

稻田轉作玉米栽培法之研究

I. 春秋期作不同播種期對飼用玉米產量及其農藝性狀的影響¹

黃勝忠 許愛娜²

摘 要

本研究在於探討飼料用玉米臺農351號及臺南11號，在臺中地區春、秋期作不同播種期對玉米生育及產量的影響，以利於稻田轉作玉米時能適時播種，以發揮其生產潛力，結果顯示：

- (1)春作玉米生育日數隨播種期之延後而縮短，且生育日數之長短受播種至吐絲日數之影響；各種播種期間之實際充實日數差異不明顯。秋作玉米生育日數及子粒實際充實日數隨播種期之延後而延長，且早播與晚播之實際充實日數差異很大。
- (2)不同播種期影響玉米之產量構成要素，莖稈徑、倒伏性及果穗充實等性狀，以致影響產量。
- (3)就品種而言，臺農351號春作的平均產量較臺南11號增產30.3%，秋作時較臺南11號，增產8.3%。
- (4)參試二品種之產量隨播種期之延後而有減產之趨勢。臺農351號春作以2月上、中旬播種的產量較高，秋作以8月中旬至9月中旬播種為宜，但秋冬季有強烈季節風之地區，應於8月中、下旬以前播種完畢。臺南11號春作仍以早播者產量較高，但2月上旬至3月中旬間播種之產量差異不顯著；秋作亦應於9月上旬以前播種，才不致減產。

前 言

玉蜀黍 (*Zea mays* L.) 為世界上三大禾穀類作物之一，屬於熱帶短日性作物，適應性大，分布廣，且栽培面積大，本省近六年來由國外進口玉米，每年平均在250萬公噸以上，為第一大宗進口穀物；當前政府為紓解稻米生產過剩之問題，極力倡導稻田轉作雜糧及其它作物，而飼料玉米為轉作作物中，最有發展潛力，且不虞發生產銷問題者。過去本省栽培玉米，北部、東部以春作為主，中南部以秋作或裡作居多。玉米生長期中受氣候環境因素（溫度、雨量等）的影響頗鉅，如高溫多晴天可提高產量，多雨則易使土壤肥力流失，颱風豪雨易引起倒伏，此等現象，均有礙生產。今為配合一、二期稻田轉作飼料玉米，以臺農351號與臺南11號兩品種，分別在臺中及彰化兩縣之雙期作稻田，進行播種期試驗，由玉米在春、秋兩期作

¹ 臺中區農業改良場研究報告 0054 號

² 分別為臺中區農業改良場土壤肥料股及雜糧股助理研究員

不同播種期栽培農藝性狀之反應及產量變異情形，來探討飼料玉米增產的限制因素，期對稻田轉作玉米之播種期做適當安排，以發揮其生產潛力。

材料與方法

本試驗玉米品種採用單雜交種臺農351號（中晚熟）及雙雜交種臺南11號（早熟），在彰化縣二林大村鹼性土壤區及臺中縣外埔酸性土壤區，進行春作與秋作之播種期試驗，試驗田前作物均為水稻。試驗前田區表土（0~15cm）的土壤肥力分析如下：

期作	地點	土系	質地	pH	有機質 (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
72年秋作	二林	Eh	砂壤土	7.8	2.45	67.0	52.5
	外埔	CCe	紅壤土	5.1	2.20	56.5	61.0
73年春作	大村	Eh	粘壤土	7.5	3.10	65.0	72.0
	外埔	CCe	紅壤土	5.2	2.00	54.0	63.0

春、秋期作試驗地點及各播種期如下：

七十二年秋作二林：8月15日、8月31日、9月15日、9月30日

外埔：8月16日、9月1日、9月16日、10月1日

七十三年春作大村：1月31日、2月15日、3月1日、3月15日

外埔：2月1日、2月16日、3月2日、3月16日

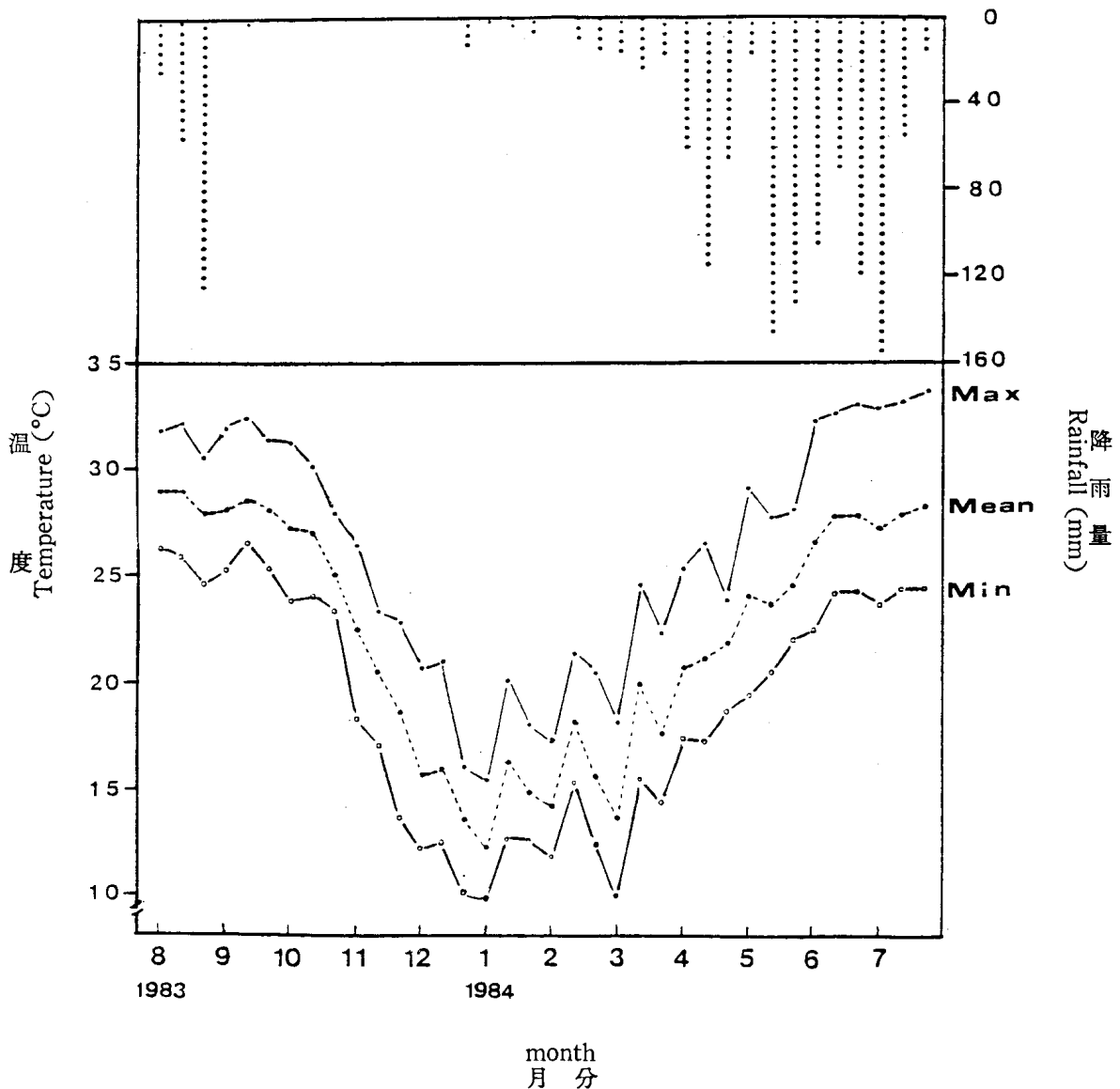
七十二年秋作，採用裂區設計，播種期為主試因，品種為副試因，4重複，行株距為75×24cm（每公頃為55,555株），每小區8行，行長8公尺，每行34株，肥料用量為N：P₂O₅：K₂O=178：63：90（公斤／公頃），氮素半量與磷鉀全量當做基肥，於播種前條施後，輕度覆土，另半量之氮肥當做追肥於株高約30公分時施用，同時中耕栽培土，生育期中適時灌排水，玉米螟蟲防治3~4次。

七十三年春作亦為裂區設計，播種期為主試因，品種為副試因，3重複，行株距為70與80公分間隔排列，株距23公分（每公頃56,100株），每小區6行，行長7公尺，每行30株，肥料用量與施肥方法及田間栽培管理方法與七十二年秋作相同。試驗期間並記錄地區性的氣象資料、溫度及降雨量，其平均值繪如圖一。

試驗過程調查之性狀如下：

1. 吐絲期（Days to 50% silking）：小區中有50%植株開始吐絲，由播種日算起之日數。
2. 成熟期（Days to 90% maturity）：小區中有90%苞葉黃化，子粒變硬，含水率約在30%左右，由播種日算起之日數。
3. 實際子粒充實期（Actual grain filling period）：從吐絲期至成熟期之日數。
4. 成熟度（Degree of maturity）：（子粒充實日數／成熟日數）×100%。
5. 株高（Plant height）：由地面至雄穗主軸頂端整距離（cm）。
6. 穗位高（Ear height）：由地面至最上一個果穗基部（與莖稈交接處）之高度（cm）。
7. 莖稈徑（Stalk diameter）：地上部離地面約10公分處，測得之莖稈直徑（mm）。
8. 結穗不良比率（Abortive ear %）：表示不結果穗或所結果穗之結實率在25%以下之比率。
9. 倒伏株比率（Percentage of plant lodged）：收穫前植株與地面呈60°以下傾斜之植株比率。

10. 充實穗長 (Filled ear length) : 果穗基部至果穗含有充實子粒部份之長度 (cm)。
11. 充實穗長比 (filled ear length/cob length) ratio : (充實穗長 / 穗總長) × 100%。
12. 穗徑 (Ear diameter) : 果穗中間部分之直徑 (cm)。
13. 穗重 (Ear weight) : 收穫之穗重 (g) 除以所收之穗數，並換算成 13.5% 含水率計之。
14. 果穗子粒行數 (Row number) : 每小區逢機選取 10 穗，分別計算子粒行數之平均值。
15. 果穗子粒重 (Grain weight per ear) : 脫粒後計算一穗子實乾重量 (g)，並換算為 13.5% 含水率重量。



圖一 試驗期間溫度與降雨量的變化

Fig 1 The fluctuations of temperature and rainfall during experimental period

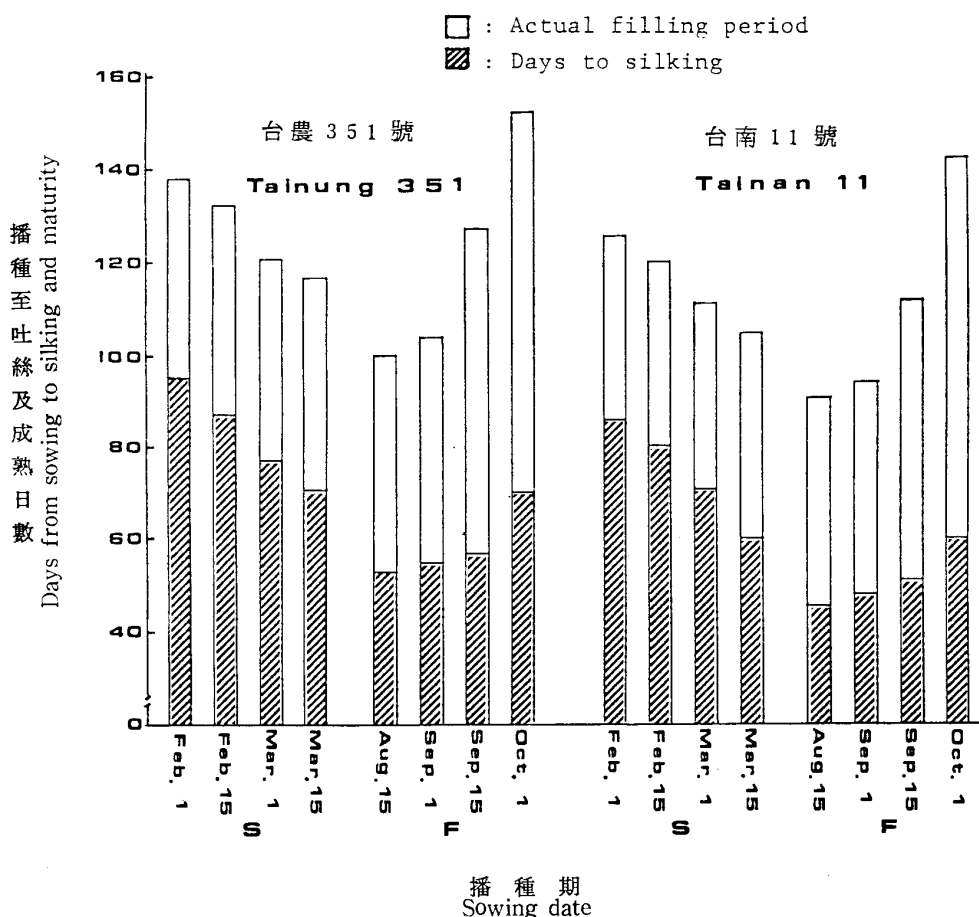
- 16.脫實率 (Shelling rate) : $(-穗子粒重 / 穗重) \times 100\%$ 。
- 17.果穗子粒數 (Grain no. per ear) : 每小區逢機選取10穗，分別計算子粒數之平均值。
- 18.百粒重 (100-grain weight) : $(每穗子粒重(g) / 每穗子粒數) \times 100$ 。
- 19.產量 (Grain yield) : 每小區收取中間4行之果穗，予以乾燥脫率，稱量子粒重，換算為13.5%含水率之重量，再以收穫之單位面積算得公頃產量 (kg/ha) 。

結 果

單雜交玉米臺農351號與雙雜交玉米臺南11號，於不同栽培季節（春作及秋作），分別在臺中縣外埔及彰化縣二林、大村等地方，進行播種期試驗，所得結果分述如下：

不同播種期間生育日數之變異

調查玉米不同播種期之吐絲期、成熟期、子粒充實日數（圖二），發現春作玉米由2月1



圖二 春秋期作不同播種期玉米生育期之變化

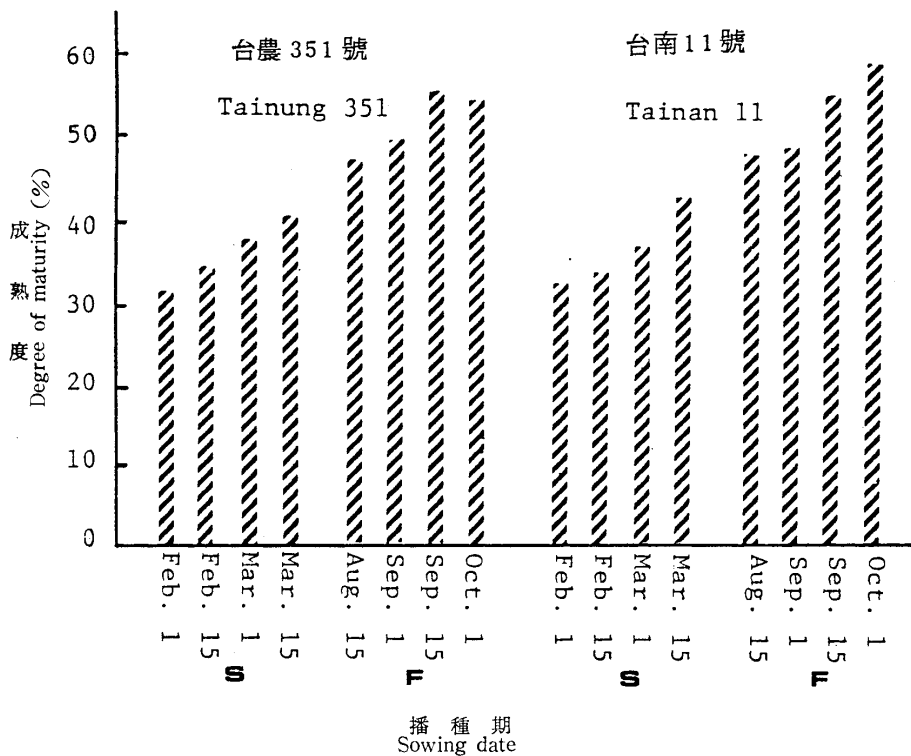
S：春作，F：秋作

Fig 2 The variation of growth duration for corn in different sowing date.

S: Spring crop, F: Fall crop

日至3月15日，每隔15天播種一次，臺農351號之吐絲期由96天遞減至71天，臺南11號由86天漸減至60天；臺農351號成熟日數138天漸減至117天，臺南11號同樣的由126天漸減至105天，又播種期間玉米子粒充實日數，臺農351號為43~46天，臺南11號為40~44天，顯示品種間差異不顯著，春作玉米子粒充實期之長短，在不同播種期間並無明顯的差異。故知該二品種春作時，生育日數之長短受營養生長期（播種至吐絲）長短的影響。

玉米秋作栽培，由8月15日至10月1日，每隔15天播種一次，臺農351號的吐絲期由54天遞增至70天，臺南11號由48天漸增至60天；臺農351號成熟期由100天漸增至152天，臺南11號由91天漸增加至142天，不同播種期之子粒充實日數，臺農351號為46~82天，臺南11號為43~82天，可見秋作玉米的子粒充實期明顯的受播種期之影響，早播者子粒充實期短，晚播者則延長子粒充實期，且早播與晚播之間，相差達36~39天。由參試兩品種在不同期作與播種期間之成熟度看來（圖三），玉米春作或秋作其成熟度隨播種期之延遲而增加，而且秋作大於春作，兩品種有相同之趨勢。



圖三 春秋期作不同播種期玉米成熟度之變化

S：春作，F：秋作

Fig 3 The degree of maturity for corn in different sowing date

S: Spring crop, F: Fall crop

秋作玉米不同播種期農藝性狀之差異

兩個參試品種，分別於二林與外埔地區，4個播種期所調查之資料合併雙方分析結果如表一，

表一 72年秋作飼料玉米播種期試驗變方分析表

Table 1 Analysis of variance for 11 characters of corn in fall crop

變因 Source of Variance	df	產量 Grain yield	百粒重 100-grain wt.	每穗粒數 Grain no. per ear	每穗子實重 Grain wt. per ear	脫實率 Shelling rate	果穗粒 行數 Row no.	充實穗長 Filled ear length	穗徑 Ear diameter	徑株高 Plant height	穗位高 Ear height	莖徑 Stalk diameter
Location (L)	1	109.08**	8.33*	165.68**	1296.92**	757.33**	5.33	129.62**	0.02	14.60**	18.85**	20.68**
Sowing date (S)	3	40.09**	39.21**	42.42**	104.49**	86.94**	2.87	5.42**	4.75*	65.57**	30.44**	5.49**
Variety (V)	1	6.24*	23.06**	16.02**	10.93**	346.45**	240.90**	37.60**	64.91**	1.94	10.27**	11.38**
L×S	3	15.77**	0.48	30.28	23.32*	31.84**	3.38*	4.07*	0.62	4.13*	9.27	9.84**
L×V	1	2.64	0.07	5.91**	4.34*	64.39**	1.80	2.64	4.59*	7.06*	0.31	0.90
S×V	3	13.15**	8.02**	7.80**	9.39**	84.00**	7.70**	6.10**	1.97	2.26	1.71	3.60*
L×S×V	3	3.01	1.83	5.23**	1.48	23.29**	1.77	1.01	2.30	0.53	0.36	4.49*

*, ** : Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

Values in this table are F statistics.

可知除玉米果穗粒行數及穗徑兩性狀在地點間差異不顯著外，其餘之性狀均有顯著的差異，而其中果穗粒行數在不同播種期間亦無明顯的差異，顯示子粒行數不受地點及播種期的影響。如以產量的差異性而言，二林與外埔兩地點間，播種期間及品種間均有顯著的差異，而且地點與播種期間，播種期與品種間有交感效應存在。

供試二品種秋作，不同播種期間產量及農藝性狀之平均值列於表二，顯示秋作臺農351號玉米，以8月15日播種的產量最高，為6070公斤／公頃，8月31日及9月15日播種者次之，但三者差異不顯著；至10月1日播種的產量即顯著劇減至2973公斤。臺南11號以8月15日及8月31日播種的產量最高，平均每公頃5180公斤、4989公斤，其次為9月15日及10月1日播種者，分別為4513公斤、4273公斤。供試二品種秋作栽培，晚播種則產量有漸減的趨勢，尤以臺農351號更明顯。究其原因，由農藝性狀及產量構成要素而言，秋作玉米之播種期由8月中旬逐漸延至10月上旬，顯示株高、穗位高度漸降低，尤其臺農351號於10月1日播種之株高劇降為167公分，比臺南11號矮。播種期延後亦使莖稈及穗徑變細，倒伏構株增加，充實穗長比減低，果穗重、每穗子粒數、子粒重、百粒重及脫實率均有降低的現象。如此較兩品種，臺南11號的充實穗長較長，子粒脫實率較高，百粒重較重；但臺農351號則平均產量較高，每穗子粒較重，子粒行數及粒數較多，穗徑及莖稈較粗。

表二 不同期作及播種期飼用玉米產量及農藝性狀

Table 2 Means of agronomic characters and yield of corn in different sowing date and cropping seasons

品種	期作	播種期	株高 (cm)	穗位高 (cm)	莖徑 (mm)	結穗不良比率 (%)	倒伏株比率 (%)	穗徑 (cm)	充實穗長 (cm)	充實穗長比率 (%)	穗重 (g)	一穗粒重 (g)	脫實率 (%)	一穗粒數	百粒重 (g)	產量 (kg/ha)
臺農三號	秋作	Aug. 15	213 ^a	113 ^a	21.3 ^a	16.2 ^a	3.2 ^b	4.6 ^a	14.2 ^a	98	155.6 ^a	123.5 ^a	79.5 ^b	476 ^a	26.1 ^a	6070 ^a
		Aug. 31	207 ^b	106 ^b	20.8 ^a	12.9 ^b	9.4 ^a	4.6 ^a	14.0 ^a	91	148.5 ^b	122.1 ^a	82.3 ^a	520 ^a	23.3 ^b	5764 ^a
		Sep. 15	204 ^b	105 ^b	19.4 ^a	12.4 ^b	10.2 ^a	4.4 ^b	12.9 ^b	89	143.5 ^b	114.8 ^b	79.0 ^b	466 ^a	24.6 ^b	5726 ^a
		Oct. 1	167 ^c	88 ^c	17.9 ^b	16.2 ^a	10.6 ^a	4.4 ^b	12.2 ^b	89	93.3 ^c	57.7 ^c	60.3 ^c	300 ^b	19.2 ^c	2973 ^b
		Mean	198	103.0	19.85	14.42	8.35	4.50	13.32	91.8	135.20	104.52	75.28	440	23.3	5133
臺南十一號	春作	Feb. 1	236 ^a	133 ^a	26.0 ^a	4.3 ^c	9.8 ^c	4.9 ^a	14.5 ^a	88	186.9 ^a	153.1 ^a	81.8 ^a	534 ^a	28.8 ^b	6451 ^a
		Feb. 15	237 ^a	137 ^a	24.4 ^b	7.3 ^{bc}	7.3 ^c	5.0 ^a	13.8 ^a	85	179.8 ^{ab}	148.0 ^{ab}	82.4 ^a	510 ^a	29.2 ^{ab}	6005 ^a
		Mar. 1	229 ^b	129 ^a	22.5 ^c	9.9 ^{ab}	15.6 ^b	4.9 ^a	14.7 ^a	87	174.7 ^b	142.6 ^{ab}	81.7 ^a	480 ^b	29.8 ^a	5153 ^b
		Mar.16	228 ^b	133 ^a	22.5 ^c	13.9 ^a	34.2 ^a	4.8 ^a	14.1 ^a	88	170.3 ^b	137.8 ^b	81.2 ^a	507 ^a	27.2 ^b	4394 ^c
		Mean	232	133.0	23.85	8.85	16.72	4.90	14.28	87.0	177.92	145.38	81.78	508	28.8	5501
臺南十一號	秋作	Aug. 15	202 ^a	101 ^a	21.1 ^a	11.4 ^c	3.2 ^b	4.3 ^a	15.0 ^a	99	137.6 ^a	116.9 ^a	85.0 ^a	409 ^a	28.6 ^a	5180 ^a
		Aug. 31	194 ^b	99 ^a	20.1 ^a	15.6 ^{ab}	8.3 ^a	4.2 ^{ab}	14.2 ^b	96	126.2 ^{ab}	109.1 ^a	86.6 ^a	416 ^a	27.0 ^a	4989 ^a
		Sep. 15	195 ^b	100 ^a	19.2 ^a	13.0 ^{bc}	9.8 ^a	4.1 ^{bc}	14.7 ^a	91	116.7 ^b	95.6 ^b	81.9 ^b	414 ^a	23.0 ^b	4513 ^b
		Oct. 1	173 ^c	88 ^b	20.0 ^a	18.0 ^a	9.6 ^a	4.0 ^c	14.7 ^a	92	101.1 ^c	79.9 ^c	80.6 ^b	344 ^b	23.0 ^b	4273 ^b
		Mean	191	97.0	20.1	14.50	7.72	4.15	14.65	94.5	120.40	100.38	83.52	396	25.4	4739
臺南十一號	春作	Feb. 1	215 ^a	101 ^a	20.9 ^a	8.3 ^c	2.0 ^c	4.2 ^a	15.6 ^a	93	144.9 ^{ab}	120.1 ^a	82.9 ^c	416 ^a	29.0 ^a	4680 ^a
		Feb. 15	214 ^a	100 ^a	20.7 ^a	10.0 ^b	6.3 ^c	4.2 ^a	14.9 ^a	91	145.7 ^{ab}	120.3 ^a	83.3 ^b	407 ^a	30.1 ^a	4303 ^a
		Mar. 1	219 ^a	92 ^b	20.3 ^a	11.0 ^b	12.4 ^b	4.3 ^a	14.2 ^a	90	142.0 ^b	121.4 ^a	85.4 ^a	389 ^b	31.2 ^a	3955 ^a
		Mar.16	219 ^a	93 ^b	19.6 ^a	17.4 ^a	23.0 ^a	4.3 ^a	15.6 ^a	91	150.6 ^a	128.0 ^a	85.2 ^a	402 ^{ab}	31.7 ^a	3947 ^a
		Mean	217	96.5	20.38	11.68	10.92	4.25	15.08	91.2	145.80	122.45	84.20	403.5	30.50	4221

Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level.

Data are means of 2 locations.

春作玉米不同播種期農藝性狀之變異

參試兩品種，於大村與外埔地區，4個播種期所調查之資料，合併變方分析結果（表三），顯示果穗粒行數、充實穗長、穗位高、莖稈徑在兩地點間並無顯著的差異；又不同播種期間之百粒重、穗徑、株高等三性狀亦無明顯的差異。如以產量而言，顯示地點間、播種期間、品種間均有顯著差異，且地點與播種期、播種期與品種及三者均有交感效應存在。

臺農351號及臺南11號 玉米春作栽培，由表二不同播種期的產量及農藝性狀而言，可知臺農351號於2月1日及2月15日播種的產量最高，分別為6451公斤、6005公斤／公頃，二者差異不顯著，其次為3月1日播種的產量為5153公斤，3月16日播種的產量最低為4394公斤，只有早播產量的68%。臺南11號玉米同樣的以2月1日早播的產量最高，每公頃為4680公斤，然後隨播種期之延後，依次稍微降低，3月16日播種的產量為3947公斤，但播種期間差異不顯著。春作玉米從2月上旬至3月中旬播種，雖產量隨播種期之延後，有漸減之趨勢，但臺南11號玉米春作較不受播種期之影響，而影響臺農351號玉米春作產量的因素，為結穗不良株及倒伏株隨播種期之延後而增加，以致穗重、穗粒重降低而減產。

表三 73年春作飼料玉米播種期試驗變方分析表

Table 3 Analysis of variance for 11 characters of corn in spring crop

變因 Source of Variance	df	產量 Grain yield	百粒重 100-grain wt.	每穗粒數 Grain no. per ear	每穗子 實重 Grain wt. per ear	脫實率 Shelling rate	果穗粒 行數 Row no.	充實穗長 Filled ear length	穗徑 Ear diameter	徑株高 Plant height	穗位高 Ear height	莖徑 Stalk diameter
Location (L)	1	20.74*	43.55**	21.29*	12.68*	13.89*	0.53	3.76	199.71**	14.01*	7.42	5.52
Sowing date (S)	3	45.73**	3.24	4.99*	9.71**	5.87*	5.45*	1.70**	2.22	1.08	9.28**	17.80**
Variety (V)	1	103.93**	59.14**	267.56**	242.57**	77.55**	903.08**	14.07*	1128.76**	83.19**	655.33**	163.88**
L×S	3	71.90**	13.42**	27.35**	49.44**	14.96**	2.25	5.43*	2.44	47.59**	15.68**	5.04
L×V	1	2.67	21.56**	0.01	4.75*	14.54**	16.78**	5.39*	6.13*	0.78	1.57	54.13**
S×V	3	5.92**	17.13**	0.82	11.51**	8.77**	6.94**	4.11	12.76**	4.33*	1.41	5.12*
L×S×V	3	5.41**	13.05**	7.39**	1.42	2.86	7.79**	2.35	5.85**	1.93	2.05	10.44**

*, ** : Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

Values in this table are F statistics.

不同播種期兩品種性狀之比較

臺南11號屬早熟種，臺農351號屬中晚熟種，全生育日數，一般臺南11號較早7~15天。臺農351號平均產量較臺南11號，春作高產30.3%，秋作高產8.3%。臺南11號玉米的產量與其產量構成要素，受不同播種期的影響較小，不如臺農351號明顯，尚可於9月下旬~10月上旬裡作栽培，而臺農351號玉米，必須於春、秋作早播，始能發揮其生產潛力。臺農351號除10月上旬播種之株高較低外，其餘各播種期之株高及穗位高，均比臺南11號高約15~35cm左右，雖然臺農351號之莖稈較粗，但因株高與穗位高較高，穗又重，遇豪雨或雨後強風，易使植株倒伏，所以臺農351號的倒伏比率比臺南11號高。臺南11號的充實穗長比率較大，脫實率較高，百粒重較重，此等性狀，臺農351號有待改良。

討 論

玉米原產熱帶，屬短日性作物，全生育期間須有溫暖的氣候，生育初期及出穗前後，需要較充足的水分，至生育後期須稍微乾燥^(1,18)。臺灣地區處亞熱雨帶，依年平均溫度及雨量而言，終年適合種植玉米。由於栽培制度不同，有春作、秋作及裡作栽培，平均產量以秋作較高，但有些地方以春作的產量較高。今為配合政府稻田轉作玉米政策，分別以中晚熟品種臺農351號及早熟品種臺南11號，於七十二年秋作及七十三年春作進行不同播種期試驗。顯示春作玉米之吐絲期及成熟期，受不同播種期的影響，即由2月上旬至3月中旬，每隔15天隔播種一次，愈晚播種則提早吐絲，生育期縮短（圖二）。因春作玉米生育期中氣溫逐漸回升，日照漸長，促進生殖生長，且生育後期溫度增高，促進玉米粒有效充實速率⁽⁸⁾。當秋作時，播種期由8月中旬至10月上旬，每隔15天播種一次，播種至吐絲日數及成熟期，隨播種期之延後而增長，此因氣溫逐漸降低，生育後期尤遭受低溫與短日照的影響，以致延長營養及生殖生長，且愈晚播種者，所受的影響愈大。美國雜糧生產帶，如以年平均無霜期分佈情形來看，玉米生育期一般在140~148天⁽¹⁸⁾。本試驗採用臺農351號玉米春作第一次播種的生育日數最長為138天，秋作以最後一次播種之生育日數最長為152天，唯秋作最後一次播種（9月下旬~10月上旬）的生育期已影響到次年第一期水稻播種。

本試驗兩參試品種，在兩試區春、秋期作不同播種期之生育日數變化均有相同的趨勢（圖二），唯臺農351號玉米的生育期較臺南11號長。以吐絲至成熟期間之實際子粒充實期而言，不同播種期間，春作玉米之子粒實際充實日數，並無明顯的差異。Peaslee等⁽¹⁶⁾亦得到同樣結果，同一品種春作兩個播種期之實際充實日數，沒有明顯差異，縱使第二次播種者充實期間平均溫度稍高一點。故春作玉米早播者生育日數較長的原因，為營養生長期（播種—吐絲）增長所致。而秋作玉米的實際充實期卻受不同播種期的影響，晚播種者較長，早播者較短，且早晚播之間，相差達36~39天；可見秋作延遲至9月下旬、10月上旬播種，生育中、後期溫度降低，影響子粒充實及延長充實期。蔡與種⁽³⁾亦以雙雜交玉米品種秋作結果，指出愈晚播種產量愈低，生育日數愈長，其主要原因是低溫使播種至吐絲期所需日數較多之故。洪等⁽²⁾指稱：同一品種春、秋作之吐絲期無差異，但全生育日數、實際子粒充實日數及成熟度，秋作大於春作。本試驗顯示吐絲期受播種期的影響，春作之變異大於秋作；春作之實際充實日數在播種期間差異不顯著，秋作則受播種期的影響，差異顯著。成熟度從春作至秋作隨播種期之延後而漸增大，且秋作大於春作（圖三），此顯示玉米秋作比春作需要較長的充實期。

控制玉米生育與產量的主要氣候因素，當為生長期中之溫度與雨量變化，一般而言，氣溫高可提高產量，多雨反而有礙增產⁽¹²⁾。臺灣地區年平均降雨量約為2500公厘，中部地區亦有1250~2100公厘，降雨量多集中在5~9月；若土壤內部排水不良，根的生長常受到限制，影響玉米的生長與產量。Duncan⁽⁸⁾認為玉米的光合作用及生長在10°C下很低，但到30~33°C時達到最高速率。Cross及Zuber⁽⁴⁾亦指出玉米在平均溫度30°C時，每日的生長量最大。本試驗進行期間，地區性全年度溫度與雨量的變化情形如圖一，可知秋作雨量比較少，春作雨量比往年增加很多；9月中旬之平均溫度已開始下降，低於30°C，2、3月氣溫仍低，至4月中旬才開始回升，此種生育期間之溫度變化，似乎是造成上述春、秋作玉米不同播種期間營養生長及生殖生長變異的原因之一。春、秋作玉米不同播種期之平均產量地點間差異顯著，春作時外埔之產量高於大村試區，秋作則相反，二林之產量高於外埔試區，其主要原因為：春作時，大村地區較遲播者，受豪與與強風的影響，結穗不良及倒伏植株增加，以致減產。秋作時，外埔地區，因生育後期受強烈季節風的影響，使莖葉受損嚴重，亦影響及果穗之授粉與子粒充實。所以要增加玉米產量，可從增加吐絲後之葉面積著手或展延開花後之綠葉面積，避免葉片受損⁽¹⁹⁾。避免或減少植株倒伏，亦可提高產量⁽¹⁴⁾。

春、秋期作玉米，4個播種期中，2個參試品種均顯示早播者對增加產量較有利；臺農351號的產量受播種期之影響大，而臺南11號較不易受播種期的影響。本試驗之臺農351號玉米屬中晚熟種，於8月中旬~9月中旬播種，平均產量可達5.7~6.0公噸/公頃；於9月下旬~10月

上旬播種，因低溫而影響生育及其產量構成要素，以致產量劇減至2973公斤／公頃（表二），其子粒實際充實日數雖然很長（82天），但低溫寡照及強烈季節風的環境，至使子粒充實速率緩慢及結實不完全，此為低產的原因。玉米授粉後約需經12~20天的遲滯充實期(lag phase)，然後子實才迅速累積，此為有效充實期(effective grain filling duration)⁽⁸⁾。而Fisher和Palmer⁽¹⁰⁾研究玉米的生產力，認為玉米在授粉後之充實階段，溫度會影響子粒之充實速率及有效充實期，如在平均溫度24.8℃，玉米子粒每天以6.84mg之充實速率，有效充實日數30.9天，則可獲得最大的積儲(sink)作用。Prine⁽¹⁵⁾認為玉米開花吐絲之前後10~15天為生長關鍵期(growth critical period)，此時期決定每穗粒數，如供源(source)充足且環境適宜，則必有高產之潛力。Tollenaar and Daynard^(19, 20)謂玉米穗尖結實不良現象是使每穗子粒數減少及減產的原因；玉米粒要授粉才能發育，而果穗充實不完全現象，除授粉不完全外，另一因素為穗底部先授粉者，先進行乾物質累積充實作用，以致穗尖較慢授粉者發育不良，此種為供源與積儲間之分配問題，但亦不能排除受基因型控制之因素。Hatfield⁽¹¹⁾等認為玉米產量與其構成要素，受栽培季節溫度的影響，且產量與充實期的日照時數呈正相關。本試驗秋作晚種者，雖然充實期延長，但反而減產50%左右，生育期日照不足為其原因之一。

Pendelton和Egli⁽¹⁴⁾玉米播種期試驗結果，顯示4月19日播種的產量最高，4月30日以後播種，每延遲1日播種，產量降低103kg/ha，而且播種期影響莖稈強度與倒伏性，倒伏多者則減產。Johnson and Mulvaney⁽¹³⁾指出美國主要玉米帶以5月6日播種最好，延遲播種則減產，於5月20日以後播種者，產量顯著下降。Eckert⁽⁹⁾亦於4月下旬至6月上旬播種不論整地與不整地均顯示早播的產量較高。本試驗臺農351號春作結果，顯示2月上、中旬播種的產量最高為6.0~6.4公噸／公頃，至3月上、中旬播種者，產量依次遞減，分析其原因為，莖稈變細、倒伏及結穗不良比率增加，每穗重、子實粒重及粒數減少所致，以當時之環境因素而言，因延遲播種，生育中期遇豪雨及強風，授粉不良，倒伏植株增加，有穗尖充實不完全現象。春作玉米的生長屬於早期的短期強勢型(early-dash vigor)⁽⁸⁾。延遲播種、溫度漸升高、提早吐絲、充實期短，此亦可能是減產的原因之一。Runge⁽¹⁷⁾研究溫度與降雨量對玉米生育的影響，顯示溫度與降雨量影響玉米最大的時期為開花吐絲期前25天至後15天，尤以吐絲期前後7天之環境因素最為重要。Daynard及Kannenber⁽⁷⁾認為玉米粒實際充實期的長短與產量呈正相關，而充實期之長短為遺傳因子所決定而非環境因子的影響。亦有人建議改良玉米遺傳因子使能延長有效充實期，以提高玉米生產潛力^(5, 6)。本試驗春作時，參試2品種的充實期不受播種期的影響，最長與最短者僅相差4天而已。

臺中地區要推行稻田轉作玉米，如以目前採行品種臺農351號及臺南11號而言，臺農351號春作的平均產量較臺南11號增產30.3%，秋作時較臺南11號增產8.3%。春作玉米之播種期，臺農351號及臺南11號玉米應提早播種，以免生育後期，因豪雨或強風引起倒伏，以致減產。秋作玉米臺農351號之播種期，亦以8月中旬至9月上旬為宜，但秋冬季有強烈季節風之地區，應於8月中、下旬播種完畢，以免受環境的影響而減產。秋作玉米臺南11號隨播種期之延後，有減產之趨勢，但受播種期之影響不如臺農351號明顯。

參考文獻

1. 盧煌勝 萬雄 1980 科學農業叢書第7號。臺灣雜糧增產之研究。臺灣玉蜀黍增產可能途徑及解除限制因素之對策 P. 112-122。
2. 洪梅珠 涂勳 曾富生 1984 玉米產量形成過程在春、秋期作之變異 中華農學會報 新 125：61-70。
3. 蔡承良 鐘華月 1984 不同播種期對玉米生育及產量的影響 中華農學會報 新 127：52-57。
4. Cross, H. Z., and M. S. Zuber. 1972. Prediction of flowering dates in maize based on different method

- of estimating thermal units. *Agron. J.* 64: 351-355.
5. Cross, H. Z. 1975. Diallel analysis of duration and rate of grain filling of seven inbred lines of corn. *Crop Sci.* 15: 532-535.
 6. Daynard, T. B., J. W. Janner and W. G. Duncan. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn *Zea mays* L., *Crop Sci.* 11: 45-48.
 7. Daynard, T. B., and L. W. Kannenberg. 1976. Relationships between length of the actual and effective grain filling periods and the grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci.* 56: 237-242.
 8. Duncan, W. G. 1975. Maize. In *Crop Physiology*. ed. L. T. Evans. Cambridge Univ. Press, London. pp. 23-50.
 9. Eckert D. L. 1984. Tillage system x planting date interactions in corn production. *Agro. J.* 76: 580-582.
 10. Fisher, K. S., and Palmer, A. F. E. 1983. Maize. In *Potential Productivity of Field Crops under Different Environments*. IRRI. pp. 155-180.
 11. Hatfield, A. L., G. G. Benoit, and J. L. Ragland. 1965. The growth and yield of corn. IV. Environmental effects on grain yield components of mature ears. *Agron. J.* 57: 293-296.
 12. Horrocks, R. D., and F. D. Cloninger. 1974. Yield and yield components of maize as influenced by the environment. *Agron. Abs.*: 84.
 13. Johnson, R. R., and D. L. Mulvaney. 1980. Development of a model for use in maize replant decisions. *Agron. J.* 72: 459-464.
 14. Pendleton, J. W., and D. W. Egli. 1969. Potential yield of corn as affected by planting date. *Agron. J.* 61: 70-71.
 15. Prine, G. M. 1971. A critical period for ear development in maize. *Crop Sci.* 11: 782-786.
 16. Peaslee, D. E., J. L. Ragland, and D. G. Duncan. 1971. Grain filling period of corn as influenced by phosphorus, potassium, and the time of planting. *Agron. J.* 63: 561-563.
 17. Runge, E. C. A. 1968. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. *Agro. J.* 503-507.
 18. Samuel R. Aldrich, Walter O. Scott, and Earl R. Leng. 1982. Modern corn production. A & L. pp. 378.
 19. Tollenaar, M., and T. B. Daynary. 1978a. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize growth in short-season environment. *Agron. J.* 70: 219-223.
 20. Tollenaar, M., and T. B. Daynary. 1978b. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (*Zea mays* L.). *Can. J. Plant Sci.* 58: 189-197.

Studies on Cultivation of Corn in Paddy Field

I. Effects of sowing date on the yield and agronomic characteristics of corn in spring and fall cropping seasons¹

S. C. Huang and Ai-Na Hsu²

ABSTRACT

In order to study the optimum sowing date of feed corn for converted paddy field in Taichung district, experiment was designed to study the effects of sowing date on the development and yield of two hybrids (Tainung 351 and Tainan 11) in spring and fall cropping seasons.

In spring crop results showed that late sowing had the shorter growth duration, whereas the total growth duration was closely dependent on the growth period from sowing to silking, and sowing dates had no influence on the actual grain filling duration (AGFD).

The results of corn sowing in fall crop indicated that late sowing prolonged the growth period and AGFD, whereas AGFD was significantly different between early and late sowing.

Sowing date not only affected the grain yield but also the yield components, stalk diameter, lodging and ear filling, etc., which were closely associated with grain production.

So far as the average grain yield of two hybrids was concerned, Tainung 351 was 30% and 8% higher than Tainan 11 in spring and fall crop, respectively.

Both two hybrids showed similar response to grain yield, yield decreased when sowing date was delayed. In order to obtain a better yield, Tainung 351 therefore, should be sown in the period from mid-August to mid-September for fall crop. For those areas with serious monsoon, Tainung 351 should be sown before September. In spring crop, the higher grain yield could be obtained when Tainung 351 was sown in early or middle February. The optimum sowing date for Tainan 11 was from early February to mid-March in spring crop, and before September in fall crop.

¹Contribution No. 0054 of Taichung DAIS.

²Assistant Agronomists of Taichung DAIS.