

水稻秧苗插植支數對產量之影響¹

簡禎佑²、楊志維²、林孟輝²

摘要

為瞭解北部地區水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’的插秧支數對產量之影響，本試驗以每株不同苗數插植（1 支、5 支、10 支、15 支及 20 支）作為試驗處理，調查產量及其構成要素。試驗結果顯示，插植支數對株高及產量無顯著影響，但對每株穗數及每穗粒數皆有顯著影響；另稔實率及千粒重在不同插植苗數處理下或有差異，但在期作與品種間趨勢不一。當秧苗插植數為 1 支時，其收穫時每株穗數（8.3-15.2 穗）最少、穗長（18.3-19.7 cm）最長、每穗粒數（95.1-131.7 粒/穗）最多，隨著秧苗插植支數增加，每株穗數亦增加，而穗長及每穗粒數隨之減少；當秧苗插植數為 20 支時，每株穗數（16.6-21.5 穗）最多、穗長（15.6-17.1 cm）最短、每穗粒數（52.1-68.4 粒/穗）最少；而稔實率多隨支數增加而有下降趨勢，唯‘桃園 3 號’在二期作之結果相反。綜合以上結果，推測得知每株穗數及每穗粒數具有強烈之互補作用，而使各處理之產量處理間差異未達顯著水準。

關鍵詞：水稻插植支數、產量、產量構成要素

前言

目前臺灣稻作栽培幾乎皆採育苗盤一貫化育苗及機械插秧之作業方式（曾，1995；王，1999），然機械購置及育苗場設置皆需相當費用及空間擺設，非所有稻農皆有負擔，因而使稻作產業分工越趨專業，育苗中心及代耕中心隨之出現。然而目前部分育苗或代耕業者在作業時為求工作時效，或為免除插秧後缺株尚需耗費補植

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 424 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者, jianjenyou@tydais.gov.tw)、助理研究員及作物改良課課長。

之勞力，遂於育苗時增加每盤育苗箱之稻穀播種量，或在插秧時增加每株秧苗插植支數。此法或可免除人工補植之勞力，但是否對秧苗之競爭造成不利影響，或可否提增最終稻穀收量，實可作進一步探討。

稻穀單位面積產量主要由四個產量構成要素所構成（王，1967；Matsushima, 1966）：單位面積之穗數、每穗粒數、稔實率及千粒重，但此構成要素會因種植地區、期作以及品種之不同而有差異（蔡，1993），也會受到種植密度及肥料施用量等栽培管理因素所影響（謝等，1966；吳及林，1968；Chang and Yang, 1965；Chang, 1965；1968）。

‘臺梗 14 號’為本場於 1996 年所育成之品種（陳等，1996），具有高產、適應性廣及對稻熱病抗性佳等優點，近年亦為北部桃、竹、苗地區所廣為種植之品種；而‘桃園 3 號’為本場於 2004 年所通過命名之水稻香米品種（陳等，2004），其特殊之芋頭香味及良好之食味品質特性亦廣受消費者喜好。本試驗為瞭解北部地區不同秧苗插植支數處理對產量之增減或其構成要素是否造成影響，以具北部地方特色之水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’作為試驗材料。

材料與方法

本試驗於 2010 年第一期作及第二期作在桃園縣新屋鄉桃園區農業改良場試驗田進行，分別以本場育成且適應北部地區生長之水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’為試驗材料。試驗處理以插秧之每株不同秧苗支數：1 支、5 支、10 支、15 支及 20 支等 5 種處理試級，各試區種植 5 行，每行 20 株，行距為 30 cm，株距為 15 cm，故小區面積為 $1.5\text{ m} \times 3\text{ m} = 4.5\text{ m}^2$ ，採逢機完全區集設計，3 重覆。

成熟期自各小區逢機選取 10 株調查株高及每株穗數，另逢機割取 3 株調查穗長、每穗粒數、稔實率及千粒重等產量構成要素。其餘小區內之稻穀收穫並烘乾至含水率介於 13.5-15%之間，秤重後換算每公頃稻穀產量。

調查資料以 SAS EG (Statistical Analysis System SAS Enterprise Guide 4.1) 程式進行一般線性模型 (General Linear Model) 分析，各處理因子達顯著差異者，再以成對 t 值檢定以區別各處理間之差異。最終分析產量及構成要素間之相關性，以釐清各構成要素之間與產量的關係。

結果與討論

一、不同秧苗插植支數在第一、二期作對產量及構成要素的影響

就第一期作而言，不同秧苗插植支數處理之‘臺稈 14 號’，株高介於 105.8-109.1 cm，產量介於 6,147.6-6,916.7 kg ha⁻¹，唯此二性狀在處理間無顯著差異（如表 1）。穗長與每穗粒數分別介於 15.5-18.6 cm 與 60.8-116.4 粒/穗，二性狀在處理間皆有顯著差異，均以秧苗插植 1 支時為最高，隨著秧苗數增加其值逐次降低。在每株穗數方面亦有顯著差別，以秧苗插植 1 支時所得每株穗數最少（12.9 支），插植 20 支時每株穗數最多（21.5 支），其間隨著秧苗插植數增加而增加總穗數。不同處理對稔實率及千粒重二性狀無顯著影響，唯在插植 15 支及 20 支時，千粒重有增加的趨勢。

水稻‘桃園 3 號’在第一期作以不同秧苗插植數處理，收穫期調查株高、產量及各產量構成要素結果如表 1。株高以秧苗插植 1 支所得為最高（105.6 cm），顯著高於插植 20 支者（100.8 cm），其間隨著秧苗數增加而逐次降低。產量介於 4,536.4-5,861.8 kg ha⁻¹，唯各處理間無顯著差異。插植 1 支秧苗處理有最長穗長（18.6 cm）、最多每穗粒數（100.1 粒/穗）及最高稔實率（93.5%），且與其他處理間具顯著性差異，且隨著秧苗插植數增加，每穗粒數及稔實率有逐次降低的趨勢。而每株穗數所得結果恰好相反，以插植 1 支之穗數 15.2 支為最少，與其他四處理差異達顯著水準。千粒重（24.4-26.3 g）處理間差異亦達顯著水準，以秧苗插植 20 支為最少。

表 1. 不同秧苗插植支數在第一期作對水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’之產量及構成要素之影響

Table 1. Effects of different seedling numbers on grain yield and yield components of rice varieties ‘Taikeng No.14’ (TK14) and ‘Taoyuan No.3’ (TY3) in the first crop season.

品種 Variety	插植支數 Seedling number	株高 Plant height	產量 Grain yield	穗長 Panicle length	每株穗數 Panicle /plant	每穗粒數 Spikelet /panicle	稔實率 Seed-set	千粒重 1000-grain weight
	No.	cm	kg ha ⁻¹	cm	No.	No.	%	g
臺梗 14 號 (TK14)	1	109.1 a	6,147.6 a	18.6 a	12.9 c	116.4 a	92.5 a	25.2 a
	5	107.3 a	6,823.0 a	16.7 b	16.3 b	93.6 b	93.1 a	25.5 a
	10	105.8 a	6,916.7 a	15.8 bc	19.4 a	62.2 c	93.3 a	25.9 a
	15	106.7 a	6,848.4 a	15.5 c	20.9 a	65.9 c	90.8 a	26.8 a
	20	108.5 a	6,509.9 a	15.7 c	21.5 a	60.8 c	92.4 a	27.1 a
桃園 3 號 (TY3)	1	105.6 a	5,699.8 a	18.6 a	15.2 b	100.1 a	93.5 a	25.6 ab
	5	104.6 a	5,574.4 a	16.7 b	19.5 a	70.0 b	89.2 ab	26.3 a
	10	103.4 ab	5,861.8 a	16.2 b	19.4 a	63.6 bc	85.4 b	24.7 b
	15	102.6 ab	5,525.9 a	16.4 b	21.2 a	59.4 c	86.2 b	25.6 ab
	20	100.8 b	4,536.4 a	17.1 b	19.6 a	64.3 bc	83.0 b	24.4 b

同行相同品種英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著

Means values of a variety in a column followed the same letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

第二期作不同秧苗插植支數處理對‘臺梗 14 號’之株高及產量無顯著差異（如表 2），但以插植 1 支之產量 3,890.8 kg ha⁻¹ 最低。各產量構成要素除稔實率外，其餘在各處理間具顯著差異。當秧苗插植 1 支，其穗長（19.7 cm）與每穗粒數（131.7 粒/穗）為最高，每株穗數（8.3 支）最低，與其他四變級處理成顯著差異；當秧苗插植 20 支，其穗長（16.4 cm）、與每穗粒數（68.4 粒/穗）為最低，但每株穗數（16.6 支）最高。千粒重在插植 1 支（25.4 g）與插植 20 支（23.0 g）亦有顯著差異。整體而言，隨著秧苗插植數增加，穗長、每穗粒數、稔實率與千粒重等性狀之結果越趨降低，而每株穗數卻隨之提增。

第二期作‘桃園 3 號’各處理間之株高並無顯著差異；產量則以插植 1 支每公頃產量 2,976.1 kg ha⁻¹ 為最少，顯著低於其他各處理之產量（3,647.0-3,940.1 kg ha⁻¹）。各

產量構成要素之調查結果如表 2，各性狀在處理間皆有顯著差異存在。穗長、每穗粒數隨著秧苗數增加而逐次降低，每株穗數隨著秧苗數增加而逐漸增多，此三者趨勢與前項臺梗 14 號相同。但稔實率與千粒重的結果卻與第一期作‘桃園 3 號’（表 1）與第二期作‘臺梗 14 號’（表 2）的趨勢相逆，隨著插植秧苗數增加而在稔實率與千粒重的結果呈現逐次增高的情形。

表 2. 不同秧苗插植支數在第二期作對水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’之產量及構成要素之影響

Table 2. Effects of different seedling numbers on grain yield and yield components of rice varieties ‘Taikeng No.14’ (TK14) and ‘Taoyuan No.3’ (TY3) in the second crop season.

品種 Variety	插植支數 Seedling number	株高 Plant height	產量 Grain yield	穗長 Panicle length	每株穗數 Panicle /plant	每穗粒數 Spikelet /panicle	稔實率 Seed-set	千粒重 1000-grain weight
	No.	cm	kg ha ⁻¹	cm	No.	No.	%	g
臺梗 14 號 (TK14)	1	104.8 a	3,890.8 a	19.7 a	8.3 c	131.7 a	86.3 a	25.4 a
	5	106.4 a	4,346.1 a	17.5 b	12.7 b	86.5 b	84.4 a	24.5 ab
	10	106.1 a	4,184.9 a	17.5 b	12.7 b	84.2 b	84.9 a	24.1 ab
	15	106.2 a	4,265.6 a	16.5 b	13.8 b	69.8 b	84.8 a	24.0 ab
	20	105.0 a	4,161.5 a	16.4 b	16.6 a	68.4 b	79.7 a	23.0 b
桃園 3 號 (TY3)	1	96.5 a	2,976.1 b	18.3 a	8.8 d	95.1 a	86.2 b	24.3 c
	5	99.5 a	3,689.6 a	17.4 ab	12.8 c	76.4 ab	88.7 ab	25.0 bc
	10	96.9 a	3,875.0 a	16.1 b	14.5 bc	56.1 bc	89.6 a	26.7 a
	15	98.4 a	3,647.0 a	16.6 ab	16.9 ab	55.2 bc	88.1 ab	25.6 ab
	20	96.8 a	3,940.1 a	15.6 b	18.8 a	52.1 c	90.3 a	26.7 a

同行相同品種英文字母相同者表示 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著

Means values of a variety in a column followed the same letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

曾氏（1985）研究結果指出數個秈稻品種之產量及每株穗數、穗長、每穗粒數等會受到插植不同苗數處理而有顯著差異，但對株高、稔實率及千粒重影響不顯著；丁等（2004）則以梗稻‘臺東 30 號’為試驗材料，其結果亦僅每株穗數、一穗穎花數及穗重在不同移植苗數間有顯著差異，產量、株高、稔實率及千粒重等性狀在不同處理間

無顯著影響。本試驗結果與上述試驗結果趨勢相符，意即每株穗數隨著秧苗插植支數增加而隨之增加，穗長及每穗粒數則逐漸減少，另在稔實率及千粒重部分則因品種間影響不一致，造成最終產量差異不顯著。

二、水稻產量與構成要素之相關分析

由以上結果顯示，產量在不同秧苗插植數處理間幾無顯著差異，但在每株穗數與每穗粒數的消長趨勢則為相反，而稔實率與千粒重的結果在二個期作及品種間則未有一致性的表現情形。為論究各產量構成要素間或與稻穀收穫量之相關性，因而進行各性狀間之相關性分析。

第一期作‘臺梗 14 號’（TK14）與‘桃園 3 號’（TY3）的產量與構成要素間之相關分析如表 3 所示。‘臺梗 14 號’之每株穗數與每穗粒數呈極為顯著之負相關（ $r = -0.8518$ ， $p < 0.1\%$ ），其餘性狀間無相關性存在。‘桃園 3 號’之每株穗數與每穗粒數亦呈極為顯著之負相關（ $r = -0.8202$ ， $p < 0.1\%$ ），稔實率與千粒重呈極為顯著正相關（ $r = 0.8450$ ， $p < 0.1\%$ ），每株穗數與稔實率呈顯著負相關，產量與稔實率或千粒重呈顯著正相關。顯示產量雖在每株穗數與每穗粒數兩性狀間呈現互補作用，但仍可透過適度增施穗肥以提高‘桃園 3 號’的稔實率與千粒重，而提高稻穀收量。

表 3. 第一期作水稻產量與構成要素相關係數表

Table 3. Correlation coefficients among yield components in the first crop season.

	品種 Variety	產量 Grain yield	每株穗數 Panicle /plant	每穗粒數 Spikelet /panicle	稔實率 Seed-set
每株穗數 Panicle/plant	TK14	0.3061			
	TY3	-0.0721			
每穗粒數 Spikelet/panicle	TK14	-0.4847	-0.8518***		
	TY3	-0.0185	-0.8202***		
稔實率 Seed-set	TK14	0.1101	-0.3218	-0.0030	
	TY3	0.5442*	-0.5395*	0.5115	
千粒重 1000-grain weight	TK14	0.1462	0.3563	-0.4539	-0.2107
	TY3	0.5897*	-0.1860	0.1313	0.8450***

*, **, ***：表示各因子間分別在 5%、1% 及 0.1% 水準下達顯著性相關

*, **, ***：Significant correlation among factors at 5%, 1% and 0.1% probability levels, respectively.

第二期作‘臺稈 14 號’ (TK14) 與‘桃園 3 號’ (TY3) 的產量與構成要素間之相關分析如表 4。每株穗數與每穗粒數在二品種內仍為極為顯著之負相關 ($r = -0.8169$ 及 $r = -0.7877$, $p < 0.1\%$)。‘臺稈 14 號’之千粒重與每穗粒數及稔實率之間為顯著正相關，對每株穗數為極顯著負相關；而‘桃園 3 號’之千粒重與產量、每株穗數及稔實率之間達不同顯著水準之正相關，但與每穗粒數呈顯著負相關。因此，在第二期作，‘臺稈 14 號’若每株收穫較少穗，其稻穀千粒重顯示較重；但‘桃園 3 號’則相反，收穫較多的穗數時，其千粒重較重，另若提高其稔實率與千粒重，亦將可提增稻穀收量。

表 4. 第二期作水稻產量構成要素相關係數表

Table 4. Correlation coefficients among yield components in the second crop season.

	品種 Variety	產量 Grain yield	每株穗數 Panicle /plant	每穗粒數 Spikelet /panicle	稔實率 Seed-set
每株穗數 Panicle/plant	TK14	0.3068			
	TY3	0.3677			
每穗粒數 Spikelet/panicle	TK14	-0.5098	-0.8169***		
	TY3	-0.3358	-0.7877***		
稔實率 Seed-set	TK14	-0.1462	-0.4499	0.2333	
	TY3	0.4435	0.3982	-0.2774	
千粒重 1000-grain weight	TK14	-0.1317	-0.6815**	0.5138*	0.5837*
	TY3	0.7110**	0.6039*	-0.6142*	0.6326*

*, **, *** : 表示各因子間分別在 5%、1% 及 0.1% 水準下達顯著性相關

*, **, *** : Significant correlation among factors at 5%, 1% and 0.1% probability levels, respectively.

由第一期作及第二期作水稻產量與構成要素相關分析，顯示‘臺稈 14 號’及‘桃園 3 號’兩個品種在兩個期作內，每株穗數與每穗粒數之間具有極顯著之負相關 ($p < 0.1\%$)，處理項目雖以不同秧苗支數 (1、5、10、15 及 20 支) 試驗，然各處理收穫產量幾無差異，意即表示每株穗數與每穗粒數二構成要素間為強烈之互相補償作用，當插植秧苗支數增加，收穫所得之每株穗數也增加，但每穗粒數則隨之減少，互補結果致使各處理間產量無顯著差異。林 (1990) 之試驗結果指出，穗數與每穗粒數為最重要之影響產量的構成因素。本試驗結果亦顯示每株穗數與每穗粒數為影響產量的主要因素，唯在處理間產生互補作用，致使產量變動不顯著。

此外，‘桃園 3 號’在二個期作間，其千粒重與稻穀產量及稔實率間皆具顯著之正相關，顯示‘桃園 3 號’在稻穀充實期間若適度增施穗肥以充分獲得光合產物之養分運儲，提高穀粒重量，可有效益的提增最終產量。

結 論

本試驗以水稻品種‘臺梗 14 號’及‘桃園 3 號’為參試材料，於 2010 年第一期作及第二期作以不同秧苗支數插植作為試驗處理，用以比較產量及產量構成要素間之差異。結果顯示，每株收穫穗數隨著插植秧苗支數增加而提高，但每穗粒數卻隨著植秧苗支數增加而漸次減少，且每株穗數與每穗粒數呈現極為顯著之負相關，而使各處理之收穫產量無顯著差異，顯示該二性狀成強烈之互補作用。另在二個期作或二個品種間，稻穀稔實率與千粒重之表現在各處理間未有一致的趨勢。

參考文獻

- 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱。2004。不同栽培密度及移植苗數對水稻‘臺東 30 號’生育及產量之影響。臺東區農業改良場研究彙報 15:1-8。
- 王明茂。1999。稻作機具及機械化之演進：種植機具。台灣稻作發展史。中華農藝學會、豐年社編印。p.575-592。
- 王茂康。1967。水稻產量構成因素之研究。農業研究 16(1):31-34。
- 吳育郎、林富雄。1968。不同環境下水稻插植支數與產量之關係。科學農業 16(11,12):330-333。
- 林再發。1990。第一、二期作水稻產量構成要素對產量影響分析。臺中區農業改良場研究彙報 26:17-23。
- 陳正昌、曾東海、郭益全。1992。氮肥、種植密度與每叢植苗數對秈稻雜種品系產量及農藝性狀之影響。稻作改良年報。p.348-353。
- 陳素娥、黃振增、林孟輝、鄭隨和。2004。水稻‘桃園 3 號’之育成。桃園區農業改良場研究彙報 56:1-17。
- 陳素娥、黃振增、林芳洲、張學琨、林文龍。1996。水稻新品種‘臺梗十四號’之育成。桃園區農業改良場研究彙報 26:1-17。

- 曾東海。1985。氮肥、行株距與每叢苗數對水稻新品種(系)產量及農藝性狀之影響。中華農業研究 34(4):410-421。
- 曾美倉。1995。糧食作物：水稻。台灣農家要覽。豐年社編著。p.37-46。
- 蔡金川。1993。水稻期作與地區間產量及產量構成要素之品種間差異。中華農業研究 42:99-111。
- 謝全份、高樹、江忠。1966。水稻不同栽培密度，肥料量及栽培方式對產量之影響。農業研究 15(4):7-22。
- 謝順景。1978。台灣一、二期作水稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。台灣二期作水稻低產原因及其解決方法研討會專集。行政院國家科學委員會編印。p.49-59。
- Chang, W.L. 1965. Effects of planting density on yield components of rice. Jour. Taiwan Agr. Res. 14(4):19-27.
- Chang, W.L. 1968. Response of variety to plant spacing and nitrogen fertilization. Jour. Taiwan Agr. Res. 17(4):1-18.
- Chang, W.L. and S.C. Yang. 1965. Effect of growing conditions on yield and components of yield in rice. Jour. Taiwan Agr. Res. 14(2):23-31.
- Matsushima, S. 1966. Crop science in rice. Fuji Publishing Co., Ltd. Tokyo, Japan.
- Yue, B., W.Y. Xue, L.J. Luo, and Y.Z. Xing. 2006. QTL analysis for flag leaf characteristics and their relationships with yield and yield traits in rice. Acta Genetica Sinica 33(9):824-832.

Effects of different numbers of transplanted seedling on rice grain yield¹

Jen-You Jian², Zhi-Wei Yang², and Meng-Huei Lin²

Abstract

The purpose of this experiment was to understand whether the production of paddy rice varieties ‘Taikeng No.14’ and ‘Taoyuan No. 3’ would be affected by different numbers of transplanted seedling in northern region of Taiwan. For each cavity, 1, 5, 10, 15 and 20 rice seedlings were transplanted as experimental treatments, and the grain yield and yield components were investigated at harvest period. Generally, the different numbers of transplanted seedlings as treatments would not significantly influence on plant height and grain yield, but not on panicle length, panicles per plant, and spikelets per panicle. The results of seed-set and 1000-grain weight were slightly affected, but there was no consistent tendency for varieties or crop seasons. Compared with the results of different transplanted seedling numbers, the least panicles per hole, longest panicle length, and the most amount of spikelets per panicle were observed when one seedling was transplanted. The more numbers of seedlings were transplanted, the more panicles per hole were found, while spikelets per panicle and the average panicle length were reduced. When twenty seedlings per hole were transplanted, the most panicles per hole, shortest panicle length, and the fewest spikelets per panicle were found. The declined trend of seed-set percentage was observed when more seedlings were planted, but the result of ‘Taoyuan No. 3’ was not agree with it in the second crop season.

Key words: rice transplanted seedlings, grain yield, yield components

¹. Contribution No.424 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, jianjenyou@tydais.gov.tw), Assistant Researcher and Chief of Crop Improvement Section, respectively, Taoyuan DARES, COA.