第二期作水稻品種台中秈10號之移植期對產量及米質之影響[1]

林再發　黃富美[2]

摘　要

臺灣中部地區第二期作水稻之移植時間為七月下旬至八月上旬，本試驗目的在探討延遲栽植時間對臺中秈10號水稻品種產量及品質性狀的影響。試驗結果發現如延後移植時間15日，則抽穗期及成熟期分別延後29及39日，主要係受低溫之作用；稻穀產量亦大幅下降65%，影響產量表現的最主要因子為結實率與千粒重。延遲移植處理降低糙米粒寬及稻穀與糙米之容重量，由於影響穀粒充實，使稻米蛋白質含量顯著上升，同時使直鏈性澱粉含量下降。晚植因可影響裡作及降低產量與品質，故第二期作栽培臺中秈10號品種時，仍以提早插植較為理想。

關鍵字：水稻、栽植時間、產量、品質。

前　言

臺灣地區第二期作水稻產量較第一期作產量低15~25%，氣象因子常被認為是導致低產的重要原因之一[5]，其中又以氣溫及日照對水稻穗數及穀粒充實性狀的影響最大[2,3]。第一期作水稻生育期間的氣溫變化係由低至高，生育初期低溫有益於植株產生分蘗，抽穗後葉面積指數達到最高值，高日射量使光合能力大增，收穫量於是提高；二期作的溫度變化由高至低，生育初期高溫抑制分蘗之發生，抽穗後逢短日照及低日射量，葉面積指數急劇下降，光合成系統活性降低，又因氣溫下降導致根活力衰退，稔實率亦因而低落，對產量表現較為不利[6]。在臺灣中部地區第二期作栽培中晚熟水稻時，多採行早播早移植方式，Chang [13]指出以7月15日播種後移植最為適宜，每延遲一日使產量降低1.1%，晚植減產的主要原因為季節風及鹽風為害，除降低稔實率外，並可能使千粒重下降，使不飽滿穀粒數增多。以往有關彰化地區第二期作氣象因子對水稻產量影響的報告不多，秈稻方面可供參考的資料更為缺乏，本研究因此以延後播種與移植方式栽培臺中秈10號品種，調查產量與品質性狀表現，同時針對抽穗後的日照時數與氣溫資料，解析氣象因子對水稻低產的可能影響。

材料與方法

本試驗以秈稻臺中秈10號為供試品種，於民國80年第二期作在彰化縣大村鄉臺中區農業改良場農場進行試驗，正常播植(對照)者係於7月16日播種，8月5日移植，延遲播植者係於8月1日播種，8月20日移植。試驗採用逢機完全區集設計，重複四次，小區為五行區，每行20株，移植時每欉使用3~4支苗，行株距為30×15 cm。

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 0263 號。

[2] 臺中區農業改良場副研究員及約僱技術員。

於水稻生長期間調查重要生育期發生時間，植株進入抽穗期後，記錄日照時數及氣溫等氣象資料；收穫水稻後除調查稻穀產量及其構成要素外，並調查糙米及稻穀之粒長、粒寬、粒厚及容重量，長、寬及厚度係使用Peacock測量器定之；容重量使用Ohaus容積重測定器測定，測量時將漏斗全開，漏斗出口至容器上緣之距離固定為5 cm；稻米品質係委請本場米質研究室分析[(1)]，取150 g稻穀樣品，採用Satake脫殼機去除內外穎，再以Mcigill mill去糠碾製成白米，並用Burrow篩別機篩選斷裂白米，而後分別計量糙米(brown rice)、米糠(bran)、白米(total milled rice)及完整米(head rice)比率。所測定之其他品質性狀包括透明度(translucency)、膠化溫度(gelatinization temperature)、鹼值擴散度(alkali spread)、凝膠展延性(gel consistency)及粗蛋白與直鏈性澱粉(amylose)含量等。上述六個品質項目，則依宋[(1)]的方法進行分析及分級。

結　果

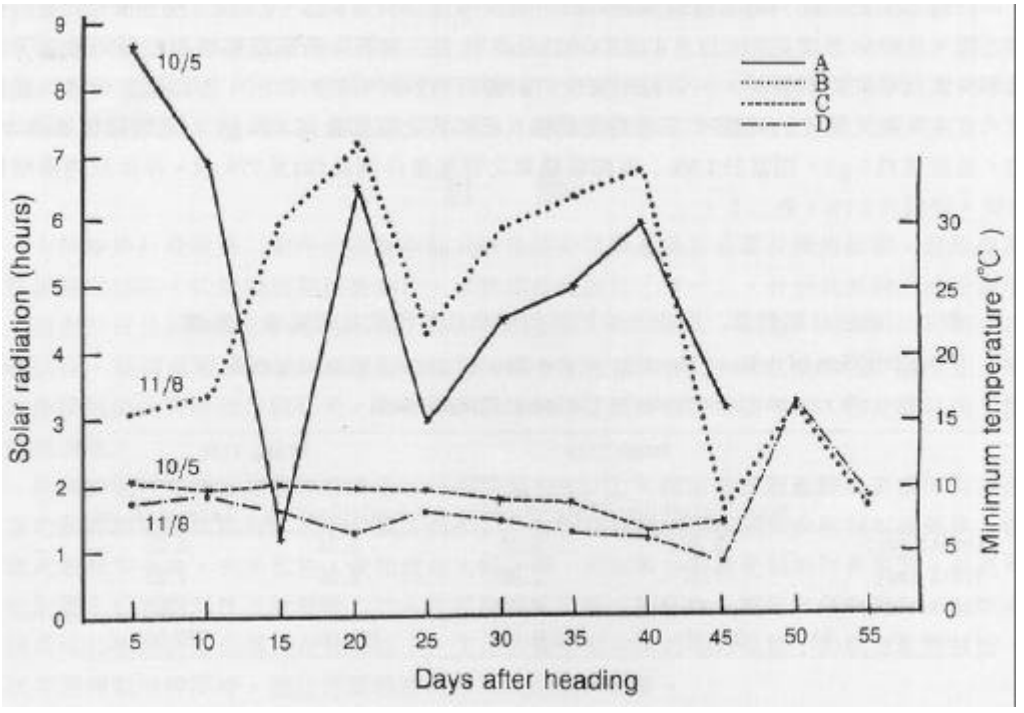
水稻抽穗後之日照時數與最低氣溫變化

本試驗中於正常時間移植(8月5日)水稻之抽穗期為10月5日，而延遲移植(8月20日)植株之抽穗期為11月18日，兩處理相差達44日之多(表一)。水稻抽穗後至成熟期間，彰化大村地區之日照時數及最低氣溫變化示於圖一，由圖中資料可知，水稻穀粒充實期間的日照時數變異頗大，正常時間移植區的變幅自每日不及2至8小時以上，延遲移植區為每日3至7小時以上，於兩處理間比較，除抽穗後約10日內顯著以正常時間移植區之日照時數較長外，抽穗後15至40日期間則以延遲移植區為長。在最低氣溫方面，正常時間移植區頗為穩定，於抽穗後35日以前均維持於19℃以上，延遲移植區則顯著較低，於抽穗後20日及40日以後均在15℃以下(圖一)。

表一、栽植日期對第二期作水稻臺中秈 10 號生育日數與農藝及產量性狀之影響

Table 1. Effect of delayed planting on the growth duration and agronomic and yield characteristics of rice cv. Taichung Sen 10 in the second crop season

Trait	Normal-planting	Late-planting
Sowing date	July 16	Aug. 1
Transplanting date	Aug. 5	Aug. 20
Heading date	Oct. 5	Nov. 18
Maturity date	Nov. 16	Jan. 9
Transplanting to heading (day)	61.0	90.0
Transplanting to maturity (day)	103.0	142.0
Plant height (cm)	91.6	58.9
Panicle number per hill	17.6	14.4
Spikelet number per panicle	98.8	102.8
Filled-grain percentage	91.6	54.0
1,000-grain weight (g)	26.2	22.1
Grain yield (kg/ha)	4,302.0	1,577.0
Yield index	100.0	36.7



圖一、水稻抽穗後之日照時數與最低氣溫比較(晚植水稻之抽穗期為 11 月 18 日, 對照為 10 月 5 日。)

Fig. 1. Changes in sunshine duration and minimum temperature during the grain-filling period of rice. Heading dates were November 18 for late-planting treatment and October 5 for normal-planting plants. A=sunshine durations for normal planting treatment; B=Sunshine durations for late-planting treatment; C=minimum temperatures for planting treatment; D=minimum temperatures for normal late-planting treatment.

水稻生育日數及農藝與產量性狀

延遲種植區水稻之播種及移植時間均較對照區延後15日，但抽穗期則延後29日，移植至成熟日數之差距更高達39日，延遲種植區為142日，對照區為103日。株高的表現則呈相反趨勢，於正常時間栽植，水稻株高可達91.6 cm，如延遲15日種植，株高僅為58.9 cm(表一)。

在四個產量構成要素方面，除一穗穎花數外，均以正常時間栽培之水稻表現較優，其每株穗數為17.6穗，結實率為91.6%，稻穀千粒重為26.2 g，分別較延遲種植區高18.2、41.1及15.7%，正常時間移植區的一穗穎花數為98.8個，則比延遲區低約4%(表一)。如於正常時間栽植臺中秈10號品種，其稻穀產量為4,302 kg/ha，延遲種植時間15日的產量為1,577 kg/ha，僅為對照之36.7%。

水稻稻穀與糙米外觀及容重量

栽植時間對臺中秈10號水稻稻穀及糙米粒型及容重量的影響列於表二，與正常時間栽植區比較，延遲種植有使稻穀及糙米長、寬及厚度降低的趨勢；在本試驗中，晚植植株的稻穀長度為8.65 mm，寬度為2.80 mm，厚度為2.01 mm，分別較正常時間播植者低0.5、0.07及0.04 mm。

在糙米度量方面，延遲播植處理的長、寬及厚度分別為6.23、2.25及1.80 mm，與對照植株之糙米比較，分別減少0.11、0.11及0.02 mm。由表二資料分析延遲種植對粒型的效應，對糙米長度及厚度的影響較大，對糙米寬度的影響則高於對稻穀的作用，亦即延遲播種可能使糙米寬度有較大

幅度的降低。正常時間栽植水稻稻穀之容重量為535 g/l，延遲種植區為528 g/l，差距僅為7 g/l，相當於1.3%；兩處理糙米之容重量分別為791及770 g/l，亦以延遲播植區較低，降幅為2.7%(表二)。

表二、栽植日期對第二期作水稻稻穀與糙米外觀性狀及容重量之影響

Table 2. Effect of delayed planting on the dimensions and volume weight of rough rice and brown rice in the second crop season

Trait	Rough rice		Brown rice	
	Normal-planting	Late-planting	Normal-planting	Late-planting
Length (mm)	9.15	8.65	6.34	6.23
Width (mm)	2.87	2.80	2.36	2.25
Thickness (mm)	2.05	2.01	1.82	1.80
Volume wt. (g/l)	535.00	528.00	791.00	770.00

水稻碾米與理化性狀

延遲種植第二期作水稻，使臺中秈10號品種的青米率大幅增加，其值為2.33%，正常時間栽植者僅為1.16%，兩者差距達1.17%。經風選稻穀並經去除內外穎後，延遲及正常時間栽植處理糙米之透明度分別為3.5及3，亦以後者較優。在碾米品質方面，正常栽植處理植株之糙米率為78.4%，較延遲種植區高3.04%，白米率為70.65%，超過延遲種植處理3.84%，完整米率為66.56%，亦高於延遲種植區4.0%(表三)。

表三、栽植日期對第二期作水稻碾米品質與白米理化特性之影響

Table 3. Effect of delayed planting on the milling quality and physical-chemical characteristics of rice cv. Taichung Sen 10 in the second crop season

Trait	Normal-planting	Late-planting
Immature green grain (%)	1.16	2.33
Translucency[1]	3.0	3.5
Brown rice (%)	78.40	75.36
Total milled rice (%)	70.56	66.72
Head rice (%)	66.56	62.56
Alkali spread	6.8	7.0
Gelatinization temperature[2]	L	L
Amylose (%)	18.5	14.1
Crude protein (%)	8.64	12.75
Gel consistency[3]	56(S)	58(S)

[1] Scales are 0 to 5 for translucency.

[2] H, HI, I, and L for gelatinization temperature.

[3] H, M, and S for gel consistency.

分析稻米理化性質所得之結果列於表三，正常時間移植水稻之直鏈性澱粉含量為18.5%，延遲種植區僅為14.1%，其差距高達4.4%；兩處理粗蛋白質含量分別為8.64及12.75%，又以後者高4.11%，為處理之間差異最為明顯的兩項性狀。晚植植株的米粒鹼值擴散度為7.0，對照處理為6.8，兩者差距僅為0.2；膠化溫度均為L，凝膠展延性亦均數於S，並無明顯差異。

討　論

本試驗探討延後第二期作水稻臺中秈10號栽植時間對產量及品質性狀的影響，發現僅延遲移植時間15日，卻使抽穗期延後29日，成熟期延後39日(表一)，分析其原因，由於臺中秈10號對於日長反應屬於鈍感性品種，推測應以溫度的作用較大，由圖一的資料即可得知在抽穗以後，晚植處理區的最低氣溫即較正常時間栽植區低約2℃。單就植株生育期而言，第二期作晚植使生育時間大幅延長，對輪作及農地利用之經濟價值均屬不利，因此應以提早種植較為適宜。

延後種植同時導致產量顯著降低，降幅高達63%以上，經由分析產量構成要素，得知最主要的影響因素在於結實率及千粒重(表一)。水稻花粉母細胞在減數分裂期如逢低溫，會導致花粉發育不良，喪失稔性，使稔實率大幅下降，而減數分裂期至抽穗開花期間，低溫均可能影響水稻花粉活性及稔實能力[14]，本試驗雖未記錄水稻穗分化期間之氣象資料，但延遲種植處理抽穗期之最低溫已在18℃以下，又由於臺中秈10號為秈稻品種，對低溫較為敏感，因此在選擇栽培時間時，應注意低溫對稔實可能造成的影響。

水稻穀粒充實所需養分主要由抽穗後之光合作用而來，對抽穗前預貯於營養器官內養分的依賴度較低[7]，影響光合作用能力的因子很多，在水稻方面為葉面積與植株生理活性，在環境因子方面為溫度及累積日射量；本試驗中延遲種植處理植株的株高遠不及對照植株(表一)，營養生長量顯有不足，由於第二期作水稻產量與葉面積指數呈正相關[8]，因此推測葉面積指數較低可能為產量低落的重要原因之一。

本試驗雖未於水稻生育期間測定累積日射量，且兩處理植株穀粒充實期間每日日照時數相近，但由於第二期作水稻生育後期之日射量逐漸降低，溫度亦快速下降，光合物質生產及穀粒充實都受到影響[4]；Matsushima [14]亦指出在水稻抽穗後之穀粒直線充實期間，日射量及溫度均為決定千粒重的重要因素，本試驗延遲種植處理水稻抽穗後之最低氣溫都在18℃以下，推測日射量及溫度等氣象因子均不利於水稻生長，以致產量大幅下降。

另一方面，低溫及低日射量也可能影響水稻穀粒內澱粉細胞之發育，由於在穀粒充實前期，溫度是決定澱粉合成的重要因子[9,10]，而澱粉或其組成分之理化性質亦隨胚乳細胞之發育情況有所變化[11,12]，本試驗結果發現延遲栽植使水稻粗蛋白質含量大幅提高(表三)，可能即為澱粉合成受阻以致相對提高蛋白質濃度的結果。稻米粗蛋白及直鏈性澱粉含量同為影響食味品質的因子，適度降低直鏈性澱粉含量雖有可能提高秈稻米飯之黏性，但高蛋白含量可使食味變差，因此判斷本試驗延遲栽植處理對稻米品質應有不利之影響。唯在低溫條件下，臺中秈10號品種直鏈性澱粉含量顯著下降至14.1%，甚至低於一般　稻品種之含量，是否此一品種之澱粉合成機制對溫度極為敏感，又此一特性是否有可予利用的價值，值得再深入探討。

綜合而言，第二期作於彰化地區延遲約15日種植水稻，使生育期大幅延長，農藝特性及稻穀產量均呈劣化現象，穀粒及糙米外觀、碾米與理化性狀亦不如正常時間栽培植株，因此為求維持穩定的產量及優良品質，仍應在八月上旬以前完成第二期作水稻之移植工作。

參考文獻

1. 宋勳 1986 稻米品質分級與改良 p.109~128 四十年來臺灣地區稻作生產改進專集 李成章、宋勳、邱建中、鄭義雄、鄧耀宗、劉大江合編 黃正華先生農學獎學金基金會出版 臺中。
2. 林安秋 洪黎明 1979 第二期作水稻低產原因之研究 6.溫度與日照強度對抽穗及結實之影響中華農學會報 新108: 24~36。
3. 林安秋 1984 溫度與日照強度對水稻光合成物質之轉運與分配的影響 p.73~82 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究 劉大江、謝順景合編 臺灣省農業試驗所特刊第16號 臺中。
4. 陳明義、陳清義 1979 臺灣中南部稻田微氣象之研究 中華農學會68年度聯合年會特刊 中華農學會 臺北市。
5. 鄔宏潘 1979 氣象因素及地區對一、二期作稻產量之影響 p.39~47 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集 謝順景、劉大江合編 行政院國家科學委員會研討會專集(二) 臺北市。
6. 楊居成 1984 水稻光合作用及呼吸作用之研究 p.99~130 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究 劉大江、謝順景合編 臺灣省農業試驗所特刊第16號 臺中。
7. 楊藹華、梁文實、魏夢麗、劉大江 1983 二期作水稻光合成物質的生產、分配及與產量間的關係 中華農業研究 32: 209~218。
8. 張富洲、劉大江 1991 水稻分蘗之生理研究 IV.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。
9. Asaoka, M., K. Okuno, Y. Sugimoto, J. Kawakami and H. Fuwa. 1984. Effect of environmental temperature during development of rice plants on some properties of endosperm starch. Starke 36: 189-193.
10. Asaoka, M., K. Okuno, Y. Sugimoto and H. Fuwa. 1985. Developmental changes in the structure of endosperm starch of rice (*Oryza sativa* L.). Agric. Biol. Chem. 49: 73-78.
11. Asaoka, M., K. Okuno and H. Fuwa. 1985. Effect of environmental temperature at the milky stage on amylose content and fine structure of amylopectin of waxy and nonwaxy endosperm starches of rice (*Oryza sativa* L.) . Agric. Biol. Chem. 49: 373-379.
12. Briones, V. P., L. G. Magbanua and B. O. Juliano. 1968. Changes in physiocochemical properties of starch of developing rice grain. Cereal Chem. 45: 351-357.
13. Chang, S. K. 1987. The cause of low yield of the second crop rice in relation to the measures of increasing its productivity in central Taiwan. Special Publ. No. 9, Taichung Dist. Agric. Improv. Sta., Changhua.
14. Matsushima, S. 1975. Crop Science in Rice - Theory of Yield Determination and Its Application. Fuji. Publ. Co., Tokyo.

Influence of Planting Time on the Yield and Quality Characteristics of Rice cv. Taichung Sen 10 Grown in the Second Crop Season[1]

Tsay-Fa Lin and Fuh-Meei Huang[2]

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of late planting on the performance of yield and quality characteristics of indica rice cv. Tai- chung Sen 10 grown in the second crop season in central Taiwan. It was found that delay of transplanting from August 5 to August 20 could extend the days needed to heading and maturity by 29 and 39 days, respectively. Low temperature was considered as the main factor in affecting the growth duration of rice plants. In comparison with normal-planting treatment, a decrease of 65% in grain yield was recorded as a result of reduced filled-grain percentage and 1,000-grain weight for late-planting plants. Delay of transplanting also tended to decrease the width of brown rice and volume weight of both rough and brown rice. The protein content of rice grain increased while amylose content decreased significantly in response to late planting, presumably the result of abnormal starch synthesis and accumulation. Based on the consideration of economic land utilization, stable yield and high grain quality, early planting of Taichung Sen 10 cultivar in the second crop season was suggested.

Key words: rice, planting time, yield, quality.

[1] Contribution No. 0263 from Taichung DAIS.

[2] Associate Agronomist and Research Assistant of Taichung DAIS.