

옥수수의 分蘖性에 미치는 溫도의 影響

崔鳳鎬 · 李喜鳳 · 李元九 · 池燦正 · 白萬其*

Effects of Temperature on Maize Tillering Habits

Bong Ho Choe, Hee Bong Lee, Won Koo Lee, Hee Chung Ji and Man Ki Baek*

ABSTRACT : The maizes used in the study were three inbreds and a hybrid which were developed by Choe et al. Chungnam National University. All the maizes used were found to tillered in Korea. But under certain environmental conditions, the tillering maizes were either less tillered or not tillered. The objective of the study was then to clarify the effects of temperature on the tillering habits of maize. For the study, maize was grown in temperature controlled growth cabinets under four different temperature regimes (15, 20, 25 and 30°C) for 30 days. Each maize plant was grown in a pot (20cm diameter). The initiation of tillers were accelerated at low temperature. Especially the number of tillers per plant was highest under 20°C regime regardless of the inbreds or hybrid. The tillering habits of maize were rather decelerated by high temperature, although high temperature promoted the plant growth.

옥수수의 分蘖은 옥수수의 육종과정중 필요치 않은 특성이라 하여 거의 모든 옥수수 육종가들은 큰 관심을 가지지 않았으며, 分蘖하는 옥수수를 육종과정의 초기에 도태하여 버렸다. 따라서 오늘날 재배되고 있는 거의 모든 옥수수 교잡종은 分蘖하지 않는 소위 monoculm 옥수수로 되어 있다. 그러나 1976년에 캐나다의 어느 옥수수 종자 회사는 Multi-G라는 옥수수 交雜種을 육성하였는데 이 交雜種은 分蘖하는 특성을 가지고 있어 단위면적당 乾物重이 monoculm 보다 많다고 보고한 바 있다.^{1,4,5)} 그리고 국내에서는李 등⁷⁾과 徐 등¹⁰⁾은 在來種 옥수수에서 수집한 계통 가운데서 분얼하는 옥수수를 純系分離한 후 交雜種을 육성하여 다른 monoculm과 비교하여 여러 가지 식물학적 특성을 보고한 바 있다. 崔 등²⁾은 分蘖을 하는 옥수수 自殖系統도 육성하여 보고한 바 있다. 이와같이 옥수수에는 分蘖하는 것과 하지 않는 것이 있음에도 불구하고 分蘖하는 옥수수에 대한 遺傳, 育種의 연구는 물론 生理的 연구가 매우 결여된 상태이다.

韓 등⁶⁾에 의해 분얼에 관여하는 優性因子的 效

과에 관해 얼마간 보고된 바 있고 Neuffer⁹⁾ 등은 한개의 優性因子에 의하여 좌우되는 分蘖性 옥수수에 대해 발표한 바 있다. 옥수수의 分蘖을 육종에 최대한 이용하기 위해서는 分蘖하는 옥수수의 遺傳體系와 分蘖에 영향을 주는 환경등에 관해 연구하지 않으면 안될 것이다. 崔 (미발표)는 한국에서 거의 예외없이 分蘖하는 옥수수를 필리핀에서 재배하였던 바 옥수수의 개체당 分蘖性에 큰 차이가 있을 뿐만 아니라 어떤 경우에는 전년 分蘖을 하지 않는 것을 관찰한 바 있다. 따라서 옥수수의 分蘖性에는 환경의 영향이 지대함을 깨닫게 되었다. 옥수수의 분얼성에 미치는 환경요인으로는 온도 이외에도 栽植密度, 日長, 土壤水分 등 많이 있겠으나 이 가운데 栽植密度에 대해서는 과거 이 등⁷⁾과 서 등¹⁰⁾에 의해 보고된 바 있고 온도의 영향에 대해서는 Miedema⁷⁾와 Stevenson과 Goodman¹¹⁾이 1972년에 연구 발표한 바 있다. 그러나 국내에서는 分蘖體系가 다른 옥수수에 대한 온도의 영향에 관해 보고된 바가 없기에 본 연구를 하게 되었다.

* 忠南大學校 農科大學 (College of Agri., Chungnam National Univ., Taejon, 320-764, Korea)

본 논문은 교육부 1990-91년도 해외연수지원에 의하여 수행되었음.

<'91. 11.8 接受>

材料 및 方法

본 시험에 供試한 옥수수는 모두 韓國에서 蒐集 育成한 自殖系統 및 交雜種으로서 4-5월에 播種時 個體當 有效莖數가 2-3개가 되는 分蘖型들이었다. 供試한 自殖系統으로서는 IK1, IK2, IK3을, 그리고 交雜種으로는 (Teosinte × IK1)을 溫度調節이 가능한 生長箱(國際米作 研究所 所在)에서 栽培 試驗하였다. 溫度는 晝夜間 관계 없이 15°C, 20°C, 25°C, 30°C로 하였고, 日長 및

光調節은 하지 않은 自然狀態(6월의 필리핀 條件)였다. 옥수수는 높이와 直徑이 모두 20cm 되는 花盆에 2粒 播種後 한 個體만 栽培하였다. 기타 水관리, 土壤條件는 標準 옥수수 栽培法에 따랐다. 生長箱내 花盆의 配置는 4×4 라틴方角 (供試系統 및 交雜種 4와 反復 4)으로 하였고, 溫度를 主區로 하였고 供試系統 및 交雜種을 細區로 한 分割區配置에 의해 統計分析하였다. 調査한 特性으로는 發芽日數, 播種後 30일, 40일, 45일경의 草長, 主莖葉數, 分蘖長, 分蘖數와 個體當 乾物 등이고 溫度가 조절된 生長箱내에서는

Table 1. Mean values for characteristics observed during early part of growth for each entry under four different temperature regimes.

Entries	Days to germ.	Plant ht., cm			Leaf number /plant		Dry wt. /plant gr	Tiller /plant		Tiller length/plant	
		10*	30**	45***	30**	45***		30**	45***	30***	45***
15°C											
IK1	7	6.1	27.3	82.0	5.2	8.9	7.2	0.0	2.8	0.0	40.1
IK2	7	6.3	30.1	94.5	4.9	8.6	7.7	0.0	1.5	0.0	38.2
IK3	7	6.7	26.1	96.3	5.5	9.1	10.1	0.0	4.3	0.0	70.5
Teo./IK1	7	6.9	30.5	93.8	4.9	9.5	9.2	0.0	3.3	0.0	63.2
Mean	7	6.5	28.5	91.7	5.1	9.0	8.6	0.0	3.0	0.0	53.0
20°C											
IK1	5	8.3	48.5	99.5	6.0	9.3	13.0	1.3	3.3	10.1	125.5
IK2	5	8.2	58.0	105.5	5.6	9.6	13.9	1.8	2.5	13.5	130.1
IK3	5	8.5	54.5	114.5	7.6	10.3	20.3	2.3	5.0	25.1	243.5
Teo./IK1	5	10.2	62.0	109.8	6.8	10.4	21.3	2.3	3.8	20.2	209.5
Mean	5	8.8	55.8	107.3	6.5	9.9	17.1	1.9	3.7	17.2	177.2
25°C											
IK1	4	21.5	75.5	126.3	8.0	9.5	23.8	2.3	1.2	20.1	213.1
IK2	4	20.3	88.8	132.3	7.7	8.7	30.0	1.1	2.2	11.3	180.2
IK3	4	22.2	106.5	146.8	8.7	8.7	29.0	1.3	3.3	11.8	195.4
Teo./IK1	4	22.5	107.5	140.8	8.6	10.5	35.1	1.5	2.0	11.9	190.2
Mean	4	21.7	94.6	136.6	8.3	10.0	29.5	1.6	2.2	13.8	194.7
30°C											
IK1	3	25.0	110.1	140.1	8.1	10.5	30.0	0.0	1.0	0.0	10.0
IK2	3	26.1	109.5	155.0	8.6	11.3	35.1	1.1	1.5	12.0	180.2
IK3	3	26.7	115.0	160.1	9.3	11.0	36.1	1.5	1.8	17.0	210.1
Teo./IK1	3	27.3	120.0	165.5	9.1	11.5	37.5	1.2	1.6	13.5	150.7
Mean	3	26.3	113.7	155.2	8.8	11.1	34.7	1.00	1.5	10.6	135.3
S.E. ¹	1.3	3.3	23.2	17.5	1.3	1.1	7.7	0.2	0.2	4.5	45.7
S.E. ²	Intentionally omitted										
S.E. ³	0.0	2.1	15.7	6.7	1.1	0.7	1.7	0.4	0.3	2.3	21.7

* 10 days after planting (10 DAP)

** 30 days after planting (30 DAP)

*** 45 days after planting (45 DAP)

¹ Standard Error among temperatures (main plot effect)

² Standard Error among entries over temperature (sub plot effect)

³ Standard Error among entries at the same temperature

Table 2. Analysis of variance for plant height, leaf number, dry weight and tillers, Only mean squares are presented.

Factors	D.F.	30 days after planting			45 days after planting			
		Plant ht.	Leaf #.	Tillers	Plant ht.	Leaf #.	Tillers	Dry wt.
Temp. (T)	2	16956.**	44.6**	4.21**	8277.9**	48.8**	8.3**	1787.1**
Error	6	38.2	0.45	0.09	55.8	0.43	0.12	14.8
Entries(E)	3	474.1**	11.8**	0.48**	589.9**	3.6*	5.3**	134.9**
T×E	6	231.3	3.96	0.29	31.8	1.14	1.44	30.7
Error	27	24.8	0.39	0.26	30.1	0.22	0.48	13.1

*** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

播種後 30日 동안 置床하여 시험하였고 30日 이후 부터는 자연조건에서의 생육상태를 조사하였다.

結果 및 考察

調査한 特性들의 平均値를 보면 표 1과 같고, 주요 特性들의 系統分析은 표 2와 같다.

1. 發芽日數

播種後 發芽에 所要되는 日數를 보면 표 1에서 보는 바와 같이 置床溫度가 高溫으로 될 수록 發芽日數가 短縮되었다. 즉 生長箱內 溫度가 30℃ 일 경우의 發芽에 所要되는 日數는 3日 밖에 안되었으나 生長箱內 溫度가 15℃가 되면 發芽日數가 7日 이상 소요되었다. 供試한 系統이나 交雜種에 따른 發芽 所要 日數에는 큰 差異를 보이지 않았다.

2. 草長

草長 역시 溫度에 따라 크게 影響을 받았다. 즉 溫度가 高溫이 될수록 低溫에서 보다 컸다. 우선 發芽後 10日경의 草長을 보면 溫度가 15℃ 일 경우 약 5cm 밖에 안되었으나 溫度가 30℃일 때에는 26cm나 되었다. 이같이 溫度가 草長에 미치는 影響은 供試系統이나 供試 交雜種에 關係 없이 대단히 크게 나타났다. 즉 溫度가 높을 수록 草長이 低溫에서 보다 컸는데 이같은 影響은 生育初期에는 曲線의인 生育相을 보인데 반해 生育이 進전됨에 따라 直線의인 傾向으로 나타났다 (그림 1).

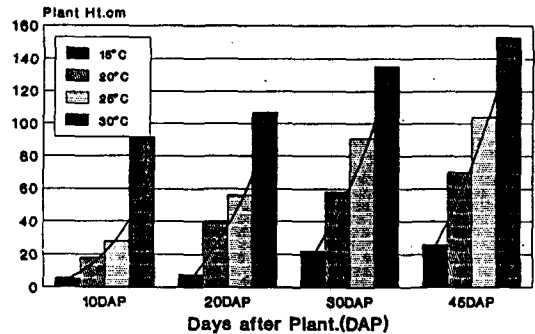


Fig. 1. Effects of temperature on the plant height averaged across four entries 30 days and 45 days after planting.

3. 葉數

벼나 보리 등에서 主莖의 잎은 分蘖의 分化나 發達에 큰 影響을 주는 것으로 보고된 바 있다. 특히 生育初期에 主莖의 잎은 分蘖의 分化에 중요한데, 主莖의 잎이 分蘖의 分化나 發達에 影響을 주는 것은 주로 主莖의 잎에서 생산된 同化物質 때문에 생각된다. 즉 同化物質이 많을 때는 적을 때 보다 分蘖의 分化나 發達에 유리할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 莖의 葉數가 溫度나 供試된 系統이나 交雜種에 따라 차이가 있는지 여부를 확인하고, 만일 차이가 있다면 分蘖의 分化와 발달과는 어떤 關係를 가지고 있는 가를 알기 위해 우선 主莖葉數를 播種後 30일과 45일에 조사하였다(표 2와 그림 2). 主莖葉數는 溫度가 낮을 수록 적었고 溫度가 높을 수록 많았다. 그러나 저온이 主莖葉數의 감소에 미치는 影響은 生育이 進전됨에 따라 적어졌다. 특히 저온에서 자란 식물체를 播種後 30일 이후 自然條件 하에 두었을 때에는 生育初期의 低溫에 의해 主莖葉數의 감소를 보였던 모든 供試系統이나 交雜種의 主莖葉數가 生育初期의 高溫에서 자란 식물

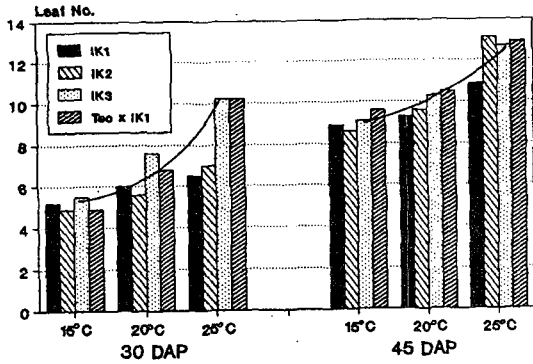


Fig. 2. Effects of temperature on the leaf number of four entries 30 and 45 days after planting.

체 보다 오히려 빨리 증가하는 경향을 보였으며 이같은 경향은 草長에서도 관찰되었다.

4. 乾物重

播種後 45일경의 個體當 乾物重을 보면 위의 草長, 葉數에서와 같이 生育初期의 온도에 따라 크게 차이가 있었다(표 2). 즉 生育初期(파종후 1개월간)에 온도가 낮을 수록 乾物重이 떨어졌다. 이같은 온도의 영향은 供試系統이나 供試 交雜種에 따라서도 큰 차이가 있었다. 공시 交雜種의 乾物重이 供試系統보다 동일한 온도조건하에서 재배하였을 때 무거웠던 것은 쉽게 이해가 된다. 온도와 공시교잡종 사이의 相互作用은 統計的 有意差가 인정되지는 않았다. 온도의 차이에 따른 乾物重의 변화는 直線의 경향보다는 草長이나 主莖葉數에서처럼 曲線의 경향을 보였는데, 즉 온도가 높을 수록 乾物重은 증가하였으며, 증가하는 속도는 온도가 높을 수록 더 컸다.

5. 分蘖數

본 연구에서 分蘖數는 개체당 분얼수로 표시하였다. 개체당 분얼수를 조사한 시기는 파종후 30일, 40일 그리고 45일이었는데 파종후 40일과 45일의 분얼수 조사시는 식물체를 자연온도 조건(약 30°C 전후)하에서 재배한지 10일과 15일 되는 때에 해당된다. 조사한 개체당 分蘖數를 공시 계통과 공시교잡종별로 나타내면 그림 3에서 보는 바와 같이 개체당 분얼수는 온도가 20°C 일때 가장 많았고 그 다음이 15°C일 때였다. 그림 3에는 표시되지 않았으나 온도가 25°C 보다 높을 때

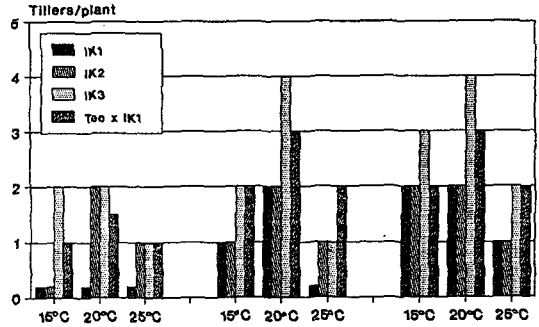


Fig. 3. Effects of temperature on tillering behavior of plant 30 days, 40 days and 45 days after planting.

에는 개체당 분얼수가 적었다. 온도가 20°C 나 15°C 일때의 분얼수 증가는 공시계통이나 공시교잡종에 따라서도 크게 차이가 있어서 저온(20°C 나 15°C)에서 개체당 분얼수가 가장 많았던 계통은 IK3였고, 그 다음으로 교잡종인 Teo. x IK1 이었다. IK1 계통은 生育初期에는 개체당 분얼수가 많지 않았지만 生育後期(45DAP)에 가서는 다른 공시계통이나 교잡종과 비슷한 분얼수를 보였다. 이같은 결과는 Stevenson과 Goodman¹¹⁾이 보고한 것보다도 일치되는 것으로써 저온에 의해 옥수수의 분얼은 증가한다고 하였는데 이들이 이용한 시험재료는 본 연구에서 이용한 것과 전연 다른 것이었다. 또한 Duncan과 Hesketh⁹⁾이 보고한 것보다도 일치되지 않는데 이들은 低溫과 옥수수의 分蘖과는 아무런 관계가 없다고 하였다. 한편 위에서 고찰한 것과 같이 저온하에서 분얼의 분화나 발달이 촉진되는 정도가 옥수수의 계통이나 교잡종에 따라 같지 않다는 것이 본 연구를 통해 확인 되었다.

6. 分蘖長

앞서 고찰한 개체당 分蘖數와 더불어 개체당 分蘖長은 옥수수의 分蘖性을 이해하는데 도움이 됨으로 개체당 각 분얼들의 길이를 분얼별로 조사하여 모두 합한 개체당 총 분얼장으로 나타내면 그림 4와 같다. 우선 파종후 30일에 있어서의 분얼장은 개체당 분얼수(그림 3)가 얼마되지 않음으로 분얼장 역시 짧은 반면에 온도가 30°C의 경우에 가장 긴 분얼장을 보였다. 이는 앞서의 개체당 분얼수가 20°C에서 가장 많았던 것과 일치하여 공시종 가운데 IK3가 가장 분얼장이 컸

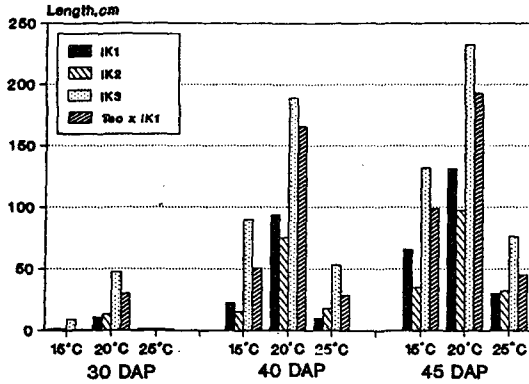


Fig. 4. Effects of temperature on the total tiller length 30 days, 40 days and 45 days after planting.

다. 파종후 40일과 45일의 경우에는 분얼장이 공시중에 관계없이 모두 길었으며 15°C, 20°C와 25°C 가운데서 20°C의 경우에 분얼장이 가장 길게 보였다. 또한 공시중 가운데서 IK3와 Teo. x IK1이 IK1이나 IK2에 비하여 분얼장이 컸던 것도 재확인되었다.

앞서의 개체당 분얼수와 분얼장을 통해 알 수 있었던 것은 15°C에서는 파종후 30일 까지 개체당 분얼수나 분얼장이 얼마되지 않았으나 파종후 40일 이후 부터는 분얼수와 분얼장이 급격히 증가하는 것을 보면 分蘖의 분화와 發達이 低温(15°C)에 의해 크게 促進되었다는 것을 유추할 수 있었다.

摘 要

한국의 在來種 옥수수에서 분리 육성한 多蘖性 옥수수가 온도의 변화에 따라 分蘖性이 어떻게 변하는지를 알고자 온도 조건이 섭씨 15, 20, 25, 30°C인 生長箱에서 30일간 재배하여 分蘖 등 몇가지 관련된 특성을 조사하였던 바 그 결과는 다음과 같았다.

1. 옥수수의 分蘖은 生育初期의 외부 온도에 의하여 크게 영향을 받았다.

즉 온도가 20°C일 때 옥수수의 개체당 分蘖數는 온도가 15°C이거나, 25°C일 때 보다 더 많이 分化 發達하였다. 이같은 온도의 영향은 供試系統이나 交雜種에 따라 차이가 인정되지는 않았다.

2. 생육초기의 온도가 높으면 높을 수록 草長, 葉數, 乾物重등은 빠르게 증가하였다. 그러나 이

같은 草長이나 葉數 그리고 乾物重의 상승은 分蘖性과는 아무런 관련이 없는 것으로 확인되었다. 초장, 엽수 그리고 건물중과 같은 특성은 공시系統이나 교잡종에 따라 크게 차이가 있었는데, 교잡종이 자식계통 보다 훨씬 큰 영향을 받았다.

3. 개체당 총 分蘖長은 개체당 分蘖數가 증가할수록 증가하였다.

4. 草長의 증가는 온도의 상승에 따라 直線的이 아니고 曲線的이었다.

5. 공시 自殖系統 가운데서 개체당 分蘖數가 많았던 계통은 IK3이었다.

6. 15°C에서의 發芽日數는 7일 이상이었고 30°C에서의 發芽日數는 3일 이내로써 공시계통이나 교잡종에 따른 차이는 없었다.

引 用 文 獻

- Bowden, D.M., S. Freyman, and N.B. Mclaughlin. 1973. Comparison of nutritive value of silage from a tillering and a nontillering hybrid corn. *Can. J. Plant Sci.* 53 : 817-819.
- Choe, B.H., H.B. Lee, Y.W. Seo and K.Y. Park. 1987. Development of a new tillering inbred line of maize. *SABRAO* 19(2) : 119-122.
- Duncan, W.G., and Hesketh, J.D. 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates and leaf numbers of 23 races of maize grown at 8 temperatures. *Crop Sci.* 8 : 670-674.
- Freyman, S., M.S. Kaldy, D.M. Bowden, and D.B. Wilson. 1973. Nutritive potential of multitillering corn compared with nontillering corn for silage. *Can. J. Plant Sci.* 53 : 129-130.
- Friedn, D.J.G. 1965. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity. *Can. J. Plant Sci.* 43 : 1063-1076.
- Han, C.D., I.S. Lee, B.H. Choe and K.Y. Park 1984. Cytoplasmic inheritance of high tillering and earing characters of a Korean local maize line (MET). *Korean Jour. of Crop Sci.* 29 (1) : 55-61.
- Lee, H.B and B.H. Choe. 1988. Studies on the maize with multiple ears and tillers. II. Agronomic characteristics of maize with multiple ears and tillers. *Korean J. Breed.* 20(4) :

- 282-295.
8. Miedema, P. 1982. The effects of low temperature on *Zea mays*. Advance in agronomy 35 : 93-124.
 9. Nuffer, M.G., D.A. Hoisington and Mck. Brid. 1987. Designation of new dominant mutants. Maize Genetics Cooperative News Lettr 61 : 50-51.
 10. Seo, Y.W., B.H. Choe, H.B. Lee, B.K. Kim., and K.Y. Park. 1987. Studies on the maize with multiple ears and tillers(MET). I. Effects of plant densities on the major characteristics of MET hybrid, IK × IRI. Korean J. of Breeding 19(3) : 245-254.
 11. Stevenson, J.C., and Goodman, M.M. 1972. Ecology of exotic races of maize. 1. Leaf number and tillering of 16 races under four temperatures and two photoperiods. Crop Sci. 12 : 864-868.