

栽植密度對薏苡生育之影響¹

黃勝忠 洪財生²

摘 要

岡山種薏苡，在春作如採用密植栽培，則株高增高，有效分蘗數減少，結實率降低；疏植的結果雖然單株產量增加，但因單位面積株數減少，亦未能達到高產的目標。

薏苡是一種較適濕性的作物，水田移植栽培較旱田直播栽培適合於密植，每株單位面積為800平方公分時，即每公頃植株數為125,000株左右較佳，但如欲配合水稻插秧機之機插與利用聯合收穫機收穫，行株距應做適當的配合調整。

旱田直播栽培法較不適合於密植，密植導致有效分蘗數減少，結實率降低，因此減產，所以為兼顧產量與田間管理之方便，理想的行株距應為50×20公分或60×15公分。

前 言

薏苡是一年生禾本科作物，原產於熱帶地方的印度與東南亞，目前在中國大陸、東南亞、印度及日本均有栽培。薏苡原來一般慣於旱田栽培，但因其具有適濕性。據水島的報告，薏苡亦可像水稻一樣的水田式移植栽培，此異於一般的旱作雜糧作物⁽¹⁾。此種適濕特性，可利用為稻田轉作之替代作物。栽培密度對收穫物的產量與品質影響很大，所以作物推廣至農民之前，必經由試驗找出最佳密度以推介應用。又適當的栽植密度常因品種、播種期、施肥量、栽培方式及環境之不同而有差異⁽⁵⁾。本試驗之目的即在水田與旱田兩種不同栽培方式之下，探求薏苡的最適栽植密度，以供爾後試驗及栽培者的參考。

材料與方法

本試驗以臺中場選育的岡山在來品種為供試材料，並以兩種不同栽培方法，即(一)育苗後水田移植栽培(如水稻)，(二)旱田直播栽培，分別進行栽培密度的研究。

水田移植：於1983年3月18日育苗，4月6日插植於本場水田一處，移植時葉齡為3.0，4種不同行距處理：60×20公分，50×20公分，40×20公分及30×20公分；試驗採逢機完全區集設計，4重複，行長4公尺，小區寬6公尺，每行插20叢每叢植2苗。肥料用量N：P₂O₅：K₂O=120：54：72(公斤/公頃)，磷與鉀肥全量做基肥，氮肥 $\frac{1}{4}$ 量做基肥，另 $\frac{1}{4}$ 於插植後14天第一次追肥；又於第34天及54天(穗肥)各施 $\frac{1}{4}$ 追肥。人工除草，田間灌溉與水稻相同。抽穗時每小區逢機取10株，利用葉面積測定儀(LI-3000 portable area meter, Li-Cor, inc)測度葉面積；收穫時每小區亦逢機取10株，分別詳細調查小穗數、株高、有效分蘗數、每株總粒數、結實粒數、結實粒重、收穫指數及每小區子實產量。

¹臺中區農業改良場研究報告第0029號。

²臺中區農業改良場助理研究員，技工。

旱田直播：先浸種在30℃下催芽2晝夜，然後於1983年3月2日直接播於旱田，播種深度3~4公分，8種不同行株距處理，分別為：25×20公分，25×25公分，30×20公分，30×25公分，40×20公分，50×20公分，60×15公分及60×20公分。採逢機完全區集設計，4重複，小區為行長3公尺，寬5公尺，肥料用量同水田移植栽培試驗，磷、鉀肥全量做基肥、氮肥¼量做基肥，另½於播種後30天第二次追肥，餘¼氮肥做穗肥，按一般旱田栽培方法適當灌排水，人工除草。生育期中，分別調查抽穗期、株高、有效分蘗數、結實率、千粒重及每小區子實產量。

結 果

水田移植：

薏苡於水田移植栽培，不同栽植密度下，營養生長性狀分別調查所得資料經統計分析結果(如表一)，可知薏苡的株高，每株有效分蘗數、葉面積指數及每株乾藁重等4個性狀受不同植株密度的影響而有差異。密植的株高較寬行植的株高為高，而且4種不同行距之平均株高，有顯著的差異。寬行種植的結果亦使每株的有效分蘗數及每株乾藁重顯著的增加。抽穗期植株的葉面積，由密植至疏植雖依次遞增，但處理間差異不顯著；而葉面積指數則由密植至疏植，依次遞減且處理間差異很顯著。收穫後，調查各種農藝性狀，由4種不同行距間的比較(如表二)，可知除千粒重及結實率二者不顯著外，其餘均因栽培密度之不同而有差異，如每株結實粒數、小穗數、每株充實粒重、全株乾物重，均由密植30公分行距至疏植60公分行距依次遞增；但是每公頃子實產量，以行株距40×20公分與50×20公分的產量較高，為每公頃3,422公斤及3,393公斤，其次是30×20公分與60×20公分，產量分別為3,196及3,056公斤/公頃。

表一、薏苡水田栽培不同栽植密度營養性狀之比較

Table 1. Comparison of the vegetative characters of Job's tear at different planting densities in paddy field

密度 Density (cm×cm)	性狀 Characters	株高 Plant height (cm)	每株有效分蘗數 Fertile tillers per plant (No.)	單株葉面積 Leaf area per plant at heading (dm ²)	葉面積指數 Leaf area index	每株乾藁重 Dry straw weight per plant (g)
30×20		129.4a	2.8c	39.3a	6.55a	66.7d
40×20		124.3b	2.9c	39.5a	4.93b	71.7c
50×20		120.2c	3.2b	43.1a	4.31c	82.5b
60×20		113.5d	3.9a	44.8a	3.74b	88.8a

Value in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表二、薏苡水田栽培不同栽植密度生殖性狀比較

Table 2. Comparison of the reproductive characters of Job's tear in different planting densities in paddy field

行株距 Sowing space (cm×cm)	性狀 Characters	每株結實粒數 Fertile grain no. per plant (No.)	每株結實粒重 Grain weight per plant (g)	千粒數 1000-seed weight (g)	結實率 Seed fertility (%)	每株小穗數 Spikelet number per plant (No.)	全株乾物量 Total dry wt. per pl. (g)	產量 Yield (kg/ha)
30×20		355d	28.4c	79.5a	64.7a	164c	95.2d	3196b
40×20		447c	34.7b	77.1a	64.9a	204b	106.4c	3422a
50×20		530b	43.3a	80.1a	67.3a	266a	120.2b	3393a
60×20		604a	47.6a	78.4a	69.5a	283a	136.4a	3056b

Value in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

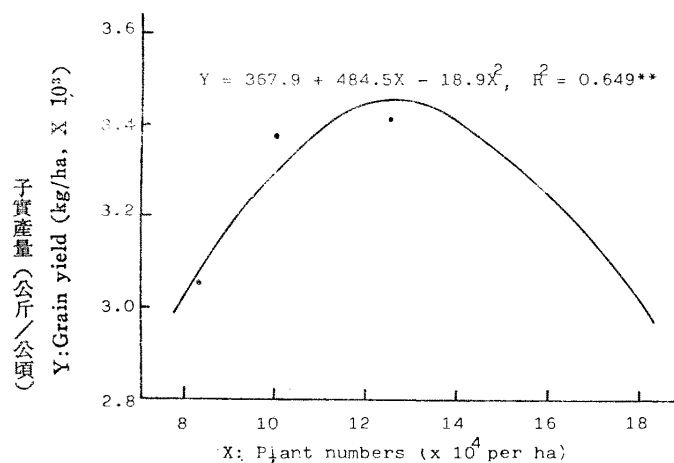
由於不同行距處理所得產量資料，經變方分析結果得知，處理間的效應顯著，因此進一步作處理均方之劃分(decomposition of treatment mean square)，結果顯示直線與三次曲線效應不顯著，而二次曲線效應很顯著(如表三)。因此根據二次曲線效應可測知最大產量的最適密度，所以用16個試區收量值(Y)與試區內植株數(X)做迴歸分析，求得迴歸方程式為 $Y=367.9+484.5X-18.9X^2$ ， $R^2=0.649^{**}$ ；根據此二次函數迴歸方程式，如圖一，而由最高產量可推算最適密度為每平方公尺12.5株左右，即每株單位面積為800平方公分。又根據單株產量分析結果，處理間的效應顯著，因此同上法進一步做處理均方劃分，除了直線效應顯著外，二次與三次曲線效應均不顯著；所以由單位面積植株數(X)與單株產量(Y)，可得一迴歸直線， $Y=66.13-2.33X$ ， $r=-0.88^{**}$ ，此表示薏苡單株產量隨栽培密度之增大而遞減且呈顯著的負相關(圖二)。所以薏苡產量的構成並非只靠主稈，而必需依靠有效分蘗數、小穗數及結實粒數增加；又寬行植因生育空間增大，單株分蘗數增加，葉面積增大，以致單株產量增加。

表三、薏苡不同種植密度的產量變方分析表

Table 3. The analysis of variance for the yield of Job's tear in different densities

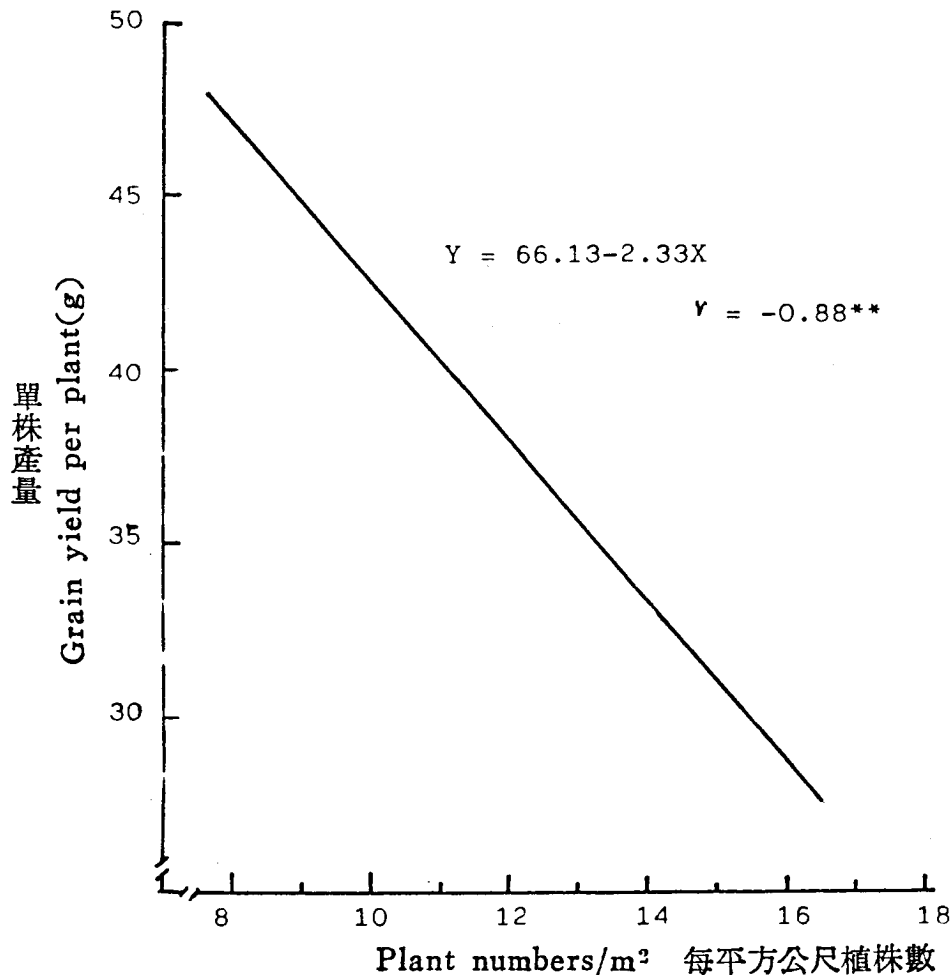
變因 Source of variance	自由度 df	平方和 Sum of square	均方 Mean square	F 值 F-value
區集 (Blocks)	3	58779.70	19593.23	1.124
處理 (Treatments)	3	357093.00	119031.07	6.826*
一次效應 Linear	1	39827.82	39827.82	2.284
二次效應 Quadratic	1	316687.56	316687.56	18.162**
三次效應 Cubic	1	577.82	577.82	0.033
機差 (Error)	9	156931.60	17436.84	

**and*, are significant at 1% and 5% level, respectively.



圖一、薏苡單位面積植株數與產量之關係。

Fig. 1. The relationship between yield per hectare and plant population of Job's tear.



圖二、薏苡單位面積植株數與單株產量之關係。

Fig. 2. The correlation between grain yield per plant and plant numbers per unit area of Job's tear.

旱田直播：

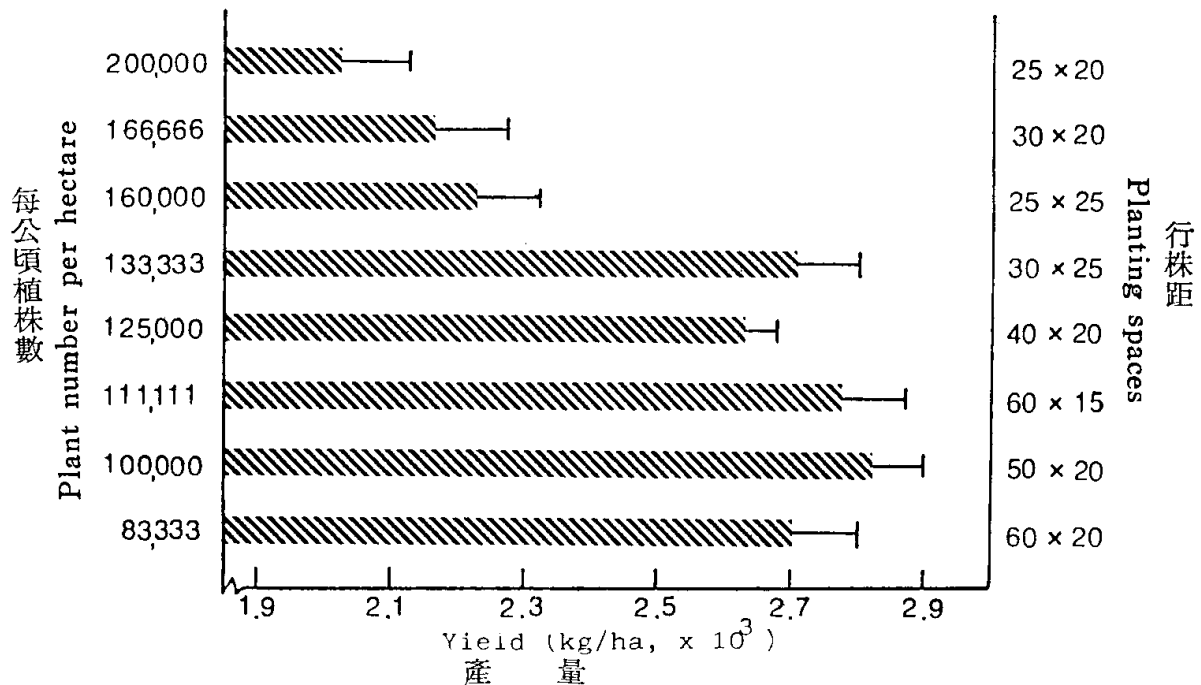
薏苡旱作栽培在不同栽植密度下，所調查的產量及其它農藝性狀經分析結果，由表四可知，抽穗日數密植較疏植者約早1~2天；又密植的株高較疏植者高，且處理間有差異，最高者為137.0公分，最矮者為126.3公分；有效分蘗數及結實率二者，由密植至疏植依次遞增；千粒重為較穩定的性狀，不易受栽植密度的影響；每公頃子實產量(如圖三)以行株距50×20公分與60×15公分者最高，分別為2,826及2,778公斤/公頃；次為60×20公分，30×25公分，40×20公分；而以25×25公分，30×20公分及25×20公分的產量較低，此顯示薏苡旱作栽培時，較不適合於密植；每公頃適當植株數為83,333~133,333株，而以100,000~111,111株的產量最高，換言之，即每株單位面積900~1,000平方公分時，可獲較高的產量。又由表五可見，單位面積產量與有效分蘗數及結實率呈顯著正相關，與株高顯著負相關；千粒重與產量相關不顯著；有效分蘗數高者期結實率亦高，其間正相關極顯著；株高與有效分蘗數及結實率呈顯著負相關。

表四、薏苡旱作栽培不同行株距之產量及農藝性狀之比較

Table 4. Comparison of yield and agronomic characters of upland Job's tear in different densities

行株距 Planting space (cm×cm)	栽植密度 Planting density (pl./ha)	株高 Plant height (cm)	每株有效 分蘗數 Fertile tillers per plant	結實率 Seed fertility (%)	千粒重 1000- seed wt. (g)	每株粒重 Grain wt. per plant (g)	產量 Yield (kg/ha)
25×20	200,000	137.0a	2.90c	46.68c	71.12a	13.13d	2026c
30×20	166,666	136.3a	2.99c	51.82bc	71.28a	15.54d	2166c
25×25	160,000	136.9a	3.62bc	52.54b	74.38a	15.36d	2226c
30×25	133,333	134.4a	3.64bc	53.92b	72.12a	22.33c	2710b
40×20	125,000	133.5ab	3.97ab	59.48a	71.58a	23.04c	2630b
60×15	111,111	127.2c	4.05ab	61.24a	71.42a	27.00b	2778ab
50×20	100,000	129.9bc	4.66a	62.64a	71.78a	30.26b	2826a
60×20	83,333	126.3c	4.47ab	63.00a	73.05a	34.46a	2705b

Value in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level



圖三、薏苡旱作栽培不同栽植密度之產量。

Fig. 3. The yield of Job's tear in different planting densities.

表五、薏苡旱作栽培不同栽植密度產量、株高、有效分蘗數、結實率及千粒重之相關表
 Table 5. The correlation coefficients between yield, plant height, fertile tiller, seed fertility and 1000-seed weight of upland Job's tear in different planting densities

性狀 Characters	產量 Yield	株高 Plant height	有效分蘗數 Fertile grain no. per plant	結實率 Seed fertility
株高 Plant height	-0.526**	-		
有效分蘗數 Fertile tillers no. per plant	0.568**	-0.583**	-	
結實率 Seed fertility	0.726**	-0.689**	0.638**	-
千粒重 1000- seed weight	-0.056	-0.132	0.072	-0.086

*,** are significant at 5% and 1% level, respectively, n=32.

討 論

作物栽培密度可由兩方面來探討：1. 植株所佔有的單位面積大小，2. 植株在佔有空間的排列方式，即單位面積行距與株距的不同空間組合^(6,7)。由不同的行株距組合與其所收穫之產量，及繪成典型的拋物線(parabola)或漸近線(asymptote)，並據此可推算出最適當的栽植密度，以獲得最高產量⁽⁷⁾。每一種作物，依其品種，栽培方法及環境之不同，均各有一最高產量時的最適密度⁽⁵⁾。據水島的報告指出，薏苡水田栽培時，較適合於密植，而且密植的產量往往高於疏植的產量，他認為每公頃植株數採用167,000~222,000株，平均產量最高⁽¹⁾。由水田栽植試驗中，密植(30×20公分)的產量並未高於疏植者(表二)，究其原因乃為密植使小穗數、結實率、有效分蘗數及充實粒數降低，縱使單位面積有較多植株數，也無法彌補產量構成要素的損失。又如寬行植(60×20公分)則生存空間增大，產量構成諸要素雖然有增加，但亦無法彌補單位面積植株數減少的損失；亦即由單株產量與單位面積植株數而言，二者存有顯著負相關。Holliday認為密植的結果會使禾穀類作物有效分蘗數減少，抽穗期及成熟期提早⁽⁶⁾。本試驗密植結果致使抽穗期提早1~7天，有效分蘗數減少。水島又謂薏苡如過度密植，會造成植株徒長，株高往往高於疏植者10~20公分，徒增加聯合收穫機收穫操作上的困難，所以他建議水田移植栽培每公頃適當植株數為120,000~150,000株⁽¹⁾。而由本試驗水田移植栽培分析結果，得知水田移植栽培時理想的植株單位面積為800平方公分，即每公頃適當植株數為125,000株左右。但如欲利用目前水稻插秧機插，其確實且適當的行株距，應再做進一步的試驗以相互配合調整。

Donald指稱禾穀類作物，如過度密植，極易造成生長競爭，在一定的生育空間內，肥料、水分、日照等必需足夠供給單位面積所增加的植株數，否則密植不一定能增加穀粒產量⁽³⁾。所以薏苡栽培時，如土壤過於砂質，或通風不良，亦或肥料、水分供給不足，亦為致使低產原因之一。本試驗旱作栽培之產量低於水田移植栽培之產量，究其原因為千粒重與結實率低

所致，雖然旱作的有效分蘗數高於水田移植栽培者，但旱田栽培之每株粒重低於水田式栽培者甚多。據石田的薏苡栽植密度試驗結果指出，密植的產量常高於疏植者，行距固定時，株距以20公分較佳⁽²⁾。由本試驗結果(參見表四)，可見薏苡50×20公分及60×15公分兩種行株距之產量最高，次為30×25公分，60×20公分及40×20公分，顯示薏苡旱作較不適於密植，密植致使千粒重、結實率及有效分蘗數減少，但其根本原因有待進一步的探討。又本試驗薏苡旱作栽培，不同行株距的產量有所差異，當行距相同，株距不同者，產量亦不盡相同；如行距30公分，株距25公分較20公分之單株產量及公頃產量均高，且差異顯著；行距60公分者，株距20公分較15公分之單株產量高，但總產量差異不顯著；但行距25公分時，株距25公分與20公分之單株產量與總產量差異不顯著；此顯示密植時，每公頃植株數超過133,333株，產量顯著的降低，此涉及植株間的相互生長競爭。旱作密植導致有效分蘗數減少，結實率及單株穀粒產量降低，且徒增加栽培管理上諸多不便，如今欲兼顧產量與田間管理方便，旱作栽培理想的行株距應為50×20公分或60×15公分。

參考文獻

1. 水島嗣雄 1981 畑作全書，雜穀篇，薏苡栽培的基本技術 p. 943-1039 農山漁村文化協會編。
2. 石田喜久男 1981 薏苡的栽培法與利用 p. 1-136. 農山漁村文化協會編。
3. Donald, C. M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advan. Of Agron.* 28:361-405.
4. Duncan, W. G. 1958. The relationship between corn population and yield. *Agron. J.* 50:82-84
5. Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Part I. *Field Crop Abstracts.* 13:159-167
6. Holliday, R. 1963. The effect of row width on the yield of cereals. *Field Crop Abstracts.* 16:71-81
7. Willey, R. W. and S. B. Heath. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop yield. *Advan. of Agron.* 21:281-322

Effects of Planting Density on the Growth of Job's Tears (*Coix lacryma-jobi* L.)¹

S. C. Huang and T.S. Hong²

ABSTRACT

The cultivar of Job's tear (*Coix lacryma-jobi* L., "Kan Shung local") was used to study the influence of planting density on grain yield and agronomic characters and to estimate the optimum population for maximum yield. Two experiments were conducted in spring season of 1983. In the first experiment, four planting densities were tested in rice paddy field with transplanting seedlings method, and eight planting densities were tested in dryland with conventional direct seeding method in the other trial.

Lower planting density in paddy field resulted in increasing fertile tillers, spikelet number, grain number and unit grain yield, but the plant height and total yield were not in proportion to the increase of yield components. From the results of polynomial equation analysis, the optimum plant population was 125,000 plants per hectare in paddy field as respect to the highest grain yield.

Under dryland cultivated conditions, there was no significant yield advantage to be obtained in higher planting density. The higher planting density resulted in significantly lower yield, decreased seed fertility and fertile tillers per plant owing to more competitive effect. The better planting density is 50×20 cm or 60×15 cm.

As far as two cultivated conditions were concerned, the Job's tear was more adaptable for higher planting density in paddy field than in dryland field.

¹Contribution No. 0029 from Taichung DAIS.

²Assistant Pathologist and Assistants of Taichung DAIS, respectively.