

# 水稻穗部性狀的研究

## (1) 品種間穗部性狀與稻米品質變異的初步研究<sup>1</sup>

許志聖<sup>2</sup>、白鎰<sup>3</sup>、葉茂生<sup>3</sup>

### 摘 要

本研究以臺灣、日本、菲律賓、美國、印度、尼泊爾、緬甸、印尼及中國大陸等地區的秈、粳稻栽培品種100個，調查穀粒特性、農藝性狀、穗部性狀、米質特性與食味品評，並比較秈、粳稻間的差異。其結果顯示：秈、粳稻在穀粒性狀上有明顯的差異，粳稻穀粒寬廣、粗圓，秈稻則較細長。在農藝特性方面，粳稻較秈稻有較佳的稔實率、較少的一穗穎花數、較短的一次枝梗總長，但在每公分枝梗上的粒數則較秈稻為多。米質方面的調查顯示：秈稻的直鏈澱粉含量較粳稻為高，但為消費需求，參試品種中仍有低直鏈澱粉含量的秈稻及中直鏈澱粉含量的粳稻。而國際稻米研究所近年來培育的新株型品種(系)具有大穗、一穗穎花數多、分蘖少的特性，在粳稻的頻度分布上常位於極端區，可能與其利用大量的爪哇型稻種源有關。

**關鍵字：**穗部性狀、稻米品質、秈稻、粳稻、爪哇型稻。

### 前 言

水稻稻穗的研究早期均著重於穀粒發育過程的生理形態或解剖發育<sup>(13)</sup>、穗部形態的形態發育學<sup>(22)</sup>等議題。水稻的穗數、一穗穎花數、稔實率及千粒重一向被作為水稻產量構成要素<sup>(23)</sup>，並受到期作<sup>(8,14)</sup>、地區的氣象因素<sup>(12)</sup>、栽培密度與移植苗數<sup>(9)</sup>等因素的影響，在品種間有極大的差異。穗部性狀即是指穗部一次、二次枝梗的長短、數目以及穀粒的大小、數目所構成的著粒密度，而廣義的穗部性狀更包括穗長、穗重、穗數等產量構成要素。因此，臺灣早期水稻育種曾以提高穗重以提昇稻作產量，並育成了高雄140號等多個品種<sup>(7)</sup>，但當時沒進行米質分析測定，無從得知穗部穀粒分布對米質的影響，朱和盧發現各品種間穀粒充實速率與穀粒充實期有相當大的差異，且一期作穀粒充實速率較二期作為快，一期作的充實期較二期作為短<sup>(1)</sup>，是為國內對水稻穗部研究由產量轉移至品質的轉折點。

日本在穗部性狀與穗著粒密度的研究發軔極早，Takezaki<sup>(28)</sup>和Chandraratna<sup>(15)</sup>以單位穗長的穀粒數表示穗著粒密度，Kawari<sup>(20)</sup>以每10公分穗長的一次枝梗粒數表示，Morimura<sup>(24)</sup>

<sup>1</sup> 臺中區農業改良場研究彙報 0633 號。

<sup>2</sup> 臺中區農業改良場副研究員。

<sup>3</sup> 國立中興大學農藝系教授。

則以一穗粒數與一次枝梗的總長度比值作為著粒密度的表示方法，Futsuhara *et al.*<sup>(16,17)</sup>調查各項穗部構成要素，並以(1)每穗粒數除以穗長(2)二次枝梗數除以一枝梗數(3)每穗粒數除以穗軸長與一次枝梗總長度之和等三種方法估算穗著粒密度，發現以第(3)法較能表示穀粒於穗部內的分布情形。Kondo and Futsuhara<sup>(21)</sup>以著粒密度由鬆(lax)至密(dense)的18個品種(系)為材料，調查17個穗部性狀，並運用主成份分析，發現共可分為7類。Sasahara *et al.*<sup>(27)</sup>調查32個品種的穗部性狀，發現其可分為五類，以二次枝梗位於穗基部、穗中部與穗頂為第I、III、V類，而第II與IV類的形態則位於第I與III類及第III與V類之間。吳等<sup>(3)</sup>調查34個梗稻品種(系)的10個穗部性狀，並利用主成份分析將其分為極低、低、中與高穗著粒密度等四種類型，並發現穗著粒密度與產量等性狀有關，並在期作間有不同的表現<sup>(4)</sup>。

基於此，本研究採用各地區不同類型的水稻栽培品種100個，調查各品種的穀粒特性、農藝性狀、產量構成要素(yield components)、穗部性狀、稻米品質與食味品評(palatability)等各項性狀，並繪圖比較秈、梗稻間及食味優良品種與一般品種間的各项特性，藉以了解穗部性狀與稻米品質的變異。

## 材料與方法

試驗材料選擇不同地區的秈、梗稻栽培品種共100個，品種的名稱、來源與類型詳如表一所示。所有材料均於2000年二期作種植於彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田，每品種種植80株，行株距為25×25 cm，不設重複，栽培管理採彰化地區慣行栽培法，但不施用第二次追肥與穗肥，以避免品種間因生育期的不同導致氮素吸收並轉移至穀粒的量不一的試驗誤差。生育適當時期調查10株的株高與穗數，並於成熟適期收穫，收穫時每品種取樣3株作為產量構成要素與穗部性狀的調查，其餘收穫並以日曬法調製至水分含量13%左右，供稻米品質與食味官能品評分析用，取20粒稻穀調查粒長、粒寬、粒厚，並計算長寬比，另以10粒穀粒則進行苯醇反應(phenol reaction)以判定秈、梗稻。

調查的農藝性狀與穗部性狀有株高、穗數、穗長、穗重、稔實率、千粒重、一穗穎花數、穗軸長、一次枝梗數、一次枝梗總長、一次枝梗粒數、二次枝梗數、二次枝梗粒數與三種著粒密度。其中一次枝梗粒數係指每一稻穗上一次枝梗著生的平均穀粒數，二次枝梗粒數係指每一稻穗上全二次枝梗著生的平均穀粒數。而三種著粒密度分別為著粒密度A為一穗穎花數除以穗軸長與一次枝梗總長的總和，即每公分枝梗著生穀粒的數目；著粒密度B為一穗穎花數除以穗長再乘以10表示，即每10公分穗長著生穀粒的數目；著粒密度C為二次枝梗數除以一次枝梗數。

調查的稻米品質性狀有糙米率、白米率、完整米率、米粒透明度、心白、腹白、背白、直鏈澱粉含量及蛋白質含量，並依據許和宋<sup>(10)</sup>之方法進行食味官能品評。

表一、試驗品種來源與苯醇反應

Table 1. Origin and phenol reaction of rice varieties used

No.	Variety	Origin	Type	Phenol reaction <sup>1</sup>	Seed source
1	Hoshiyutaka	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
2	Mineasahi	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
3	Hitomebore	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
4	Toyonishiki	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
5	Akenohoshi	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
6	Asukaminori	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
7	Chugaruotome	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
8	Koshihikari	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
9	Hokuriku 100	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
10	Akitakomachi	Japan	Japonica	—	Taichung DAIS
11	Sasanishiki	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
12	Tsukinohikari	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
13	Chiyohonami	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
14	Nipponbare	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
15	Nanishiki	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
16	Oochikala	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
17	Reiho	Japan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
18	Taichung 65	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS
19	Yushino 1	Taiwan	Japonica	—	Hualian DAIS
20	Taichung 178	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS
21	Tainan 5	Taiwan	Japonica	—	Tainan DAIS
22	Kaohsiung 139	Taiwan	Japonica	—	Kaohsiung DAIS
23	Kaohsiung 140	Taiwan	Japonica	—	Kaohsiung DAIS
24	Kaohsiung 1	Taiwan	Japonica	—	Kaohsiung DAIS
25	Tainan 9	Taiwan	Japonica	—	Tainan DAIS
26	Tainung 61	Taiwan	Japonica	—	TARI
27	Tainung 67	Taiwan	Japonica	—	TARI
28	Tai-keng 6	Taiwan	Japonica	—	Hualian DAIS
29	Tai-keng 9	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS
30	Tai-keng 16	Taiwan	Japonica	—	Hualian DAIS
31	Tai-keng 17	Taiwan	Japonica	—	Tainan DAIS
32	Tai-keng 2	Taiwan	Japonica	—	Tainan DAIS
33	Tai-keng 4	Taiwan	Japonica	—	Hualian DAIS
34	Taichung 189	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS
35	Tai-keng 15	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS
36	Taitung 29	Taiwan	Japonica	—	Taitung DAIS
37	Taichung 186	Taiwan	Japonica	—	Taichung DAIS

表 1. (續)

Table 1. (Cont.)

No.	Variety	Origin	Type	Phenol reaction <sup>1</sup>	Seed Source
38	Tainung Sen 14	Taiwan	Indica	+	Chiayi Station, TARI
39	Taichung Sen 17	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
40	Taichung Sen 2	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
41	Taichung Sen 3	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
42	Tainung Sen 20	Taiwan	Indica	+	Chiayi Station, TARI
43	Tainung Senyu 2414	Taiwan	Japonica	—	TARI
44	Taichung Nation 1	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
45	Taichung Sen 10	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
46	Kaohsiung Sen 7	Taiwan	Indica	+	Kaohsiung DAIS
47	Chianung Sen 11	Taiwan	Indica	+	Chiayi Station, TARI
48	Taichung Sen 5	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
49	Tainung Sen 12	Taiwan	Indica	+	Chiayi Station, TARI
50	Tainan Sen 15	Taiwan	Indica	+	Tainan DAIS
51	Taichung Sen 16	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
52	Tainung Sen 18	Taiwan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
53	Tainung Sen 19	Taiwan	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
54	Tai-Sen 1	Taiwan	Indica	+	Taichung DAIS
55	Tai-Sen 2	Taiwan	Indica	+	Kaohsiung DAIS
56	IR 36	Philippines	Indica	+	Chiayi Station, TARI
57	IR 64	Philippines	Indica	+	Chiayi Station, TARI
58	IR 72	Philippines	Indica	+	Chiayi Station, TARI
59	IR 28	Philippines	Indica	+	Chiayi Station, TARI
60	IR 30	Philippines	Indica	+	Chiayi Station, TARI
61	PsBRc 4	Philippines	Indica	+	Taichung DAIS
62	PsBRc 10	Philippines	Indica	+	Taichung DAIS
63	PsBRc 20	Philippines	Indica	+	Taichung DAIS
64	IR65598-112-2	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
65	IR66159-63-3-1	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
66	IR66159-189-5-5-3	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
67	B6467	Philippines	Indica	+	Taichung DAIS
68	BSI336	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
69	BSI328	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
70	H3340	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
71	IR65600-27-1-2-2	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
72	IR68003-45-2-2	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
73	IR70756	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS
74	IF176	Philippines	Japonica	—	Taichung DAIS

表 1. (續)

Table 1. (Cont.)

No.	Variety	Origin	Type	Phenol reaction <sup>1</sup>	Seed Source
75	M202	USA	Japonica	—	TARI
76	S301	USA	Japonica	—	TARI
77	Calmati 201	USA	Japonica	—	TARI
78	M9	USA	Japonica	—	TARI
79	M101	USA	Japonica	—	TARI
80	M103	USA	Japonica	—	TARI
81	M203	USA	Japonica	—	TARI
82	L205	USA	Japonica	—	TARI
83	Nortai	USA	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
84	Taro	USA	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
85	Bordagal	USA	Indica	+	Taichung DAIS
86	Pasi	USA	Indica	+	Taichung DAIS
87	Jely	USA	Japonica	—	Taichung DAIS
88	Lemant	USA	Japonica	—	TARI
89	Nato	USA	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
90	Della	USA	Japonica	—	Chiayi Station, TARI
91	Milfore	Philippines	Japonica	—	Hualian DAIS
92	IR5105	Philippines	Indica	+	Hualian DAIS
93	Pakistan Basmati	Philippines	Indica	+	Hualian DAIS
94	Basmati T3	India	Japonica	—	Hualian DAIS
95	Basmati 370	India	Japonica	—	Hualian DAIS
96	Miyakaori	China	Indica	+	Hualian DAIS
97	Syakusengiri	China	Indica	+	Hualian DAIS
98	Pokhareli	Nepal	Japonica	—	Taichung DAIS
99	D23	Myanmar	Indica	+	Taichung DAIS
100	Java14	Indonesia	Japonica	—	Taichung DAIS

<sup>1</sup>. Phenol reaction : + means positive, — means negative.

## 結果與討論

### 一、試驗品種穀粒的特性

試驗品種中日本品種有17個、臺灣梗稻有23個、秈稻有15個、菲律賓稻有22個，美國稻有16個，其他(如印度、緬甸、尼泊爾等)國家的水稻品種有7個，共計有100個品種(表一)。藉由苯醇反應，穀殼被苯醇染為褐黑色者為秈稻，計有31個品種，穀殼不被染色者為梗稻有69個品種。苯醇反應雖為一對基因的遺傳行為，然其與酸性磷酸酶Acp<sub>1</sub>及秈、梗稻分化的相似性很高<sup>(11)</sup>，因此可作為秈、梗稻判別的參考。

各品種穀粒特性變異如表二，粒長的平均值為8.41 mm，變異由6.89 mm至10.31 mm，以臺中178號的6.89 mm最短，亦是參試粳稻品種粒長最短者，秈稻品種則以臺中秈2號的7.56 mm最短；而Pakistan Basmati的粒長10.31 mm為所有品種最長者，而粳稻粒長最長者為IR68003-45-2-2與Pokhareli的10.01 mm。粒寬的平均值為3.07 mm，變異由2.19 mm至3.95 mm，以Pakistan Basmati的2.19 mm最窄，亦是參試秈稻品種粒寬最窄者，粳稻品種則以Basmati T3的2.21 mm最窄；而吉野1號(Yushino 1)的粒寬3.95 mm為所有參試品種最寬者，亦是參試粳稻品種粒寬最寬者，而秈稻品種則以臺中秈2號的3.57 mm最寬。粒厚的平均值為2.13 mm，變異由1.82 mm至2.64 mm，以Della與Pakistan Basmati的1.82 mm最薄，此兩品種亦分別是粳、秈稻粒厚最薄者；而大力(Oochikala)粒厚2.64 mm為所有參試品種最厚者，該品種亦是參試粳稻品種粒厚最厚者，秈稻品種則以宮香(Miyakaori)的2.28 mm最厚。穀粒長寬比的平均值為2.84，變異由1.93至4.73，以臺農61號的1.93比值最小，亦是粳稻品種穀粒長寬比最小者，秈稻品種則以臺中秈2號的穀粒長寬比2.12最小；Pakistan Basmati的穀粒長寬比4.73，為所有品種與秈稻品種最大者，粳稻品種則以Basmati T3的穀粒長寬比4.46最寬。

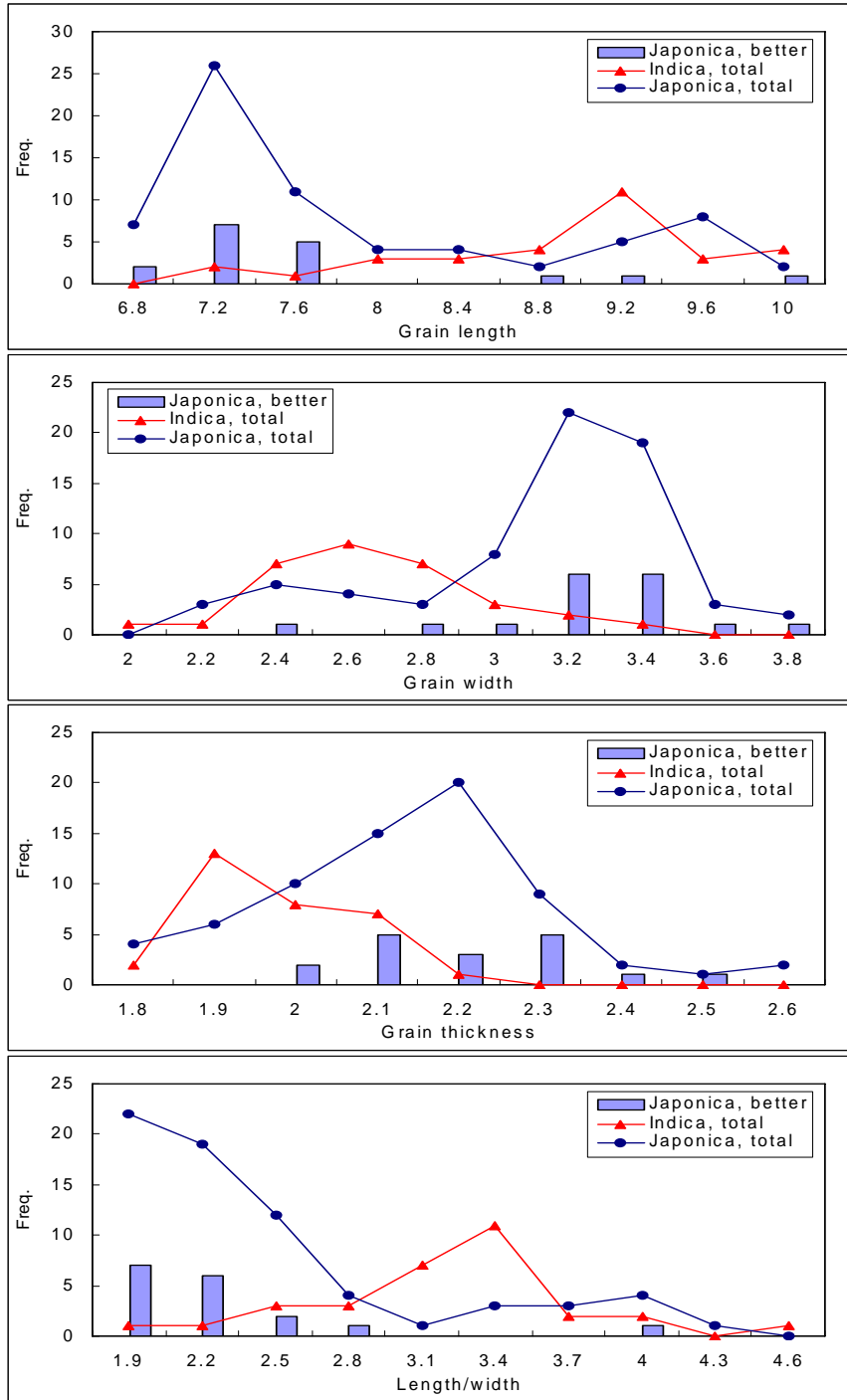
表二、參試品種穀粒特性的變異

Table 2. Variation of grain characters of rice varieties used

Character	Maximum		Minimum		Mean	S.D.	CV
	Variety	Value	Variety	Value			
Grain length (mm)	Pakistan Basmati	10.31	Taichung 178	6.89	8.41	1.04	12.36
Grain width (mm)	Yushino 1	3.95	Pakistan Basmati	2.19	3.07	7.41	13.34
Grain thickness (mm)	Oochikala	2.64	Della & Pakistan Basmati	1.82	2.13	7.17	7.88
Length/width	Pakistan Basmati	4.73	Tainung 61	1.93	2.84	0.71	25.07

比較秈、粳稻在穀粒特性上的差異(圖一)，秈稻的變異範圍除在粒長與穀粒長寬比與粳稻的變異範圍相當外，餘在粒寬、粒厚與容重量等方面的變異範圍均較粳稻為窄。頻度分布圖顯示：秈、粳稻在穀粒性狀上的分布略有不同，粳稻在粒寬與粒厚的分布集中區較秈稻為右，意喻粳稻穀粒較秈稻穀粒寬且厚；秈稻則在粒長與穀粒長寬比的分布集中區較粳稻為右，顯示秈稻穀粒較粳稻細長。通常粳稻的粒型為短粒粗圓形，秈稻的粒型則由中間型至細長的長粒型不一而足<sup>(2)</sup>，本研究亦顯示相似趨勢，但粳稻在粒長、粒寬與穀粒長寬比均有另一與秈稻性狀分布集中區相似的副集中區，說明粳稻內有若干品種與秈稻的表現相似，究其原因可能與本研究僅以穀粒苯醇反應判別品種的秈、粳有關；秈、粳稻的分化雖為同一祖先經長期演化的結果<sup>(25)</sup>且現行育種方式亦創造不少「中間型」的型態，但亦不足以彌補其先天上之差異，若僅以苯醇反應決定秈、粳稻的屬性似略有偏失，致使傳統上若干品種原歸之於秈稻者，如：臺農秈18、臺農秈19、Basmati T3、Basmati 370等，均被歸之於粳稻，因而擴大粳稻的變異範圍，縮小秈稻的變異範圍。若將秈、粳稻中食味與對照品種臺粳9號相同或較其優者另繪柱狀分布圖，則粳稻計有明星(Akenohoshi)等17個品種，秈稻則無任何品種的食味與對照品種臺粳9號相同或較其優者，觀察粳稻17個食味優良品種的穀粒特性分布與粳稻的穀粒特

性分布相似，僅在穀粒長寬比的特性上，17個食味優良品種的分布似有偏左分布(即偏向較短粒粗圓形)的現象，而所有參試粳稻品種的分布亦有如此現象，與傳統籼、粳稻的區別<sup>(6)</sup>相近。



圖一、籼、粳稻穀粒性狀頻度分布。

Fig. 1. Frequency distributions of grain characteristics of Indica and Japonica rice varieties.

## 二、試驗品種的農藝特性與產量構成要素

參試品種的農藝特性、產量構成要素變異如表三，株高平均為96.15 cm，變異由62.2 cm至151.4 cm，以北陸100號(Hokuriku 100)的62.2 cm為所有參試品種及粳稻品種最矮者，秈稻品種最矮者為宮香的81.2 cm；而Basmati T3的151.4 cm為所有品種及粳稻品種最高者，秈稻品種則以Pakistan Basmati的132.7 cm為最高。穗數的平均為15.47支，變異由6.6支至25.2支，以IR70756的6.6支為所有品種及粳稻品種最少者，秈稻品種則以宮香的9.8支最少；而Pakistan Basmati的25.2支為所有品種及秈稻品種最多者，粳稻品種則以南錦(Nanishiki)的24.7支最多。穗長的平均為20.08 cm，變異由14.05 cm至25.70 cm，以北陸100的14.05 cm為所有品種及參試粳稻品種最矮者，秈稻品種則以宮香的16.07 cm最短；而臺中秈10號的25.70 cm為所有品種及秈稻品種最長者，粳稻品種則以BSI328的25.43 cm最長。穗重的平均為2.11 g，變異由0.97 g至4.08 g，以南錦的0.97 g為所有品種及粳稻品種最輕者，秈稻品種則以Pakistan Basmati的1.18 g最輕；而BSI328的4.08 g為所有品種及粳稻品種最重者，秈稻品種則以臺中秈10號的2.97 g最重。千粒重的平均為24.61 g，變異由19.58 g至39.12 g，以Basmati T3的19.58 g為所有品種及粳稻品種最輕者，秈稻品種則以Pakistan Basmati的19.84 g最輕；而日本品種大力的39.12 g為所有品種及粳稻品種最重者，秈稻品種則以臺中秈17號的30.80 g最重。稔實率的平均為82.23%，變異由62.28%至96.39%，以IR65598-112-2的62.28%為所有品種及粳稻品種稔實率最低者，秈稻品種則以IR72的62.36%最低；而日本晴(Nipponbare)的96.39%為所有品種及粳稻品種最高者，秈稻品種則以PsBRc10的94.80%最高。一穗穎花數的平均為每穗96.56粒，變異由每穗42.76粒至每穗235.57粒，以南錦的每穗42.76粒為所有品種及粳稻品種每穗穎花數最少者，秈稻則以宮香的68.37粒最少；而IR65598-112-2的每穗235.57粒為所有品種及粳稻品種每穗穎花數最多者，秈稻品種則以臺中秈10號的135.29粒最多。

表三、參試品種農藝特性與產量構成要素的變異

Table 3. Variation of agronomic characters and yield components of rice varieties used

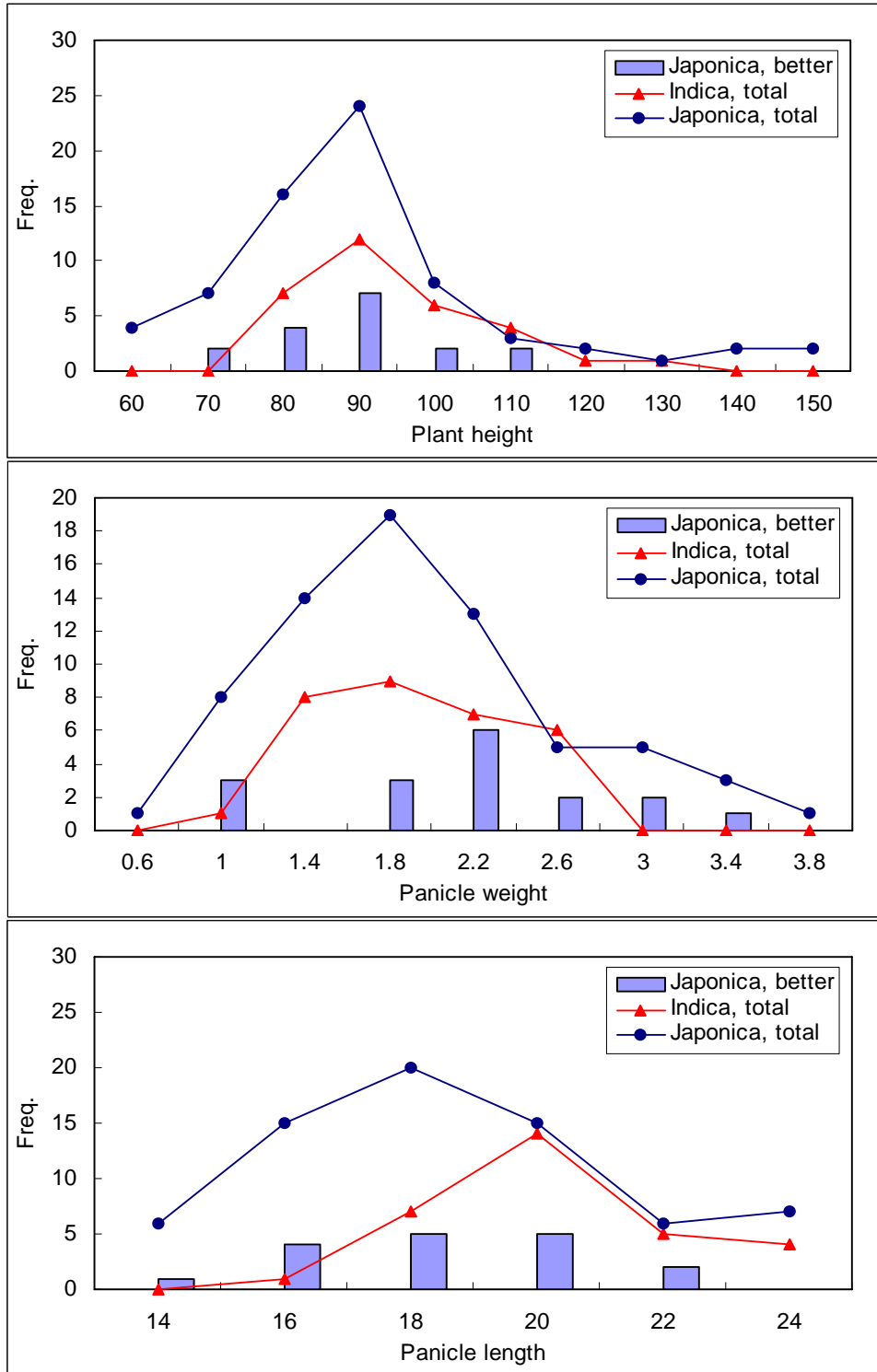
Character	Maximum		Minimum		Mean	S.D.	CV
	Variety	Value	Variety	Value			
Plant height (cm)	Basmati T3	151.40	Hokuriku 100	62.20	96.15	16.77	17.45
Panicle No.	Pakistan Basmati	25.20	IR 70756	6.60	15.42	3.79	24.60
Panicle length (cm)	Taichung sen 10	25.70	Hokuriku 100	14.05	20.08	2.68	13.34
Panicle weight (g)	BSI328	4.08	Nanishiki	0.97	2.11	0.62	29.48
1000 grain weight (%)	Oochikala	39.12	Basmati T3	19.58	24.61	3.18	12.90
Fertility rate (%)	Nipponbare	96.39	IR 65598-112-2	62.28	82.23	8.32	10.12
Spikelets no. per panicle (No.)	IR65598-112-2	235.57	Nanishiki	42.76	96.56	30.84	31.93

比較秈、粳稻在農藝性狀與產量構成要素的頻度分布(圖二、三)，秈、粳稻在株高、穗長、一穗穎花數有著極相近的分布曲線，在穗重、千粒重性狀上亦有相似分布曲線，稔實

率性狀稈稻分布曲線的高峰明顯位於秈稻分布曲線高峰的右方，顯示稈稻較秈稻有較佳的稔實率，但在穗數性狀上，秈稻的分布曲線高峰則明顯位於稈稻的右方，意即秈稻穗數有較稈稻為多的趨勢。通常秈稻一穗穎花數較稈稻為多，唯本研究的秈稻分布曲線全被稈稻的分布曲線所含蓋，而稈稻一穗穎花數高於每穗150粒者計有臺農秈19、IR65598-112-2、IR66159-189-5-5-3、BSI328及Nato5個品種，其中臺農秈19號為臺灣的秈稻品種，本研究依苯醇反應被歸之為稈稻，Nato為美國品種，至於IR65598-112-2、IR66159-189-5-5-3及BSI328均為國際稻米研究所(IRRI)育成之新株型(New plant type)品系。國際稻米研究所為因應未來世界的人口增長，近年來規畫理想株型(ideotype)或新株型(New plant type)的育種觀念，認為可大幅提昇產量的新株型為分蘖少(每叢4~6個分蘖)、大穗、強稈、高根活性，每穗粒數多(250粒)，千粒重高(30 g以上)，為達成此一目標，IRRI廣泛篩檢種源後，認為爪哇型稻的大穗、強稈、少分蘖等特性可以加以利用作為育種親本，目前已有多個品系育成，並進行各項產量試驗<sup>(26)</sup>。由於爪哇型稻的部份特質與稈稻相似，苯醇反應測定後，自然被歸之為稈稻，此等品系的一穗穎花數雖多，但在臺灣的光照不足情況下，稔實率僅約70%。比較食味優良的稈稻品種在農藝性狀與產量構成要素的頻度分布，發現其與所有參試稈稻品種的頻度分布相似。

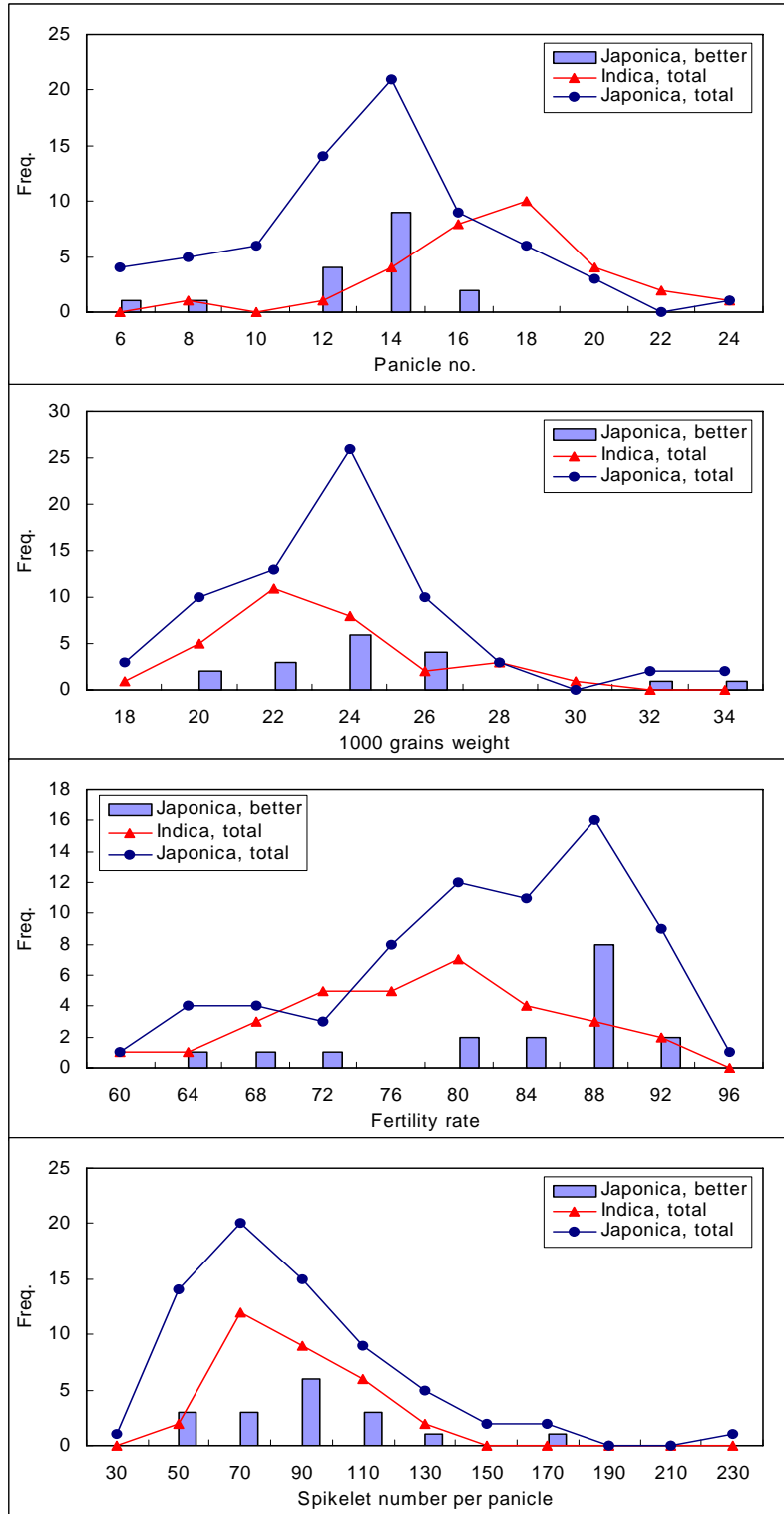
### 三、試驗品種的穗部性狀

參試品種於成熟時，逢機收穫3株，除作為產量構成要素的調查外，並進行穗部性狀的調查，其變異如表四。參試品種穗軸長的平均為13.49 cm，變異由9.90 cm至18.14 cm，以越光(koshihikari)的9.90 cm為所有品種及稈稻品種穗軸最長者，秈稻品種則以PsBRc10的10.69 cm最短；而Nato的18.14 cm為所有品種及稈稻品種穗軸最長者，秈稻品種則以臺秈2號的16.90 cm最長。一次枝梗數的平均為每穗9.05支，變異由每穗5.52支至每穗13.80支，以南錦每穗5.52支為所有品種及稈稻品種一次枝梗數最少者，秈稻品種則以IR28的7.25支最少；而BSI328每穗13.80支為所有品種及稈稻品種一次枝梗數最多者，秈稻品種則以臺秈1號的11.71支最多。一次枝梗總長的平均為72.01 cm，變異由每穗37.59 cm至每穗126.80 cm，以南錦每穗37.59 cm為所有品種及稈稻品種一次枝梗總長最長者，秈稻品種則以宮香的52.26 cm最短；而BSI328每穗126.80 cm為所有品種及稈稻品種一次枝梗總長最長者，秈稻品種則以臺秈2號的111.60 cm最長。一次枝梗粒數的平均為每枝梗4.28粒，變異由每枝梗1.53粒至每枝梗5.94粒，以高雄139號每枝梗1.53粒為所有品種及稈稻品種一次枝梗數最少者，秈稻品種則以臺中秈3號的每枝梗2.53粒最少；而臺農秈20號每枝梗5.94粒為所有品種及稈稻品種一次枝梗粒數最多者，秈稻品種則以臺農秈20號的每枝梗5.36粒最多。二次枝梗數的平均為每穗15.97支，變異由每穗5.87支至每穗49.69支，以一目惚(Hitomebore)及南錦的每穗5.87支為所有品種及稈稻品種二次枝梗數最少者，秈稻品種則以宮香的每穗9.04支最少；而IR65598-112-2的每穗49.69支為所有品種及稈稻品種二次枝梗數最多者，秈稻品種則以臺中秈10號的每穗23.99支最多。二次枝梗粒數的平均為每穗39.46粒，變異由每穗12.80粒至每穗114.80粒，差異極大，以北陸100號的每穗12.80粒為所有品種及稈稻品種二次枝梗粒數最少者，秈稻品種則以臺中在來1號的每穗15.00粒最少；而IR65598-112-2的114.80粒為所有品種及稈稻品種二次枝梗粒數最多者，秈稻品種



圖二、秈、粳稻農藝性狀頻度分布。

Fig. 2. Frequency distributions of agronomic characteristics of Indica and Japonica rice varieties.



圖三、籼、粳稻產量構要素頻度分布。

Fig. 3. Frequency distributions of yield components of Indica and Japonica rice varieties.

則以臺中秈10號的每穗71.81粒最多。著粒密度有三種表示方式，以每穗粒數除以穗軸長與一次枝梗總長的著粒密度A，此即表示1公分枝梗上的穀粒數，其平均為1.13，變異由0.72至2.10，以D23的0.72為所有品種及秈稻品種最低者，粳稻品種則以IR70756的0.77最低；而IR65598-112-2的2.10為所有品種及粳稻品種著粒密度最密者，秈稻品種則以嘉農秈11號的1.18最高。以每穗粒數除以穗長再乘以10的著粒密度B，此即表示10 cm穗內的穀粒數，其平均為47.59，變異由25.49至101.41，以南錦的25.49為所有品種及粳稻品種著粒密度最疏者，秈稻品種則以Pakistan Basmati的31.95最少；而IR65598-112-2的101.41為所有品種及粳稻品種著粒密度最密者，秈稻品種則以嘉農秈11號的59.31最多。第三種著粒密度表示法即二次枝梗數除以一次枝梗數(著粒密度C)，其平均為1.73，變異由0.80至4.95，以一目惚(Hitomebore)的0.80為所有品種及粳稻品種著粒密度最疏者，秈稻品種則以臺中在來1號最疏；而IR65598-112-2的4.95為所有品種及粳稻品種著粒密度最密者，粳稻品種則以B6467的2.53最密。

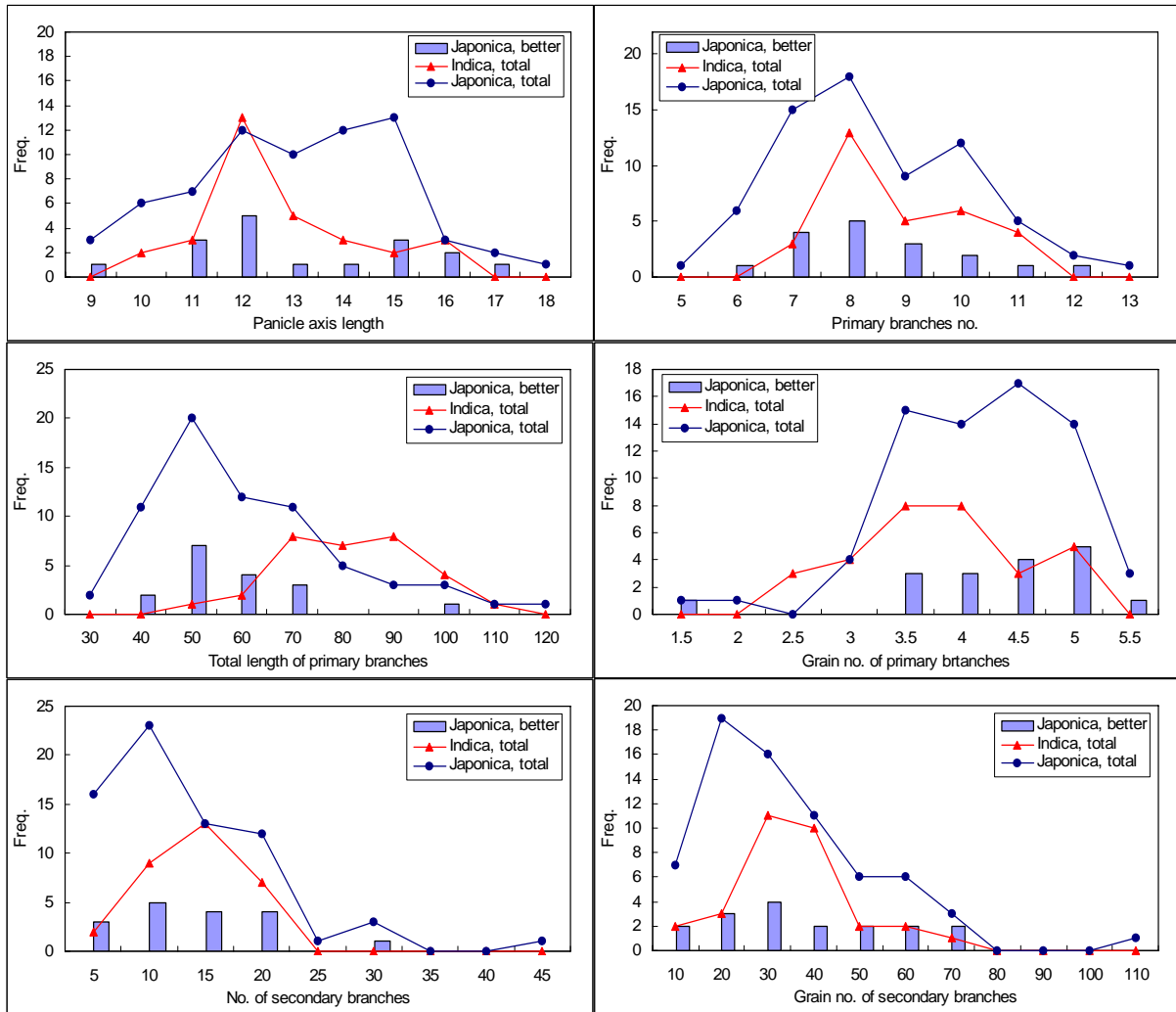
表四、參試品種穗部性狀的變異

Table 4. Variation of panicle characters of rice varieties used

Character	Maximum		Minimum		Mean	S.D.	CV
	Variety	Value	Variety	Value			
Panicle axis length (cm)	Nato	18.14	Koshihikari	9.90	13.49	1.88	13.94
Primary branches No. (No.)	BSI328	13.80	Nanishiki	5.52	9.05	1.55	17.18
Total length of primary branches (cm)	BSI328	126.80	Nanishiki	37.59	72.01	20.69	28.73
Grain no. of primary branches (No.)	Tai-keng 2	5.94	Kaohsiung 139	1.53	4.28	0.80	18.72
Secondary branches no. (No.)	IR65598-112-2	49.69	Hitomebore	5.87	15.97	6.72	42.06
Grain on secondary branches	IR65598-112-2	114.80	Hokuriku 100	12.80	39.46	16.81	42.60
Panicle density A (No./cm)	IR65598-112-2	2.10	D23	0.72	1.13	0.23	19.93
Panicle density B (No./cm)	IR65598-112-2	101.41	Nanishiki	25.49	47.59	11.35	23.84
Panicle density C (%)	IR65598-112-2	4.95	Hitomebore	0.80	1.73	0.57	32.78

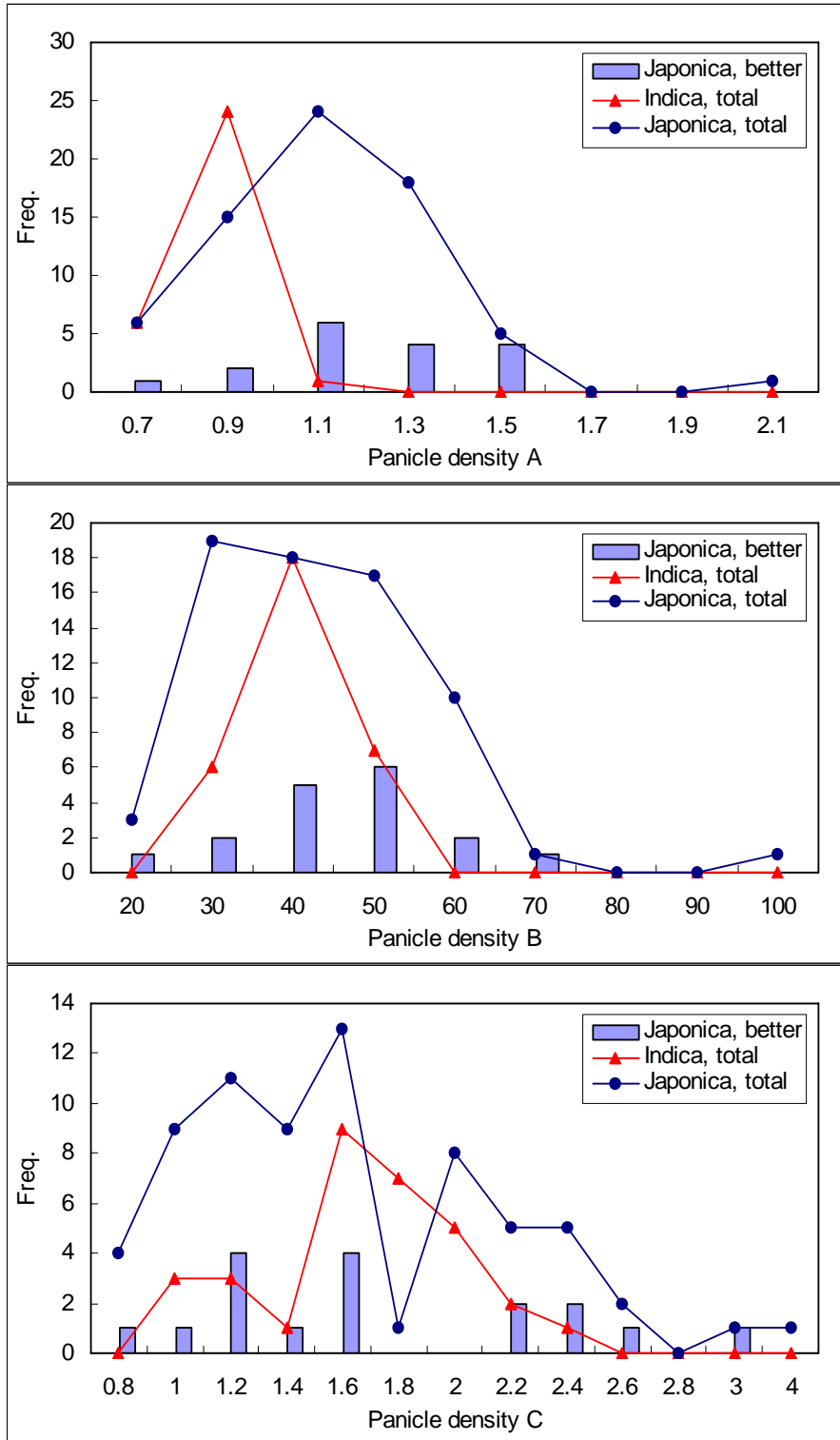
比較秈、粳稻在穗部性狀與著粒密度的頻度分布(圖四、五)，秈、粳稻在一次枝梗數、二次枝梗粒數與著粒密度B等性狀有著極相近的分布曲線，一次枝梗粒數與二次枝梗數又有相似的趨勢。秈稻品種在穗軸長性狀頻度分布的高峰集中於11~13 cm間，粳稻品種頻度分布的高峰則於11~16 cm間，較秈稻品種為寬。在一次枝梗總長的表現，秈稻品種似有較粳稻品種為長的現象，由於秈稻品種在一次枝梗數的頻度分布與粳稻品種相近，穗長性狀僅有些微高於粳稻品種，推論秈稻品種在一次枝梗長度可能有較粳稻品種為長的現象。表示每公分枝梗的穀粒數之著粒密度A的性狀頻度分布上，粳稻品種分布的集中區較秈稻品種為右，顯示粳稻品種在每公分枝梗上的穀粒數似較秈稻為多。而一、二枝梗比值的著粒密度C的頻度分布則較無規則可言，該性狀似較無法代表穗部著粒情形，此結果與前人研究<sup>(16,17)</sup>相近。分析食味優良的17個粳稻品種於各性狀的頻度分布，在一次枝梗總長性狀上，除IR66159-189-5-5-3

為一次枝梗總長較長者外，餘均介於40 cm至80 cm間；而在一次枝梗粒數的性狀表現上，除高雄139號的一次枝梗粒數較少外，其餘均介於每枝梗3.5~5.5粒間。



圖四、秈、粳稻穗部性狀頻度分布。

Fig. 4. Frequency distributions of panicle components of Indica and Japonica rice varieties.



圖五、秈、粳稻著粒密度頻度分布

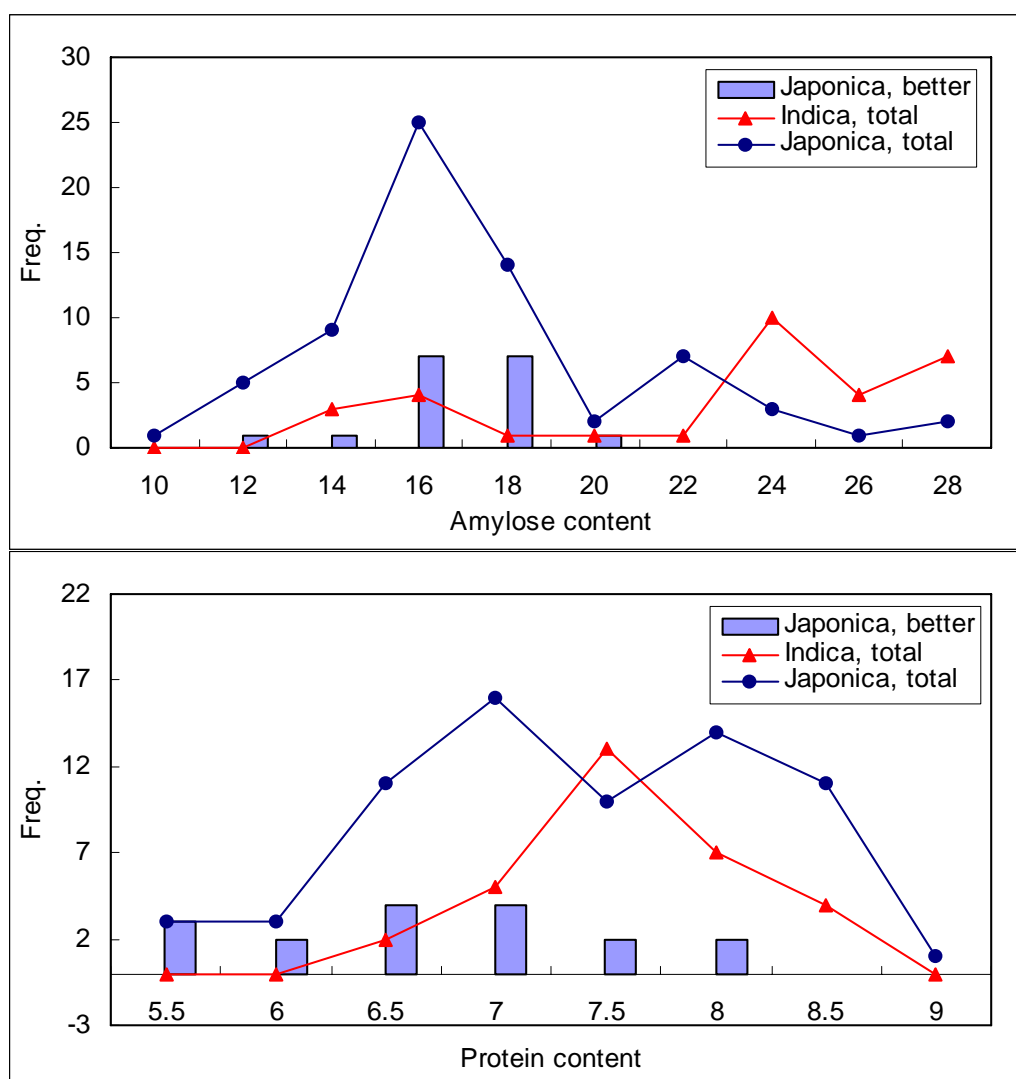
Fig. 5. Frequency distributions of panicle components of Indica and Japonica rice varieties.

#### 四、試驗品種的米質特性與食味品評

參試品種收穫後，經乾燥、調製、碾米後，進行各項米質特性與食味品評的調查。透明度、心白與腹白等白米外觀性狀僅調查75個品種，其中透明度的平均為3.64，變異由3至5，以吉野1號、臺中秈2號及Jely三者的透明度為5最高；心白的變異由0至3，以Milfore的心白等級3為最高；腹白的平均為0.60，變異則由0至5，以吉野1號的腹白等級5最高。直鏈澱粉含量、蛋白質含量與食味品評調查100個品種，直鏈澱粉含量的平均為19.70%，變異由10.9%至29.9%，以Pokhareli的10.9%為所有品種及稈稻品種直鏈澱粉含量最低者，秈稻品種則以宮香的14.1%為最低；而臺中秈5號的29.9%為所有品種及秈稻品種直鏈澱粉含量最高者，稈稻品種則以臺農秈19號的29.2為最高。蛋白質含量的平均為7.67%，變異則由5.69%至9.03%，以臺梗6號的5.69%為所有品種及稈稻品種蛋白質含量最低者，秈稻品種則以嘉農秈11號的6.66%最低；而S301的9.03%為所有品種及稈稻品種蛋白質含量最高者，秈稻品種則以Bordagal的8.77%最高。食味品評係以2000年第二期作埤頭地區生產的臺梗9號作為對照，分外觀、香味、口味、黏性、硬性與總評等六項進行評比、米飯外觀的平均為-0.517，變異由較臺梗9號米飯外觀差的-1.778至較臺梗9號米飯外觀優良的2.444，以臺農秈12號、臺南秈15號及臺農秈19號的米飯外觀-1.778為所有品種與秈稻(臺農秈12號、臺南秈15號)及稈稻(臺農秈19號)品種的米飯外觀最差者；而B6467的米飯外觀2.444為所有品種及秈稻品種米飯外觀最佳者，稈稻品種則以靈峰(Reiho)的0.857為最佳。米飯香味的平均為0.023，變異由-0.625至1.000，以M9的-0.625為所有品種及稈稻品種米飯香味最劣者，秈稻品種則以IR28 的-0.333為最劣；而臺梗6號與IR5105 的1.000為所有品種及稈、秈稻米飯香味最香者。米飯口味的平均為-0.891，變異由-2.500至0.750，以Milfore的-2.500為所有品種及稈稻品種口味最差者，秈稻品種則以B6467的-2.333最差；而臺梗16號的0.750為所有品種及稈稻品種米飯口味最佳者，秈稻品種則以宮香的-0.429最佳。米飯黏性的平均為-1.003，變異由-2.500至0.429，以Milfore的-2.500為所有品種及稈稻品種米飯黏性最差者，秈稻品種則以B6467 的-2.444的米飯最鬆；而臺梗6號的0.429為所有品種及稈稻品種米飯黏性最黏者，秈稻品種則以臺中秈10號的-0.333最黏。米飯硬性的平均為0.512，變異由-1.667至2.000，以D23的-1.667為所有品種及秈稻品種最軟者，稈稻品種則以臺梗6號的-1.000最軟；而Milfore的2.000為所有品種及稈稻品種米飯最硬者，秈稻品種則以PsBRc20 的1.556最硬。米飯食味總評的平均為-0.953，變異則由-2.500至0.714，以Milfore的-2.500為所有品種及稈稻品種米飯食味品評最差者，秈稻品種則以臺南秈15號及B6467 的-2.444最差；而臺梗6號的0.714為所有品種及稈稻品種米飯食味總評最佳者，秈稻品種則以臺中秈10號的-0.222為最佳。

比較秈、稈稻直鏈澱粉含量與蛋白質含量的頻度分布(圖六)，秈稻品種直鏈澱粉含量分布曲線的集中區介於22%~26%間，稈稻品種則集中於14%~20%，秈稻似比稈稻有較高的直鏈澱粉含量，此與學者對秈、稈稻直鏈澱粉含量特性看法相似<sup>(6,18)</sup>；但秈、稈稻各另有一副分布集中區，秈稻於12%~18%間，稈稻於20%~26%間，顯示參試的栽培品種為符合消費需求，育種家培育出低直鏈澱粉含量的秈稻品種與中直鏈澱粉含量的稈稻品種<sup>(5)</sup>。蛋白質含量性狀

上，秈稻品種於6.5%~8.5%形成集中區，粳稻品種則集中於6%~9%間，並分別於7%與8%形成二個集中區。檢視食味優良的17個粳稻品種的頻度分布，直鏈澱粉含量集中於12%~20%，屬國人喜愛的低直鏈澱粉含量<sup>(2)</sup>。蛋白質含量的頻度分布則集中於5.5%~8%間，蛋白質含量8.5%以上的品種食味均為不佳的品種，與Tamaki等的結果雷同<sup>(29)</sup>。因此，選拔食味優良的品種(系)或可利用低直鏈澱粉含量與低蛋白質含量作為指標，進行選拔。

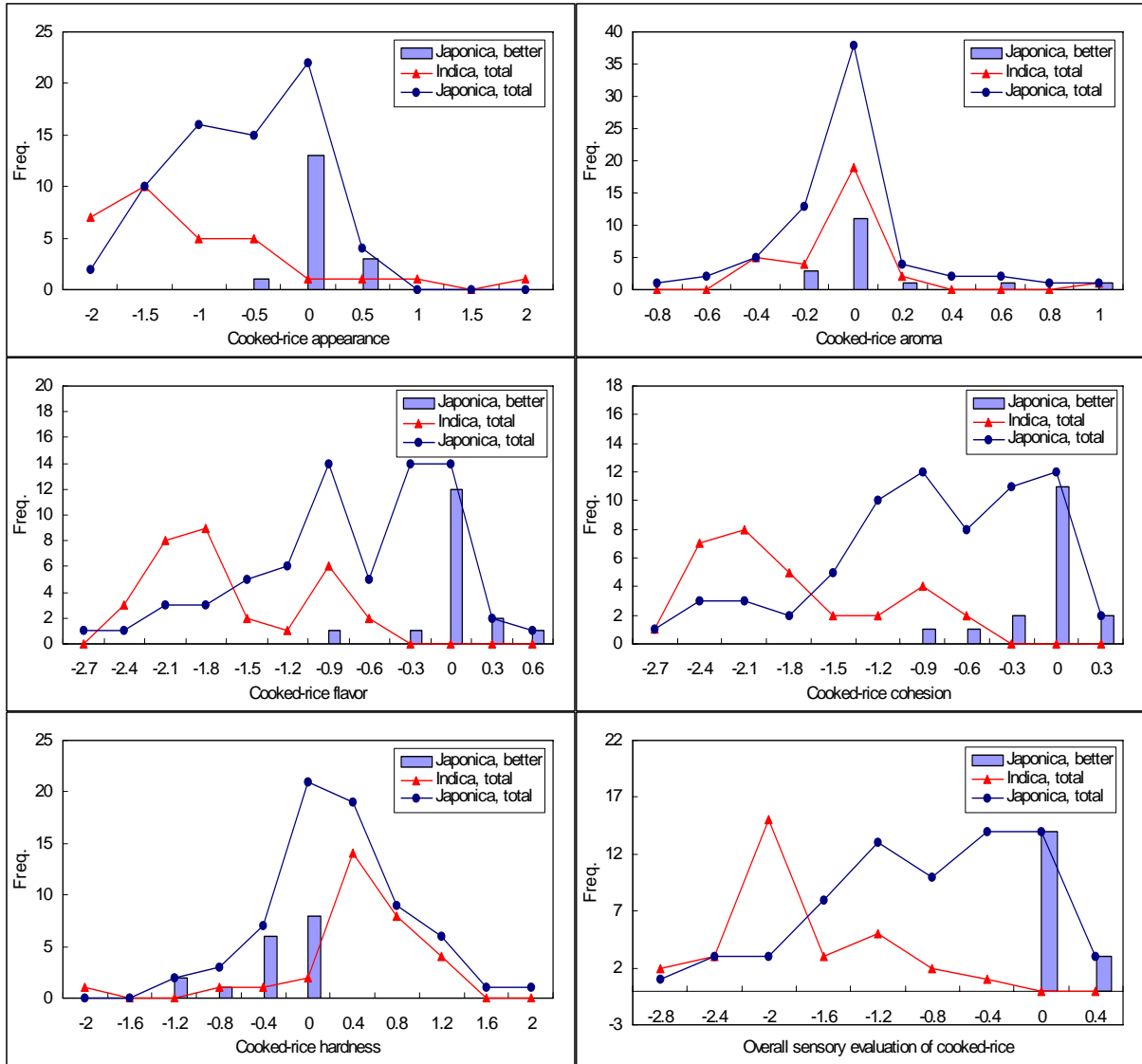


圖六、秈、粳稻直鏈澱粉含量與蛋白質頻度分布。

Fig. 6. Frequency distributions of amylose and protein content of Indica and Japonica rice varieties.

比較秈、粳稻在食味品評的頻度分布差異(圖七)，秈、粳稻在在米飯香味與米飯硬度的有相似頻度分布；但在米飯外觀、米飯口味、米飯黏性與米飯總評等性狀上，秈稻品種的分布集中區較粳稻品種者為低，顯示秈稻品種有較差的米飯外觀、較劣的米飯口味、最鬆的米飯黏性，因而食味總評亦較粳稻為劣。秈稻品種在米飯口味、黏性與食味總評的分布曲線於

右方均有一副集中區，詳加核對，該等品種大多為低直鏈澱粉含量的品種，意喻低直鏈澱粉含量的秈稻品種有較佳的口感、黏性與食味。



圖七、秈、粳稻食味品評頻度分布。

Fig. 7. Frequency distributions of palatability of Indica and Japonica rice varieties.

### 五、綜合分析

栽培稻 *O. sativa* 可分為印度型稻 (Indica) 或稱秈稻 (Hsien)、日本型稻 (Japonica) 或稱粳稻 (Keng)、爪哇型稻 (Javanica) 或稱熱帶型粳稻 (tropical Japonica) 等三個亞種，彼此間的形態、生長特性、生理反應各有不同。秈、粳稻在葉、分蘖、芒、耐旱、耐寒、耐病等形態與生理反應有明顯的差異<sup>(6,25)</sup>。本研究所用的100個日本、臺灣、菲律賓與美國等地的栽培稻品種中，秈稻有31個，粳稻有69個，依據試驗結果顯示：粳稻穀粒較秈稻短粒、厚圓；產量構成要素

上，稈稻具有較佳的稔實率；但在穗部性狀上，秈稻則具有較長的一次枝梗總長與較多的一穗穎花數；在米質性狀上，稈稻的直鏈澱粉含量較低，米飯食味較佳，此結果大致與前人的研究<sup>(6)</sup>相同。秈、稈稻的分化本為同源祖先長期演化的結果<sup>(25)</sup>，為因應各地區的環境變遷，秈、稈稻各自演化成適應熱帶的秈稻與適應溫帶的稈稻，而在秈、稈稻內更有為適應小地區而演化成不同生態種(型)，使得秈、稈稻間更多樣化；而現代的育種工作中常有引進秈、稈稻的不同基因，創造「極端化」與「中間化」的性狀，使得秈、稈稻的分界造成模糊。本研究雖以研究人員常用的苯醇反應作為秈、稈分類的依據<sup>(11)</sup>，但以一個性狀或一個基因作為秈、稈稻屬性的分野不免失之偏頗，因此，若干傳統歸之於秈稻的臺農秈18號<sup>(5)</sup>、臺農秈19號<sup>(5)</sup>、Basmati T3、Basmati 370等，均被歸之為稈稻，使得秈、稈的屬性確認與前人研究<sup>(6)</sup>略有不同。本研究所用的若干菲律賓品種(系)係國際稻米研究所為因應未來糧食危機所研發的所謂超級稻(super rice)，而國際稻米研究所為使其具有大穗、分蘗數少、千粒重高<sup>(26)</sup>的情況下，乃大量採用爪哇型稻(熱帶型稈稻)的種原，此種與目前稻株型態有極大不同的育種概念，其農藝與穗部性狀與一般者不同，出現所謂「異常值」也是理所當然。

秈、稈稻對溫度與環境的適應差異，除影響秈、稈稻的栽培區域外，進而也影響當地居民對食米口感的需求。美國稻米在市場上雖無秈、稈之分，只有長、中、短粒形之別，但傳統上長粒以中直鏈性澱粉含量、中至中高膠化溫度、軟膠體性質較受喜愛；中粒或短粒則以低直鏈澱粉、低膠化溫度、軟膠體性質較受市場歡迎<sup>(19)</sup>。日、韓位於溫帶地區，適合稈稻生長，民眾喜愛軟黏、富彈性的稈米。臺灣位處亞熱帶，一年可生產兩期稻作，而且同時可以栽種、生產稈稻、秈稻、稈糯及秈糯等多種用途的稻穀，為世界上罕見的產米國家<sup>(2)</sup>。但由於日據時代受日本影響，臺灣民眾仍較喜食軟黏的稈米飯，稈稻栽培面積佔水稻栽培面積85%以上，臺灣也可說是北半球稈稻經濟栽培的最南限。本研究採用臺稈9號作為食味品評的對照，而參試的秈稻品種中並無較臺稈9號食味較佳或相同的品種，推測可能與秈稻品種的種源有關，蓋食味總評較差的秈稻品種多為高直鏈澱粉品種，其親源多與IR8有關，亦即與低腳烏尖有關<sup>(5)</sup>，此種半矮性秈稻品種在產量上的優勢乃以穗數取勝，但由於親源中以食味較差的高直鏈澱粉含量為主，後裔選拔較難獲得食味佳的品系。若干食味較佳的秈稻品種均為低直鏈澱粉含量的品種，親源多與穗長較長的臺中秈試204號有關，可見品種是影響稻米品質的首要因素。

## 參考文獻

1. 朱鈞、盧虎生 1984 一、二期作水稻穀粒充實特性與產量構成要素之關係 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究 pp.165-179 臺灣省農業試驗所 臺灣臺中。
2. 宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 臺灣稻米品質之研究 臺灣省臺中區農業改良場特刊第24號 臺灣彰化。
3. 吳永培、陳一心、陳隆澤 1993 水稻穗著粒密度之研究I.穗著粒密度類型、預測模式之建立及其相關性狀之探討 中華農業研究 42:112-120。

4. 吳永培、羅正宗、陳一心 1994 水稻穗著粒密度之研究II.稻穗構成性狀與單株產量間之關係 中華農業研究 43:135-142。
5. 林富雄 1996 臺灣水稻品種改良之成就與展望 稻作生產改進策略研討會專刊 pp.47-69 臺灣省農業試驗所 臺灣霧峰。
6. 胡兆華 1993 稻米細胞遺傳與育種 浙江科學技術出版社 中國浙江。
7. 郭益全 1997 臺灣稻作改良之回顧與省思－育種方法與制度 臺灣農業 33(2):93-113。
8. 陳建山 1979 第一、二期作水稻之分蘗特性比較 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集 pp.61-74 行政院國家科學委員會 臺灣臺北。
9. 陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江 1996 臺灣水稻產量的一些生理問題 稻作生產改進策略研討會專刊 pp.79-88 臺灣省農業試驗所 臺灣臺中。
10. 許愛娜、宋勳 1988 稻米食味與其理化性質關聯性之探討 稻米品質研討會專集 pp.91-104 臺中區農業改良場 臺灣彰化。
11. 傅蓬燕、白鏞 1979 水稻同位酵素之遺傳學研究II.由同位酵素看栽培稻之分類與地理分布 中華農學會報 107:1-16。
12. 鄔宏潘 1979 氣象因素及地區對一、二期作稻產量之影響 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集 pp.39-47 行政院國家科學委員會 臺灣臺北。
13. 賴光隆、戴國興 1981 水稻穀粒發育之生理及生態學研究I.穎花及穎果生長過程之觀察 中華農學會報 115:19-31。
14. 謝順景 1979 臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集 pp.49-60 行政院國家科學委員會 臺灣臺北。
15. Chadaratana, M. F. 1964. Genetics and breeding of rice. Longmans, London. 389pp.
16. Futsuhara, Y., S. Kondo, H. Kitano and M. Mii. 1979a. Genetical studies on dense and lax panicles in rice. I. Character expression and mode of lax panicle rice. Japan J. Breed. 29:151-158.
17. Futsuhara, Y., S. Kondo and H. Kitano. 1979b. Genetical studies on dense and lax panicles in rice. II. Character expression and mode of inheritance of dense panicle rice. Japan J. Breed. 29:239-247.
18. Juliano, B. O. 1985. Polysaccharides, proteins and lipids. pp.59-174. *In: Rice Chemistry and Technology*. B. O. Juliano, ed. Am. Assoc. Cereal Chem., MN., USA.
19. Juliano, B. O. and C. P. Villareal. 1993. Grain quality evaluation of world rice. IRRI. Philippines. Pp.205.
20. Kawari, T. 1963. Mutations in rice induced by radiation and their significance in rice breeding. I. Mutations by radiophosphorous. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. D10:1-76.
21. Kondo, S. and Y. Futsuhara. 1980. Genetic studies on the panicle formation in rice. I. Analysis of component characters of panicle density. Japan J. Breed. 30:335-343.

22. Matsuba, K. 1978. Morphogenesis of panicle in *Oryza sativa* L. I. On the structure of rice panicle. Rep. Tokai Br. Crop. Sci. Soc. Japan. 82:59-64.
23. Matsushima, S. 1966. Crop science in rice. Fuji Pub. Co. Tokyo, Japan. 365pp.
24. Morimura, K. 1971. Genetical studies on clustering habit of spikelets in rice panicles. Report of Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Stations 20:1-40.
25. Oka, H. I. 1953. Phylogenetic differentiation of cultivated rice, 9. Influence of intervarietal hybrid sterility on segregation ratio in rice. Jpn. J. Breed. 3(1):31-39.
26. Peng, S., G. S. Khush and K. G. Cassman. 1994. Evolution of the new plant ideotype for increased yield potential. pp. 5-20. In : Breaking the Yield Barrier. K. G. Cassman, ed. IRRI. Los Banos , Philippines.
27. Sasahara, T., K. Kodama and M. Kambayashi. 1982. Studies on structure and function of the rice ear. IV. Classification of ear type by number of grains on the secondary rachis branches. Japan J. Crop Sci. 51:26-34.
28. Takezaki, Y. 1943. The inheritance of some lax panicles in rice. Japan J. Genet. 8:49-63.
29. Tamaki, M., M. Ebata, T. Tashiro and M. Ishikawa. 1989. Physico-ecological studies on quality formation of rice kernel. I. Effect of nitrogen top-dressed at full heading time and air temperature during ripening period on quality of rice kernel. Japan. J. Crop Sci. 58:653-658.

# Studies on the Panicle Characters of Rice<sup>1</sup>

## (I) Primary Studies on the Variance of Panicle Characters and Rice Quality among Varieties

Chih-Sheng Sheu<sup>2</sup>, Chiang Pai<sup>3</sup> and Mau-Shing Yeh<sup>3</sup>

### ABSTRACT

One hundred varieties of japonica and Indica types rice from different sources (Taiwan, Japan, Philippine, USA, India, Nepal, Myanmar, Indonesia, China *etc.*) were used to study the variance of rice quality and panicle characters. Special emphasis was laid on the comparison of the relationship between Japonica and Indica varieties, and to make use of the interaction for selection of the desirable varieties of rice with high eating quality.

The results of experiments are summarized in the followings: Markable differences of grain characters between Indica and Japonica type rice are noted. In general, Japonica rices have broader grain width and round shaped while Indica type rices have slender and longer grains. Japonica type rices generally have a better grain fertility, fewer number of spikelet flowers/ panicle, shorter total primary rachis length. However, they have more grains per cm-rachis than those of Indica type rice. The amylose content of Indica type rices are generally high than that of Japonica type rices. However, there are medium amylose content Indica rice in addition to low amylose Japonica type varieties as the results of rice breeding to meet the demand of the consumers. New strains of rice selected by the International Rice Research Institute to used to have bigger panicle size and more spikelets within a panicle. They are always distributed on the extreme side of the normal distribution of panicle characters. This may be due to the use of big panicle type germplasm from Java in its breeding program.

**Key words:** panicle characters, rice quality, indica rice, japonica rice, javonica rice.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0633 of Taichung DARES.

<sup>2</sup> Associate Researcher of Taichung DARES.

<sup>3</sup> Professor of National Chung-Hsing University.