

## 眞珠조의 播種期移動에 따른 有效積算溫度 및 生産性

崔炳漢\* · 朴根龍\* · 朴來敬\*

### Growing Degree Days and Productivity by Shifting Planting Dates in Pearl Millet

Byung Han Choi\*, Keun Yong Park\* and Rae Kyeong Park\*

**ABSTRACT** : Pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) has been detected as an excellent and new forage crop in Korea. Thus the objective of the study was to determine optimum planting season, growing degree days and productivity by shifting the planting season of pearl millet. Days to emergence of Australia pearl millet inbred line were shortened from 12 days to 3 days by delaying planting season from April 15 to July 15 in Suwon, 1986, but their growing degree days remained relatively constant 32.1°C in average. Days to heading also were shortened from 96 days to 54 days by shifting the planting season, but their growing degree days varied little being 697°C in average. For grain crop, economic planting season was from early May to late June, and their harvest index also did not varied much, but suddenly reduced in the July 15 planting plot. For forage crop, economic planting season was from mid-May to mid-June with optimum planting time of mid-May. Particularly, when planted in early July, 1987 and 1988, green fodder yields of Suwon 1 pearl millet hybrid were very low being 54 percent as compared with optimum planting season's yield 10.8 t/10a.

眞珠조는 高溫條件에서 太陽에너지를 最大限으로 利用할 수 있는 bundle sheath cell 이 잘 發達된 光合成組織을 가지고 있는 C<sub>4</sub> 作物일 뿐만 아니라 우리나라에서 새로운 良質 多收性 飼料作物이다.<sup>2,3)</sup> 全世界的으로도 眞珠조는 食糧 및 飼料作物로서 매우 重要的한 半乾燥 熱帶 禾本科作物이다. 옥수수와 수수에 比하여 瘠薄한 土壤과 降水量이 적은 地域에서도 잘 栽培되는 耐災害性 作物이다. 眞珠조 꽃은 雌蕊先熟으로 他家受精作物이고 雜種強勢가 잘 나타나므로 heterosis 育種에 매우 適合한 作物이다.

우리나라 眞珠조 栽培에서 重要的한 自然環境要因은 日長, 溫度 및 土壤水分이다. 眞珠조 栽培時 너무 일찍 播種하면 低溫으로 因하여 發芽 및 出芽가 不良하고 初期生育이 遲遲不進하다. 一般的으로 봄에는 降雨도 적고 乾燥하여 日長이 길어지고 氣溫이 올라감에 따라서 土壤水分的 蒸發이 甚하기 때문에 低溫 및 早魘에 依한 種子의 發芽, 出芽 및 初期生育이 不良한 경우가 많다.

本 試驗에서는 眞珠조 生産地帶別 播種適期 및 播種期 移動에 따른 有效積算溫度 및 生産性的 變異를

究明하기 위하여 水原, 春川, 大田, 晉州, 務安, 北濟州에서 1986~88 년에 實施하였다.

#### 材料 및 方法

**試驗 I** : 水原에서 1986 年 自殖系統 Australia 를 供試, 4 月 15 日부터 7 月 15 日까지 15 日 間 隔으로 播種하였다. 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 20-15-15 kg/10 a 로 하여 N 半量은 眞珠조 7~8 葉 期에 追肥로 分施하였다. 栽植密度는 畦幅 60 cm 에 株間 15 cm 로 하여 5 粒 播種後 4~5 葉期에 1 株 1 本 남기고 疏아 주었다. 試驗圃場은 江西細砂壤 土이고 pH 6.1, 有機物含量 1.4 % 로 肥沃도가 普通이었다. 試驗區 配置는 亂塊法 4 反復으로 하였다. 播種期別로 生理的 成熟期에 收穫하였다. 收穫된 植物體는 生體重을 測定하고 이삭을 收穫한 後 乾燥 臺에서 말려 乾物重을 달았다. 有效積算溫度 (growing degree days : GDD) 計算을 위한 氣溫은 水原試驗地에서 가까운 中央觀象臺 水原氣象觀測所의 調査值를 利用하였다. 出芽 및 生育期間中 GDD는

\* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea) <89. 12. 4. 接受>

다음 計算式을 利用하였다.

$$GDD, ^\circ C = \sum \left\{ \left( \frac{\text{日最高氣溫} + \text{日最低氣溫}}{2} \right) - 12 \right\}$$

**試驗 II :** 水原, 春川, 大田, 晉州, 務安, 北濟州에서 1987~88 年에 單交雜種 水原 1 號를 供試, 4 月 16 日부터 7 月 1 日까지 15 日 間隔으로 播種하였다. 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 30-15-15 kg/10 a로 하여 N1/3 量, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 K<sub>2</sub>O는 全量을 基肥로 施用하였고 N1/3 量씩 1次 및 2次刈取後 分施하였다. 栽植密度는 畦幅 60cm에 株間 15cm로 하여 5粒 播種後 4~5 葉期에 1株 1本 남기고 숙아 주었다. 草長 200cm 程度 자랐을 때 1次刈取하고 2~4次刈取는 1次刈取日로부터 4週 間隔으로 刈取하여 生體重을 測定하였다. 除草劑는 사용치 않고 손으로 除草하였으나 病蟲害는 없었다.

本 研究를 遂行하는데 있어서 積極적으로 協助하여 주신 江原, 忠南, 慶南, 濟州道 農村振興院, 木浦支場의 關係官들에게 깊은 謝意를 드리는 바이다.

### 結果 및 考察

**試驗 I :** 眞珠조는 高溫選好作物이므로 低溫條件에서는 出芽가 不良하고 播種에서 出芽까지의 日數가 길어진다. 表 1에서 出芽日數를 보면 4 月 15

日 播種區는 12日, 4 月 30日 播種區 8日, 5 月 15日 播種區 7日, 5 月 30日 以後 播種區에서 3~5日이었다. 出芽에 必要한 有效積算溫度는 平均 32.1<sup>°</sup>C이었으나 4 月 15日 播種區만은 例外的으로 15<sup>°</sup>C밖에 되지 않았다.

그러므로 4 月 15日 播種區는 低溫으로 인하여 출芽에 必要한 적산온도 예측이 불가능함을 알 수 있었다. Carberry 와 Campbell<sup>4)</sup>에 의하면 16<sup>°</sup>C (기초온도)에서 35<sup>°</sup>C(적온)까지가 眞珠조의 파종에서 출아까지 일수를 예측할 수 있는 온도범위라고 하였다. 變異係數는 27%로서 出芽日數 51%에 比하면 매우 낮았다. 播種適期の 出芽에 必要한 有效積算溫度는 30~40<sup>°</sup>C이었다.

出穗日數는 4 月 15日 播種區 96日, 7 月 15日 播種區 54日로서 播種期가 늦어짐에 따라서 出穗日數가 크게 短縮되었으며 變異係數도 24로 매우 컸다. 出穗에 必要한 有效積算溫度는 平均 697<sup>°</sup>C이었고 變異係數가 6으로서 매우 낮았다. 그러므로 同一 地帶內에서는 播種時期에 關係없이 Australia 品種을 經濟的 播種限界期內에서는 어느 때 播種하거나 出穗에 必要한 有效積算溫度는 700<sup>°</sup>C 内外라고 할 수 있다. 옥수수에서도 出絲에 必要한 有效積算溫度를 보면 同一地帶內 播種期間 差異가 적었고 栽培地帶間 差異는 컸었다.<sup>5)</sup> 이는 日長과 溫度에 민감한 反應을 보이기 때문이고 GDD는 地帶別 日

**Table 1.** Days to emergence and heading, their growing degree days, yields, and harvest index of pearl millet planted at 15 days interval from April 15 to July 15, 1986 in Suwon, Korea.

(Cultivar : Australia)

Trait	Planting date							$\bar{X}$	SD	CV %
	April 15	April 30	May 15	May 30	June 15	June 30	July 15			
Days to emergence	12	8	7	4	4	5	3	6.1	3.1	51
Growing degree days, <sup>°</sup> C	15	39	29	36	32	41	33	32.1	8.6	27
Days to heading	96	91	74	67	57	59	54	71	16.7	24
Growing degree days, <sup>°</sup> C	661	772	692	724	653	710	665	697	42.4	6
Green fodder yield, t/10a	4.50	6.02	5.70	4.46	5.98	4.10	2.18	4.71	1.37	29
Dry matter rate, %	18.0	21.8	17.2	24.9	20.2	22.7	30.3	22.2	4.5	20
Dry fodder yield, t/10a	0.81	1.31	0.98	1.11	1.21	0.93	0.66	1.00	0.23	23
Grain yield, t/10a	0.25	0.27	0.24	0.26	0.23	0.26	0.03	0.22	0.08	39
Harvest index	0.24	0.17	0.20	0.19	0.16	0.22	0.04	0.17	0.07	37

$\bar{X}$  : mean value, SD : standard deviation, CV : coefficient of variation.

**Table 2.** Mean square and least significant difference values of agronomic trait and green fodder yield of pearl millet for six planting dates at six experimental sites of Korea(1987-'88).

Trait	Days to emergence	Emergence percentage, %	Plant height(cm)		Tillers per plant		Green fodder yield(kg/10a)		
			1st	3rd	1st	3rd	1st	2nd	3rd
			2nd	Total	2nd	Total	2nd	Total	Total
MS <sup>1/</sup>	107.2**	1502.6**	473.8 <sup>NS</sup>	5448.2**	137.3*	332.4 <sup>NS</sup>	3,545,250**	1,515,320 <sup>NS</sup>	
LSD	1.7	13.5	5375.6**	7807.8**	44.0 <sup>NS</sup>	1195.4**	1,775,000**	12,132,200*	
0.05 <sup>2/</sup>			25.5	40.1	8.5	16.2	983.5	1,159.7	
			26.5	49.3	5.7	20.6	1,168.0	2,495.0	

<sup>1/</sup> MS : Mean square value

<sup>2/</sup> LSD 0.05 : Least significant difference at 0.05 probability level.

\*\*\* : Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively, NS : Non-significance.

長과 溫度間의 相互作用에 依하여 決定된다고 할 수 있다.

生體收量은 4月 30日 播種區에서 6t/10 a으로 가장 많았으며 너무 일찍 播種하거나 너무 늦게 播種하면 收量이 낮아졌다. 經濟的 播種時期는 5月上旬부터 6月 中旬까지였다. 乾物收量 및 種實收量도 비슷한 傾向이었다. 種實收量이 6月 下旬 播種區까지는 떨어지지 않았으나 7月 15日 播種區는 급격히 減少하였다. 收穫指數는 平均 0.17이었으며 6月 下旬 播種까지는 큰 變異가 없었으나 7月 15日 播種區는 0.04로 급격히 낮아졌다. 그러므로 Australia 品種의 種實生産을 위한 播種限界期는 6月 下旬이었다.

**試驗II :** 播種期 移動에 따른 出芽日數, 出芽率, 草長, 分蘗數 및 靑刈收量에 對한 分散分析 結果를 表 2에서 보면 全形質에서 播種期間에 高度의 有意的 差異가 認定되었다. 1次刈取의 草長, 2次刈取의 分蘗數 및 3次刈取의 靑刈收量에서는 分散分析

에 依한 播種期間 差異를 認定할 수 없었다. 表 3에서 播種期 移動에 따른 出芽日數의 變異를 보면 4月 16日 및 5月 1日 播種區는 14日로 2週日이 所要되었으나 5月 16日 播種區 9日, 6月 1日 播種區 7日, 6月 16日 以後 播種區는 6日로 短縮되었다. 出芽率은 反對로 播種期가 늦어질수록 向上되었고 5月 16日 播種區에서부터 60% 以上の 出芽率을 보였다. 草長은 1次刈取時에는 平均 197cm이었고 變異係數도 4로 매우 낮았다. 그러나 2次刈取時에는 平均 172cm이었고 變異係數도 40%나 되었다. 7月 1日 播種區에서는 2次刈取時 草長이 132cm로 급격히 작아졌다. 3次刈取時에는 平均 144cm였으며 播種期가 늦어짐에 따라서 짧아지기 始作하였으며 6月 1日 播種區부터 116cm로 급격히 짧아졌고 7月 1日 播種區는 2회刈取만 可能하였다. 4회刈取는 4月 16日 播種區에서만 可能하였다. 分蘗數에서도 播種期가 늦어짐에 따라서 減少하였다.

生草收量에서는 5月 16日 播種區에서 10.8t/

**Table 3.** Effects of planting date on agronomic traits and green fodder yield of pearl millets grown at six experimental sites including Suwon, Choonchon, Daejon, Jinju, Muan and Jeju from 1987 to 1988. (Hybrid : Suwon 1)

Planting date	DE*	ER	Plant height(cm)					Tillers per plant					Green fodder yield(t/10a)					Index
			1st	2nd	3rd	4th	Total	1st	2nd	3rd	4th	Total	1st	2nd	3rd	4th	Total	
April 16	14	36	194	218	164	111	687	19	15	15	6	55	2,336	2,226	1,797	1,083	7,442	69
May 1	14	48	185	202	180	-	567	16	13	13	-	42	3,383	3,111	2,245	-	8,739	81
May 16	9	63	197	194	157	-	548	12	10	10	-	32	4,587	3,443	2,784	-	10,814	100
June 1	7	69	198	201	116	-	515	12	8	11	-	31	3,890	3,125	1,875	-	8,890	82
June 16	6	75	212	186	104	-	502	7	10	11	-	28	4,118	3,147	1,833	-	9,098	84
July 1	6	76	194	132	-	-	326	7	8	-	-	15	3,718	2,137	-	-	5,855	54
$\bar{X}$	9	61	197	172	144	-	524	12	11	12	-	32	3,172	2,865	2,107	-	8,473	
SD	3.8	16.0	8.8	69.5	32.6	-	117.3	4.8	2.8	2.0	-	16.61	426.8	544.1	419.0	-	1,675.3	
CV %	40	26	4	40	23	-	22	39	26	17	-	52	45	19	20	-	20	

\* DE : Days to emergence, ER : Emergence rate

$\bar{X}$  : Mean value, SD : Standard deviation

CV : Coefficient of variation

1st : First cut, 2nd : second cut, 3rd : third cut, 4th : fourth cut.

10 a 으로 가장 多收穫되었다. 1次刈取時 播種期間 變異係數가 45로 가장 컸고 靑刈收量도 가장 많았다. 2次, 3次刈取로 갈수록 靑刈收量도 적어졌다. 5月 中旬에서 6月 中旬까지가 經濟的 播種限界期였고 特別히 7月 1日 播種부터는 靑刈收量이 급격히 낮아졌다.

眞珠조를 5月 上·中旬에 일찍 심어야 하는 理由를 要約하여 보면 1) 眞珠조 植物體는 5~6月的 比較的 氣溫이 낮고 生育에 必要한 土壤水分이 充分히 있는 條件에서 營養생장기를 맞이하게 되므로 植物體가 건강하게 잘 자라고 收量性을 높일 수 있다. 2) 일찍 播種하면 7~8月 雨期가 오기 前에 뿌리가 더 깊이 잘 發達하게 되고 營養분 흡수에 유리하게 된다. 3) 초기생육기간동안 도장이 되지 않고 건강하게 자라므로 倒伏이 덜 되어 良質의 靑草를 生産하게 된다. 그러나 4月 中·下旬에 너무 일찍 播種하게 되면 1) 토양온도가 너무 낮아 發芽 및 出芽에 적합한 온도가 되지 못하게 되어 出芽所 要目數가 길어지고 出芽가 不均一하게 되고 立毛率이 低下하게 된다. 2) 出芽後 늦서리 피해를 받게 되어 잎이 노랗게 되고 生育이 지지부진하게 된다. 3) 眞珠조 種實은 土壤溫度가 10℃ 또는 더 낮은 때는 發芽하지 못한다. 최소한 토양온도가 11℃가 되어야 發芽하게 된다. 初葉이 정상적으로 生長할 수 있는 基本溫度는 16℃이고 最適溫度는 35℃로 알려져 있다.<sup>4)</sup> 그러므로 맑은 날 아침 8~9시 토양온도가 12℃정도 되고 13시에 20℃정도 되면 播種이 可能하다. 일찍 심을 수록 播種深度를 알게 하여 2cm 정도 깊이로 심는 것이 좋고 乾燥한 土壤에서는 4~6cm로 더 깊이 심는 것이 有利하다.

### 摘 要

良質 多收性 新飼料作物 眞珠조의 播種適期 및 播種期 移動에 따른 有效積算溫度 및 生産性的 變異를

究明하기 위하여 試驗 I (Australia), II (Suwon 1)로 나누어 1986~88년에 水原, 春川, 大田, 晉州, 務安, 濟州에서 4月 15日부터 7月 15日까지 15日 間隔으로 試驗하였던 바 그 結果의 概要는 다음과 같다.

1. 播種期가 늦어짐에 따라서 出芽日數가 12日에서 3日까지 短縮되었고 有效積算溫度는 平均 32.1℃였다.

2. 出穗日數는 播種期가 늦어짐에 따라서 96日에서 54日까지 크게 短縮되었으나 有效積算溫度는 平均 697℃였으며 變異係數도 6으로 매우 낮았다.

3. 種實用 眞珠조의 經濟的 播種時期는 5月 上旬부터 6月 下旬까지였다. 收穫指數도 6月 下旬까지는 큰 變異가 없었으나 7月 15日 播種區는 급격히 낮아졌다.

4. 靑刈用 眞珠조의 經濟的 播種時期는 5月 中旬부터 6月 中旬까지였으며 播種適期는 5月 中旬이었다. 特別히 7月 上旬 播種부터는 靑刈收量이 급격히 낮아졌다.

### 引 用 文 獻

1. 朴根龍·崔炳漢·朴勝義·文賢貴·姜榮吉·洪正基·韓世基. 1986. 靑刈用 옥수수 栽培地帶別 播種期 및 栽植密度가 生育 및 靑刈收量에 미치는 影響. 農試論文集(作物) 28(2) : 172-179.
2. 崔炳漢. 1988. 眞珠조의 生産性 및 栽培方法. 연구와 지도 29(5) : 30-35.
3. 崔炳漢·朴根龍·朴來敬. 1987. 새로운 飼料作物 眞珠조의 遺傳資源 評價. 農試論文集(作物) 29(2) : 146-153.
4. Carberry, P.S. and L.C. Campbell. 1989. Temperature parameters useful for modeling the germination and emergence of pearl millet. Crop Sci. 20 : 220-223.