

水稻穀粒外部性狀與白垚質相關之研究¹

林再發²

摘 要

水稻穀粒千粒重與粒寬呈極顯著正相關，為增加水稻穀粒千粒重，可藉改良品種增加其粒寬而達成。但粒寬與腹白米粒率呈極顯著正相關，梗稻品種粒寬超過3.4厘米以上或秈稻品種粒寬超過3.1厘米以上，其腹白米粒率均達25%以上。粒寬超過3.1厘米之秈稻，其腹白及心白之發生率顯著比梗稻為高。梗稻之粒厚與心白或腹白發生率呈不顯著相關；秈稻粒厚與心白發生率亦不顯著相關，但與腹白發生率呈極顯著的正相關。豐產而良質之新品種梗稻粒寬以不超過3.4厘米，秈稻以不超過3.1厘米；秈稻粒厚以不超過2.1厘米為佳。

前 言

臺灣近年來雖因稻米生產過剩而積極進行稻田轉作，但豐產水稻品種之育成仍為稻作育種重要目標之一。要增加水稻之產量可經由提高四個產量構成要素中之任何一個，但應以不影響其他要素之表現為原則。由實際育種工作中證實大粒水稻品種確可提高稻作單位面積產量⁽¹⁾，且國內外研究^(2,5,6,7,8,9,14)亦顯示大粒型水稻之穀粒充實率、澱粉累積效率、積儲供源比及穗部主要成分之絕對轉流量等生理特性均較小粒型稻穀為優。本省現行中粒型品種成熟收穫後尚有佔全穗總量20%之非構造化碳水化合物(total nonstructural carbohydrates, TNC)殘留莖桿⁽¹³⁾，故經由增大穀粒體積謀求稻作增產有其生理上之理論基礎^(13,14)。腹白不透明部份在小粒種上較小，在大粒種上較大⁽¹¹⁾，因此稻米品質有隨穀粒之增大而變劣之現象。本試驗之目的在於探討水稻粒重及粒形與腹白及心白之相關關係，以供選育水稻品種之參考。

試驗方法

本試驗以1987年第二期作所收穫之秈稻及梗稻各31個不同粒形之品種(系)為材料，調查下列各項性狀：

一、掃描電子顯微鏡觀察：臺中秈17號之腹白部份其表面及內部組織結構與米澱粉顆粒形態，各以雙面膠固定於鋁臺上，再以離子覆膜器(iron coater)於真空下，以15KV電壓，15°~30°傾斜角進行鍍金10分鐘，再以掃描式電子顯微鏡(TSM-7200型scanning electron microscope, Joel Service Engineering Co. Tokyo, Japan)觀測。

二、千粒重：稻穀之水份含量調整到13%，稱每品種系之千粒重。

¹臺中區農業改良場研究報告 0163 號。

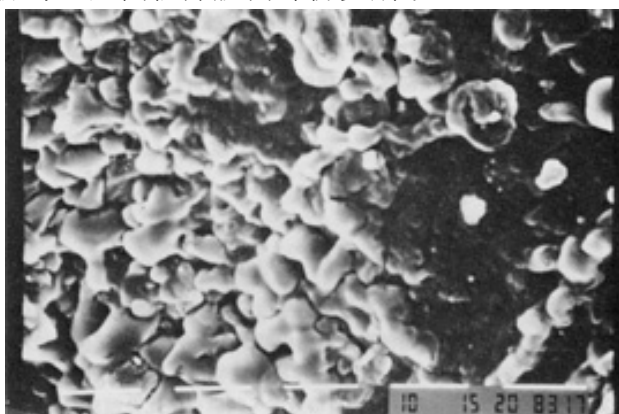
²臺中區農業改良場助理研究員。

- 三、粒長、寬、厚：以粒型測定器(grain shape tester)測量每品種系50粒的長、寬及厚度。
- 四、腹白及心白：取20公克稻穀樣品，採用Stake testing husker脫穀，Mcgill Miller去糠，並用Burrows sizing macher篩選斷裂米，以測定糙米(brown rice)、米糠(bran)、白米(total milled rice)、完整米(head rice)之百分率、腹白(white belly)及心白(white center)。心白或腹白調查標準分為0、1、2、3、4等5等級以人力計算，相對於約0、25、50、75及100之心白或腹白發生率。

試驗結果

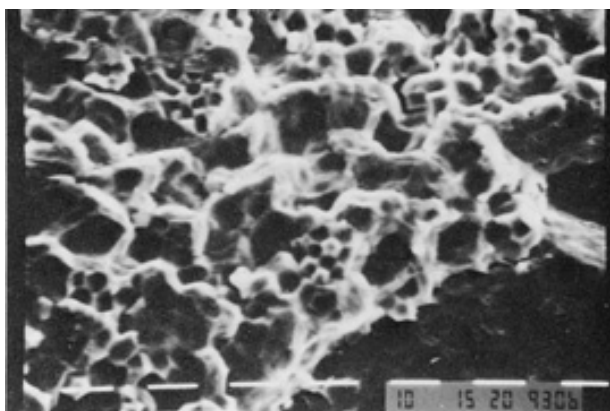
一、米粒腹白與非腹白結構：

圖一是臺中秈17號腹白部份經電子顯微鏡放大1000倍後之表面結構圖，此為蛋白質與澱粉形成之複合體，圖二是臺中秈17號非腹白部份經電子顯微鏡放大1000倍後之米粒結構圖，內有澱粉顆粒生成分佈。一般長粒米常伴隨細長形，而寬粒形的米粒常伴有心白或腹白或背白等之白堊質(chalkiness)。由以上兩圖比較，腹白為米粒顆粒排列比較不緊密及顆粒比較大⁽⁴⁾，而心白及背白也為顆粒澱粉粒排列比較不緊密，只是發生部位在米粒心部及背部而已。如表一所示，腹白部份之粗蛋白質含量比非腹白部份高，此由於米粒腹白部份的蛋白質轉移成澱粉時之比例較非腹白部份少所致。



圖一、臺中秈17號腹白部份之表面結構圖

Fig. 1. Surface structure of the part of white belly in Taichung Sen 17.



圖二、臺中秈17號非腹白部份之表面結構圖

Fig. 2. surface structure of the part of non white belly in Taichung Sen 17.

表一、腹白部份及非腹白部份之米質比較

Table. 1. Rice quality of the part of white belly and the part of non white belly

Rice quality ¹	Taichung Sen 17		Yoshino 1	
	white belly	non white belly	white belly	non white belly
Amylose (%)	29.9	26.0	16.7	16.7
Crude protein (%)	8.41	7.94	9.03	8.42
Gel consistency	34	34	100	100

¹ Analyzed by rice quality laboratory at Taichung District Agricultural Improvement Station.

二、 秈稻品種系穀粒性狀

供試梗稻各31個品種(系)之穀粒性狀示如表二及表三，梗稻千粒重平均為23.7公克，變域範圍為19.6~26.5公克；秈稻千粒重平均為23.5公克，變域範圍為19.1~32.6公克，顯示秈稻粒重變域較梗稻為大。梗稻粒長平均為7.1厘米，變域範圍為6.69~7.79厘米；秈稻粒長平均為8.53厘米，變域範圍為7.09~9.90厘米，顯示秈稻粒長較梗稻為長。梗稻粒寬平均3.42厘米，變域範圍3.03~3.88厘米；秈稻粒寬平均2.93厘米，變域範圍2.16~3.43厘米，顯示梗稻粒寬較秈稻為寬。梗稻粒厚平均2.20厘米，變域範圍1.99~2.40厘米；秈稻粒厚平均2.0厘米，變域範圍1.78~2.20厘米，顯示梗稻粒厚比秈稻厚。一般而言，秈稻粒型是長而細，梗稻是短而圓，這種粒型差異為梗稻與秈稻之重要性狀差異。

梗稻品種(系)其粒寬超過3.4厘米以上，其米粒有25%以上具腹白，秈稻品種(系)其粒寬超過3.1厘米以上，腹白米粒即可達25%以上。梗稻在供試31品種(系)均沒有心白米粒發現，但秈稻在供試31品種(系)有6個品種具心白，顯示大粒型秈稻品種之腹白及心白的發生率顯著比梗稻為高。

三、粒重及粒形與腹白及心白之關係

由表四可知梗稻穀粒千粒重與粒厚呈極顯著正相關，表示梗稻千粒重愈重，粒厚愈厚；梗稻粒寬與腹白米粒率呈極顯著正相關，表示梗稻粒寬愈寬，腹白米粒率愈高。秈稻穀粒千粒重與粒寬，粒厚及腹白米率呈極顯著正相關，表示秈稻千粒重愈重，粒寬愈寬或粒厚愈厚，腹白米粒率也愈多；秈稻粒長與粒寬呈極顯著負相關，表示秈稻粒愈長，粒寬愈小；秈稻粒寬與粒厚及腹白米粒率呈極顯著正相關，表示秈稻粒寬愈寬，粒厚愈厚，腹白米粒率也愈高；秈稻粒厚與腹白米粒率呈極顯著正相關，表示秈稻粒厚愈厚，腹白米粒率愈高。在此等相關中，梗稻及秈稻有其相同之處，即千粒重與粒厚呈極顯著正相關，粒寬與腹白米粒率呈極顯著正相關，表示不論梗稻或秈稻千粒重愈重，粒厚就愈厚；粒寬愈寬，腹白米粒率就愈高。

討 論

一般而言，秈稻粒型是長而細，梗稻是短而圓，此為秈稻與梗稻穀粒型之重要性狀差異。水稻穀粒千粒重與粒寬呈極顯著正相關，因此為增加水稻產量，似可以改良增加粒寬為手段。Sato⁽¹⁰⁾指出梗稻之具較高穀粒充實率及穀粒重係由較大粒寬所獲得而非粒長。Yoshida及Hara(15)證實較低溫度減少穀粒充實率及增長穀粒充實期，因此在穀粒充實期會

表二、參試梗稻品種(系)穀粒性狀

Table 2. Grain characteristics of *japonica* rice

Varieties or lines	1000-grain weight (gr)	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Grain length × grain width	White center grains (%)	White belly grains (%)
1. Yoshino	26.3	7.47	3.88	2.30	29.0	0	100
2. Hwalien yu 196	23.8	7.53	3.61	2.15	27.2	0	75
3. Taichung 178	22.8	6.87	3.40	2.21	23.4	0	25
4. Taichung 67	24.9	7.02	3.67	2.23	25.8	0	25
5. Taichung 189	23.3	7.22	3.54	2.12	25.6	0	25
6. Hsinchu 64	23.7	7.03	3.53	2.17	24.8	0	25
7. Taichung yu 365	21.5	7.16	3.57	2.14	25.6	0	25
8. Tawyuan yu 41	24.2	7.20	3.42	2.14	24.6	0	25
9. Taichung 190	24.0	6.81	3.52	2.34	24.0	0	25
10. Taichung 70	23.1	7.01	3.32	2.21	23.3	0	0
11. Tainan 9	25.3	6.83	3.37	2.40	23.0	0	0
12. Kaoshiung 141	23.8	7.14	3.25	2.38	23.2	0	0
13. Tainung 68	23.9	7.35	3.32	2.13	24.4	0	0
14. Tayonishiki	23.1	7.51	3.03	2.12	22.8	0	0
15. Hayahikari	21.9	6.77	3.25	2.10	22.0	0	0
16. Koshihikari	24.3	7.32	3.08	2.20	22.5	0	0
17. Tainung 72	22.5	6.69	3.22	2.22	21.5	0	0
18. Tainung 69	26.5	7.33	3.44	2.26	25.2	0	0
19. Tainan 7	21.2	6.86	3.28	2.05	22.5	0	0
20. Kaoshiung 142	23.7	6.75	3.29	2.08	22.2	0	0
21. Tainung yu 51103	23.2	6.98	3.32	2.12	23.2	0	0
22. Taihung yu 418	23.5	6.77	3.63	2.29	24.6	0	0
23. Kaoshiung yu 1447	25.9	7.36	3.41	2.20	25.1	0	0
24. Tai ken yu 22	21.5	7.27	3.60	2.23	26.2	0	0
25. Tainung yu 51294	22.8	7.06	3.45	2.21	24.4	0	0
26. Tainung yu 50727	19.6	6.97	3.11	1.99	21.7	0	0
27. Tainung yu 52009	26.2	7.35	3.37	2.29	24.8	0	0
28. Tainan yu 222	25.8	7.01	3.50	2.26	24.5	0	0
29. Taichung yu 420	22.8	6.75	3.60	2.24	24.3	0	0
30. Kaoshiung yu 1471	25.9	7.07	3.46	2.21	24.5	0	0
31. Tainan tsao yu 68	22.4	7.79	3.46	2.35	27.0	0	0
Mean	23.7	7.10	3.42	2.20	24.3	0	11.29
	19.6	6.69	3.03	1.99	21.5		0
Variation						0	
	26.5	7.79	3.88	2.40	29.0		100

表三、參試秈稻品種(系)穀粒性狀

Table 3. Grain characteristics of *indica* rice

Varieties or lines	1000-grain weight (gr)	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Grain thickness (mm)	Grain length × grain width	White center grains (%)	White belly grains (%)
1. Taichung Sen 17	32.6	8.52	3.38	2.12	28.8	0	100
2. Kaoshiung Sen yu 283	25.5	8.11	3.16	2.20	25.6	50	50
3. BG 367-2	25.5	7.82	3.12	2.10	24.4	0	100
4. Tai Sen yu 278	26.7	8.28	3.43	2.06	28.4	0	75
5. Tai Sen yu 281	26.3	8.83	3.36	2.11	29.7	0	75
6. Tai Sen yu 289	26.1	8.40	3.24	2.09	27.2	0	75
7. Tai Sen yu 255	22.0	8.28	3.34	2.10	27.7	0	50
8. Tai Sen yu 327	24.7	8.42	3.25	2.07	27.4	0	50
9. Tai Sen yu 351	24.8	8.92	2.98	1.98	26.6	0	50
10. Dee-geo-woo-gem	21.9	7.61	3.19	2.02	24.3	0	50
11. Tai Sen yu 299	24.7	8.73	3.29	1.98	28.7	0	25
12. Tai Sen yu 348	23.8	8.79	2.90	1.98	25.4	0	25
13. Milyang 82	22.7	7.85	3.04	2.03	23.9	0	25
14. IR 46	21.5	8.94	2.47	1.90	22.1	25	0
15. IR 52	23.5	9.90	2.54	1.91	25.1	25	0
16. Cisadane	23.2	8.88	2.88	1.89	25.6	25	0
17. Suweon 334	22.7	7.64	2.83	2.03	21.6	25	0
18. Lateefy	17.5	9.09	2.16	1.78	19.6	25	0
19. Tai Sen 1	24.6	8.60	2.72	2.03	23.4	0	0
20. Taichung Sen 10	24.4	8.92	2.85	1.99	25.4	0	0
21. Tainung Sen 20	19.1	8.50	2.66	1.86	22.6	0	0
22. Tai Sen yu 239	19.4	8.78	2.52	1.84	22.1	0	0
23. Tai Sen yu 264	26.0	8.53	2.91	1.93	24.8	0	0
24. IR 38	22.9	9.39	2.49	1.99	23.4	0	0
25. IR 54	22.9	9.18	2.61	1.95	24.0	0	0
26. IR 60	19.2	8.80	2.93	1.78	25.8	0	0
27. Juma 57	22.5	9.53	2.77	1.96	26.4	0	0
28. Milyang 77	19.0	7.09	2.85	1.98	20.2	0	0
29. Suweon 325	24.7	8.01	3.06	2.11	24.5	0	0
30. Suweon 332	24.2	7.87	2.95	2.09	23.2	0	0
31. Suweon 333	23.6	8.22	2.98	2.09	24.5	0	0
Mean	23.5	8.53	2.93	2.00	24.9	5.64	24.19
	19.1	7.09	2.16	1.78	19.6	0	0
Variation							
	32.6	9.90	3.43	2.20	29.7	50	100

表四、水稻粒重及粒形與腹白及心白關係

Table 4. Correlations between grain weight and grain shape with grain chalkiness of rice

	Grain length	Grain width	Grain thickness	White center grain (%)	White belly grain (%)
<i>Japonica</i>					
1000-grain weight	0.27	0.32	0.56** ¹	-	0.19
Grain length		0.09	0.10	-	0.32
Grain width			0.34	-	0.62**
Grain thickness				-	-0.004
Grain lengthxGrain width					0.63*
White center grain (%)					-
<i>Indica</i>					
1000-grain weight	-0.01	0.63**	0.69**	-0.16	0.63**
Grain length		-0.46**	-0.42**	0.18	-0.25
Grain width			0.70**	-0.35	0.72**
Grain thickness				-0.14	0.57**
Grain lengthxGrain width				-0.29	0.63**
White center grain (%)					-0.20

¹ *,** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

有低溫出現的地區，粳稻品種最好選育粒寬較寬之大粒，應比粒長較長之大粒為佳⁽¹⁰⁾，但秈稻品種是否如此，尚未知曉。本研究發現粳稻品種粒寬超過3.4厘米，其米粒腹白率可達25%以上，然而秈稻品種系粒寬超過3.1厘米以上，米粒腹白率方可達25%以上，這是趨勢，不過相關係數各別為0.62及0.72，並非接近於1，尚有例外，因此以增加粒寬為增產手段雖然可行，但粒寬超過某程度時即不可能選出良好穀粒品種(沒有腹白及心白)，劉氏⁽³⁾曾做相似試驗，但未曾分秈型粳型稻，並且所用品種數太少，因此結果不大一致。此外粳稻在供試品種中均沒有心白米粒發現，但秈稻有6品種系有心白，顯示秈稻大粒種之腹白及心白的發生率顯著比粳稻為高，此與Takita⁽¹²⁾的發現有相似之處。因此在秈稻良質品種選拔上如欲選拔穀粒似粳稻品種一樣短而圓以增加容重量，即可能會增加腹白及心白。因此豐產而良質之粳稻品種粒寬似乎以不超過3.4厘米，秈稻品種以不超過3.1厘米為佳。

參考文獻

1. 林再發 1984 水稻高產品種之選育特別論及臺中秈17號 臺中區農業改良場研究彙報 8:29-40。
2. 周煒裕 1983 水稻穀粒之大小充實特性與遺傳研究 中興大學糧食研究所碩士論文。
3. 劉村明 1984 秈粳稻粒型及米質特性之研究 中華農學會報 125:23-30。
4. 蔡養正 1988 作物微細構造在研究上之應用 科學農業 36(5-6):144-164。

5. Fujita, K., V. P. Coronel, and S. Yoshida. 1984. Grain-filling characteristics of rice varieties (*Oryza sativa* L.) differing in grain size under controlled environmental conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 30(3):445-454.
6. International Rice Research Institute. 1977. Annual report for 1976. p.1-26, Los Banos, Philippines.
7. International Rice Research Institute. 1978. Annual report for 1977. p.13-19, Los Banos, Philippines.
8. International Rice Research Institute. 1979. Annual report for 1978. p.15-21, Los Banos, Philippines.
9. Jones, D. B., M. L. Pearson, and S. Geng. 1979. Association between grain filling rate and duration and yield components in rice. *Crop Sci.* 19:641-644.
10. Sato, T. 1987. Relationship between grain size and ripening in rice. The Symposium of Crop Exploration and Utilization of Genetic Researchs. p.153-162. Taichung DAIS.
11. Seok W. S., and S. Chamura. 1979. Studies on the characters of the improved semi-dwarf, high yield indica rice varieties II, Shape and quality of rice kernel, especially occurrence of white belly kernel. *Japan Jour. Crop Sci.* 48(3):418-424.
12. Takita, T. 1987. Relationship between grain width and occurrence of white belly and white core, as a factor responsible for slender grain shape of indica rice. *JARO.* 20(3):223-224.
13. Wei. M. L., M. C. Shen, C. S. Chen, and D. J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tillers. 1. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain filling. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (A)* 6:190-196.
14. Wei, M. L., Y. C. Kuo, and D. J. Liu. 1984. Physiological studies of rice tillers. II. Productivity of varieties differing in grain volume. *J. Agric. Res. China* 33(1): 12-23.
15. Yoshida S., and T. Hara 1977. Effects of air temperature and light on grain filling of an *indica* and *japonica* rice (*Oryza sativa* L.) under controlled environment condition. *Soil Sci. Plant Ntr.* 23:93-107.

Study on the Relationship between the Morphological Characteristics of the Grain and Grain Chalkiness in Rice¹

T. F. Lin²

ABSTRACT

Measuring the morphological grain characters of rice grain of 31 japonica and 31 indica varieties showed that one-thousand-grain-weight of rice were significantly correlated with grain width. Therefore, it is suggested that the grain weight of a variety could be increased by improving the grain width. However, the white belly of rice grain had a significant positive correlation with grain width. The dehulled grain generally showed more than 25% of white belly if the grain width were greater than 3.4 mm in japonica varieties and 3.1mm in indica varieties. The rate of white belly and white center were markedly higher in indica varieties than in japonica varieties when grain width was greater than 3.1mm. The white belly and white center of rice grain both in japonica and white center of rice grain in indica rice had no significant correlation with grain thickness, but the white belly of indica rice grain had significant positive correlation with grain thickness. This suggested that for the development of high yielding and good quality of rice varieties, the grain width of the varieties should be less than 3.4mm in japonica varieties and less than 3.1 mm in indica varieties. In addition, the grain thickness of the varieties should be less than 2.1mm in indica varieties.

¹. Contribution No. 0163 from Taichung DAIS.

². Assistant Agronomist of Taichung DAIS.