

水稻再生力遺傳之研究¹

鄭明欽² 李成章³

摘要

本研究利用五個梗稻品種以全互交探討再生能力之遺傳行為，及其與莖基部 TNC(Total Nonstructural Carbohydrate)含量之關係，同時檢定雜種秈稻之再生能力及再生栽培之可行性，試驗結果摘錄如下：

- 一、水稻品種間再生能力具有明顯的差異，顯現親本間有遺傳變異性，再生率與莖基部總糖含量及非構性碳水化合物含量呈極顯著之正相關。
- 二、經遺傳分析得知收穫後再生率主要受加性因子作用控制，無主效基因控制再生率性狀，而為微效基因之作用，其狹義遺傳率值相當高為(0.74)，低再生率對高再生率為顯性。
- 三、控制莖基總糖含量基因，其顯性作用大於加性作用，高總糖含量為顯性，受微效基因之控制，其狹義之遺傳率為中高(0.45)。控制 TNC 含量以基因加性作用為主要之遺傳行為，有二對主效基因控制，低 TNC 含量對高 TNC 含量為顯性，其狹義遺傳率為中高(0.47)。
- 四、秈稻雜種品系在本試驗中僅一品系具有高再生能力，另外四個品系再生能力均低。高再生能力雜種品系之再生稻穀產量僅與其親本產量相當，再生期作產量而言，無雜種優勢之表現。

(關鍵字：水稻，雜種品系，再生能力，遺傳，非構性碳水化合物)

¹花蓮區農業改良場研究報告第 90 號，本研究部份經費承行政院農業委員會(號碼：81 農建-12.2-糧-08-1)補助，謹致謝意。

²花蓮區農業改良場副研究員。

³國立中興大學農學院院長。

前言

水稻再生栽培係利用前作收穫後所遺留稻樁基部節位萌發之新芽經適當之培育而能再次收穫，供吾人應用之一種省工栽培方法，它具有節省勞力、降低生產成本(35-50%)、短縮生育日數、節省灌溉用水及增加單位面積與時間之生產等之優點，就個別農戶而言，可減少投入而能獲得相當產物之有利栽培方式。尤以近年來，在農村勞力普遍缺乏，勞動質之老化等情況下，因此省工、節省成本之再生稻，遂再度受到重視，目前本省再生稻栽培面積在 15,000 公頃左右。

再生稻之產量，主要決定於稻株之再生力。一般再生力均以再生分蘗數除以前作植株穗數之百分比估算之再生率(Ratooning rate)表示。品種間具有不同之再生力，為許多學者共同之看法，IRRI(1979)表示 2,000 品種(系)中僅有 303 種具強再生力，謝等(1964)、蘇(1982)及侯(1979)以本省之栽培水稻作研究，指出秈稻有台中秈 3 號、嘉農秈 11 號及台農秈 18 號之再生力較強且穩定，而梗稻中之台南 5 號、台農 67 號雖亦具再生力，但其再生力均較上述秈

稻低且不穩定，惟本省秈稻因栽培面積有限，尚難充分利用，近年新育成梗稻品種中台農 70 號及台梗 2 號較以往梗稻品種之再生能力高且亦較穩定，因此被推薦為適合再生栽培之品種。

Li and Chen(1989)以五個秈稻作正反交之結果，發現其中一雜交顯現細胞質之母質效應(maternal effect)，張(1985)指出再生率主要受累加性因子(additive gene)作用控制，再生率高者為顯性，再生率受到 1 2 對之基因控制，再生率之遺傳率(狹義)為 82.8%，此種高度遺傳率顯示進行育種時針對再生率之選拔極為有效，Chauhan et al.(1987)以 F_2 、 F_3 世代分離比結果推測再生力受 R_g 顯性(dominance)及一個 i 抑制基因(suppressive gene)控制， F_2 中高比率超分離結果推測再生力不僅由主效基因(major gene)控制受修飾因子(modifier gene)之影響，Shivakumaraswamy(1987)以八個品種進行 20 個雜交組合顯示出部分親本為隱性基因控制再生能力。惟上述諸研究者皆以秈稻為研究材料，對於本省種植最廣之梗稻再生遺傳力未明，因此本試驗就本省育成之梗稻品種(系)中選出再生能力明顯差異之五個品種為親本進行再生能力遺傳之分析，藉以釐定有效之育種計畫之參考。

蘇與劉(1984)，候(1984a)及 Ichii and Sumi (1983)等均一致指出前作稻稈基部所積蓄之光合作用產物與再生芽之萌發有重要關係，因此同時探討親本間 TNC(Total Nonstructural Carbohydrate)含量與再生率之關係及進行其遺傳行為分析供為育種選拔之指標，期以育種途徑而能選拔再生能力強之品種。

材料與方法

本試驗於民國 80 年一期作至二期分別在花蓮區農業改良場及台中中興大學進行，試驗共分為二個部分，分述如下：

一、再生力遺傳之全互交分析

(一)試驗材料：

選取再生力強弱差異顯著之梗稻台農 70 號、台梗 2 號、花蓮育 164 號(再生力強)及高雄 139 號、高雄 141 號(再生力弱)等五個品種。

(二)試驗方法：

79 年二期作完成全互交之組合計 20 F_1 組合，80 年一期作將 20 組 F_1 組合與五個親本共 25 組材料，以逢機完全區集設計三重複，種植於花蓮區農業改良場試驗田，各區集每組合分三行單本植，每行種 15 株，行株距為 30×15 公分，調查中間 10 株共 30 株，肥料施用量一期作為 N : P_2O_5 : K_2O = 120:60:60 公斤 / 公頃，二期作(再生期作)為 100:60:60 公斤 / 公頃，田間管理依照目前推薦之一期作及再生稻栽培法進行。

(三)調查項目及方法：

1. 前作調查株高，生育日數、產量及產量構成因素，依各組合之成熟適期(抽穗後約 35 天)收穫並留樁 15 公分，收穫後 14 天調查一次再生分蘗數，並距地表 5 公分左右割蘗處理一次，於第 14 天之再生分蘗數分別計算其再生率，其估算法如下：

每株再生分蘗數

$$\text{再生率(\%)} = \frac{\text{每株再生分蘗數}}{\text{每株前作穗數}} \times 100$$

2. 莖稈非構造型碳水化合物(TNC)濃度測定，於成熟期每重複，每組合選三株將稻株莖基（至地上 15 公分）樣品於送風乾燥箱中先以 100℃ 處理 24 小時，再以 80℃ 烘乾至完全乾燥，莖稈樣品予以研磨，經 40 目篩之粉末為測定之材料，以水解、過氯酸酸解及 Anthron 呈色法並以光電比色計 420nm 及 620nm 之吸光度分別測定還原糖、總糖及澱粉含量(Yoshida et al. 1976; Gaines, T. P., and G. A. Mitchell. 1979)，本項測定工作在中興大學農藝研究所進行。

3. 統計分析及遺傳介量估計

調查資料以 Hayman(1954a,b)及 Jinks(1954)之全互交法進行分析，變方分析中設親本與其 F₁ 後裔對環境之反應相同，一般由環境所造成之變異成分(E)，可由區集與區集×處理之交互作用計算而得。處理變因包括親本、正反交 F₁ 組合。變方分析結果，若處理變方顯著，表示基因型間有極大差異，乃可進一步分析。

遺傳成分與 W_r/V_r 圖係採用 Hayman(1954b)之方法計算所有親本平均值之變方(V_p)，各個親本序列交配後代平均值之共變方(W_r)等，並進行純質測驗(homogeneity test)，其公式為：

$$t^2 = \frac{n-2}{4} \times \frac{(\text{Var } V_r - \text{Var } W_r)^2}{\text{Var } V_r \times \text{Var } W_r - \text{Cov}^2(V_r, W_r)}; df = n-2$$

如果 t 值不顯著，表示(W_r-V_r)係屬純質性，可應用 Hayman 之公式進行各種遺傳成分值的估計及回歸分析。

首先由序列變方 V_r 及親本與序列間之共變方(W_r)計算直線回歸 W_r=a+bV_r 及共拋物線 W_r=V_p.V_r，並畫成 W_r/V_r 圖，供判斷基因上位性(epistasis)及非等位基因之交互作用(nonallelic gene interaction)等基因作用。

遺傳變方依據 Hayman(1954a)之最小自乘方計算，其變異成分為：

D: 由基因加性作用(additive effect)所致之變異成分。

H1: 由基因顯性作用(dominant effect)所致之變異成分。

H2: 所有異質結合基因之組成，或由正負基因作用不均勻的顯性成分所致的變異成分。

h²: 由異質結合基因座的平均顯性作用。

F: 顯隱性基因頻度之差異。

由上述各成分可進一步估計下列之遺傳介量：

(1) 加性與顯性作用之差異：D-H1

(2) 親本顯隱性基因頻度之比值：UV=h²/H2

(3) 顯性程度：(H1/D)

$$(D/2 + H1/2 - H2/2 - F/2)$$

(4) 狹義遺傳率值：h²(n) = $\frac{(D/2 + H1/2 - H2/4 - F/2 + E)}{(D/2 + H1/2 - H2/4 - F/2 + E)}$

另外，顯性方向及大小係採用每一序列之親本計量(Y_r)與顯性次序(W_r+V_r)間之標準偏差圖示之。

二、秈稻雜種品系再生能力及再生產量之探討

(一)試驗材料：

由農試所提供秈稻雜種品系台秈雜育 2 號等五品系及其親本供為本項試驗材料，其品系名稱及親本表列如下：

品系名稱	雜交組合
台秈雜育 2 號	珍汕 97A/IR4563-5-3-3-6
台秈雜育 6 號	珍汕 97A/台中秈 16 號
台秈雜育 8 號	珍汕 97A/台農秈育 114 號
台秈雜育 9 號	珍汕 97A/台農秈育 121 號
台秈雜育 10 號	珍汕 97A/台農秈育 178 號

(二)試驗方法：

供試品種於民國 80 年 1 期作以二重複，完全逢機區集設計種植，各品種每重複種植 8 行，每行 10 株、3 本植、行株距 22.5×22.5 公分。前作按其適當收穫期收割後，留樁 15 公分，田間管理沿用前項試驗標準進行，中央 4 行供再生率調查樣品，本項試驗在台中中興大學試驗田進行。

(三)調查項目：

- 1.前作調查株高、生育日數、產量及產量構成因素。於成熟適期收穫並留樁 15 公分，14 天調查第一次再生分蘗數，並自距地表 5 公分左右割蘗處理一次。
- 2.再生期作按照再生稻推薦之栽培方法實施，並調查割蘗後至抽穗期（50%抽穗）、成熟期、株高、產量及產量構成因素。

試驗結果

一、梗稻親本主要農藝性狀、TNC 濃度含量及再生率之關係

(一)品種間產量構成因素及再生率之比較

品種之產量構成因素列於表一，第 1 期作在每株穗數方面，品種間沒有明顯差異，以花蓮育 164 號平均 10.9 穗較多，台農 70 號平均 9.5 號穗稍少，一穗穎花數則以早熟之高雄 141 號及中熟之花蓮育 164 號平均每穗 100 粒較少，其他三品種則在 107—124 粒，穗長亦以早、中熟二品種較短(17—18 公分)，以高雄 139 號最長，千粒重則依品種特性介於 24—26 公克之間，結實率則在 87—93%顯示一期作結實情形良好。

水稻於成熟適期（抽穗後約 35 天）予以收穫，並留樁 15 公分，於 14 天後調查其再生分蘗數計算其再生率。由表一，再生率資料顯示品種間再生能力有明顯之差異，再生率以花蓮

育 164 號最高，達 90.1%，其次為台梗 2 號及台農 70 號，高雄 141 號及高雄 139 號最低，分別僅達 46.7%及 26.9%。

再生期作，品種間在產量構成要素方面，以每株穗數，一穗穎花數及結實率變動較大。每株穗數，以花蓮育 164 號，台梗 2 號，台農 70 號再生率高者其穗數亦多，並分別比一期作穗數多，高雄 141 號及高雄 139 號則因再生率低，再生期作之每株穗數則明顯低於一期作，一穗穎花數，以高雄 141 號顯示稍多於前作外，其他品種一穗穎花數均稍低於前作，以花蓮育 164 號下降較明顯，結實率一般均稍低於前作，但以花蓮育 164 號及高雄 139 號僅達 75%。顯示兩品種之結實情形容易受再生栽培之影響。千粒重顯示品種間在再生期作亦有不同之反應，以花蓮育 164 號千粒重明顯較前作為低，高雄 139 號影響較小。

表一、參試水稻五品種之農藝性狀及再生率

Table1. Agronomic traits for five tested rice varieties in 1991.

Varieties	Panicle/ Hill (no.)	Spikelets/ Panicle (no.)	Panicle length (cm)	Ferility (%)	1000 grain weight (g)	Ratooning Rate (g)
TNG70	9.5±1.82	107.6±4.98	20.8±0.21	91.1±1.34	26.0±0.09	75.7
	(11.1±1.46)	(95.4±5.20)	(18.2±0.54)	(89.6±2.50)	(24.6±0.04)	
TK2	10.4±1.57	114.9±1.69	20.9±0.04	93.0±1.88	25.6±0.16	84.1
	(14.6±0.78)	(83.9±2.30)	(18.0±0.04)	(86.7±5.25)	(24.6±0.59)	
HLY164	10.9±2.06	100.5±5.49	17.4±0.31	93.3±1.05	25.7±0.17	90.1
	(15.3±0.57)	(76.2±0.85)	(16.5±0.43)	(75.1±7.70)	(22.8±0.37)	
KH141	11.1±2.50	98.8±2.68	18.3±0.08	88.9±0.88	24.0±0.29	46.7
	(7.0±0.99)	(104.0±10.7)	(19.0±0.33)	(88.8±2.02)	(23.0±0.34)	
KH139	9.8±2.50	124.8±10.6	22.1±1.20	87.7±1.51	24.5±0.56	26.9
	(6.0±1.02)	(113.1±9.40)	(21.1±0.65)	(75.1±3.70)	(24.6±0.40)	

* Agronomic traits in parenthesis was collected in the 2nd (ratoon) crop.

** Ratooning rate(%) is the ratio of ratoon tiller number per hill to panicle number per hill of the main(first)crop. Data was measured at two weeks after harvest of the main crop.

表二、收穫期五品種稻稈基部非構造型碳水化合物含量

Table 2. Means of TNC content in rice stem base for five varieties at harvest period(35DAH)*
(mg/100mgdw)

Varieties	Reduce sugar	Total sugar	Starch	TNC
TNG70	5.20	9.91	27.27	37.18

TK2	6.54	13.40	21.20	34.60
HLY164	6.03	11.87	13.46	25.33
KH141	5.08	10.52	17.47	23.27
KH139	3.69	6.93	12.90	19.83

* 35 day after heading of the main crop.

表三、稻稈基部非構造成碳水化合物含量與再生率之相關係數

Table 3. Correlation coefficients of ratooning rate and TNC content in rice stem base of 5 parental varieties.

	Ratooning rate	Reduce sugar	Total sugar	Starch	TNC
Ratooning rate	1				
Reduce sugar	0.467	1			
Total sugar	0.645**	0.818**	1		
Starch	0.461	0.659**	0.529	1	
TNC	0.768**	0.741**	0.772**	0.870**	1

* Significant at 1% critical levels.

(二)品種莖基 TNC 濃度含量與再生率之關係

水稻於成熟期取樣測定其莖基中 TNC 濃度含量列於表二，結果指出還原糖含量以台梗 2 號及花蓮育 164 號較高，而以高雄 139 號僅達 3.69mg/100mgdw 為最低，總糖量品種間表現亦與還原糖類似，在澱粉含量則以台農 70 號及台梗 2 號明顯高於其他品種，仍然以高雄 139 號最低，就其非構造成碳水化合物其總量 TNC 之結果顯示以台農 70 號含量最高，達 37.8mg/100mgdw，依次為台梗 2 號，花蓮育 164 號，高雄 164 號，高雄 141 號及高雄 139 號。

分析糖類累積量與再生率之關係列於表三，由結果顯示，總糖含量與 TNC 量均與再生率呈極顯著正相關，指出基莖之總糖含量及 TNC 含量在品種間有遺傳變異存在，並且影響再生能力。

二、再生率互交組合法之遺傳分析

由變方分析之結果（表四），顯示親本間之再生率，在表中“a”變因成分達 1% 顯著水準，顯示由親本間所造成的再生率變異係由基因之加性作用所至。“b”變因亦達顯著水準，表示再生率性狀在某些基因座上呈現顯性作用，親本平均值與後裔平均值所致之平均顯性變方(b1)中呈 5% 顯著水準，再生率之親本平均值(64.69)大於後裔 F1 平均值(57.8)，指出低再生率對高再生率呈顯性，“b2”變因亦達 1% 之顯著水準，表明顯性作用係由基因頻率(gene frequency)不平衡所致。“b3”變因不顯著，顯示基因間之加性型與顯性型間之交感作用可能不存在於 F1 互交組合中。“C”變因不顯著表示正反交組合間並無母本效應存在。由 a 與 b 兩變異成分在互交組合試驗中均極顯著，表示再生率之基因加性與顯性作用，在此一性狀同

屬一重要成分。利用每一親本序列之變方(V_r)及每一親本序列之親本值與其後裔間之共變方(W_r)，來估算親本序列之顯性次序(order of dominance)與顯性程度之時，應先行純質性測驗，以明試驗資料是否符合 Hayman(1954a)遺傳分析之前題，結果得 t 值為 0.008，顯示符合遺傳假設之前提。

表四、5×5 全互交再生率之變方分析

Table 4. Analysis of variance(mean square)for ratooning rate in 5×5 diallel cross.

S.O.V.	df	Ratooning rate
Block	2	169.23
Combination	24	275.72**
a	4	1626.97**
b	10	210.64**
b1	1	328.52*
b2	4	355.71**
b3	5	71.12
c	4	147.56
d	6	29.21
Error	48	64.10

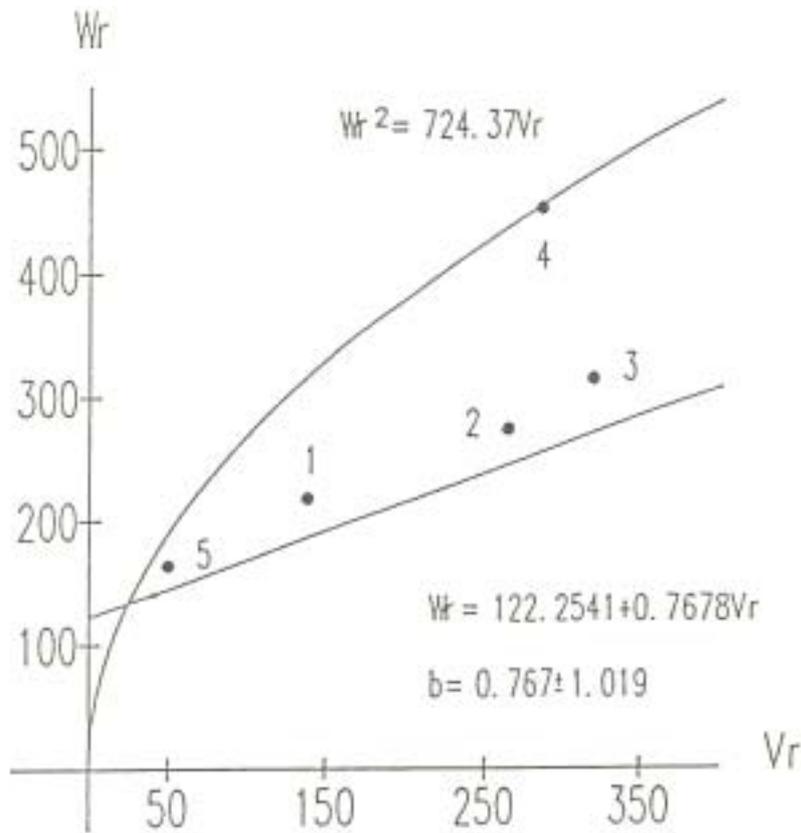
*,** Significant at 5% and 1% respectively.

由序列變方(V_r)及親本與序列之共變方(W_r)計算直線回歸 $W_r=a+bV_r$ 及其拋物線 $W_r=V_p.V_r(V_p$ 為親本變方)。依據 Hayman(1954b)之理論，若顯性等位基因由某一親本攜帶時，其親本序列的變方與共變方較小，即(W_r, V_r)點愈靠近原點(0,0)反之隱性基因由另一親本攜帶時，其親本序列的變方與共變方較大，即(W_r, V_r)較遠離原點。而顯隱性基因間之互相關係，可由回歸斜率來判斷，當斜率為 $b=1$ 時，且回歸線經過原點，表示完全顯性，若為超顯性時其斜率為 1 ；且回歸線之 W_r 截距為負值（即截 W_r 於原點下方）；若為部分顯性或不完全顯性時，斜率為 1 ，且回歸線之 W_r 截距為正值（即在原點之上）；若不具上位性時則其回歸係數應趨近於 1 ；若 $b<1$ 時，則表示該一性狀之變異受非等位基因間之相互作用的影響。

由圖一知道，所有(W_r, V_r)點均位於拋物線之範圍內，而迴歸直線截 W_r 軸於原點(0,0)之上方，表示控制再生率之基因為部分顯性，其 $V_r(211.2)$ 台農 70 號>台梗 2 號>高雄 141 號>花蓮 164 號，此與親本再生率高低次序（花蓮育 164 號>台梗 2 號>台農 70 號>高雄 141 號>高雄 139 號)不同，此可能由親本間攜帶顯隱性基因頻率不等及微小之互補性基因交感存在所致，此型很可能存在於高雄 141 號序列。

用顯性次序(W_r+V_r)和親本度量(parental measurement Y_r)之間所做出的標準偏差圖及其相關係數(r)，來探討各親本間之顯性程度及基因之顯性作用是否受顯性正向（高再生率）或負

向（低再生率）的基因所控制（圖二）。親本之 Y_r 與 (W_r+V_r) 值的大小，受顯隱性基因相對數目的控制，當 Y_r 與 (W_r+V_r) 呈負相關時，則顯示方向偏向於高再生率。由圖 2 可知， r 值為正值，雖未達顯著之正相關，指出高再生率親本(HLY164,TK2 及 TNG70)與低再生率親本(KH141 及 KH139)間無明顯之顯性方向及秩序，僅為特殊合顯性作用互相抵消而使顯性程度減低。



圖一、水稻五親本全互交 F_1 再生率之共變方與序列變方之極限拋物線回歸。

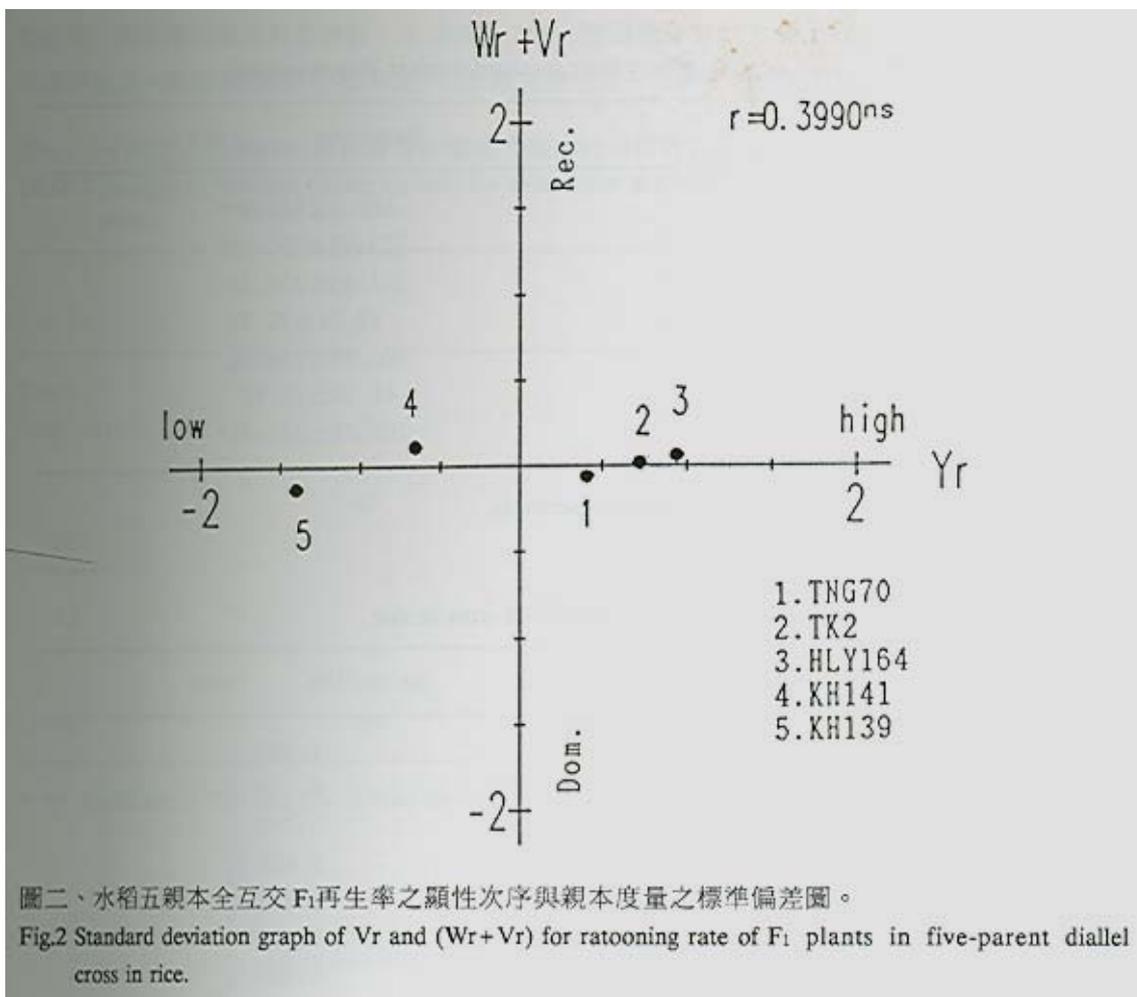
Fig.1 Regression of W_r on V_r and limiting parabola for ratooning rate of F_1 plants in five-parent diallel cross in rice.

1. TNG70 2. TK2 3. HLY164 4. KH141 5. KH139

遺傳變異成份：

5×5 互交組合進行遺傳成份分析，其結果列於表五及表六，遺傳變異成份 D, H_1 ，均達 1% 或 5% 之顯性水準，顯示基因之加性及顯性作用在再生率性狀之遺傳變異上扮演重要角色，加性成份(D)約為顯性成份(H_1)之二倍，且 $(D-H_1)$ 值亦達顯性水準，很明顯指出基因之加性作用較顯性作用重要，因此有高之狹義遺傳率(0.74)，控制再生率基因之平均顯性程度可由 $(H_1/D)^{1/2}$ 之值表示，再生率之平均顯性程度為 0.688，顯示基因之作用為部分顯性，由表五之 $H_1 > H_2$ ，表示由變異成份所致之顯性作用，主要受顯隱性基因頻度分布不相等所致 (i.e.: $u \neq v$)，致使 $H_2/4H_1$ 之值不等於 0.25，此很明顯地指出顯性基因不一定集中於低再生率親本中（台農 70 號），而隱性基因亦不一定集中在高再生率親本高雄 141 號），因而造成親本內顯性與隱性基因比例(K_d/K_r)並不相等。最少之有效基因對數可由 h^2/H_2 估算而得，由其估

值為 0.458，指出無主效基因控制再生率性狀而為微效基因作用之控制。其狹義之遺傳率值相當高(0.74)。



三、水稻莖基 TNC 含量之遺傳分析

親本再生力與總糖及 TNC 含量成極顯著之正相關（表三），因此遺傳分析將以 TNC 含量及總糖分為對象來說明，表二中 TNC 含量以 TNG70 及 TK2 為最高，各別為 37.18 及 34.60mg/100mgdw，而以 KH139 最低(19.83mg/100mgdw)，總糖分含量則以 TK2 最高(13.4mg/100mgdw)而以 KH139 最低(6.93mg/100mgdw)。

表五、再生率之遺傳變異成份估值及標準偏差

Table 5. Estimates of genetic component and their standard error to ratooning rate.

Component	Ratooning rate
D	682.8±55.59**
H1	323.68±150.12**
H2	204.85±136.16
h2	93.94±91.93
F	260.84±138.86

E	41.54±22.69
D-H1	359.20±131.41*

*,** Significant at 5% and 1% critical levels, respectively.

表六、再生率之遺傳介量及遺傳率

Table 6. Genetic analysis for ratooning rate of 5×5 diallel cross in rice.

Parameter	Ratooning rate
(H1/D) ^{1/2}	0.688
H2/4H1	0.158
Kd/Kr	1.767
n(h ² /H2)	0.458
rof(W _r +V _r)/Y _r	0.399
heritability(narrow)	0.744
(broad)	0.886

(一) 莖基部總糖含量之分析

由變方分析表七之結果顯示親本間之總糖含量 “a” 變因達 1% 顯著水準，為加性作用所致，“b” 變因亦達 1% 水準，表示在基因座上呈顯性作用。親本平均與後裔平均值所致之平均顯性變方(b1)中總糖含量之親本平均值(9.65)與後裔平均值(10.53)，指出高總糖含量對低總糖含量為顯性，“b2” 變因顯著，表示顯性作用尚因基因頻率不平衡所致，“c” 變因不顯著表示此一性狀在正反交組合間並無母本效應存在。

親本間(W_r-V_r)值之純質性測驗結果 t 值為 0.242，顯示為純質，符合遺傳假設之前提。由圖三顯示回歸直線截 W_r 軸於原點下方，表示控制總糖含量之基因為超顯性，其 V_r(3.95)>W_r(2.56)[即 H>D]，顯示基因之顯性作用大於加性作用。由圖 3 顯示台梗 2 號具有最多之顯性基因，台農 70 號及高雄 139 號則攜帶較多之隱性基因，親本之顯性次序為台梗 2 號 > 花蓮育 164 號 > 高雄 141 號 > 台農 70 號 > 高雄 139 號，此與親本之高低次序相同，由圖 4 之 Y_r 及(W_r+V_r)之標準偏差圖及其相關係數為顯著之負值，指出高總糖量含量為顯性，以台梗 2 號及花蓮育 164 號之顯性最強，依據序列間作用之強弱，五個親本可劃分為 高度顯性—台梗 2 號及花蓮 164 號， 中度顯性型—高雄 141 號及台農 70 號， 高度隱性型—高雄 139 號。

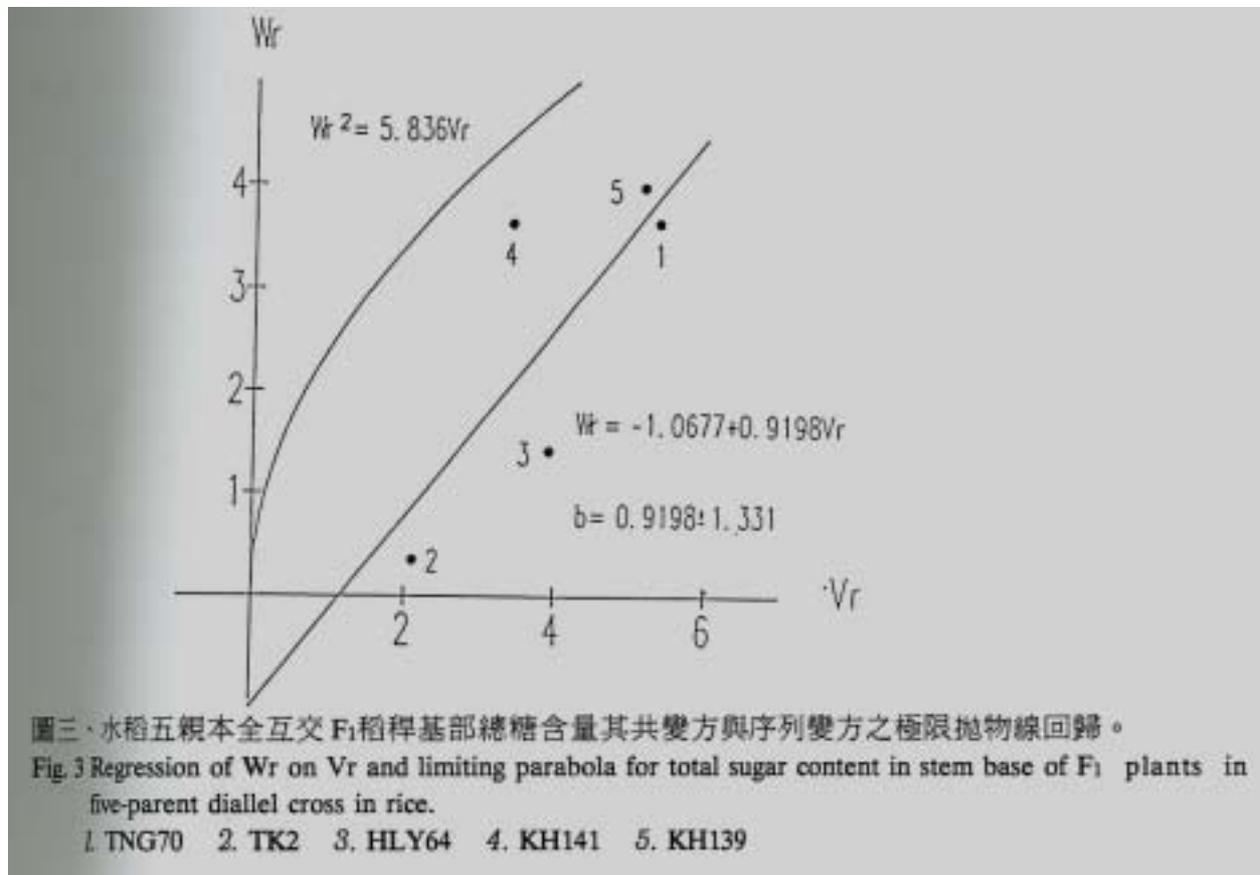
表七、5×5 相互交之稻稈基部總糖及非構造成碳水化合物變方分析

Table 7. Analysis of variance (mean square) for total sugar and TNC content of stem base in 5×5 diallel cross.

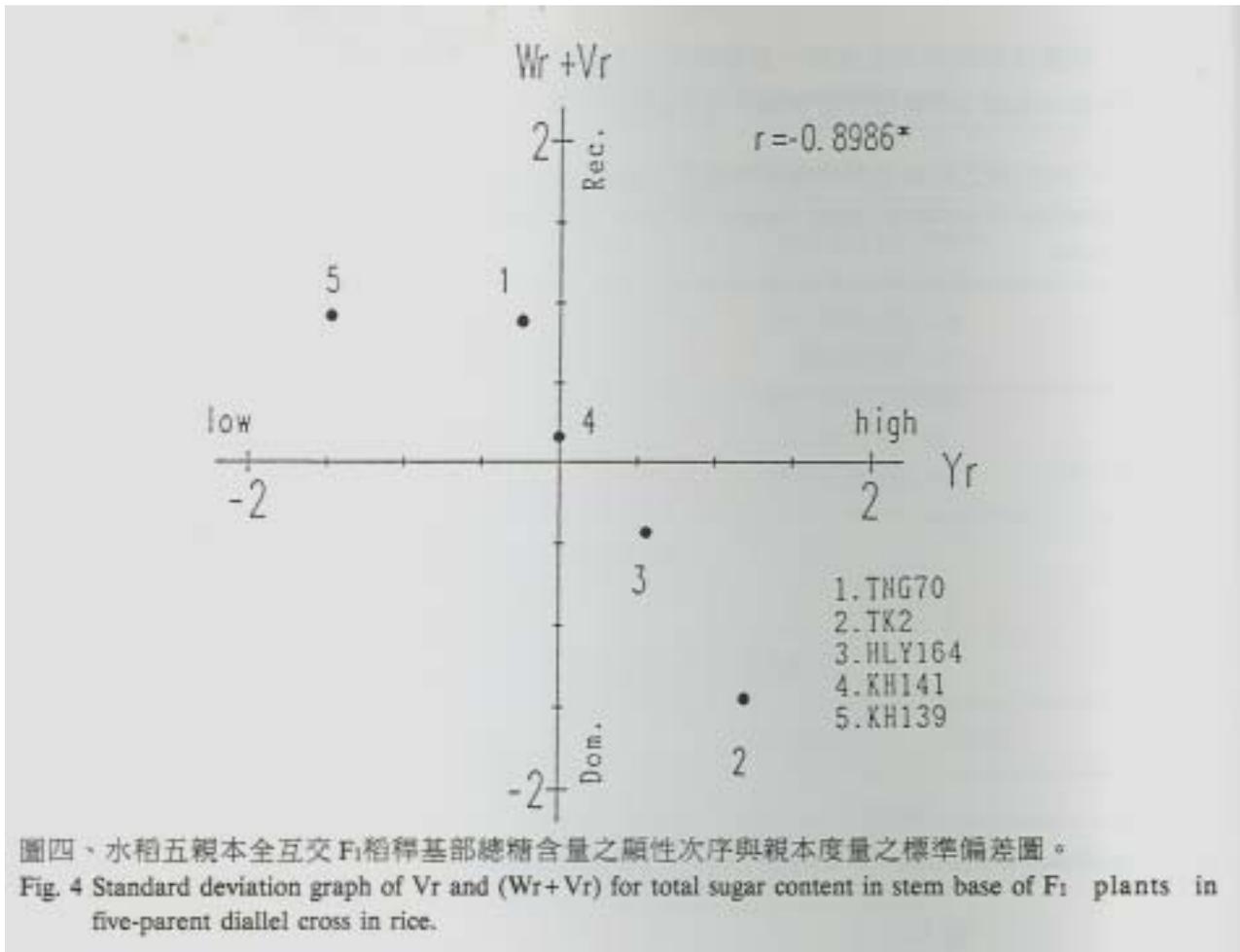
S.O.V.	df	Total sugar	TNC
Block	2	33.12	181.21
Combination	24	69.73*	79.95*

a	4	217.15**	302.28**
b	10	145.33**	77.67
b1	1	217.30**	323.73**
b2	4	166.35*	75.27
b3	5	71.38	30.37
c	4	49.36	66.05
d	6	60.35	72.36
Error	48	28.75	39.75

*, ** Significant at 5% and 1% critical levels by F-test, respectively.



遺傳成份分析結果列於表八及九，遺傳變異成份 D, H_1, H_2 均呈極顯著， $D-H_1$ 為負值雖未達顯著，暗示基因之顯隱性作用在此性狀佔較重要之控制角色，或因親本間有較多超顯性之結果。另由 $H_1 > H_2$ ，表示顯隱性基因頻度分布不均，致使 $H_2/4H_1$ 之值為 0.224。由 h^2/H_2 之估值為 0.117 顯示控制總糖含量性狀為微效基因之控制，其狹義遺傳率為中高(0.45)。



表八、稻稈基部非構造型碳水化合物之遺傳變異成份估值

Table 8. Estimates of genetic component and their standard error to TNC content in rice stem base.

Component	Total sugar	TNC
D	3.79±0.80**	35.93±5.90**
H1	6.08±2.18**	32.37±16.17*
H2	5.45±1.98**	25.27±14.67
h2	0.64±1.33	60.58±9.90**
F	-1.17±2.01	8.03±14.96
E	2.04±0.33**	13.25±2.14**
D-H1	-2.2±1.9	3.55±14.3

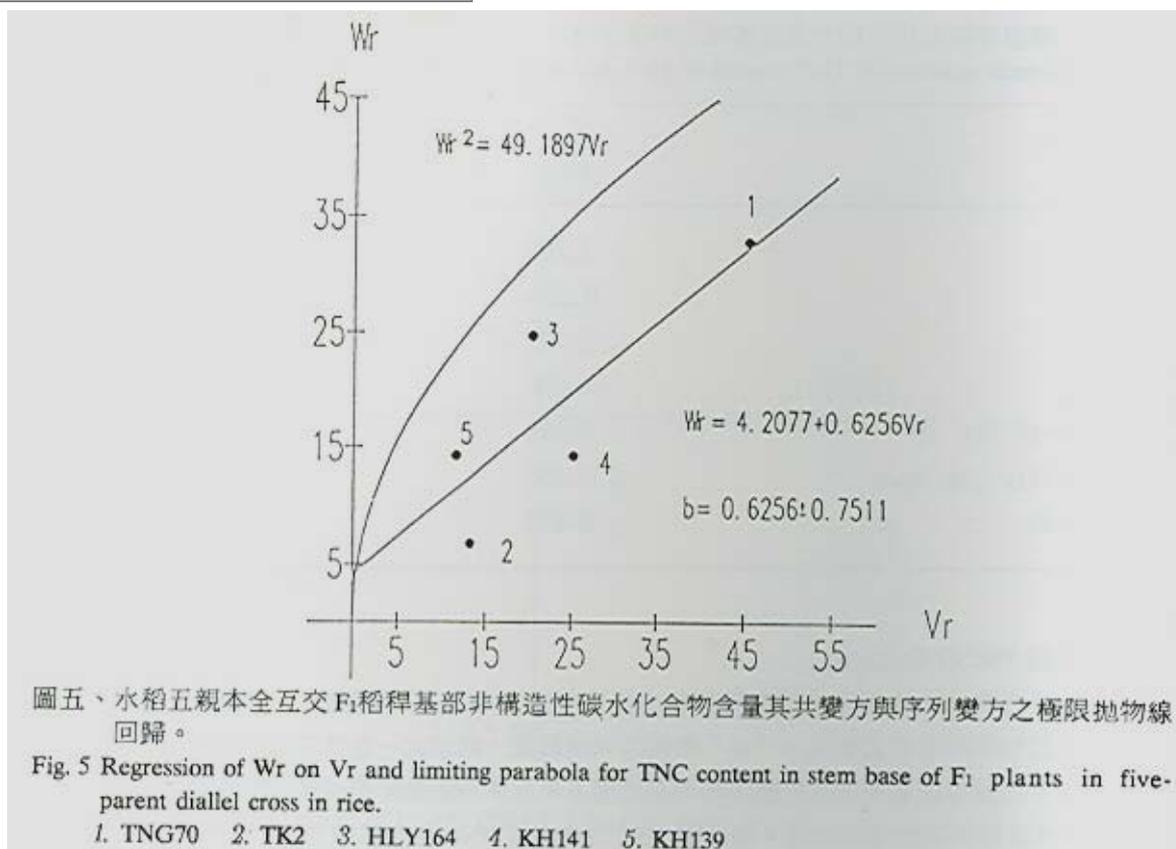
*, ** Significant at 5% and 1% critical levels, respectively.

表九、非構造型碳水化合物含量之遺傳分析及遺傳率

Table 9. Genetic analysis for TNC content of 5×5 diallel cross in rice.

Parameter	Total sugar	TNC
-----------	-------------	-----

(H1/D)	1.265	0.9492
H2/4H	0.224	0.1952
Kd/Kr	0.782	1.2670
n(h2/H2)	0.117	2.3960
rof(Wr+Vr)/Yr	0.898	0.4898
heritability(narrow)	0.450	0.472
(broad)	0.670	0.642

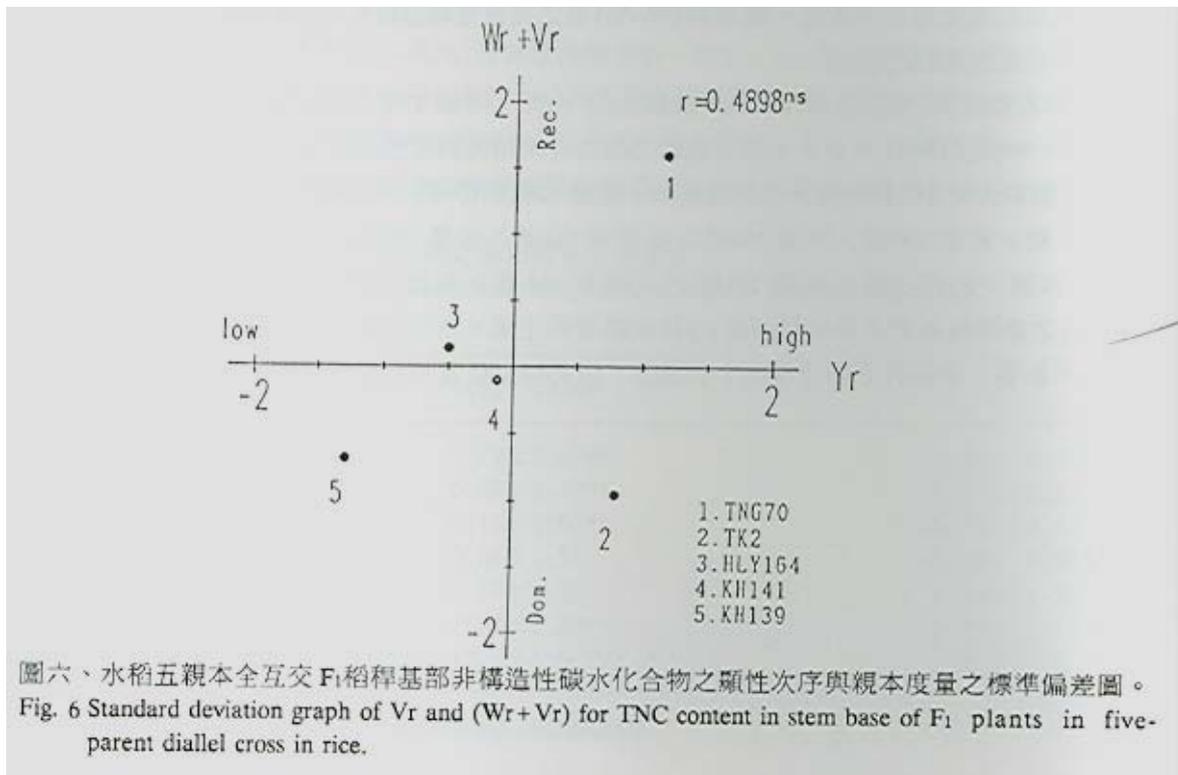


(二) 莖基部 TNC 含量之分析

變方分析表七之結果顯示親本間 TNC 含量之性狀，在 “a” 變異達 1% 極顯著水準，指出係由基因之加性作用所致之變異。“b” 變因則未達顯著，暗示此一性狀在某些基因座上無顯性作用，親本平均值與後裔平均值所致之平均顯性變方 “b1” 呈極顯著水準，而 TNC 之親本平均值(28.99)大於後裔 F1 平均值(23.79)，指出低 TNC 含量對高 TNC 含量為顯性。“c” 變因不顯著表示正反交組合間並無母本效應。親本間(Wr-Vr)值之純質性測驗結果 t 值為 0.705 不顯著而為純質，顯示符合遺傳假設之前提。

由圖五顯示回歸直線截 Wr 軸於原點上方，表示控制 TNC 含量之基因為部分顯性，其 Vr(22.9)>Wr(18.5)即 H>D]，顯示基因之顯性作用稍大加性作用，親本序列距原點之距離，由圖五顯示台梗 2 號具有較多之顯性基因，台農 70 號則帶有較多之隱性基因，親本之顯性次序

為台梗 2 號>高雄 139 號>高雄 141 號>花蓮育 164 號>台農 70 號，與親本 TNC 含量高低次序（台農 70 號>台梗 2 梗>高雄 141 號>花蓮育 164 號>高雄 139 號）不同，由圖六之 Y_r 及 (W_r+V_r) 之標準偏差圖及相關係數(r)為未顯著的正值，指出 TNC 含量易受作物栽培管理環境及方法所影響，其顯性方向及程度不易區分，但仍以 TK2? 号 H139 為顯性型，而以 TNG70 為隱性型。



遺傳成份分析結果列於表八及表九，遺傳變異成分 D, H_1, h^2 均極顯著或顯著， D 與 H_1 值相近， $D-H_1$ 未達顯著水準，顯示基因之加性及顯性作用對 TNC 含量控制同屬重要。另由 $H_1 > H_2$ 表示由變異成份所致之顯性作用，主要亦受顯性隱性基因頻度分佈不均勻所至 ($u \neq v$) 至使 $H_2/4H_1$ (表九) 之值為 0.1952，此亦指出，顯性基因不一定集中於 TNC 含量親本中 (圖六之台梗 2 號)，親本內顯隱性基因數 (k_d/K_r) 比例不相等，顯性基因數約為隱性基因數的 1.2 倍，由 h^2/H_2 之估值為 2.399，指出控制 TNC 性狀至少有 2 對主效基因之作用，其狹義遺傳率值為中高 (0.47)。

四、秈稻雜種品系再生能力及再生產量之探討

由台灣省農業試驗所提供經過區域試驗表現穩定之秈稻雜種品系，台秈雜育 2、6、8、9、10 號等 5 品系為材料探討其再生能力及再生栽培之可能性，此 5 品系均以珍汕 97A 不稔性為母本分別與 IR4563-5-3-3-6、台中秈 6 號、台農秈育 114 號、台農秈育 121 號及台農秈育 178 號雜交所獲得之雜種品系。

81 年一期作試驗結果摘錄其產量及產量構成因素列於表十，就每株穗數而言，品系間分佈在 13.3—22.2 穗之間，以 IR-4563-5-3-3-6 最多，台秈雜育 10 號最少，分別與親本比較顯示僅有台秈雜育 6 號之穗數與其高親本相同之穗數外，其他雜種品系之穗數並未較親本多；

一穗穎花數則以台秈雜育 10 號及 8 號最多，並較其親本之穎花數多，其他品系則稍少於親本；結實率則以珍汕 97B 僅 57.6% 最低，台秈雜育 8 號及 IR4563-5-3-3-6 亦僅接近 80%，顯示此二品系結實情形不佳；在產量方面，台秈雜育 6 號及 9 號分別顯著高於其親本台中秈 16 號及台農秈育 121 號，但與最高產之另一純系親本台農秈育 114 號之產量則無顯著差異，顯示這些秈稻雜種組合，部分雖呈現雜種優勢可提高產量，但仍不比純系之秈稻品系產量高，似有待續進行其他組合力之測定，以期發揮雜種高產之潛能。

一期作收穫後二週調查其再生芽數，調查再生芽數分別以前作穗數比較估算其再生率(表十一)，收穫二週之再生率品種(系)間差異顯著，以台秈雜育 9 號之 111.4% 最高，其次為台秈雜育 8 號之 65.4%，台農秈 121 號亦達 54.2%，其餘品系再生率均低於 50%，以 IR4563-5-3-3-6 再生率最低，僅有前作之 25%，經自地面 5 公分左右割蘖一次並於二週後，調查其再生率結果顯示，亦以台秈雜育 9 號之再生率 132% 最高，其次為其父本之台農秈育 121 號再生率亦高達 112.6%，台秈雜育 8 號之再生率，亦比收穫後調查者增加。此外，再生芽發生於高節位(資料未列出)之品系有台秈雜育 6 號，珍汕 97B，台中秈 16 號，台農秈育 178 號等 4 品種(系)則於割蘖後之再生率明顯下降，其後再生稻株數亦少，割蘖後至抽穗期之生育日數，秈稻雜種品系以台秈雜育 9 號之 82 天較長外，其餘 4 個品系之生育日數甚短，至 54 天即抽穗，顯示此品系再生栽培時營養生長期短，早抽穗因此一穗穎花數亦偏低，導致再生稻產量低的因素之一(資料未列出)。一穗穎花數以生育期較長的台秈雜育 9 號，台農秈育 121 號較多外，其餘品系之一穗粒數均偏低，以珍汕 97B 之每穗僅 45 粒為最少，結實率及千粒重與前作比較均明顯降低，再生稻穀產量僅台秈雜育 9 號及其父本之台農秈育 121 號達每公頃 4 噸表現較佳外，其餘品系則在 1-3 噸之間，以珍汕 97B 產量最低，由此顯示秈稻雜種品系除了台秈雜育 9 號之再生能力佳，產量與純系父本相似外，其餘雜種品系則因再生能力差，而無法直接利用其再生栽培以節省雜種種子進而提高產量之可能。

表十、一期作秈稻雜種品系與親本之稻穀產量與產量構成要素

Table 10. Mean of indica hybrid rice and parental yield performance and yield components at the first crop, in 1991.

Hybrid	Panicle/ Hill (No)	Spikelets/ Panicle (No)	Fertility (%)	1000grain weight (g)	Yield (kg/ha)
P2:IR4563-5-3-3-6	22.2±5.2	91.3±8.20	78.9±5.4	24.6±0.9	5,300c
F1:TSH2	18.6±1.2	89.3±3.60	90.4±1.1	30.1±0.1	5,180c
P2:ICS16	15.4±3.3	128.5±11.4	90.6±0.8	25.2±0.3	5,830b
F1:TSH6	15.4±1.2	115.2±20.1	96.4±3.2	28.8±0.8	6,388a
P2:TSY114	19.1±2.5	110.8±7.10	89.9±0.9	23.6±0.2	6,420a
F1:TSH8	16.9±2.0	122.6±8.70	77.6±2.0	27.2±1.6	5,300c

P2:TSY121	20.4±4.5	126.8±12.9	85.7±1.9	23.8±0.5	5,840b
F1:TSH9	17.6±3.4	102.1±3.80	80.2±2.6	27.2±1.7	6,520a
P2:TSY178	14.3±2.7	117.5±21.4	93.4±1.1	25.5±0.5	4,540
F1:TSH10	13.3±3.0	125.4±14.4	91.3±0.5	28.5±0.5	5,240c
P1:Jenseng97B	14.4±3.3	95.4±9.90	57.6±11.2	28.8±0.4	3,920

表十一、再生期作秈稻雜種品系與親本之稻穀產量與產量構成要素

Table 11. Mean of indica hybrid rice and parental ratooning rate, yield performance and yield components at the ratoon crop, in 1991.

Hybrid	Ratooning rate	Panicle/Hill (No)	Spikelets/Panicle (No)	Fertility (%)	1000grain weight (g)	Yield (kg/ha)
P2:IR4563-5-3-3-6	25.4	11.2	71.4	63.5	25.1	2,608
F1:TSH2	31.2	11.0	53.1	71.1	25.6	1,983
P2:ICS16	41.9	7.1	68.2	72.7	22.3	1,562
F1:TSH6	46.5	5.1	65.3	50.6	24.6	1,323
P2:TSY114	28.3	11.5	73.1	71.6	21.1	3,080
F1:TSH8	65.4	10.3	50.2	78.9	22.3	1,987
P2:TSY121	54.2	16.1	83.4	77.8	21.4	4,180
F1:TSH9	111.4	14.3	87.1	78.3	22.2	4,030
P2:TSY178	32.0	7.8	62.1	77.7	21.5	1,742
F1:TSH10	39.6	8.1	76.6	53.5	22.4	1,463
P1:Jenseng97B	33.3	3.3	45.1	68.2	23.3	1,096

討論

本研究以本省育成梗稻具強弱再生能力之五個品種當材料，以全互交分析方法進行再生能力之遺傳研究，以期明瞭本省栽培面積最廣之梗型稻之遺傳行為，供為針對該項特性選拔時之參考。數量性狀的遺傳通常都是連續變異現象。連續變異的遺傳乃受所謂「數量基因系統」(polygenic system)的控制，數量基因系統是由若干數量基因(polygene)所組成。各個數量基因的作用相似，效果微小，而彼此間在效果上，又有相加與相成的作用(additive and supplementary effect)。數量基因系統含有的數量基因的數目無法判定，數量基因的行為雖也遵循孟氏遺傳的分離原則，但它們所控制的遺傳變異卻無法用簡單的孟氏遺傳法則來分析。全互交法被公認是一種分析數量性狀變異的有效方法，全互交法之優點可包含許多不同來源之種源(germplasm)，用來瞭解親本間之遺傳變異性(genetic diversity)及基因作用，並且利用包

含同質結合體親本與 F_1 較分離世代(如 F_2, F_3)為佳,因它們在遺傳上不分離,少數個體即可,且無連鎖(Linkage)之干擾,可迅速獲得育種所需之計息。

稻再生能力為品種之特性,由表 1 得知選取作為雜交親本之五個品種,經試驗結果,品種間再生能力具有的明顯的差異,顯現親本間有遺傳變異存在。Ichii and Kuwada(1981)與蘇等(1981)都曾有相同報告。比較收穫後 14 天之再生能力結果,尤以花蓮育 164 號之再生率最高(表 1),其次為台梗 2 號及台農 70 號,而以高雄 139 號最低。張與劉(1991)指出本省早年育成品種之供源與積儲關係,不如晚近育成之品種,即供源較有不足,可能影響再生能力之表現,本試驗採用之品種,再生能力較差之高雄 139 號、高雄 141 號則屬較早期育成之品種,而台農 70 號及台梗 2 號則為近年命名推廣之水稻品種,由此等品種莖基積儲較高 TNC 含量似與張與劉之推論有一致之結果。

前作收穫後之再生率,由圖 1 顯示控制再生率之基因為部分顯性作用,遺傳變異成份中指出加性成份約為顯性成分之二倍,很明顯指出基因之加性作用較顯性重要,由顯性次序和親本度量之標準偏差圖及相關係數 r 為不顯著之正值,指出高再生率親本(HLY164,TK2,TNG70)與低再生率親本(KH141,KH139)間無明顯之顯性方向及秩序,僅為特殊組合顯性作用互相抵消而使顯性減低,最少有效基因對數 h^2/H^2 估值為 0.458,指出無主效基因控制再生率性狀而為微效基因之作用,其狹義之遺傳率值相當高為(0.74)。Li(1975)曾指出加性型之交互作用(interaction)即加性 \times 加性交感作用,往往可使基因之加性作用高估,而使基因之顯性低估,致使不同組合之基因顯性不一致之現象。

高再生能力為隱性之結果與 Chauhan et al(1988)以 F_1 F_4 各世代族群及親本平均估算再生遺傳行為,指出具有優良再生能力為隱性性狀及 Shivakumavasumy et al(1987)亦指出親本中部分呈現隱性基因控制再生能力等諸學者之結論相同,惟與張(1985)之試驗結果推論高再生率為顯性則有所不同。Li and Chen(1988)發現在一特殊組合中呈現母本效應,同時指出,再生遺傳力隨父母本之遺傳背景不同而異。Arumugachamy et al.(1991)以六個水稻親本及其正反交測定其再生力,發現其中二個具最高再生能力親本之正反交,所獲得之再生芽最多,推論此一高再生能力乃由基因加性作用及雜種優勢所共同表現之結果。

有關前作稻桿基部非構性碳水化合物含量(TNC)與再生能力之表現呈正相關為許多學者之共同結論(Guevas-Perez 1981; Ichii and Sumi 1983; 侯 1984a; 劉等 1984),本試驗結果顯示親本之再生能力與莖基部之總糖分含量及 TNC 含量呈極顯著之正相關,顯示莖基之該二項成份增加時有利於再生芽之萌發。因此遺傳分析亦以 TNC 含量及總糖含量為對象說明。

由遺傳分析結果顯示控制總糖含量之基因顯性作用大於加性作用,圖 4 之 Y_r 與 (W_r+V_r) 標準偏差圖及相關係數為顯著之負值,指出高總含量為顯性,在品種中則以台梗 2 號及花蓮育 164 號顯性最強,最少有效基因估算 h^2/H^2 為 0.117,顯示控制糖分含量仍由微效基因之控制,其狹義遺傳率值為中高(0.45)。

由遺傳分析結果顯示控制 TNC 含量基因顯性作用大於加性作用,由圖 6 之 Y_r 與 (W_r+V_r) 標準偏差圖及相關係數為未顯著之正值指出 TNC 含量易受環境,作物栽培管理及方法之影

響，使顯性方向及程度不易區分，另因顯隱性基因頻度分布不均勻，顯示顯性基因不一定集中於低 TNC 含量親本中，由最少有效基因對數估值為 2.399，指出控制 TNC 性狀至少有二對主效基因控制，其狹義遺傳率為中高(0.47)。

秈稻雜種品系經測定其再生能力結果，僅有台秈雜育 9 號一品系表現強再生能力，一期作稻穀產量顯著高於親本，表現雜種優勢，但其再生稻穀產量則僅與其親本相若，顯示此等雜種品系尚無法利用於再生栽培，其餘 4 個雜種品系則因再生率偏低及再生期作營養生長期短，產量甚差。此一結果顯示參試之雜種材料中尚缺乏適合再生栽培之品系，似有待繼續進行其他組合力之測定，期發揮雜種優勢再生栽培之利用。

參考文獻

- 1.侯福分 1979 水稻再生栽培法試驗 稻作改良年報 67:190 194。
- 2.侯福分 1984a 再生稻栽培生理之研究 稻作改良年報 72:99 104。
- 3.張隆仁 1984 稻再生力遺傳之研究 中興大學糧食作物研究所碩士論文 台中市。
- 4.張富洲 劉大江 1991 水稻分蘖之生理研究(四)不同節位葉片形態性狀與稻穀產量間之相關 中華農藝 1:21 34。
- 5.劉瑋婷 蘇昌吉 魏夢麗 劉大江 1985 碳水化合物濃度對水稻再生能力之影響 花蓮區農業改良場彙報 1:31 37。
- 6.謝全份 高樹 江忠 1964 水稻宿根栽培方法之研究 (第二報)品種間再生力及產量之變異 中華農業研究 13(3):14 21。
- 7.蘇昌吉 丁全孝 李超運 鄭明欽 1981 適於再生稻栽培品種之選拔及適應性測定試驗 稻作改良年報 69:151 155。
- 8.蘇昌吉 劉瑋婷 1984a 水稻品種再生栽培法試驗 稻作改良年報 72:108 110。
- 9.蘇昌吉 劉瑋婷 1984b 影響水稻再生力原因之探討 - 碳水化合物濃度之影響 稻作改良年報 72:106 107。
10. Arumugachamy, S., P. Virekanandan, and M. Subramanian. 1991 Ratooning ability of some rice cultivars and hybrids. Intl. Rice Res. Newsl. 16 :7 8.
11. Chauhan, J. S., B. N. Singh, V. S. Chauhan, and S. P. Sahu. 1988. Screening of photoinsensitive summer rice (*Oryza sativa* L.)genotypes for ratoon cropping. J. Agro. & Crop Sci. 160:113 115.
12. Chauhan, J. S., B. S. Vergara. S. S. Virmani, F. S. S. Lopez, and V. S. Chauhan. 1987. Inheritance of regeneration ability in rice. *Oryza* 24:371 373.
13. Guevas-Perez, F. E. 1981. Inheritance and association of six agronomic traits and stem-base carbohydrate concentration on ratooning ability in rice (*Oryza sativa* L.). Dissertation Abstracts International, B. 41:3648B 3649B.

14. Gaines, T. P., and G. A. Mitchell. 1979. Chemical methods for soil and plant analysis. Agronomy Handbook No. 1., P.79 82.
15. Hayman, B. P. 1954a. The analysis of variance of diallel table. Biometrics. 10:235 244.
16. Hayman, B. P. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39:789 809.
17. Ichii, M. and H. Kuwada. 1981. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. 1. Variation in ratoon ability and its relation to agronomic characters of mother plant. Japan J. Breed. 31:273 278.
18. Ichii, M. and Y. Sumi. 1983. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. Japan J. Crop Sci. 52:15 21.
19. International Rice Research Institute(IRRI). 1985. Annual Report for 1984. pp.29 34. Los Banos, Philippines.
20. Li, C. C. and T. T. Chang. 1975. Diallel analysis of yield and its component traits in rice (*Oryza sativa* L.).J. Agri. Assoc. China(N. S.) 92:41 56.
21. Li, S. F. and T. W. Chen. 1988. Inheritance of the ratooning ability in rice varieties(*O. sativa* subsp. *indica*) Scientia Agricultura Sinica. 21:39 45.
22. Shivakumaraswamy, P. H. and M. Mahadevappa. 1987. Ratooning ability of 20 F3 rice crosses. Intl. Rice Res. Newsl. 12:9 10.
23. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cook, and K. A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. Intl. Rice. Insti. Los Banos, Philippines.