

# 大麥의 登熟日數와 收量構成要素와의 關係에 대한 遺傳研究

## 第 1 報 大麥의 生理的 成熟期 基準 設定

千鍾殷\*·李殿燮\*·李弘祐\*\*

### Genetic Studies on Heading-to-Ripening Period and Its Relationship to Yield Components in Barley

#### I. Studies on maturity criteria in barley

Chun, J. U.\*, E. S. Lee\* and H. S. Lee\*\*

#### ABSTRACT

Experiments were carried out to establish physiological maturity determination criteria with reference to visibly easy measurement in barley in 1980 at Suweon. Thirty-three cultivars and lines from 500 crossing blocks were classified into 4 heading groups, and 5 variables; moisture content, discoloration of awn, exsertion, lemma and flag leaf were measured.

There were highly negative correlations between heading date and ripening periods ( $r = -0.656^{**}$ ), so early heading types had longer ripening periods. Comparing with the variables used for maturity determination, moisture content and discoloration of lemma were most sensitive to development of grain-filling. Those two variables, alone or in combination could be used to screen many genotypes of barley for physiological maturity. In determination of maturity with reference to visibly easy measurement, color of lemma changed stably and was the most useful way and discolor of flag leaf increased the accuracy of determination. The color of lemma at this time was Grayish yellow, and the mean moisture content was about 33 percent in 33 barley cultivars and lines.

#### 緒 言

보리의 品種을 早熟化하려면, 育種하는데 있어 登熟期間을 考慮하지 않으면 안될 것이며, 登熟期間에 關하여 遺傳育種 等の 研究을 效果的으로 遂行하기 위하여는 成熟期를 精確하며 能率的으로 判定할 수 있는 基準을 設定하는 것이 必要하다고 본다.

作物의 生理的 成熟期는 穀粒의 乾物蓄積이 最大로

된 時期이며, 보리의 生理的 成熟期는 權等<sup>1)</sup>에 依하면 品種에 따라 多小差異가 있어 出穗後 30~32日, 이 때 水分含量은 43~48%이며, 葉綠素含量은 50%가 消失되었다고 했다. 보리는 開花期에 種實의 平均 水分含量은 약 80%이며, 種實이 發達함에 따라, 生理的 成熟期의 水分含量은 42%까지 떨어진다 하였고<sup>4)</sup>, Pinthus<sup>12)</sup>는 38~43%일 때가 生理的 成熟期라고 하였다.

옥수수는 生理的 成熟期에 이르면 種實의 基部에

\* 麥類研究所, \*\* 서울大學校 農科大學

\* Wheat and Barley Research Institute, \*\* Department of Agronomy, Seoul National University, Suweon 170 Korea

“Black layer”가 形成되고<sup>2)</sup>, 사탕수수에서는 “Dark layer”가 形成된다고 報告했다.<sup>3)</sup> Lee 등<sup>10)</sup>은 燕麥에서 生理的 成熟期 決定方法에 대해서 研究한 바 穎의 綠色이 75%程度 黃化되었을 때가 成熟期를 推定하는데 有效하다 하였다.

Hashimoto<sup>6)</sup>는 小麥에서 出穗期는 開花日數 및 登熟期間과 各各高度의 負의 相關이 있어 早期出穗할수록, 開花日數 및 登熟期間이 길어진다고, 李<sup>11)</sup>, 金<sup>7)</sup>도 大, 小麥에서 出穗日이 빠른 것일수록, 登熟初期와 登熟期間의 平均粒重의 增加率이 낮았다고 했다. 安<sup>1)</sup>은 水稻에서 出穗後 登熟速度의 品種間 差異가 顯著하다고 報告하였다.

以上에서와 같이 보리에서 水分測定에 依한 生理的 成熟期 判定에 관한 研究는 많지만 다른 作物에서와 같이 外觀 形質變異에 依한 成熟期 判定에 관한 研究는 없다. 따라서 보리의 生理的 成熟期를 外觀形質의 變異로서 判定할 수 있는 基準을 設定하여 效果의 短期登熟性 系統選拔과 登熟遺傳研究에 活用코져 本 研究를 實施하였다.

### 材料 및 方法

1980年 麥類研究所 大麥育種 圃場에서 交配母本으로 利用되고 있는 500 品種 및 系統을 50×18 cm로 10月 6日에 播種하였다. 施肥量은 질소, 인산, 가리클 各各 11-9-7kg/10a씩 施用하였으며 기타 栽培法은 本 研究所 標準栽培法에 準하였다.

4月 20日로부터 出穗가 시작되었으나 品種 및 系統을 4個의 出穗群으로 分類하여 同一 品種內 同一 出

**Table 1.** Arbitrary classification of discolor degree of 4 variables used for maturity criteria according to the standard leaf color charts by T.Kiuchi and F.Yazawa.

Discolor degree	Classification
1	Dark green
2	Dull yellow green
3	"
4	Soft yellow green
5	"
6	Light yellow green
7	Bright yellow green
8	Grayish yellow
9	Dull reddish yellow
10	Dark yellow

穗 個體에 標識하였다. 出穗後 15~20日부터 成熟後 5日까지 3~4日間隔으로 10 이삭씩을 採取하여 切斷部位를 吸濕紙로 保護하였다.

實驗室에서 Standard leaf color charts을 活用하여 芒, 止葉, 外穎, 第一節稈의 色度變化를 表 1 과 같은 等級으로 區分하였다. 穀粒을 分離하여 Oven 乾燥로 穀粒의 水分含量 및 乾物重의 增加를 調査하였다.

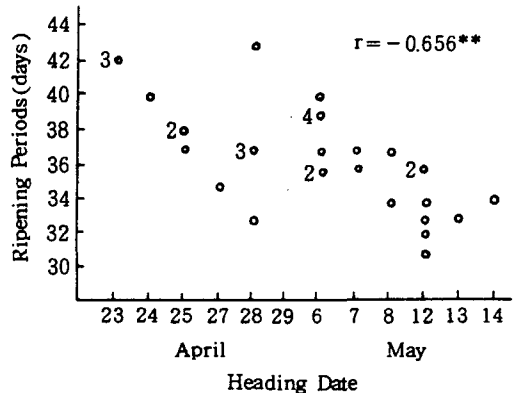
### 結果 및 考察

#### 1. 出穗期에 따른 登熟日數의 一般的 差異

出穗期에 따른 登熟期間의 一般的 傾向은 그림 1에서 보는 바와 같이 早期出穗할수록 登熟期間은 길어지며, 晚期 出穗品種일수록 登熟期間이 短縮되는 傾向으로 높은 負의 相關( $r = -0.656^{**}$ )이 있었다. 이는 다른 研究者들의 結果와 一致하는 傾向이었다.<sup>6,7,11)</sup>

#### 2. 登熟日數의 品種間 差異

出穗期에 따른 登熟期間의 一般的 差異는 環境要因 특히 出穗 以後의 溫度 差異에 依하여 支配된다고 볼 수 있다.



**Fig. 1.** Relationship between heading date and ripening periods in the different heading group.

그러나 그림 1에서 보는 바와 같이 登熟期間은 4月 23日~25日에 出穗된 品種은 37~42日의 적은 變異를 보이는 反面, 4月 27日~29日에 出穗한 品種은 33~43日의 큰 變異를 보였다. 同一 出穗期의 品種間 登熟期間 差異가 크게 認定되었으며 이는 短期 登熟性 品種 選拔의 可能性을 提示하고 있다.

### 3. 乾物重과 各形質과의 關係

出穗 15~20日後부터 成熟後 5日까지 出穗群別 乾物重의 變化와 芒, 止葉, 第一節稈 및 外穎의 色度의 變化는 表 2에서 보는 바와 같다. 出穗群別로 各形質의 平均値를 보면 外穎( $X_3$ )의 數値가 제일 높은 傾向을 보였으며, 乾物重과 各形質間의 單純相關을 보면 出穗群 1, 3, 4의 경우 外穎의 色度의 變化가 乾物重의 變化와 가장 높은 正의 相關關係를 보인 반면, 出穗群 2에서는 芒과 外穎의 相關係數가 같이 높은 傾向이었다.

乾物重을 從屬變數로 하고 各部位의 色度의 變化를 獨立變數로 하였을 때, 出穗群 1을 除外하면  $R^2$ 이 54~84%를 보여 2次曲線變化를 보였다. 즉 登熟이 進展됨에 따라 第一節稈, 外穎, 芒, 止葉等의 黃化程度가 增加되었으며, 이에 따라 乾物重도 增加하다가 若干 減어졌다.

이들 公式에서  $R^2$ 을 보면 出穗群 1에서는 芒( $X_2$ )이 若干높았고 그外 形質은 비슷하였으며, 出穗群 4에서는 止葉( $X_4$ )을 除外하고 비슷한 傾向을 보이므로 芒의 色度變化가 2次曲線에 잘 適用되었다.

**Table 2.** Means, correlation coefficients with grain dry matter weight, polynomial equations and their  $R^2$ s of discoloration in 4 variables used for maturity criteria in heading group 1, 2, 3 and 4.

Heading Group	Var.	Mean	Correlation coefficient	Polynomial equation	$R^2$
Group 1 (4.23-25)	$x_1$	4.9	0.598**	$y_1 = 18.77 + 4.09^{**}x_1 - 0.26x_1^2$	0.41**
	$x_2$	5.7	0.592**	$y_2 = 15.81 + 5.14^{**}x_2 - 0.35x_2^2$	0.44**
	$x_3$	6.4	0.660**	$y_3 = 16.77 + 3.45^{**}x_3 - 0.18x_3^2$	0.40**
	$x_4$	5.4	0.557**	$y_4 = 17.64 + 4.79^{**}x_4 - 0.33x_4^2$	0.40**
Group 2 (4.27-28)	$x_1$	4.5	0.657**	$y_1 = 17.27 + 4.66^{**}x_1 - 0.34^{**}x_1^2$	0.54**
	$x_2$	5.6	0.752**	$y_2 = 15.38 + 4.47^{**}x_2 - 0.29^{**}x_2^2$	0.74**
	$x_3$	5.8	0.752**	$y_3 = 16.68 + 3.14^{**}x_3 - 0.16^{**}x_3^2$	0.60**
	$x_4$	5.0	0.663**	$y_4 = 17.03 + 4.80^{**}x_4 - 0.34^{**}x_4^2$	0.61**
Group 3 (5.6-8)	$x_1$	4.4	0.750**	$y_1 = 4.47 + 10.27^{**}x_1 - 0.76^{**}x_1^2$	0.78**
	$x_2$	5.1	0.825**	$y_2 = 5.51 + 8.62^{**}x_2 - 0.59^{**}x_2^2$	0.84**
	$x_3$	5.3	0.848**	$y_3 = 7.69 + 6.29^{**}x_3 - 0.36^{**}x_3^2$	0.80**
	$x_4$	4.6	0.726**	$y_4 = 4.95 + 9.94^{**}x_4 - 0.70^{**}x_4^2$	0.76**
Group 4 (5.12-14)	$x_1$	4.0	0.709**	$y_1 = -6.00 + 15.16^{**}x_1 - 1.12^{**}x_1^2$	0.72**
	$x_2$	4.0	0.724**	$y_2 = -7.24 + 15.53^{**}x_2 - 1.14^{**}x_2^2$	0.78**
	$x_3$	4.6	0.829**	$y_3 = -2.20 + 10.93^{**}x_3 - 0.69^{**}x_3^2$	0.79**
	$x_4$	3.6	0.653**	$y_4 = -6.29 + 16.68^{**}x_4 - 1.28^{**}x_4^2$	0.69**

$x_1$ : Exsertion,  $x_2$ : Awn,  $x_3$ : Lemma,  $x_4$ : Flag leaf,  
 $Y_i$ : Grain dry matter weight.

**Table 3.** Means, correlation coefficients with grain dry matter weight, polynomial equations and their  $R^2$ s of discoloration in 4 variables used for maturity criteria in overall group.

Variable	Mean	Correlation coefficient	Polynomial equation	$R^2$
$x_1$	4.4	0.652**	$y_1 = 6.65 + 9.52^{**}x_1 - 0.70^{**}x_1^2$	0.56**
$x_2$	5.0	0.671**	$y_2 = 5.00 + 9.58^{**}x_2 - 0.69^{**}x_2^2$	0.66**
$x_3$	5.4	0.733**	$y_3 = 6.72 + 7.19^{**}x_3 - 0.45^{**}x_3^2$	0.65**
$x_4$	4.6	0.597**	$y_4 = 6.48 + 9.96^{**}x_4 - 0.74^{**}x_4^2$	0.58**
$x_5$	47.1	-0.759**	$y_5 = 14.57 + 1.30^{**}x_5 - 0.02^{**}x_5^2$	0.70**

$x_5$ : Moisture content.

이들 4 出穂群을 全部 分析하였을 때(表 3) 平均値를 보면, 水分含量을 除外하고, 外穎의 數値가 가장 높았으며 다음은 稈의 數値이었고 單純 相關係數를 보면 生理的 成熟期와 水分含量과는 가장 높은 負의 相關이 있는 反面, 外穎의 色度 變化는 高度의 正의 相關이었고 기타 形質들도 높은 正의 相關이 있었다.

또한 二次曲線의  $R^2$ 는 水分含量( $X_5$ )이 70%로 가장 높았으며 다음은 稈과 外穎의 順位였다.

#### 4. 各形質의 比較

各出穂群內 어떤 形質이 生理的 成熟期 決定에 가장 有用할 것인가를 表 4에서 보면 出穂群 1에서 外

Table 4. Multiple linear regression equations relating maturity criteria of barley in heading group 1, 2, 3 and 4.

Heading Group	Equation	Multiple correlation coefficient
Group 1	1. $y_1 = 20.52 + 1.41^{**}x_3$	0.606**
	2. $y_2 = 21.22 + 0.82^{**}x_3 + 0.63x_1$	0.619**
	3. $y_3 = 20.54 + 1.36^{**}x_3 + 1.27x_1 - 1.03x_4$	0.635**
Group 2	1. $y_1 = 21.48 + 1.16^{**}x_2$	0.753**
	2. $y_2 = 20.55 + 2.37^{**}x_2 - 1.18x_3$	0.786**
	3. $y_3 = 19.52 + 1.89^{**}x_2 - 1.36^{**}x_4 + 0.79x_3$	0.796**
Group 3	1. $y_1 = 14.53 + 2.45^{**}x_3$	0.848**
	2. $y_2 = 14.22 + 2.94^{**}x_3 - 0.51x_4$	0.852**
	3. $y_3 = 14.36 + 2.42^{**}x_3 - 0.61x_4 + 0.62x_2$	0.857**
Group 4	1. $y_1 = 9.67 + 4.14^{**}x_3$	0.829**
	2. $y_2 = 9.17 + 5.44^{**}x_3 - 1.51x_4$	0.842**
	3. $y_3 = 8.97 + 4.93^{**}x_3 - 2.69^{**}x_4 + 1.72x_2$	0.846**

穎의 色度變化( $X_3$ )가 가장 有用한 形質이었고 出穂群 2에서는 稈의 色度變化( $X_2$ )이었다. 出穂群 3과 4에서도 外穎의 色度變化가 역시 有用한 形質이었다.

이들 各形質은 變異幅이 큰편이므로 各群을 全部 分析에 包含시키면 表 5의 多重回歸直線公式에서 外穎의 測定에 依한 生理的 成熟期 決定에 外穎과 止葉의 色度變化가 有用한 形質이었으며 두 形質中에 外穎의 色度變化가 單一要因으로 더 有用한 基準이 될 수 있었으며, 止葉은 若干  $R^2$ 을 增加시키는 程度였다. 水分含量을 包含시키는 경우 表 6에서 보는 바와 같이 生理的 成熟期 決定에 水分含量이 가장 有用하여 水分含量 測定과 外穎의 色度變化를 같이 考慮한다면 보다 精確한 成熟期 決定이 될 것이다.

#### 5. 外穎의 測定에 依한 生理的 成熟期 決定

出穂群別 生理的 成熟期에 各形質의 變化를 앞에서 본 바와 같이 若干變異가 있으므로 可能한 많은 品種을 調査했으며 外穎의 測定에 依한 成熟期의 基準으로 外穎의 色度變化가 가장 安定하고 敏感하게 變化되었다.

그림 2에서 乾物重이 最大가 되는 時期, 즉 生理

Table 5. Multiple linear regression equations relating maturity criteria of barley in overall group.

Equation	Multiple correlation coefficient
1. $y_1 = 15.60 + 2.34^{**}x_3$	0.733**
2. $y_2 = 14.60 + 3.54^{**}x_3 - 1.16^{**}x_4$	0.752**
3. $y_3 = 14.36 + 3.20^{**}x_3 - 2.50x_4 + 1.88^{**}x_1$	0.770**

Table 6. Multiple linear regression equations relating maturity criteria to be included moisture content in overall group.

Equation	Multiple correlation coefficient
1. $y_1 = 57.03 - 0.61^{**}x_5$	0.759**
2. $y_2 = 41.71 - 0.40^{**}x_5 + 0.99^{**}x_3$	0.779**
3. $y_3 = 41.84 - 0.42^{**}x_5 + 2.22^{**}x_3 - 1.28x_4$	0.797**

$x_5$ : Moisture content.

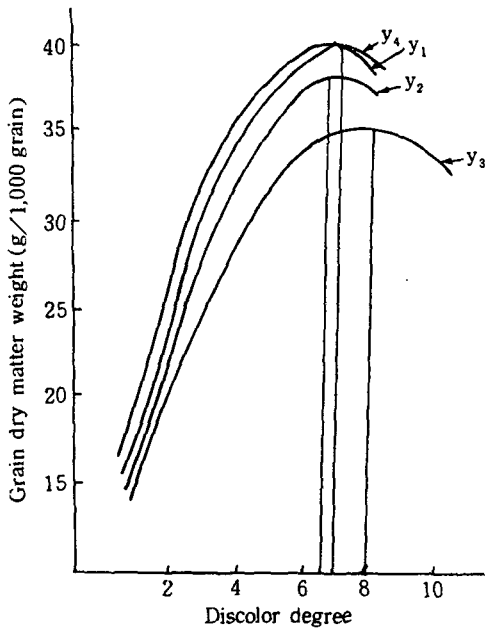


Fig. 2. Polynomial curves showing the relationship between grain dry mater weight and 4 variables used for maturity criteria in overall group.

的成熟期에 各形質의 色度를 보면 第一節程( $X_1=6.8$ ), 芒( $X_2=6.9$ ) 및 止葉( $X_4=6.7$ )의 色度는 비슷하여 Bright yellow green였으며 가장 有用한 形質인 外穎( $X_3=8$ )의 色은 Grayish yellow(軟灰黃色)을 나타내었다. 이 때의 水分含量은 品種間 變異가 컸으나 平均的으로 約 33%에 該當하였다.

本 研究의 結果는 보리의 生理的 成熟期를 決定하는데, 水分含量의 測定이 가장 有用한 方法이나 圃場에서 外觀的 測定에 의하는 경우 外穎의 色度가 Grayish yellow일 때를 生理的 成熟期 基準으로 볼 수 있음을 示唆해준다. 아울러 止葉의 色度를 같이 考慮한다면 보다 精確한 基準이 될 수 있다고 보겠다. 이는 燕麥에서 穎의 綠色의 75%가 黃色된 때를 生理的 成熟期 推定에 有效하다고 Lee<sup>10)</sup> 등은 報告했으나, 보리에서는 이 時期에 外穎의 綠色이 軟灰黃色으로 變化하였다.

### 摘 要

보리의 生理的 成熟期를 外觀的 形質의 變異로서 判定할 수 있는 基準을 設定하여 效果의인 短期 登熟性 系統選拔과 登熟遺傳 研究에 活用하고자 33 品種

및 系統을 4 出穗群으로 分類하여 5 個 形質에 대하여 檢討하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 早期出穗 品種일 수록 登熟期間이 길어져 出穗期와 登熟期間에는 高度의 負의 相關( $r=-0.656^{**}$ )을 보였고, 品種間 登熟期間의 差異가 認定되었다.
2. 成熟期 決定에 利用된 各形質中 水分含量과 外穎의 色度變化가 가장 有效하였다.
3. 生理的 成熟期를 外觀的 測定에 의하여 決定할 때 外穎의 色度가 가장 安定하고 敏感하게 變化하여 有用한 形質이었다. 또한 止葉의 色度變化를 같이 考慮한다면 더 精確한 熟期判斷이 될 것으로 본다.
4. 이 時期에 外穎의 色은 Grayish yellow(軟灰黃色)이었고, 平均 水分含量은 約 33%이었다.

### 引用 文 獻

1. Ahn, S.B.(1973) Studies on the varietal difference in the physiology of ripening in rice with special reference to raising the percentage of ripened grains. J. Korean Soc. Crop Sci. 14:1-40.
2. Daynard, T.B., and W.G. Duncan(1969) The black layer and grain maturity in corn. Crop Sci. 9:473-476.
3. Eastin, J.D., J.H. Hultquist, and C.Y. Sullivan (1973) Physiologic maturity in grain sorghum. Crop Sci. 13:175-178.
4. Harlan, H.V.(1917) Daily Development of kernels of Hannchen barley from flowering to maturity at Aberdeen, Idaho. J. Agric. Res. 19:393-430.
5. \_\_\_\_\_, M.N. Pope(1923) Water content of barley kernels during growth and maturation. J. Agric. Res. 23:333-360.
6. Hashimoto, R., H. Eguchi, and J. Hirano(1966) Selection of parental materials for crosses in the early-maturity breeding program of wheat. 4. Inter-varietal differences of number of days from heading to anthesis and from anthesis to maturity, and selection methods for them. Chugoku Agric. Exp. St. A 13:87-109.
7. Kim, S.D.(1981) Changes in anthesis, grain-filling and grain-yield accompanied by hastening of heading date in winter wheat and barley

- in the north-mid region of Korea. M.S. thesis Seoul Nat. Univ.
8. Krall, R.F.(1967) Producing, storing and feeding high-moisture barley in England. Pro. 18th Annual Montana Nutr. Conf. 11-15.
  9. Kwon, Y.W., J.C. Shin, and J.C. Kim(1980) Maturation characteristics and optimum harvest time of barley crop. Gyeonggi Agric. Res. Report. 1:59-67.
  10. Lee, H.J., G.W. McKee, and D.P. Knievel(1979) Determination of physiological maturity in oat. Agron. J. 71(6): 931-935
  11. Lee, K.(1977) Studies on the varietal differences of maturing period by the various seeding date on wheat. M.S. thesis Donggook Univ.
  12. Pinthus, M.J.(1963) Comparison of dry matter accumulation and moisture content in the developing kernels of bread wheat, durum wheat, and barley. Israel, J. Agric. Res. 13: 117-124.
  13. Steele, R.G.D., and J.H. Torrie (1960) Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York.