

# 台灣改良的秈稈稻品種雜交 $F_1$ 結實率、 $F_2$ 脫粒性、 $F_3$ 腹白率、特別比較 $F_3$ 族群和回交 $F_2$ 族群的優良品系選拔率<sup>1</sup>

林再發<sup>2</sup>

## 摘 要

一般秈稈稻雜交組合在第一代雜種存在半不稔現象，但是一些經改良之秈稈稻品種之雜交第一代表現正常結實率。本文顯示台灣改良秈稻品種台中秈10號與稈稻台梗9號之雜交組合不僅在第一代結實率佳，脫粒率及腹白較低，並且比其他七個雜交組合有較高選拔率。同時改良秈稈稻品種間的雜交組合表現良好者僅回交一次甚至能夠獲得較好後代。

**關鍵字：**改良的秈稈稻品種、雜交育種、回交。

## 前 言

普通栽培稻(*Oryza sativa* L.)可大分為秈稻及稈稻二種，一般認為稈稻葉色較濃綠、粒短、耐寒、難脫粒、耐氮肥、增產性高、抗倒伏，米質優良。而秈稻則有分蘖性強、抗稻熱病強、耐旱、耐瘠、較易於脫粒、米飯粘性差、米粒蛋白質含量較高，適於高溫地生產、食味品質較差等特性<sup>(8)</sup>。

水稻育種專家企圖利用雜交方式將兩者優良性狀加以組合，育成更優良品種，使其兼有兩者的優良性狀。早期的稈秈稻雜交育種因為 $F_1$ 雜種不稔性的影響，使優良系統的選拔率不高，但一般認為尚不致影響新品種的育成<sup>(16)</sup>，據曾<sup>(7)</sup>報告，除少數特殊組合外，一般未經回交或只回交一次，無法或難於獲得固定優良的稈稻品系，須以稈稻為輪迴親，經四次回交，才有較多的機會在第五代( $BC_4F_5$ )選出較接近固定的優良品系。

據胡<sup>(3)</sup>在美國加州改良稈稻，利用有台中在來1號血統的稈秈稻雜交系統(IR1318-16)回交加州稈稻兩次，便能育成比改良短稈稈稻親本的Calrose76高產的Calpearl短粒品種，且具有秈稻的穀粒快速成熟特性及對不同地區及播種期早晚差異的產量安定性。

過去台灣水稻栽培面積統計顯示原有秈稻在來品種逐漸由秈稈稻改良品種取代，主要原因並不完全是產量的多寡<sup>(4)</sup>，是食味較差，為了改進秈米食味<sup>(1)</sup>品質較差之缺點，台中秈10號之育成其米質食味較近於稈米，才有劃時代之改進，反映出台灣消費市場動向，台灣秈稻在來品種栽培面積復增<sup>(9)</sup>，近年來面積增加到20萬公頃。

關於稈秈稻品種雜交 $F_1$ 之稔性，Zhang<sup>(21)</sup>指出經改良過的品種雜交，其變異比未改良過的稈秈品種雜交可提高 $F_1$ 稔實率有74.1~90.25%(平均83.66%)。高稔實的稈秈稻雜交後代

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0387 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場副研究員。

選育最近有胡<sup>(5)</sup>的報告。本試驗目的在探討秈稈稻雜交早期世代之稔實性、脫粒性、腹白等性狀表現，特別比較回交方法對其選拔率效果以爲今後秈稈稻雜交育種之參考。

## 材料與方法

### 秈稈稻雜交F<sub>1</sub>之稔實性

民國八十三年一期作以台中秈10號與台稈9號雜交。二期作進行F<sub>1</sub>回交台中秈10號，民國八十四年一期作種植回交世代，成熟時取樣五株，調查一株總粒數、正常稔實粒數。特別注意有黑色稻穎之稔實粒數及不稔實粒數。

### 脫粒率

以台中秈10號及台稈育1774號爲母本與台稈6、8、9、10號4個等品種爲父本雜交之八組合F<sub>1</sub>收穫的種子在民國八十三年二期作播種植於田間。每組合種植1000株，成熟時各逢機取樣100株，每株取5個稻穗。脫粒率之調查是將稻穗置於長1 m寬30 cm之木板，邊8 cm高斜木板之2/3處(由高的一邊數起)，再以1.5 kg重30 cm長之圓筒鐵棒滾動三次，計算脫粒稻穀之百分比。

### 腹白

以台中秈10號及台稈育1774號爲母本與台稈6、8、9、10號等品種爲父本之八個組合在民國八十三年二期作雜交，於次期作進行回交，將雜交組合F<sub>2</sub>及回交F<sub>2</sub>的稻穀碾成白米，即調查F<sub>3</sub>及回交F<sub>3</sub>的腹白，每組合各逢機取樣100株，每叢除取兩穗供稻種外，其餘脫粒碾成白米，調查其腹白等級，其等級分爲六級，0~5。

### F<sub>3</sub>族群與回交F<sub>2</sub>族群選拔效率

按農藝性狀及脫粒率與腹白等級選拔。

## 結 果

### 秈稈稻雜交第一代(F<sub>1</sub>)每叢之稔實性

本研究之台中秈10號/台稈9號之第一代，稻穎初期穎溝呈褐色，隨同成熟進行全穎殼變黑色，黑色稻穎稔實率81.2%，綠色不稔實粒穎亦有18.8%(表一)。母本台中秈10號及父本台稈9號稻穎均未見呈黑色。雜交第一代稻穎呈黑色，但經與台中秈10號回交一次黑色稻穎就減少，稔實率亦提高至86.1%。

表一、台中秈10號和台稈9號兩親與雜交F<sub>1</sub>及回交第一代(BCF<sub>1</sub>)之稔實性

Table 1. Sikelet fertility of parents Taichung Sen 10 and Tai Ken 9, their F<sub>1</sub> and backcross to Indica Taichung Sen 10

Parents and hybrid	Total spikelets observed (per plant)	Fertility (%)	Sterility (%)
P <sub>1</sub> Taichung Sen 10(I) <sup>1</sup>	2,194	1,843(87.0)	285(13.0)
P <sub>2</sub> Tai Ken 9(J)	1,467	1,215(82.8)	252(17.2)
P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	1,983	1,610(81.2)	373(18.8)
P <sub>1</sub> //P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> BCF <sub>1</sub>	1,878	1,617(86.1)	261(13.9)

<sup>1</sup> I: Indica, J: Japonica.

### 秈粳稻雜交第二代(F<sub>2</sub>)每穗之脫粒率

統計8個秈粳稻雜交組合F<sub>2</sub>族群稻穗之脫粒率結果得如表二，可以看出變異從最低之11%到最高98%。F<sub>2</sub>脫粒率之平均值比親本高，但依秈粳稻雜交組合略有不同，一般親本脫粒率低者，例如台中秈10號及台粳9號組合雜交的F<sub>2</sub>亦出現脫粒率的變異及平均值均較低之現象。

表二、秈粳稻雜交第二代(F<sub>2</sub>)及親本稻穗之脫粒率

Table 2. Grain shattering of studied parents, their hybrid (F<sub>2</sub>) in the crosses of Indica and Japonica rice

Cross	Grain shattering (range of variation, %)	Mean±SD (%)
Tai Sen yu 1774/Tai Ken 6	13~ 94	55.2±41.0
Tai Sen yu 1774/Tai Ken 8	14~ 96	57.4±41.0
Tai Sen yu 1774/Tai Ken 9	13~ 94	52.5±40.5
Tai Sen yu 1774/Tai Ken 10	15~ 98	48.2±41.5
Taichung Sen 10/Tai Ken 6	15~ 98	45.5±41.5
Taichung Sen 10/Tai Ken 8	11~ 84	46.0±36.5
Taichung Sen 10/Tai Ken 9	11~ 82	43.3±35.3
Taichung Sen 10/Tai Ken 10	11~ 88	45.1±38.5
Tai Sen yu 1774(Indica)		30.7
Taichung Sen 10 (Indica)		25.9
Tai Ken 6(Japonica)		32.3
Tai Ken 8(Japonica)		39.1
Tai Ken 9(Japonica)		32.6
Tai Ken 10(Japonica)		35.1

### 秈粳稻雜交第三代(F<sub>3</sub>)及回交第三代(BC<sub>1</sub>F<sub>3</sub>)白米之腹白等級

一般水稻品種白米有腹白者，其雜交後裔之腹白出現率亦有較高之趨勢<sup>(6,15)</sup>。由表三可知本試驗之秈粳稻雜交之F<sub>3</sub>及回交BCF<sub>3</sub>之腹白平均值，因組合之不同而有差異，在F<sub>3</sub>以台中秈10號/台粳9號組合等級最好，台秈育1774號/台粳6號最差，而在BCF<sub>3</sub>也呈似結果，但比較F<sub>2</sub>與BCF<sub>3</sub>之平均值，且可看出回交一次之後代，除台中秈10號/台粳6號及台中秈10號/台粳10號提高腹白等級外，其他回交組合均比F<sub>3</sub>降低腹白等級。

### 秈粳稻雜交育種選拔率

本研究共有秈粳稻的雜交8組合，觀察第二代(F<sub>2</sub>)的植株中出現秈稻形態者較多，根據個人經驗評估農藝特性、脫粒率及腹白等級表現優良系統者少，例如經第二代(F<sub>2</sub>)之脫粒率及白米之腹白等級等性狀(F<sub>2</sub>)篩選的結果入選只為有0.7~1.8%，其第三代(F<sub>3</sub>)的選拔率(表四)則依組合而有高低，0.6~3.2%間變異，平均1.5%，以秈稻為母本回交之第二代(BCF<sub>2</sub>)，表現優良系統者增加，在1.4~4.2%，平均2.8%。在不同組合間以台中秈10號/台粳9號之脫粒率及腹白等級較低，因此比其他七個組合有較高選拔率，同時改良秈粳稻品種間的雜交組合表現良好者僅回交一次能夠獲得較好後代。

表三、秈稈稻雜交第二代(F<sub>3</sub>種子)每叢白米之腹白等級Table 4. The variation of milled rice with different grades of white belly in the F<sub>2</sub> population of Indica and Japonica rice crosses and back cross to indica parent

Cross F <sub>3</sub> Population	Number of white belly grains observed in each grade					
	0	1	2	3	4	Mean
A: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 6	27	14	24	14	21	1.88
B: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 8	32	26	8	14	20	1.64
C: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 9	35	15	5	20	25	1.85
D: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 10	36	19	17	18	10	1.47
E: Taichung Sen 10/Tai Ken 6	33	22	27	8	10	1.40
F: Taichung Sen 10/Tai Ken 8	42	16	8	24	10	1.44
G: Taichung Sen 10/Tai Ken 9	60	17	14	4	5	0.74
H: Taichung Sen 10/Tai Ken 10	36	13	11	31	9	1.64
Back cross BCF <sub>3</sub>						
A: Tai Sen yu 17742/Tai ken 6	18	28	24	24	6	1.72
B: Tai Sen yu 17742/Tai ken 8	32	20	13	32	3	1.52
C: Tai Sen yu 17742/Tai ken 9	23	27	15	29	6	1.68
D: Tai Sen yu 17742/Tai ken 10	29	26	21	24	0	1.40
E: Taichung Sen 102/Tai ken 6	35	10	25	25	5	1.65
F: Taichung Sen 102/Tai ken 8	47	26	21	6	0	0.86
G: Taichung Sen 102/Tai ken 9	54	34	8	4	0	0.62
H: Taichung Sen 102/Tai ken 10	20	30	13	27	10	1.71
Parents						
Tai Sen yu 1774(Indica)		20				1.00
Taichung Sen 10(Indica)	19	1				0.05
Tai Ken 6(Japonica)			20			2.00
Tai Ken 8(Japonica)	18	2				0.10
Tai Ken 9(Japonica)	18	2				0.10
Tai Ken 10(Japonica)			20			2.00

<sup>1</sup> White belly divided into 6 grades, 0~5.

表四、秈粳稻雜交不同組合之優良系之選拔率

Table 4. The selection rate of elite lines in the crosses between Indica and Japonica rice

Crossing combination	Generation	Number of plants	Number of selected plants	Selection rate (%)	Comparison <sup>1</sup>
A: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 6	F <sub>2</sub>	1000	7	0.7	-
	F <sub>3</sub>	496	4	0.8	-
	Tai Sen yu 17742/Tai Ken 6	BC <sub>2</sub>	1000	21	2.1
B: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 8	F <sub>2</sub>	1000	12	1.2	-
	F <sub>3</sub>	642	4	0.6	-
	Tai Sen yu 17742/Tai Ken 8	BC <sub>2</sub>	1000	34	3.4
C: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 9	F <sub>2</sub>	1000	10	1.0	-
	F <sub>3</sub>	550	4	0.7	-
	Tai Sen yu 17742/Tai Ken 9	BC <sub>2</sub>	1000	35	3.5
D: Tai Sen yu 1774/Tai Ken 10	F <sub>2</sub>	1000	8	0.8	-
	F <sub>3</sub>	460	4	0.9	-
	Tai Sen yu 17742/Tai Ken 10	BC <sub>2</sub>	1000	14	1.4
E: Taichung Sen 10/Tai Ken 6	F <sub>2</sub>	1000	11	1.1	-
	F <sub>3</sub>	507	16	3.2	+
	Taichung Sen 102/Tai Ken 6	BC <sub>2</sub>	1000	25	2.5
F: Taichung Sen 10/Tai Ken 8	F <sub>2</sub>	1000	18	1.8	+
	F <sub>3</sub>	832	12	1.4	-
	Taichung Sen 102/Tai Ken 82	BC <sub>2</sub>	1000	30	3.0
G: Taichung Sen 10/Tai Ken 9	F <sub>2</sub>	1000	17	1.7	+
	F <sub>3</sub>	518	12	2.4	+
	Taichung Sen 102/Tai Ken 9	BC <sub>2</sub>	1000	42	4.2
H: Taichung Sen 10/Tai Ken 10	F <sub>2</sub>	1000	7	0.7	-
	F <sub>3</sub>	327	4	1.2	-
	Taichung Sen 102/Tai Ken 10	BC <sub>2</sub>	1000	24	2.4
Average	F <sub>2</sub>	1000	11	1.1	-
	F <sub>3</sub>	481	15	1.5	-
	BC <sub>2</sub>	1000	28.1	2.8	-

<sup>1</sup> Higher(+) and lower(-) than average.

## 討 論

籼粳雜交一般認為可選出兼具有籼粳特性的品種，由於第二代( $F_2$ )一般出現籼型有較高頻率，育成籼稻品系或可不必回交或只回交一次，即可選拔獲得優良的籼稻優良品系，但選育粳型品系相對的出現較少<sup>(7)</sup>，回交是一有效的方法，亦有依組合有高低。本研究指出只要選對親本，籼粳稻雜交第一代( $F_1$ )結實率可達81.2%，這樣高的結實率是可以解釋兩親的親和性經過改良後獲得增進，與過去的報告<sup>(5,21)</sup>相符，第二代( $F_2$ )稻穗的脫粒率亦有依雙親組合而有43.3%~57.4%高低之差別。白米的腹白第三代( $F_2$ )亦即台中籼10號/台粳9號最佳，回交後腹白等級可達0.62，綜合上述三項研究性狀選拔優良品系的選拔率為2.4%，經回交籼稻品種(系)一代後，選拔率提高到4.2%。從上述觀察結果及討論可以簡單的提出一結論，籼粳稻雜交育種，似可不必再固守雜種必附有不孕性影響選拔效果之觀念，如果我們選對親本，配合良好，可以大大的提高優良品系的選拔率。

水稻親緣較近者行雜交育種可預期短期內得到新品種，但易造成遺傳一致的潛在危險如環境中病蟲型態改變造成所謂「興旺與失敗」的循環<sup>(13)</sup>。籼粳稻雜交會有不孕性產生<sup>(14)</sup>，岡<sup>(2)</sup>認為低稔原因乃由於兩組遺傳因子即配偶子發育基因(Gamate-development genes)及重複稔性基因(Duplicate fertilitygenes)之作用，當配偶子發育基因成雙隱性阻礙配偶子發育所致，低稔障礙約在 $F_4$ ~ $F_5$ 代以後逐漸消失。現代對克服籼粳雜種不孕已陸續經Yanagihare et al<sup>(20)</sup>及Wan et al<sup>(18)</sup>等發表廣親和基因的應用，可解釋籼粳雜交中常見不孕現象，因此籼粳雜種 $F_1$ 與籼稻回交可恢復稔性，若與粳稻回交，不孕將繼續表現<sup>(12)</sup>，曾等<sup>(7)</sup>亦有如此結果。

脫粒性中等為優良水稻品種必須具備之特性，易脫粒品種以聯合收穫機收穫時其產量損失較大，而難脫粒者稻穀多連帶有小枝梗，致影響容重，穀粒脫落係緣起於小枝梗頂端之是否有離層發生，又脫粒之難易，則與離層組織發達程度有關係<sup>(10,17,19)</sup>籼粳雜交早期世代脫粒性會增加。精白米粒之亮麗與食米食味宜給予確實分別與否，與白米之透明度及白堊(粉)質之有無有關。現行良質米之標準為透明度不得高於等級3，而心、腹、背白指數總和不得超過1。米粒之白堊質係米胚乳內澱粉顆粒(含蛋白質質體)之堆積不密實所致，而米粒依白堊質部份軟而脆，透明度差。一般具白堊質之米粒不僅白米外觀差，且易於碾白過程中碎裂，大大影響該米碾米品質暨市場商品價值，但其表現受環境相當程度之影響，籼粳雜交世代腹白出現會增加，因此早期世代要加強篩選。

## 參考文獻

1. 林再發 1980 台中籼10號之育成 台中區農業改良場研究彙報 3: 1~6。
2. 岡彥一 1953 稻的印度型、日本型的問題 農業及園藝 28: 805~807。
3. 胡兆華 1993 水稻短稈品種歷史的回顧暨永續性農業新株型育種 台中區農業改良場研究彙報 38: 45~63。
4. 胡兆華 1994 稻米細胞遺傳與育種 p.1~279 浙江科學技術出版社。

5. 胡兆華 1995 稻高稔性日印交雜組合後代出現遺傳變異與河姆液遺跡出土7.00年應的穀粒變異比較 日本育種育學雜誌 45: 389~395 (日文英摘要)。
6. 郭益全 劉清 1986 米粒白堊質之遺傳 中華農業研究 35: 129~138。
7. 曾東海 陳正昌 陳治官 1992 回交次數對秈稻雜種後裔稔實率及株高與育種選拔率之影響 中華農業研究 41(2): 115~131。
8. 馮朝程 許東暉 鄧耀宗 1969 臺灣秈稻與粳稻之特性研究1. 1960年以前之栽培品種 農業研究 18(3): 18~29。
9. 黃真生 1979 台灣秈稻栽培面積之減少及其原因之探討 中華農學會報 106: 52~61。
10. 顏吉甫 1981 水稻脫粒性遺傳育種之研究(三)穀粒脫粒性品種間差異及統計遺傳學分析 科學發展月刊 9(2): 121~135。
11. 盧守耕 孔德諤 1963 粳稻雜種後代稔實率及若干農藝性狀個體選拔效果之研究 中華農藝學會新 42: 1~12。
12. 顧銘洪 1988 水稻廣親和基因的遺傳及其利用 江蘇農學院學報 9: 19~26。
13. Chang, T. T. 1985. Iowa state journal of resarch. 59(4): 339-342.
14. Jennings, P. R. 1966. Evaluation of partial sterility in indica-japonica rice hybrids. IRRI Technical Bulletin 5. p.1-63.
15. Nakata, S., and B. R. Gackson. 1973. Inheritance of some physical grain quality characteristics in cross between a Thai and Taiwanese rice. Thai J. Agric. Sci 6: 223-235.
16. Parthasarathy, N. 1972. Rice breeding in tropical Asia up to 1960. In: Rice Breeding. IRRI. p.5-20.
17. Takenochi, Y. 1924. Studies on the seed abscission in rice plants of Formosa. Formosa Dept. Agric. Govt. Res. Inst. Rep., 8. p.17.
18. Wan, J., S. Yanagihara, H. Kato and H. Ikehashi. 1993. Multiple alleles at a new locus causing hybrid sterility between korean indica variety and a javanica variety in rice (*Oryza sativa* L.) Japanese J. Breed. 43: 507~516.
19. Yamasaki, M. 1928. Study on the abscission of spikelet in rice (*Oryza sativa* L.) Dairen p.66 (japanese).
20. Yangihara, S., H. Kato and H. Ikehashi. 1992. A new locus for multiple alleles causing hybrid sterility between an aus variety and javanica in in rice (*Oryza sativa* L.) Japanese J. Breed. 42: 793~801.
21. Zhang, X. G. 1990. F<sub>1</sub> fertility in indica/japonica crosses. Rice Research Newsletler 15: 5.

# The $F_1$ Fertility, Characteristics of Grain Shattering, Appearance of Milled Rice, and Selection Rate of Elite Lines from Improved Taiwanese Rice Cultivars Indica and Japonica Types Crosses, Especially on Comparison of $F_3$ Population and Backcross of $F_2$ Population<sup>1</sup>

Tsay-Fa Lin<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Although semi-sterile is known existing in  $F_1$  hybrids of indica and japonica crosses but some modified indica and japonica cultivar hybrid are shown normal spikelet fertility. This paper is presenting some data on improved Taiwanese rice cultivars : indica type, Taichung Sen No. 10 and japonica type Tai-Ken No. 9 cross combination good not only in  $F_1$  spikelet fertility, low grain shattering less white belly of milled rice, and high selection rate of elite line in compared to other seven cross combinations, The good combination of modified indica and japonica cultivars hybrid even can be obtained better results from back-cross.

**Key words:** modified Indica rice and Japonica rice, hybridization, back cross.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0387 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Associate Agronomist of Taichung DAIS.