臺灣中部一年一作水稻生產潛力之研究[1]

張素貞　許誌裕[2]

摘　要

本研究針對臺中地區一年僅種一作水稻之移植時期及品種(系)之生產潛力進行探討。供試水稻有臺農67號、臺中育284號、臺中育365號、臺中秈10號及aus 28等5個品種(系)。種植時期爲民國76年4月至8月，每月種植一次。結果顯示在不同月份種植，水稻各品種間之農藝性狀、收穫指數及產量均有顯著差異，且其在種植時期與品種之間的交感效應達顯著差異。若以收穫指數代表水稻生產潛力，則以4月種植者收穫指數最高，7月次之。平均收穫指數在不同移植時期範圍爲31.6~45.1%之間，品種間之差異爲38.4~42.3%之間。顯示收穫指數易受栽培環境及品種之影響。收穫指數與產量爲極顯著正相關(r=0.85)。綜觀移植時期及品種之產量表現，以臺中秈10號在4月移植時6,712kg/ha最高，但因其穗大且容易倒伏，故需適期收穫以免造成產量損失。此外，因其易受螟害，栽培期間應注意螟蟲防治。

前　言

近年來由於稻米豐產，且國人因飲食習慣改變，食米消費量隨之減少，導致國內稻米供過於求的現象(2)。爲解決稻米過剩問題，政府於民國73年開始推動稻田轉作計畫，而稻作試驗研究亦因稻米生產環境的改變，於民國75年起特別加強配合產期調節之新品種及超高產品種之選育(含生育期較長之高產品種)(1)。本研究即採用本省目前高產品種爲試驗材料，於不同時期移植，期以配合某些作物栽培制度，例如臺中地區馬鈴薯專業栽培區，每年4月底收穫春作馬鈴薯後，於5月初種植一次水稻，並於9月以前收穫，再栽種秋作馬鈴薯，其水稻於一年當中僅種植一次，故水稻一年一作的需求是有其必要，且可配合稻田轉作制度的需要及紓解國內稻米供過於求的現象。

生產力在經濟學上是指產出與投資之比，而在作物學的投入包括二氧化碳、陽光、水、氮素等，產出則以經濟產量表示。光合效率高的作物，生物產量必高，其經濟產量高否，則要看內在的生長因素與外在的環境因素，是否有利於把光合物質分配給有經濟價值的器官。收穫指數一般爲經濟產量與生物產量(地上部)之比，故可爲作物光合產物的分配效率及生產力之指標(3)。稻米生產主要在得到稻穀，一般而言稻穀產量愈高，其收穫指數愈高，且收穫指數爲稻米產量改進有效指標(5)。Tsunoda (8)認爲矮性、較短生育日數，或早期形成有效植冠(canopy)以及增加積儲(sink)者，皆可提高水稻的收穫指數。

[1]·臺中區農業改良場研究彙報第 0173 號，本研究承蒙農委會經費補助(76 農建-2.2-糧-67G)。
[2]·臺中區農業改良場助理研究員及前約僱助理。

本試驗在彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田進行，並於民國76年4月至8月間，每個月移植一次，以探討水稻在不同時期移植之產量及其收穫指數的差異，供日後臺中地區水稻一年一作栽培的參考。

材料與方法

一、試驗時間及地點

民國76年3月至12月在彰化縣大村鄉臺中區農業改良場試驗田舉行。

二、試驗材料

參試水稻品種有臺農67號、臺中育284號、臺中育365號、臺中秈l0號及aus 28，其中前三者爲粳型稱，後二者爲秈型稻。參試品種之全生育日數(插秧至成熟之日數)以臺中育284號最長，其在1期作全生育日數爲131天，2期作與臺中育365號同爲109天，較臺農67號及臺中私10號長約2週。臺中秈10號1期作之全生育日數與臺中育365號同爲117天，較臺農67號早3天，aus 28爲來自孟加拉之品種，且在當地於中間作栽培，在本省試種結果屬於早熟品種。

三、試驗方法

試驗品種(系)於4、5、6、7及8月每月移植一次(表一)。田間採逢機完全區集設計，四重複，每小區種植150~200株，行株距爲30×20公分。調查項目包括抽穗日期、成熟期的株高及穗數，每小區20株稻穀與稻桿鮮重及乾重及小區稻穀產量。抽穗期係指每區內50%稻株抽穗之日期。成熟期爲每穗青粒尚有2~3粒之日期。株高指土壤表面至穗尖之長度(不包括芒)。乾重是於80℃烘箱乾燥48小時後之重量。試驗期間若有特殊災害予以詳細記錄。

表一、各種植時期之播種、插秧及收穫日期
Table 1. Dates of sowing, transplanting, heading and harvesting

Transplanting month	Sowing date	Transplanting date	Heading date	Harvest date
April	3.14	4.17	6.22	8.01
May	4.24	5.14	7.20	8.31
June	6.06	6.22	8.28	10.20
July	7.07	7.22	10.08	11.14
August	7.16	8.06	10.07	11.17

四、統計方法

本試驗結果以月份與品種爲試驗因子，以複因子試驗方法分析之，並將產量、收穫指數與播種或插秧至抽穗或成熟日數間進行相關分析。

結　　果

一、不同移植時期及品種間之農藝性狀、收穫指數及產量比較

本試驗調查之農藝性狀及產量的資料，經複因子分析之變方分析結果列於表二。表中顯示株高、穗數、移植至抽穗日數、移植至成熟日數、稻桿乾重、收穫指數及小區產量

在品種或移植時期均有顯著差異，而交感效應除穗數及稻桿乾重無顯著差異外，其他性狀均有顯著交感效應存在；稻桿鮮重在品種間無顯著差異，但在移植時期及(品種×移植時期)交感效應，則有顯著差異，此可能因稻桿鮮重是受不同時期移植環境因素之影響。

表二、主要農藝性狀及產量之變方分析表
Table 2. Analysis of variance of main agronomic traits

Source of variation	D.F.	Mean square of			
		Plant height	Panicle number	Days to heading	Days to ripening
Block	3	14.20	1.02	1.61	10.52**
Treat.	24	356.50**[1]	22.95**	426.80**	693.70**
Variety (V)	4	1550.50**	87.59**	1642.50**	3124.80**
Time (T)	4	353.50**	33.95**	738.00**	919.50**
V×T	16	58.80**	4.04	45.05**	29.46**
Error	72	12.02	2.37	1.02	2.15

Source of variation	D.F.	Mean square of			
		Fresh weight of stem	Dry weight of stem	Grain yield	Harvest index
Block	3	16.36	16796	18549*	16.49
Treat.	24	21.67	36297**	81664	186.60**
Variety (V)	4	2.51	85174**	85782**	49.96**
Time (T)	4	44.55**	76930**	171430**	516.40**
V×T	16	20.77**	13919	58193**	138.30**
Error	72	7.31	8770	5019	11.82

[1]. *,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

不同時期移植對農藝性狀及產量影響之比較結果如表三，在4月移植者平均株高最高，爲115公分，依月份序遞減，以8月移植者最矮，株高爲104公分。總數以4月移植者最多，5、6、7月移植者無差異，8月移植者最少，每機僅15.7穗，比4月移植者相差3.6穗。播種至抽穗及播種至成熟日數均以4月移植者最長，7月次之。稻穀產量及收穫指數亦有相同趨勢。稻穀產量則以臺中秈10號最高。其次以臺中育365號、臺農67號及臺中育284號，而aus 28最低；收穫指數除臺中育284號與aus 28次序更換外，其他則與稻穀產量一致(表四)，此表示臺中育284號雖然有較高產量但總平均收穫指數卻略低，此可能因臺中育284號於5、6月兩次移植時期之收穫指數較低於aus 28之故。變方分析結果顯示稻穀產量及收穫指數在(品種×移植時期)交感效應顯著，此表示品種及移植時期兩者的交感作用會影響稻穀產量或收穫指數之表現。在本試驗的結果當中，稻穀產量可由2,9321kg/ha到6,712kg/ha，收穫指數範圍由27.5%到51%，而其中以臺中秈10號在4月移植者之產量及收穫指數最高(表五)。若以移植時期而言，平均稻穀產量由3,505kg/ha至5,946kg/ha，收穫指數爲31.6%至45.1% (表三)。以品種而言，平均稻穀產量由3,926kg/ha至5,270kg/ha，收穫指數爲38.4%至42.3%之間(表四)。

表三、不同移植時期之農藝性狀、平均稻穀產量及收穫指數之比較

Table 3. Comparisons of agronomic characteristics, means of grain yield and harvest index on different transplanting dates

Transplanting date	Plant height (cm)	Panicle no. per hill	Days from transplanting to Heading	Days from transplanting to Ripening	Grain yield (kg/ha)	Harvest index (%)
April 17	115a[1]	19.3a	67c (101)[2]	101c (135)	5946a	45.1a
May 14	111b	16.8bc	68b (86)	98e (118)	3505e	31.6d
June 22	107c	17.1b	68c (84)	107b (123)	4542c	39.6c
July 22	108c	17.2b	79 (94)	114a (129)	5117b	42.2b
August 6	105d	15.7c	62d (83)	99d (120)	4107d	41.4bc

[1] Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

[2] ( ): Days from sowing to heading or ripening.

表四、品種間之農藝性狀、平均稻穀產量及收穫指數比較

Table 4. Comparisons of agronomic characteristics, means of grain yield and harvest index between tested varieties or strains

Variety or strain	Plant height (cm)	Panicle no. per hill	Days from transplanting to Heading	Days from transplanting to Ripening	Grain yield (kg/ha)	Harvest index (%)
Tainung 67	104.4c[1]	16.3c	73b (94)[2]	108b (129)	4851bc	39.6bc
Taichung yuh 284	104.5c	14.7d	71c (92)	111a (132)	4535c	38.4c
Taichung yuh 365	102.5c	17.7b	74a (95)	110a (131)	5197ab	70.8ab
Taichung Sen 10	108.9b	17.0bc	73b (94)	108b (129)	5270a	42.3a
Aus 28	124.2a	20.4a	53d (74)	81c (102)	3926d	39.0bc

[1] Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

[2] ( ): Days from sowing to heading or to ripening in parentheses.

二、生育期長短與產量及收穫指數之關係

將播種至抽穗日數、播種至成熟日數，插秧至抽穗日數、插秧至成熟日數、稻穀產量及收穫指數之資料，除去5月移植者因螟蟲危害部份的資料(n=20)進行相關分析。結果顯示播種至抽穗、或至成熟日數與稻穀產量之間相關均呈極顯著正相關；而收穫指數與播種至抽穗、或至成熟日數僅爲顯著正相關，其相關係數分別爲0.40及0.43 (df=18)。插秧至

抽穗、或至成熟日數與產量成顯著正相關外，與收穫指數無相關；另收穫指數與產量之關係爲極顯著正相關，相關係數達到0.85 (df=18)。

表五、參試品種在不同月份移植之產量及收穫指數(括號內之值)

Table 5. The grain yields and harvest index (in the parentheses) of tested varieties or strains on different transplanting months

Transplanting month	Grain yield of variety or strain (kg/ha)				
	TNG 67	TCY 284	TCY 365	TCS 10	Aus 28
April	5950 (42.0)	6337 (44.2)	6185 (43.9)	6712 (51.0)	4548 (44.6)
May	4116 (34.1)	2932 (27.5)	5924 (43.5)	3213 (32.7)	4156 (38.2)
June	4203 (37.9)	4246 (36.3)	4199 (37.1)	5123 (42.1)	3937 (44.5)
July	5690 (45.8)	5586 (45.3)	5517 (44.0)	6578 (48.7)	2214 (27.2)
August	4297 (42.5)	3575 (40.3)	4158 (39.2)	4726 (44.9)	3777 (40.3)

三、試驗期間特殊的危害情形

試驗期間病蟲害及特殊災害情形記錄於表六。Aus 28因株高較高，平均爲124.2公分，且莖桿較細，故極易倒伏；臺中秈10號因穗大且重故倒伏情形易發生。水稻於5月移植者，被螟蟲危害情形非常嚴重，間接影響到5月移植者水稻的產量。被害率及白穗率之原始資料經$\sin^{-1}$轉換後，再經變方統計分析結果顯示品種之間無顯著差異。各品種調查結果以臺中秈10號之被害率爲91.5%及白穗率爲24.5%最高，臺農67號之被害率爲67.3%及白穗率爲17.3%，臺中育284號之被害率爲60.8%及白穗率爲16.8%，臺中育365號被害率爲57%及白穗率爲14.5%。aus 28因屬早熟品種逃避爲害故未受螟蟲之危害。8月移植者，各品種生育後期普遍地發生輕微的白葉枯病，但對水稻的產量並無影響。

表六、試驗期間病蟲害及特殊災害調查

Table 6. The occurrence of insects, diseases and special injury damage the experiments

Transplanting month	TNG 67	TCY 284	TCY 365	TCS 10	Aus 28
April	-	-	Partly lodging	Partly lodging	All lodging
May	Stem borer	Stem borer	Stem borer	Stem borer all lodging	All lodging
June	-	-	-	All lodging	Bird
July	-	-	-	Brid, wind	Bird, wind
August	Bacterial leaf blight	Bacterial leaf blight	-	Bacterial leaf blight	Bird

討　論

水稻生產潛力與品種及栽培環境有關[4,5]，而水稻生產潛力可以用收穫指數表示之。本試驗結果顯示稻穀產量與收穫指數成極顯著正相關，此表示收穫指數可以做爲產量指標，與Lin氏[5]報告認爲收穫指數爲稻米產量改進選拔有效指標相吻合。本試驗中臺中秈10號於4月移植產量及收穫指數均爲最高，此可能因臺中秈10號穗數多，株高適中，有較佳植冠(canopy)及穗較長且粒數多，符合Tsunoda [8]收穫指數高之條件。唯其穗大且重，延遲收割易發生倒伏，且成熟後易脫粒，故需適期收穫，以免影響產量。由於其對螟蟲不具抵抗性，易遭螟害，故栽培期間應注意螟蟲防治工作。臺中育284號產量中等，但其平均收穫指數最低，且因收穫指數可視爲水稻光合產物之分配效率，其在適應性機制上亦扮演重要角色[5]，故臺中育284號不宜被推荐爲水稻一年一作之栽培品種。由孟加拉引進中間作品種aus 28雖總平均收穫指數比臺中育284號高，但因其株高較高，易倒伏且產量中等。不適合本省機械化栽培方式。可是由於aus 28於中間作(4月或5月移植者)時，產量較平穩，每公頃稻穀產量均在4~5公噸之間，且在本省表現具有早熟性，故可用爲稻米產期調節之新品種改良的雜交材料。

本試驗結果之收穫指數與播種至抽穗或至成熟日數呈顯著正相關，此與Singh及Stoskopf [7]研究穀類作物收穫指數與營養生長期長短成負相關之結果不同，此可能是因進行相關分析之生長時期不完全相同且水稻僅是穀類作物中的一種，而造成分析結果的不同。收穫指數若以不同移植時期而言變異範圍由31.6%到45.1%，且以4月移植者指數值最大，與Lin氏[5]2月移植之值最大相異，此乃因本試驗移植時期爲配合其他作物栽培，故移植時期處理未包括2月份，致無法與Lin氏結論相比較。但單就4月至8月移植時期來看，Lin氏結果亦以4月移植之收穫指數最高。若以品種而言收穫指數變異在本試驗爲38.4%至42.3%之間與不同移植時期收穫指數值變異範圍大小相比較。則前者較後者小，且後者變異範圍差距爲13.5%，約爲前者3.9%之三倍。若以不同移植時期視爲栽培環境的改變，則由本研究結果顯示收穫指數易受栽培環境及品種之影響，此與Chandler [4]及Lin [5]之研究均指出收穫指數同時受遺傳因子控制及栽培環境因素的影響相吻合。另本研究結果環境的改變對收穫指數之影響大於品種，此乃因參試水稻品種數僅5個之故。不過若以收穫指數做爲生產力之指標時，宜特別考慮移植時期，以期獲得較具代表意義之收穫指數。

參考文獻

1. 李蒼郎、黃添財 1985 臺灣光復後之稻米產銷情形 臺灣農業 21(3):40-45。
2. 黃正華 1986 臺灣地區四十年來稻作生產改進之成果 四十年來臺灣地區稻作生產改進研討會專輯 p.3-16。
3. 蔣明南 1985 作物之生產力及其改良 臺灣農業 21(5):12-24。
4. Chandler, R. F. Jr. 1969. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. P.265-285. *In* T. D. Eastin, F. A. Haskin, G. Y. Sullivan, C. H. M.VanBavel, and R. C. Dinauer (eds). Physiological aspects of crop yield. Am. Soc. Agron. Madison, Wis.

5. Lin, F. H. 1988. Variations in harvest index of rice observed in southern Taiwan and its implication in rice breeding. Hualien DAIS Technical Bulletin 1:1-99.
6. Oka, H. I., H. Morishima, T. T. Chang, and O. Tagumpay. 1970. Analysis of genetic variations in plant type of rice. V. Early vs. sustained vigor types in growth and their bearing on yielding potential. Thero. & Appl. Genetics 40:350-355.
7. Singh, I. D., and N. C. Stoskopf. 1971. Harvest index in cereals. Agron. J. 63:224-226.
8. Tsunoda, S. 1984. Adjustment of photosynthetic structures in three steps of rice evolution. p.89-115. *In* S. Tsunoda and N. Takahashi (eds). Biology of Rice. Japan Sci. Soc. Press.

Studies on Yielding Potential of Rice for Single Cropping Culture in Taichung Area[1]

S. J. Chang and C. Y. Sheu[2]

ABSTRACT

The present study is aimed to evaluate the yielding potential of selected varieties of rice for feasibility of single cropping culture in Taichung area. Five varieties of rice were planted at the experimental field once in every month from April to August of 1987. Various agronomic characters were recorded and analyzed for their performances in the field at the different planting times.

It was observed that those varieties transplanted in April showed higher plant height, panicle number and grain yield. The interaction between planting time and variety with regard to plant height, growth duration and graiti yield was significant. The harvest index varied from 38.4 to 42.3 due to varieties and varied from 31.6 to 45.1 due to different planting times. Harvest index was positively correlated with grain yield (r=0.85).

The stem borer was severe when planted in May. Taichung Sen 10 has heavier panicle and weak stem, therefore, very susceptible to lodging at the time of maturity.

1. Contribution No. 0173 from Taichung DAIS.

2. Assistant Agronomist and Field Assistant of Taichung DAIS.