

大麥品種의 溫度에 따른 生育反應

千鍾殷* · 朴文雄** · 金廷坤** · 李殷燮**

Varietal Differences in Growth and Development Affected by Temperature in Barley

Jong Un Chun*, Moon Woong Park**, Jung Gon Kim** and Eun Sup Lee**

ABSTRACT

In order to get informations for breeding early barley cultivars, the thermosensitivity and low temperature growth ability about the breeding materials vernalized were tested at the high & low temperature and field conditions.

The temperature coefficient (Q10), ratio and thermosensitivity for plant height were various among cultivars versus temperature treatments. The early cultivars had greater Q10 values and insensitive responses to temperature changes.

The Q10 and thermosensitivity for the time of flag leaf unfolding were various among cultivars, but the coefficient of variation in the thermosensitivity was greater, so the character would be more useful for investigating the varietal differences.

The Q10 and thermosensitivity for plant height were not significantly correlated with Q10 and thermosensitivity for the time of flag leaf unfolding.

The periods from heading to flowering were 2 to 4 days at the high temperature plot, but 1 to 11 days at the low temperature plot, showing much greater variations.

In general the cultivars with greater difference of heading time between the high and low temperature plots were Suwon 218, SB 76588, Oweolbori, and Jogangbori, showing the sensitive thermophase and early heading.

緒 言

우리나라에서 麥類 品種 育成의 目標은 早熟, 多收, 耐災害 및 良質性에 두고 있다. 특히 早熟 品種 育成에 置重하여 出穗期에 關與되는 播性, 日長과 1,2,4,6,12,14) 部分的으로 耐寒性 5,6,10) 등에 대한 研究가 이루어져 왔으며 또한 麥類의 生育, 熟期 및 收量에 대한 溫度의 影響도 많이 研究되어 왔다. 1,2,3,6,7,8,9,11,12,13,14) 出穗期를 빠르게 하기 위하여는

出穗의 早晚에 關與하는 要因들의 集積과 分離世代에서 이른 봄에 低溫下에서도 生育再生이 빠르고 出穗期 및 開花期 遲延이 적은 特性을 지닌 個體 選拔을 繼續하는 것이 早熟性 品種의 育成에 더욱 效果의이라고 생각된다.

大·小麥에서 溫度變化에 따른 出穗期 및 主稈葉數의 品種間 變異와 또한 出穗促進率 정도의 品種間 差異도 報告되었다. 1,2,3,9,12)

小麥에서 開花 最低溫度는 10℃이고⁸⁾, 出穗에서 開花까지의 品種間 變異를 檢定하는데 13~14

* 順天大學(Sunchon National University, Sunchon 540-070, Korea)

** 麥類研究所(Wheat & Barley Research Inst., Suwon 440-440, Korea) <'88. 8. 17. 接受>

℃ 程度가 適當하며 특히 이 期間의 長短은 溫度의 直接的인 影響을 크게 받는다고 하였다.⁷⁾

따라서 보리에서 越冬後 生育再生期~ 止葉展開期, 止葉展開期~ 出穗期, 出穗期~ 開花期까지의 期間이 各各 짧으면서 低溫條件에서도 生育遲延程度가 적은 特性을 가진 品種 및 系統의 選拔과 育種材料로서 利用可能性을 알고자 本 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1982~1983年 2年間 麥類研究所 試驗圃場 및 溫室에서 實施되었으며, 1982年에 65, 1983年에 39 品種 및 系統이 供試되었다.

實驗 1. 生育初期 및 再生期の 溫度에 대한 生育反應: 播種期 移動에 따른 低溫生育性檢定은 自然狀態에서 2회에 걸쳐 播種하여(10月 10日, 10月 20日) 越冬前에 草長을 調査 比較하였으며, 再生期後에 低溫生育性檢定은 10月 8日에 1/5,000 a 포트에 催芽種子를 4個體씩 4反覆으로 播種하였다. 越冬期間中에 비닐 멀칭을 하였으며 3月 10日에 溫室에서 低溫(15/10℃)과 高溫(25/20℃)의 溫度條件에서 24時間 日長下(夜間照明: 200 W 白熱燈 + 70 W 螢光燈 / m²) 生育시켜 止葉展開期 때의 草長을 比較하였다.

實驗 2. 低溫出穗 및 開花性の 檢定: 1982~1983年 2年間 溫室에서 各各 供試品種을 催芽後 2~4℃에서 43~48日間 暗期 春化處理시켰다. 春化處理된 幼苗를 同型的 포트에 4個體씩 3反覆으로 移植하여 晝間에는 自然光 夜間에는 人爲光(200 W 白熱燈 + 70 W 螢光燈 / m²)으로 24時間 延長 照明하였으며 低溫區는 晝間 15℃, 夜間 10℃, 高溫區는 晝間 25℃, 夜間 20℃로 生育시켰다.

圃場實驗은 같은 供試品種을 1983年 10月 8日에 播種量 10 a當 13 kg水準으로 하였고 12月 20日부터 3月 10日까지 비닐 멀칭을 하였으며 其他는 麥類 標準栽培法에 準하였다.

結果 및 考察

1. 生育初期 및 再生期の 溫度에 대한

生育反應

低溫生育性を 보기 위하여 越冬前 生育을 比較한 成績을 表 1에서 보면 適播區(10月 10日)의 草長에 대한 晚播區(10月 20日)의 草長比率은 平均値

0.62, 範圍 0.48~0.78로 品種間 差異가 컸으며, 生育再生後에 長日條件에서 溫度處理에 대한 溫度係數 Q_{10} 値는 平均 0.80, 範圍 0.41~0.95로 역시 品種間 變異가 컸다. Q_{10} 의 變異係數는 15%로 높았다. 溫度가 10℃ 낮아짐에 따른 草長의 減少率에 의한 品種의 分類를 보면 表 2와 같으며, 溫度變化에 따라 草長의 減少가 클수록 Q_{10} 値는 적어졌다. 따라서 溫度變化에 대하여 生育反應이 敏感한 品種은(A-B)麗姣, 倍取, 關取崎 1號, 杭眉, 白胴이고 中間程度는(C-D)水原 18號, 富興, 울보리, 富農, 密陽 6號, 南海보리, 늘보리 등 24 品種, 鈍感한 品種은(E-F)冬보리 1號, 早剛보리, 五月보리, 八達보리, 강보리, 冬보리 2號, 두루보리, 알찬보리, 부호보리, 탐골보리, 早豐보리 등 36 品種으로 區分되었다. 一般的으로 晚熟種일수록 Q_{10} 値가 적었고, 早熟種들은 Q_{10} 値가 커서 溫度變化에 鈍感한 生育反應을 보였다.

草長은 環境의 影響을 크게 받는 形質이나 晚播區에 대한 適播區의 草長比率이나, 低溫區에 대한 高溫區의 溫度係數(Q_{10})는 平均値가 各各 0.62와 0.80이고 品種間 變異가 커서 曠等^{1,2,3,9,11,12)}의 報告와 비슷한 傾向을 보였으며 그 平均値는 河等⁶⁾의 報告와 큰 差異는 없었다. 또한 草長에 대한 五月보리와 강보리의 Q_{10} 値는 河等⁶⁾의 값보다 多少 높았으나 그 傾向은 같았고, 一般的으로 早熟性 品種일수록 溫度變化에 따라(15~25℃) 草長의 變異程度가 적었다.

草長과 止葉展開期에 대한 溫度係數(Q_{10})의 關係는 그림 1에서 보는 바와 같이 相關關係가 認定되지 않았고 草長에 대한 Q_{10} 値는 0.41~0.95로 變異性이 컸으나 止葉展開期에 대한 Q_{10} 値는 0.56~0.77로 變異가 多少 적었다. 따라서 高溫區에 대한 低溫區의 止葉展開期 때에 草長의 比較는 出穗期の 早晚과 關聯性이 적었다. 그러므로 圃場條件의 自然狀態에서 초봄에 生育再生力과 出穗期 早晚性을 比較 檢討하는 것이 妥當하다고 생각된다.

또한 그림 2와 같이 晚播區에 대한 適播區의 越冬前 草長의 比較와 高溫區에 대한 低溫區의 止葉展開期 때에 草長의 比較(Q_{10})와의 關係 역시 部分的으로는 相關關係를 보이나 全體적으로 有意的인 相關은 認定되지 않았다. 이는 生育初期 즉 播種이 完全히 消去되기 전의 草長伸長率이 出穗期 때의 草長伸長率과 相關性을 가지고 있지 않다는 것을 나타내주고 있다. 특히 越冬前에 草長의 伸長率이 溫

Table 1. Means, ranges and CVs of several agronomic traits for each experiment grown in 1982-1983.

Treatment	Trait	Mean	Range	CV	Remark
1. Growing response at early & regrowing stages	a. Ratio(plant ht. in late seeding/ plant ht. in early seeding)	0.62	0.48-0.78	10.9	1982.
	b. Q_{10} (plant ht. in 25/20°C plot/ plant ht. in 15/10°C plot)	0.80	0.41-0.95	15.1	
2. Heading & anthesis at low temperature treatment	a. Days to flag leaf emergence(day)	23	19-38		
	· high temp. plot	37	31-50		
	· low temp. plot	0.37	0.23-0.44	10.6	
	· thermosensitivity	0.63	0.56-0.77	6.2	
	· Q_{10}				
b. Leaf number of main tiller	.HTP	7.2	6.2-9.0		
	.LTP	7.5	6.7-9.0		
c. Anthesis period in low temp. plot		5.2	1-11		
3. Heading & anthesis at low temperature treatment	a. Days to flag leaf emergence(day)	27.8	24-35		1983
	· HTP	38.6	32-47		
	· LTP	0.28	0.16-0.36	16.7	
	· thermosensitivity	0.72	0.64-0.84	6.4	
	· Q_{10}				
b. Heading period(day)	.HTP	6.1	3-9		
	.LTP	9.3	7-12		
c. Anthesis period day)	.HTP	3.1	2-4		
	.LTP	7.2	3-11		
4. Heading time in field	a. Heading time(April)	24.7	13-35		
	b. Anthesis period day)	3.5	1-6		
	c. Maturing time(May)	32.1	24-40		
	d. Culm length cm	79.2	52-101		

HTP : high temperature plot, LTP : low temperature plot.

Table 2. Classification of barley varieties and lines at regrowing stage treated with high & low temperatures by reaction of plant height to Q_{10} grown in 1982.

Judgement standard (Q10 value)	Frequency	Remark
A (under 0.5)	3	Yeogi, Baechi, Sekitori 1
B (0.6)	2	Hangmi, Baekdong
C (0.7)	7	Suwon 18, Buheung
D (0.8)	17	Olbori, Bunong, Milyang 6, Nambaebori, Nulbori
E (0.9)	25	Gangbori, Dongbori 2, Durubori, Alchanbori, Buhobori, Taggolbori, Jopungbori
F (above 0.9)	11	Dongbori 1, Jogangbori, Oweolbori, Padalbori

Q_{10} = Plant height at 25/20°C plot / plant height at 15/10°C plot.

度變化에 대한 出穗期 遲延率과 相關이 있었으나 ($r = 0.267^*$, $n = 65$), 그 係數가 낮아서 適播와 晚播區에서 越冬前 草長의 伸長率을 比較해서 出穗期의 早晚程度를 豫測하기에는 그 精確性이 매우 적을 것으로 본다.

本 試驗에서는 供試材料의 耐寒性程度가 多樣하므로 耐寒性 要因을 排除코자 越冬中에 비닐 멀칭을 함으로서 品種間 生育再生期를 調査할 수 없어 越

冬後 一定期間동안의 草長伸長率을 調査 比較하지 못하였으나 圃場에서 無被覆狀態로 越冬시켜서 生育再生期에 生育程度를 調査하여 出穗期 早晚과의 關聯性을 調査하는 것이 더욱 바람직하다고 생각된다.

2. 低溫出穗 및 開花期의 品種間 差異

65 品種이 供試된 1982年 成績에서 移植에서 止

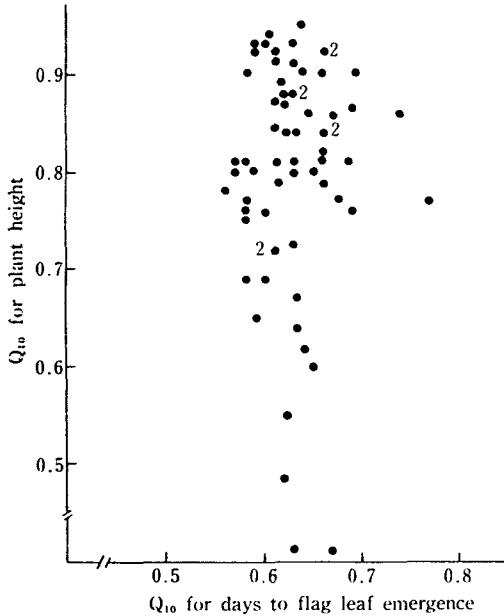


Fig. 1. Distribution of used varieties and lines with thermic responses of days to flag leaf emergence and plant height expressed by temp. coefficient.

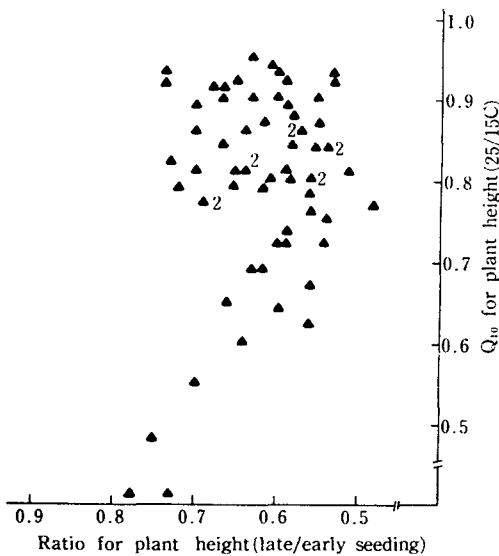


Fig. 2. Distribution of used varieties and lines with thermic responses of plant height in different seeding time and temp. treatments expressed by temp. coefficient.

葉展開期까지의 所要日數는 (表 1) 高溫區에서 平均 23 日, 範圍 19 ~ 38 日 低溫區에선 平均 37 日, 範圍 31 ~ 50 日이었으며, 感溫性 및 Q_{10} 值의 平均値

는 各各 0.37 과 0.63 이었다. 主稈葉數는 高溫區와 低溫區의 差異는 0.3 葉程度였으며, 低溫區에서 開花期間은 1 ~ 11 日로 品種間 差異가 매우 컸다. 反面에 39 品種이 供試된 1983 年 成績에선 移植에서 止葉展開期까지의 所要日數는 高溫區에서 平均 39 日, 範圍 32 ~ 47 日이었으며 感溫性 및 Q_{10} 值의 平均値는 各各 0.28 과 0.72 이었다.

止葉展開期~出穗期까지의 所要日數는 高溫區에서 3 ~ 9 日, 低溫區에서 7 ~ 12 日로 低溫區에서 3.2 日程度 遲延되었으며 開花期間은 低溫에서 4.1 日程度 遲延되었다.

低溫區에서 開花期間에 의한 品種을 區分해 보면 (表 3), 開花期間이 짧은 것은 (1 ~ 2 日) 岩手大麥, Barberousse, 中間程度는 (5 ~ 6 日) 39 品種으로 頻度가 가장 많았고 강보리, 冬보리 1 號, 富農, 早剛보리, 알보리 등이 이 群에 屬하고 開花期間이 극히 긴 것은 (9 日) 울보리, 늘보리 등이었다.

生育溫度가 25/20°C에서 15/10°C로 10°C가 낮아짐에 따른 止葉展開日數의 遲延程度를 表示한 感溫性程度를 表 4 에서 보면, 數值가 작을 수록 溫度變化에 生育反應이 鈍感한 것으로 볼 수 있는데 感溫性이 鈍感한 品種은 강보리, 새울보리이고 中間程度는 水原 18 號, 杭眉, 麗妓, 富興, 富農, 早剛보리, 榮山보리, 光成 등이었으며, 敏感한 것은 두루보리, 冬보리 1, 2 號, 탐골보리, 八達보리, 알보리, 부호보리, 五月보리였고 매우 敏感한 品種은 白胴, 密陽 6 號, 斗山 8 號, 泗川 6 號, 水原 203 號이었다.

大麥의 生育에 對한 溫度反應程度를 나타내는 Q_{10} 值의 變異係數는 品種 및 年次間에 비슷하였으나 (6.2 와 6.4), 感溫性의 變異係數는 品種 및 年次間에 크게 나타났다 (10.6 과 16.7). 따라서 Q_{10} 值 보다는 低溫에 의한 出穗日數의 遲延率로 表示하는 것이 品種間 變異를 區分하는데 더 效果的이라고 생각된다. 또한 小麥에서 出穗期~開花期 期間에 必要

Table 3. Distribution of anthesis period in low temperature plot grown in 1982.

Anthesis period (day)	Frequency	Remark
1-2	4	Iwate omugi, Barberousse
3-4	13	Baekdong, Nagaoka, Suwon 203
5-6	39	Gangbori, Dongbori 1, Bunong, Jogangbori, Albori
7-8	6	Durubori, Oweolbori
Above 9	3	Olbori, Nulbori
Total	65	

Table 4. Classification of barley varieties and lines by thermosensitivity grown in 1983.

Judgement standard	Frequency	Remark
Insensitive (15-20%)	2	Gangbori, Saeolbori
Moderate (21-26%)	11	Suwon 18, Hangmi, Yeogi, Buheung, Bunong, Jogangbori, Yeongsanbori, Kwangseong
Sensitive (27-32%)	10	Durubori, Dongbori 1, Dongbori 2, Tappolbori, Padalbori, Albori, Buhobori, Oweolbori
Very sensitive (33-38%)	7	Baekdong, Milyang 6, Sacheon 6, Doosan 8, Suwon 203

$$\text{Thermosensitivity} = \frac{\text{Days to flag leaf emergence in LTP} - \text{days to flag leaf emergence in HTP}}{\text{Days to flag leaf emergence in LTP}} \times 100$$

LTP: low temp. plot, HTP: high temp. plot.

한 最低溫度는 10°C 정도이며⁸⁾ 品種間 變異程度를 檢定하는데 13~14°C가 適當하다고 하였는데⁹⁾ 本試驗에서도 低溫區(15/10°C)에서 出穗期~開花期 期間에 대한 品種間 變異가 매우 크게 나타났다. 麥酒보리 泗川6號와 斗山8號의 生育은 溫度變化에 매우 敏感하였으며 그 程度 差異는 있었으나 河等⁶⁾의 報告와 같이 五月보리와 泗川6號는 강보리에 비해 低溫에 의해 出穗遲延率이 컸다.

3. 圃場出穗期 및 關聯 形質間的 相關

越冬期間中에 비닐멀칭을 하여 耐寒性 問題를 排除시킨 狀態의 圃場出穗期는(表 1) 4月 13日에서 5月 5日로 品種間 變異가 매우 컸으며 開花期間 1~6日, 成熟期는 5月 24日에서 6月 9日로 變異가 크게 나타났다.

各 形質間 相關關係를 表 5에서 보면 高溫區의 出穗期는 低溫區의 出穗期, 圃場出穗期, 成熟期와 高度의 正의 相關이, 低溫區의 開花期間과는 負의 相關이 있었다. 또한 低溫區의 出穗期는 低溫區의 開花期間과 負의 相關이 있었으며 圃場出穗期 및 成熟期와는 正의 相關이 있었다. 低溫區의 開花期間은 圃場出穗期 및 成熟期와 負의 相關이 있었으며, 圃場出穗期는 成熟期와 높은 正의 相關이 있었다. 稈長도 高溫區의 出穗期, 圃場出穗期 및 成熟期와 正

의 相關이 認定되었다. 低溫區와 高溫區의 止葉展開 期間의 相關係數는 그림 3과 같이 2個年 모두 높았다($r = 0.846^{**}$, 0.753^{**}).

圃場試驗에서는 耐寒性程度가 매우 多樣한 品種이 供試되었으므로 越冬期間中에 비닐멀칭을 實施하여 耐寒性 問題를 排除시키려 하였으나 微氣象에 의한 個體間 變異가 있어 調查 個體의 選擇에 有意하였다. 많은 育種家들의 努力으로 早期 出穗系統의 選拔 및 育成이 繼續되어 왔으나 그에 따른 開花期間의 遲延이 問題시되고 있으며, 出穗期~開花期 期間은 溫度의 影響을 매우 크게 받으므로^{7,8)} 그 期間의 品種間 變異性이 큰 低溫區(15/10°C)에서 調

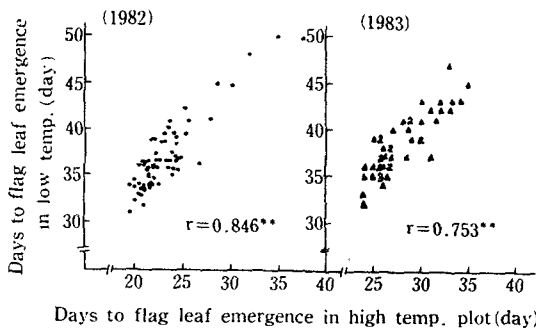


Fig. 3. Relationship between days to flag leaf emergence in high and low temperature treatments grown in 1982-1983.

Table 5. Correlation coefficient matrices among several agronomic traits grown in 1983.

Variable	HHT	HLT	ALT	FHT	MT	CL
Heading time in high temp. (HHT)	-					
Heading time in low temp. (HLT)	0.753**	-				
Anthesis time in low temp. (ALT)	-0.672**	-0.696**	-			
Field heading time (FHT)	0.683**	0.536**	-0.425**	-		
Maturing time (MT)	0.566**	0.388*	-0.362*	0.739**	-	
Culm length (CL)	0.370*	0.157	0.058	0.416*	0.410*	-

*, ** Significant at the 5% and 1% levels, respectively. (n=39)

査를 하였다. 低溫에서 開花期間은 高·低溫區의 止葉展開期, 圃場出穗期 및 成熟期와 有意的인 負의 相關을 가짐으로써 ($r = -0.36^* \sim -0.696^{**}$) 一般의 傾向 즉 早期出穗性 일수록 開花期間이 길어지는 樣相을 보이고는 있으나 그러한 傾向이 적은 品種도 多少 있으므로 이 形質에 대한 選拔可能性은 있다고 생각되어진다.

4. 溫度處理에 따른 品種別 各 生育段階의 比較

代表的인 品種들에 대해 低溫 및 高溫區의 各 生育段階에 到達되는 所要日數는 그림 4 와 같은데, 高溫區에서 移植~止葉展開期 期間은 水原 218 號, SB 76588 (24 日), 五月보리, 早剛보리, 울보리, 南海보리 (25~26 日), 冬보리 2 號 (30 日), 새올보리, 水原 18 號 (34 日), CI 15446 (35 日) 이었으며, 止葉展開期~出穗期가 짧은 것은 水原 18 號 (2 日) 였고, 그의 品種은 비슷한 傾向을 보였으며, 出穗期~開花期가 짧은 것은 水原 18 號, CI 15446, 새올보리 등이었다.

溫室에서 高溫區의 止葉展開期の 早晚은 圃場出穗期와 高度의 正相關이 있었으나 여기에 供試된 品種은 그러한 傾向이 적었다. 全般的으로 移植에서 止葉展開期까지의 期間이 짧은 品種은 開花期까지의 期間이 짧았다.

低溫區의 移植~止葉展開期까지의 期間은 水原

218 號, SB76588 (33~32 日), 五月보리, 早剛보리 (36~35 日), 울보리, 南海보리 (37~38 日), 水原 18 號 (43 日), 冬보리 2 號, 새올보리 (41 日), CI 15446 (45 日) 이었으며, 出穗期間이 짧은 것은 冬보리 2 號, 水原 18 號 (7 日) 등이었고 특히 開花期間이 짧은 것은 새올보리, CI 15446 (4 日), 冬보리 2 號, 水原 18 號 (6 日) 등이었다.

高溫區의 止葉展開期는 圃場出穗期와 높은 正의 相關이 있었으나 本 試驗에 供試된 品種은 그러한 傾向을 보이지 않았다. 大體로 低溫과 高溫區間에 出穗期の 差異가 큰 品種은 水原 218 號, SB 76588, 五月보리, 早剛보리, 울보리 등으로 大體로 感溫性이 크고 圃場栽培時 早熟性 品種에 屬하였다. 따라서 各 主要 生育段階에 到達되는 時期가 各 各 짧은 品種을 選拔하여 한 品種에 集積시킬 수 있는 可能性은 供試된 材料에선 적다고 생각된다.

보리 感溫性的 品種間 差異가 크다는 것이 認定되나 自然條件에선 播性, 日長 및 耐寒性 等과의 相互關係 等 매우 複雜한 要因에 의해 出穗期の 早晚이 決定되므로 效率的인 交配母本의 選拔에 必要한 情報을 얻으려면 各 生育段階別 溫度에 대한 臨界點을 設定하고 各 段階別로 다른 條件을 주어서 試驗을 實施해야 할 것으로 思慮된다.

摘 要

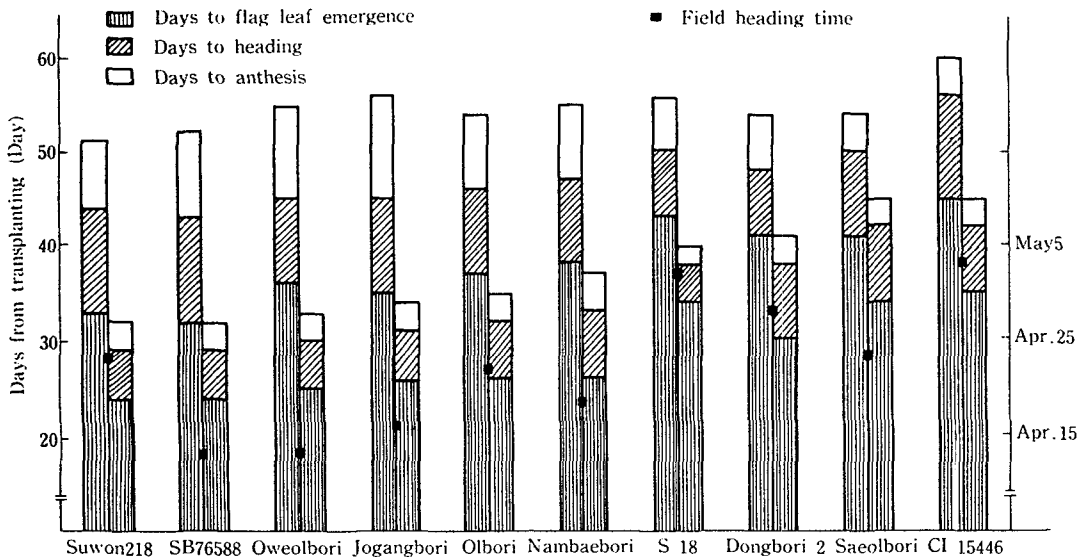


Fig. 4. Comparison of days to three stages from transplanting in selected ten barley varieties and lines. Right; low temp. plot, left; high temp. plot.

보리 極早熟 品種을 育成하기 위하여 育種材料들에 대한 感溫性 및 低溫生育性을 檢定하였다. 國內外 品種 및 系統을 供試하여 播種을 消去한 後 溫室의 高溫, 低溫條件 및 圃場에서 試驗을 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 溫度處理에 따른 草長의 溫度係數(Q_{10}), 生育比率, 感溫性程度는 品種間 變異가 컸다. 早熟性 品種은 Q_{10} 値가 커서 溫度變化에 鈍感한 生育反應을 보였다.

2. 溫度變化에 대한 止葉展開期의 溫度係數(Q_{10}), 感溫性程度 역시 品種間 變異가 컸으나 感溫性程度의 變異係數가 더 크므로 品種間 差異를 調査하기 위해선 이 形質의 利用이 더 效果的으로 보여진다.

3. 止葉展開期에 대한 Q_{10} 및 感溫性程度는 草長에 대한 Q_{10} , 感溫性程度와 相關이 認定되지 않았다.

4. 出穗에서 開花까지의 期間은 高溫區에서 2~4 日로 짧았으나 低溫區에서는 1~11 日로 그 變異가 매우 크게 나타났다.

5. 高溫에서의 出穗期와 低溫에서의 出穗期, 圃場出穗期, 成熟期와는 正의 相關을 나타냈고 低溫에서의 開花期는 高溫에서의 出穗期, 圃場出穗期, 成熟期와는 1 의 相關을 나타냈다.

6. 大體로 低溫과 高溫區間에 出穗期의 差異가 큰 品種은 水原 218 號, SB76588, 五月보리, 早剛보리 등으로 感溫性이 敏感하고 早熟性 品種群에 屬하였다.

引用 文 獻

1. 曹章煥·鄭泰英. 1979. 溫度 및 日長條件이 小麥의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 24(2) : 35-41.
2. 曹章煥. 1979. 小麥에 있어서 溫度 및 日長變化에 따른 生育 및 收量의 品種間 差異. 韓作誌 24(3) : 27-33.
3. 천종은·박문웅·김정근. 1983. 보리저온 생육성 검정시험. 시험연구보고서(맥연). pp. 124-140.
4. Gries, G.A., F.W. Stearns and R.M. Coldwell. 1956. Response of spring wheat

- varieties to day-length at different temperatures. Agr. J. 48 : 29-32.
5. Gusta, L.V. and D.B. Fowler. 1979. Cold resistance and injury to winter cereals. pp. 159-178. *In* Stress Physiology in Crop Plants, Eds. Mussell and Staples, Wiley Interscience, New York.
6. 河龍雄·李成熙. 1984. 麥類의 出穗期에 關한 研究. IV. 溫度와 日長이 大麥의 生態의 特性에 미치는 影響. 韓作誌 29(4) : 386-393.
7. Hashimoto, R., H. Eguchi and J. Hirano. 1966. Selection of parental materials for crosses in the early maturity breeding program of wheat. 4. Intervarietal differences of number of days from heading to anthesis and from anthesis to maturity, and selection methods for them. Chugoku Agric. Expt. Station A13 : 87-109.
8. Hoshikawa, K. 1959. Influence of temperature upon the fertilization of wheat, grown in various levels of nitrogen. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 28 : 291-295.
9. 柿崎洋一·鈴木眞三郎. 1944. 小麥品種의 感溫性 程度의 差異의 機構. 農商省農事試驗場報告 57 : 1-6.
10. Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, New York. pp.18-43.
11. 高橋隆平·安田昭三. 1960. 麥類의 出穗生理とその遺傳 第5報. 大麥品種의 光週性と溫度との關係. 農學研究 47(4) : 213-228.
12. 高橋隆平(編集). 1976. 出穗開花性. pp.175-215. 生理形質と量的形質. 裳華房.
13. Takahashi, R. and S. Yasuda. 1960. Varietal differences in responses to photoperiod and temperature in barley. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. 11 : 365-384.
14. Yasuda, S. and H. Shimoyama. 1965. Analysis of internal factors influencing the heading time of wheat varieties. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. 13 : 23-38.