良育成之粳稻品種胴割粒率之變異範圍爲16.67%—44.67%，平均爲26.57%。籼稻品種胴割粒率之變異範圍爲0.67%—6.67%，平均爲2.33%，其中長粒型籼稻品種之變異範圍爲 0.67%—5.0%，平均爲1.79%。而短粒型籼稻品種，供試品種中僅臺中在來一號，其平均胴割粒率爲6.67%。至於大粒型水稻品種胴割率之變異範圍爲8.0%—67.33%，平均爲42.89%。就各類型水稻品種而言，胴割粒率以大粒型稻之42.89%爲最高，其次爲引自日本之粳稻品種及國內改良育成之粳稻品種，其胴割粒率之平均值爲26.57%—29.21%，而以長粒型籼稻品種之胴割粒率最低僅1.79%。就各品種於重複間取樣之變異情形示如表二，由表中可看出籼稻品種之變異性較粳稻與大粒型稻爲小。由以上結果，除顯示胴割粒率在水稻不同類型間有顯著之差異外，在同類型不同品種間亦有極顯著之差異存在。類此結果，著者[8]於1988年已有相同報告提出。

在相同之栽培環境與收穫調製齊一之條件下，導致胴割粒率在各類稻型間與同類型不同品種間之差異，推論其原因除了受調製環境因子之影響外，可能與品種本身穀粒之軟硬度及穀粒特性（如粒形之長短大小與心腹白之有無等）有某種關係存在。1973年日人長戶氏等[14]曾指出米粒之軟硬度不但類型間有所差異，即使同類型不同品種間亦有顯著差異存在，因而有軟硬質種之區別。而米粒之軟硬度除了與米粒理化學上的組織成分不一有關外，又與米粒上白堊質（chalkiness）之有無大小有密切關係[11,14,18]。具心腹白的米粒其質地常較完全無心腹白者爲軟，碾白時之碎米率又高於完全無心腹白者[1,4,16,20]。由是推論米粒上心腹白的有無及大小與胴割粒率間可能有某種關係存在。而大粒型或寬粒型水稻品種之心腹白率又高於細長粒型[9,10,12]，以是粒形之長短大小與心腹白之有無等米粒外觀性狀，可能與胴割粒率高低之間亦存有密切關係。爲了提供良質米品種之選育及實施稻米品質分級產銷時之參考，米粒外觀與胴割粒率間之相關性，便有待進一步的探討。

二、心腹白與胴割粒間之相關性：

爲調查心腹白之有無大小與胴割粒率間之相關性，以本省四個良質米推薦品種，另加上栽培面積最廣的臺農67號爲對照計五品種。經調查結果示如表三，由表中可看出不同心腹白等級間，其胴割粒率之差異，五個品種之平均結果，依心腹白的有無大小依序分別爲Ⅰ期作爲68.40%—60.91%—59.33%—55.33%。Ⅱ期作爲36.60%—32.42%—28.53%—23.13%。顯示各心腹白等級間胴割粒率之差異，以1級完全無心腹白者爲最低，其次爲心腹白等級屬2級者，平均較1級完全無心腹白者高出4.0～5.4%，3級又較1級高出5.58—9.29%，而以心腹白等級屬4級者，亦即心腹白面積超過米粒之20%以上者，其胴割粒率爲最高，平均較1級完全無心腹白者高出達13.07～13.47%。兩期作之表現結果相當一致，即胴割粒之發生率以完全無心腹白者爲最低，而後隨著心腹白面積之增加與擴大，胴割粒之發生率亦隨之提高。由是推論從米粒外觀上篩選無心腹白粒品種無形中可降低胴割粒之發生率，且在碾白調製上亦可降低碎米率而提高完整米率。

目前本省良質米之篩選過程中，無心腹白或低心腹白率品種爲篩選良質米品種時，米粒外觀上之必備條件，而此等性狀爲篩選過程中最簡單容易，且不需假手繁雜儀器，人人均可用肉眼加以判別鑑定的重要指標性狀。預期朝此方向繼續予以選優汰劣後，不久的將來將可使本省水稻品種的加工品質獲得改善，除可降低碎米率來提高完整米率外，無形中亦可提昇本省稻米之商品價值與食用品質。

三、粒形與胴割粒率間之相關性：

粒形與胴割粒率間之相關性，經分析結果示如表四，由表中可看出日本引進品種其粒長、粒寬、粒厚等穀粒性狀與胴割粒率間之相關係數分別爲0.3779、0.4897、−0.0350。本省改良育成之粳稻品種則分別爲0.3909（粒長）、−0.2679（粒寬）、−0.1303（粒厚）。由上可知粳稻品種之粒形與胴割粒率間之相關係數均未達顯著水準，且部份相關係數均相當小，顯示粳稻品種胴割粒之發生率受品種粒形之影響較小。至於籼稻品種之穀粒性狀與胴割粒率間之相關係數則分別爲−0.8086**（粒長）、0.7282*（粒寬）、0.3024（粒厚），顯示籼稻品種胴割粒之發生率可分別受到粒長、粒寬等顯著影

表三、心腹白大小對胴割粒率之影響：

Table 3. Effect of chalkiness area on the rate of cracked kernel.

Crop season	Grade of Chalkiness*	Tainung 67	Tainung63	Tainung70	Tainan 9	Taichung 189	Averge	Rate (%)
1988, 1st	1	68.67a	58.33a	44.00a	30.00a	75.67a	55.33	100.00
	2	74.33ab	58.98a	52.34b	34.67a	76.33a	59.33	104.00
	3	75.33b	62.33a	58.33b	32.30a	76.24a	60.91	105.58
	4	79.31b	72.37b	69.16c	41.18b	80.00a	68.40	113.07
1988, 2nd	1	30.40a	28.00a	11.60a	22.00a	26.40a	23.13	100.00
	2	29.20a	49.20b	17.60a	21.20a	27.20a	28.53	105.40
	3	34.40ab	52.40b	29.60b	23.20a	27.60a	32.42	109.29
	4	40.10b	53.30b	39.30c	24.50a	29.60a	36.60	113.47

*: 1. Without any chalkiness or completely translucent.
2. Chalkiness area less than 10%.
3. Chalkiness area from 10% to 20%.
4. Chalkiness area more than 20%.

**: Means followed by the same letter in a variety are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

響，其中與粒長的相關性呈極顯著之負相關。而大粒形品種之穀粒性狀與胴割粒率間之相關係數則分別爲−0.7939（粒長）、0.0448（粒寬）、0.5501（粒厚），雖均未達顯著水準，但與粒長呈負相關，而與粒寬、粒厚呈正相關。綜合以上結果，雖然各類稻型間粒形與胴割粒率間所呈現之相關係數有正負相反之差異存在，但經綜合分析結果，其相關係數則分別爲粒長（−0.3562）、粒寬（0.7011**）、粒厚（0.6256**）。顯示粒寬、粒厚與胴割粒率間均呈極顯著之正相關。由是推論米粒愈肥大者，胴割粒之發生率亦愈高。因米粒愈肥大者，白堊質之出現率亦愈高[4,10]。1985年劉氏[9]亦曾指出大粒形品種穀粒之充實程度較差，造成之心腹白率亦較多。而由表三結果，胴割粒之發生率隨著心腹白面積的增加與擴大，胴割粒之發生率亦隨之提高。此現象適足以說明各類型水稻間之胴割粒率何以以大粒型稻爲最高，而以長粒型籼稻爲最低之主要原因。因本省改良育成之長粒型籼稻，其粒寬、粒

表四、粒形與胴割粒率間之相關性

Table 4. Correlation coefficient of grain shape and cracked kernel.

	Length	Width	Thickness
Japanese varieties	0.3779	0.4897	−0.0350
Japonica varieties (improved in Taiwan)	0.3909	−0.2679	−0.1303
Indica varieties	−0.8066**	0.7282*	0.3024
Large grain varieties	−0.7939	0.0448	0.5501
Total	−0.3562	0.7011**	0.6256**

*and**: significant at 5% and 1% levels, respectively.

厚顯然的小於大粒型稻與粳稻，而其心腹白率又顯然的低於大粒型稻與粳稻[9]。

綜合以上結果，雖然影響胴割粒的外在環境因素很多，並非人力所能全部控制，但在同一栽培環境與收穫調製齊一的條件下，却可顯示出胴割粒率在水稻品種間有極大之差異存在。導致胴割粒率在水稻品種間發生顯著差異之主要原因，似與米粒理化學上之組織成分不一有關，而粒形的長短大小與心腹白的有無等米粒外觀性狀，亦爲其影響要素之一。故爲提昇本省良質稻米之育種效率，以加速良質米品種之選育，有關良質米品種的篩選過程中，是必要將粒形與心腹白等米粒外觀性狀列爲重要的指標性狀。

引用文獻

1. 宋勳・1977・稻米品質劃分之可行性。臺灣農業14（1）：26—30
2. 平野哲也・1981・高品質水稻品種之育成。臺灣農業17（5）：58—63
3. 郭益全・1986・水稻碾米品質及米粒外貌之品種變異。中華農業研究35（3）：235—243
4. 郭益全、劉清・1988・米粒白堊質之遺傳。稻米品質研討會專集：153—163
5. 掘末登講述，謝順景筆錄・1982・稻米之米質改良、檢定分級及運銷（上）。臺灣農業19（1）：24—40
6. 掘末登講述，謝順景筆錄・1982・稻米之米質改良、檢定分級及運銷（下）。臺灣農業19（2）：40—50
7. 趙政男・1982・米粒外貌與烹調食用品質相關性之研究。71年度稻作試驗研究成果研討會油印本：1—12
8. 趙政男・1988・稻品種間胴割粒率差異性之探討。中華農業研究37（1）：9—14
9. 劉村明・1985・稻不同品種的腹白米出現差異之研究。中華農學會報新第130期：16—23
10. 謝順景、王聯輝・1988・水稻米粒品質之遺傳研究。稻米品質研討會專集：117—136
11. 三鍋昌俊・1965・軟質米の特性とその生成理論。科學技術社
12. 江幡守衛、田代亨・1973・腹白米に關ある研究。第Ⅰ報日作紀42：370—376
13. 長戶一雄等・1964・胴割米の發生に關する研究。日作紀33：82—89
14. 長戶一雄・1973・米の品質について。日作紀42：238—257
15. 胴割米發生防止のすべて・1986・福島縣，福島縣米改良協會：1—14
16. Araullo, E. V., D. B. de padua and Michael Graham. 1976. Rice postharvest technology. p. 38-43. International Development Research centre. ottawa, Canada.
17. James, J. Spadaro., Jack Matthews and James I. Wadsworth. 1979. Milling In Rice: Production and utilization. (Bor S. Luh, ed.). The AVI publishing Co. Westport, conn. USA. p. 361-402.
18. Jennings, P. R., W. R. Coffman and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. In Rice improvement, p. 101-120. IRRI. Los Banos, Phillippines.
19. Khush, G. S., C. M. paule and N. M. Del La cruz. 1978. Rice grain quality evaluation and improvoment at IRRI. In proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. p. 21-34. IRRI. Los Banos, Phlippines.
20. Webb, B. D. 1979. Rice quality and grades. In Rice: production and utilization. (Bor s. Luh, ed.). The AVI publishing co. westport, conn. USA. p. 543-565.

Variation of Cracked Kernel and Its Correlation to Grain Appearance in Rice

Chao cheng-nan

Summary

The variation of cracked kernel rate (CKR) in thirty-five rice varieties and its relation to grain appearance were studied for further grading of rice quality and variety selection. Great diversity of CKR was identified in evaluated rice varieties. The average CKR was recorded as 42.89% in varieties with large grain and followed by two grops of Japonica type (26.56% and 29.21%, respectively). The CKR of long-grain Indica type was only 1.79%. The results appear that large differences of CKR existed among varieties either between two types or within type. Further studies indicated that the coefficients of correlation between grain shape and CKR were −0.3562 (kernel length), 0.7011** (kernel width) and 0.6256** (kernel thickness), respectively. It implies that greater grain size and chalkiness area are related to higher CKR and they may be indexes for selection ol high grain quality rice variety.

1. Contribution No. 1506 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi , Taiwan, R. O. C.