

地域 및 播種期 差異가 小麥의 登熟 및 品質에 미치는 影響

柳龍煥* · 河龍雄* · 崔彰烈**

Effects of Region and Sowing Date on Grain-filling and Quality in Wheat

Ryu, Y. H.*, Y. W. Ha* and C. Y. Choi**

ABSTRACT

To study the grain development and quality during wheat grain-filling under different sowing date and region, the experiments were conducted from 1978 to 1979.

The grain weight at the early grain-filling stage in Suweon was heavier than in Gwangju, but the weight at the late grain-filling stage was reversed. The ranges of the physiological maturing period in the optimal sowing for 2 years were from 43 to 49 days in Suweon and from 44 to 51 days in Gwangju. These showed the tendency of lengthened grain-filling periods in southern region, and the periods were 1-4 days longer in optimal sowing than those in late sowing.

Wheat grain quality was affected significantly by environmental conditions. The milling rates were increased in southern region where the plumpness of grain was better, the protein content and sedimentation value were higher in northern region where the temperature during grain-filling was high.

緒 言

登熟은 麥類生育過程의 最終段階에 이루어지므로 登熟의 良否는 收量 및 品質面에서 重要한 要因이 되는 바, 우리나라와 같이 小麥의 登熟期間동안 高温과 頻煩한 降雨는 種實의 質의 低下는 물론 收量 減收의 主要因이 되고 있어 小麥의 登熟過程을 追跡하여 正確한 收穫適期를 確立한다는 것은 品質을 重要視하는 小麥에서는 特히 時急한 課題라고 생각된다. 趙⁵⁾에 依하면 우리나라에서 小麥의 登熟期間은 33~38 日이라고 하지만 이는 栽培地域의 氣象이나 栽培條件에 따라 크게 달라진다는 것은 널리 알려진 事實이다.

이러한 觀點에서 筆者는 地域과 播種期 差異가 出穗以後의 登熟期間동안의 登熟樣相과 粒形質의 輕

時的인 變化를 追跡調査한 結果 몇가지 얻어진 結果를 이에 報告하는 바이다.

本 試驗을 遂行함에 있어 協助하여 주신 麥類研究所 栽培科 職員諸位께 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1978~1979 年까지 2 個年에 걸쳐 水原과 光州에서 小麥 多收性 品種인 “早光”을 供試하여 播種時期를 地域別 適期播種(水原 10 月 1 日, 光州 10 月 20 日)과 이보다 各各 20 日이 늦은 晩期播種으로서 栽培距離를 畦幅 40 cm, 播幅 18 cm 로 條播하였다. 播種量은 各 地域 共히 10 a 當 15 kg 으로 하였으며, 施肥量은 窒素, 磷酸, 加里를 成分量으로 10 a 當 11-8-7 kg 을 施用하였다. 施肥方法에 있어서 磷酸, 加里는 全量基肥로, 窒素質肥料

* 麥類研究所, ** 忠南大學校 農科大學.

* Wheat and Barley Research Institute, Suweon 170, ** Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 300, Korea.

는 基·追肥 比率을 各各 50%씩 分施하였는데 追肥는 試驗地域의 生育再生期에 施用하였으며 堆肥는 10a當 1,000 kg 水準으로 播種前 圃場全面에 撒布하였다.

調査方法은 播種期別로 出穗期를 標識한 後 出穗後 25日째 되는 날부터 5日 間隔으로 50日까지 6回에 걸쳐 每回當 約 500穗씩 取하여 乾燥調製後 種實의 水分含量을 14%로 固定秤量하여 千粒重으로 是 種實의 輕時的인 發育過程을 調査하여 粒重이

最大에 達한 날을 生理的인 成熟期로 보았다.

品質檢定에 있어서는 時期別로 收穫한 試料를 利用하여 製粉率은 Brabender 小型製粉機를 使用하였으며 蛋白質含量은 Kjeldhal 法에 依해 檢定하였고 Sedimentation Value는 Brabender 小型製粉機로 製分한 A粉을 使用하여 A, A, C, C改良法²⁾으로 測定하여 CC로 나타냈다. 其他 形質調査는 農村振興廳 發刊 “農事試驗研究調査基準”에 準하였다. 本試驗 期間中の 氣象은 表 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Air temperature and Precipitation during grain-filling on Wheat variety "Chokwang".

Days from heading	temp. and precip.	Suweon				Gwangju			
		1978		1979		1978		1979	
		Optimum*	Late**	Optimum	Late	Optimum	Late	Optimum	Late
0-25	Mean temp.	18.6	18.8	17.8	18.3	18.1	19.1	16.3	18.4
	Maximum temp.	25.7	25.9	23.3	23.6	26.4	27.8	22.4	24.2
	Minimum temp.	13.5	12.6	12.9	13.9	11.3	12.6	10.9	12.2
	Precipitation	17.8	14.9	77.9	113.9	4.4	4.4	138.9	101.9
26-50	Mean temp.	22.8	23.4	21.8	22.3	21.4	21.4	21.9	20.6
	Maximum temp.	27.6	27.7	26.3	27.0	27.5	27.4	27.0	26.6
	Minimum temp.	18.8	19.7	18.4	18.8	16.5	17.6	16.8	18.6
	Precipitation	376.2	314.9	279.8	287.7	234.9	323.3	112.8	127.2

* Optimum sowing date

** Late sowing date

結果 및 考察

1. 出穗期

地域別 播種期에 따른 出穗期와 出穗까지의 日數는 表 2에서 보는 바와 같다. 出穗期와 出穗까지의 日數는 地域間 變異가 比較的 커서 1978年의 境遇 出穗期는 水原과 光州에서 11-12日의 差異를 보였고, 播種에서 出穗까지의 日數는 水原이 225~207日, 光州는 192~176日로서 南部地方인 光州에서 出穗까지의 日數가 짧았는데, 이는 小麥에 있어서 越冬後 出穗速度를 支配하는 溫度와 日長이 水原에서 보다 光州에서 높았기 때문에 생각되었다. 또한 同一 播種期에 있어서 同一 地域의 年次間

出穗期 差異는 1日로서 그 變異幅이 아주 작았다.

한편, 播種期에 따른 出穗期는 1978年에 水原에서 適期播種인 境遇는 5月 13日이었으나 晚期播種에서는 5月 16日, 光州에서는 各各 5月 1日, 5月 5日로서 適期播種에 比하여 晚期播種, 即 播種이 20日이 늦어짐에 따라 水原에서 3日, 光州에서 4日이 늦어졌는데 이는 1979年에도 같은 傾向이었다.

이와 같이 同一 地域에서 適期播種에 比하여 晚期播種에서 出穗가 늦어진 것은 小麥의 生長過程中 榮養生長에서 生殖生長으로 轉換하는데 一定한 溫度와 日長이 關여하는 바, 晚期播種에서 越冬前의 榮養生長期間이 짧은 반면 越冬後의 榮養生長期間이 길었는데 原因이 있는 것으로 思料되었다.

Table 2. Changes in heading date at the different sowing date and location.

Location	Sowing date	Heading date		Days from sowing to heading	
		1978	1979	1978	1979
Suweon	Oct. 1	May 13	May 14	225	226
	21	16	17	207	208
Gwnagju	Oct. 21	May 1	May 2	192	193
	Nov. 10	5	4	176	175

2. 登熟期間別 千粒重

表3은 年次 地域 및 播種期 差異에 따른 登熟期間 동안의 千粒重 增加推移를 나타낸 것인데, 먼저 1978年度の 適期播種에서 보면 두 地域 모두 出穗後 25일부터 35일까지 粒重이 急增하였고 그後 5日間은 增加程度가 緩慢하게 이루어졌으나, 出穗 40日以後부터는 오히려 粒重이 輕微한 減少를 보였다. 한편, 晩期播種에서는 出穗後 30일까지는 粒重 增加가 뚜렷하였으나 그後 10日間은 緩慢하게 그리고 出穗後 40일부터는 適期播種의 境遇와 같은 傾向을 나타냈다.

그러나 1979年度の 適期播種에서는 1978年보다 登熟日數가 多少 길어서 出穗後 45일까지 比較的 急進의인 增加를 보였고 그後는 增加程度가 微微하였으며, 같은 해 晩期播種의 境遇는 出穗後 40일까지 粒重의 增加가 顯著하였으나 그以後는 역시 適期播種과 같은 傾向으로서 播種期 差異에 따라 登熟樣相이 相異함을 보여 주고 있다.

한편, 年次間에는 1979年度가 1978년에 比하여 粒의 充填程度가 緩慢하였으며 成熟期의 千粒重도 무겁게 나타났는데, 이러한 結果는 1978年度の 氣象條件이 1979년에 比하여 登熟期間中 比較的 高温乾燥한 狀態로 經過되었기 때문에 種實의 發育程度에 크게 影響한 것으로 생각되었는데 趙⁴⁾等도 같은 報告를 한 바 있다.

그림 1은 年次別 水原과 光州에 있어서의 出穗後 日數에 따른 粒重의 增加 pattern을 본 것인데 全

Table 3. Changes of 1,000 grain weight with days after heading at the different sowing date and location.

Sowing date	Days after heading	Suweon		Gwangju	
		1978	1979	1978	1979
Optimum sowing date	25	21.6	12.2	17.2	10.7
	30	31.1	20.3	26.7	21.9
	35	37.8	31.3	34.8	31.0
	40	38.6	36.7	37.2	36.8
	45	38.5	39.9	37.0	40.1
	50	38.1	40.6	36.3	40.7
Late sowing date	25	21.7	14.8	20.0	11.0
	30	34.5	26.4	30.8	19.4
	35	37.8	33.6	36.7	28.0
	40	38.7	35.9	38.6	35.8
	45	37.7	38.1	38.8	39.9
	50	37.4	38.2	37.8	39.6
LDS(5%)	—	1.05	2.79	1.27	1.52

體的인 登熟傾向은 年次 및 地域間에 대체로 同一한 樣相을 나타냈다. 出穗後 25日의 千粒重을 볼 때 1978年度는 水原이 22.7g, 光州가 18.8g, 1979년에는 各各 13.8g, 10.5g으로서 登熟前期의 千粒重은 두 地域 共히 1978年度가 높았으나 後期에는 오히려 初期의 粒의 發育이 緩慢하면서 登熟期間을 길게 持續한 1979年度가 무겁게 나타나 出穗後 時期別 登熟程度가 年次 및 地域間에 相異한 樣相을 나타냈다. 이와 같이 1978年度가 登熟後期

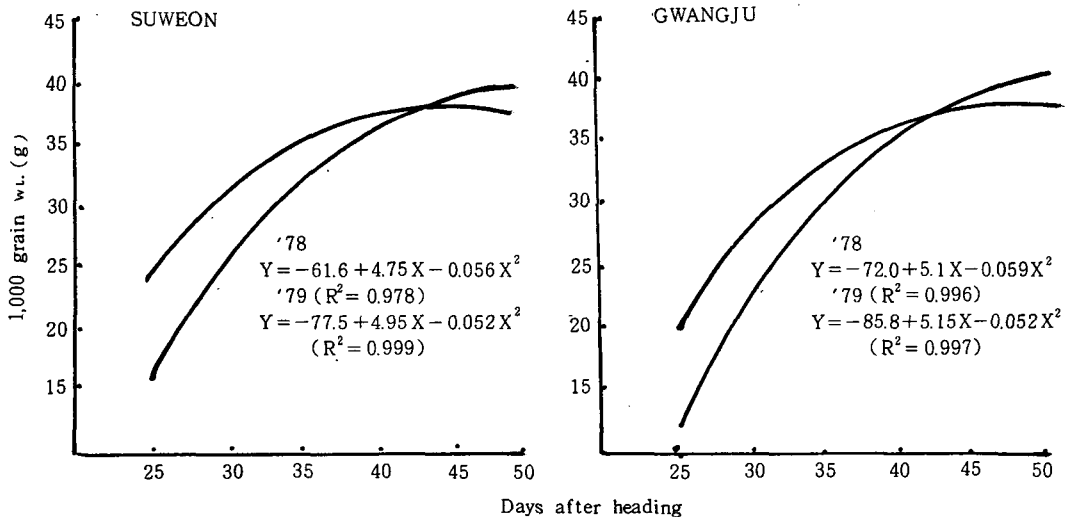


Fig. 1. Changes of 1,000 grain weight with days heading in different years and locations.

에 粒重이 가벼웠던 것은 앞에서 說明한 바와 같이 登熟前期, 即 粒의 乾物蓄積이 旺盛한 時期가 일찍 高溫에 接하여 뿌리나 잎의 老化程度가 빨라져 莖葉에서의 同化能力을 低下시키므로서 種實로의 同化産物의 轉流와 蓄積에 不利한 影響을 招來하였을 뿐만 아니라, 이러한 生理的 障碍로 因하여 種實이 發育할 수 있는 期間이 短縮되었기 때문으로 생각 되는데 이에 對하여는 出穗後의 登熟量이 同化能力과 登熟期間에 支配된다는 報告가 많다.^{3, 4, 7, 11, 13)}

그림 2는 年次 및 地域別 出穗後 時期에 따른 粒의 增加量을 千粒重의 最高値에 對한 比率로 나타낸 것인데 1978年度의 出穗後 25日에서 보면 水原이 56%, 光州가 45%였고 그 以後는 日數가 더 함에 따라 漸次 그 比率이 낮아져 出穗後 40日이 지난 以後에는 水原이 3.8%, 光州가 6.5%의 輕微한 登熟量을 보여 주었다. 그러나 1979年度는 같은 時期에 水原에서 32%, 光州가 28%로서 1979年度가 千粒重의 增加速度가 緩慢하였는데 이것은 이 期間동안의 環境條件이 登熟期間과 登熟量을 同時에 支配하고 있음을 示唆해 주고 있다.^{4, 7, 13)}

3. 千粒重으로 본 生理的 成熟期

出穗後 種實의 乾物重이 最高에 達한 時期를 生理的인 成熟期로 본다면 年次 地域 및 播種期에 따른 生理的 成熟期는 表 4에서 보는 바와 같다. 19

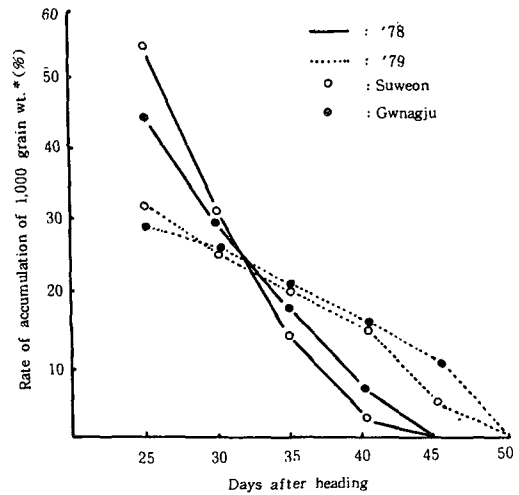


Fig. 2. Rate of grain weight accumulation with time after heading in different year and location.

* Expressed as % of final 1,000 grain wt.

78년에 水原에서 適期播種한 境遇는 出穗後 43日, 晩期播種이 41日이었고, 光州에서는 各各 44日, 43日로서 播種期가 늦어짐에 따라 生理的 成熟期는 오히려 短縮됨을 알 수 있었다. 1979年에도 그 傾向은 같았지만 登熟日數는 더 길어서 水原에서 適期播種은 49日, 晩期播種時는 46日이었고, 光州에서

Table 4. Physiological maturing time as function of 1,000 grains wt. at the different sowing date and location.

1978					
Location	Sowing date	Regression equation	R - value	Physiological * maturing time	
Suweon	Optimum	$Y = -61.4 + 4.71X - 0.055X^2$	0.989	43	
	Late	$Y = -63.2 + 4.94X - 0.059X^2$	0.961	41	
Gwangju	Optimum	$Y = -76.3 + 5.25X - 0.060X^2$	0.996	44	
	Late	$Y = -68.7 + 5.04X - 0.058X^2$	0.993	43	
* Days after heading					
1979					
Location	Sowing date	Regression equation	R - value	Physiological * maturing time	
Suweon	Optimum	$Y = -78.9 + 4.83X - 0.049X^2$	0.996	49	
	Late	$Y = -75.7 + 5.03X - 0.055X^2$	0.995	46	
Gwangju	Optimum	$Y = -75.1 + 4.51X - 0.044X^2$	0.996	51	
	Late	$Y = -99.0 + 5.94X - 0.063X^2$	0.996	47	
* Days after heading					

Table 5. Changes in grain qualities with days after heading for different sowing date and location.

Sowing date	Days after heading	Flour yield (%)		Flour protein content (%)		Sedimentation value (cc)	
		Suweon	Gwangju	Suweon	Gwangju	Suweon	Gwangju
Optimum sowing date	30	53.0	54.0	11.7	9.7	35.0	19.5
	35	56.5	57.5	11.2	8.9	40.5	21.5
	40	57.0	61.0	11.4	9.4	38.0	21.5
	45	58.5	63.0	10.9	8.7	39.0	21.0
	50	60.0	63.5	10.9	8.2	36.0	21.5
Late sowing date	30	52.0	57.0	11.8	9.6	35.0	19.0
	35	56.0	60.0	12.3	9.4	40.0	26.0
	40	57.5	62.0	12.2	10.2	37.5	27.5
	45	58.0	64.0	11.7	8.9	36.0	25.0
	50	59.0	64.0	11.3	8.9	35.5	24.0
C. V (%)		2.25	2.54	4.11	6.51	6.78	5.32
LSD (5%)		2.08	2.51	0.76	0.97	4.12	1.96

는 適期播種이 51日, 晩期播種은 47日이었다. 이와 같이 年次間 登熟日數의 差異는 氣象要因 (表 1)이 크게 作用한 것으로 생각되며 地域間에 있어서 登熟日數가 北部地方인 水原에서보다 南部의 光州가 多少 길었던 것은 南部에서 出穂가 빨라 初期의 粒의 發育이 低溫下에서 始作되어 出穂부터 成熟까지의 期間이 길어진 反面 溫度의 上昇도 緩慢함과 同時에 日別 氣溫交叉도 컸기 때문으로 생각되는데 이에 對해서는 趙⁴⁾ 등의 見解와도 一致하였다.

4. 品質의 變化

表 6은 地域 및 播種期에 따른 出穂後 日數別 粒形質, 即 製粉率, 蛋白質含量 및 沈澱價의 變異를 나타낸 것인데 小麥의 品質은 氣象環境 栽培條件에 따라 直接 또는 間接적으로 制限되는 要素로서 널리 알려져 있다.^{1,6,7)}

먼저 地域別 製粉率을 보면 粒의 豐滿程度를 나타내는 千粒重과 密接한 關係가 있어 千粒重이 높은 光州에서 水原보다 높았으며 播種時期에 따라서는 水原은 差異가 없었으나, 光州에서는 適期播種에서 晩期播種에 비해 多少 增加된 傾向을 보였다. 登熟期間에 따른 製粉率은 登熟이 進展됨에 따라 增加하였으나 그 幅은 크지 않았으며 播種期の 早晚에 따라서는 適期播種에서 두 地域 모두 出穂後 50日까지 多少나마 增加하였으나 晩期播種에서는 45日에 最大值를 보여 粒重의 增加와 같은 樣相을 나타낸다.

한편 種質의 蛋白質含量은 千粒重이나 製粉率과는 反對로 高溫下에서 登熟이 이루어진 北部의 水原이 光州보다 높았는데 播種期에 따라서도 高溫

의 影響을 많이 받은 晩期播種에서 높게 나타났다. 登熟期間에 따른 蛋白質含量은 出穂後 30日頃에 多少 높은 分布를 보였으나 以後 日數가 더함에 따라 微微하게 減少를 하다가 出穂後 40日頃에 다시 漸次 增加하였지만 그 差異는 크지 않았다. 이와 같이 登熟期間 동안의 蛋白質含量의 增減程度는 既報告^{1,7,10)}된 바가 서로 달라 앞으로 좀더 細密한 檢討를 要한다.

沈澱價는 栽培地域의 氣象環境에 따라 그 變異幅이 다른 形質들에 比하여 가장 큰 것으로 나타났는데 地域間 差異는 蛋白質含量과 같이 水原에서 光州보다, 播種期에 따라서는 適期播種에서 보다 晩期播種에서 높은 값을 보여 登熟期間 동안의 溫度에 對한 反應이 敏感한 것으로 나타났다. 登熟時期別로는 出穂後 30日以後에는 登熟이 進展됨에 따라 거의 變化가 없었으나 45日以後에는 오히려 輕微한 減少를 나타냈다.^{7,10)}

따라서 이들 모든 形質의 變異幅은 沈澱價, 蛋白質, 製粉率의 順으로 크게 나타났으며 播種期 差異보다는 地域間 差가 더 甚하였다. 特히 千粒重과 製粉率, 蛋白質含量과 沈澱價는 相互 密接한 關係가 있는 形質들이었다.

摘 要

本 試驗은 1978년부터 1979년까지 2個年間 水原과 光州에서 小麥 “早光”을 供試하여 播種期를 달리하였을 때 登熟期間中 粒重의 輕時的인 增加樣相과 品質의 變異에 關하여 登熟期間別로 追跡

調査한 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 出穂期는 地域間에는 水原에서 播種期差異에서는 適期播種에서 빨랐으나 年次間에는 差異가 없었으며 出穂까지의 日數는 地域 및 播種期에 따라 變異가 比較的 커서 水原에서 225~207日, 光州는 192~176日이 所要되었다.

2. 登熟前期의 粒重은 光州에서 보다 水原에서 무거웠으나 最終 粒重은 反對로 光州에서 높았다.

3. 登熟日數는 年次變異가 커서 水原에서 適期播種한 境遇는 43~49日, 光州는 44~51日이었으며 晩期播種은 同一 地域內에서 適期播種에 비해 1~4日이 短縮되었다.

4. 製粉率은 地域間에는 光州에서, 播種期間에는 適期播種에서 多少 높았으며 登熟日數에 따라서는 登熟이 進展됨에 依해 增加하여 晩期播種에서는 出穂後 45日에 最大가 되었으나 適期播種에서는 45日以後까지 輕微한 增加傾向을 보였다.

5. 蛋白質含量과 沈澱價는 製粉率과는 反對로 高溫下에서 登熟이 이루어진 北部地方에서, 播種期에 따라서는 晩期播種에서 높았으며 登熟期間別로는 一様の인 傾向이 없었다.

引用 文 獻

1. Ali, Altat, I. M. Atkins, L. W. Rooney and Portor, K. B.(1964) Kernel dimensions, weight, protein content and milling yield of grain from portions of the wheat spike. *Crop Sci.* 9 : 329-330.
2. American Association of Cereal Chemists(1969) *Cereal Laboratory Methods*, 8th Edition, St. Paul, Minnesota. 50-60.
3. Asana, R.D. and R.F. Williams(1965) The effect of temperature stress on grain devel-

opment in wheat. *Aust. J. Agric, Res.* 16 : 1-13.

4. 趙載英·河龍雄·金奭東(1979) 地域 및 溫度變動이 小麥의 出穂, 開花 및 登熟에 미치는 影響(別刷).
5. _____(1979) 田作, 郷文社.
6. Finney, K. F.(1945) Methods of estimation and the effect of variety and protein level on the baking absorption of flour. *Cereal Chem.* 22 : 149-158.
7. 咸泳秀(1974) 環境變動에 따른 硬·軟質小麥의 登熟 및 品質變化에 관한 研究. *韓作誌*, 17 : 1-44.
8. 原田哲夫·島生久嘉·伊藤夫仁(1967) 二條大麥의 登熟經過에關する研究. *日作紀* 第36卷 : 232-236.
9. 星川清親(1961) 小麥稔實에關する研究, 第1報, 胚乳組織의 初期形成過程의 發生學的觀察, *日作紀*, 29 : 114.
10. Mattern, P. J. and J. D. Eastin(1962) Nebraska wheats evaluated with the sedimentation test. *Cereal Sci. Today* 7(8) : 278-284.
11. Sofied, I., L. T. Evans and I. F. Wardaw(1974) The effects of temperature and light on grain-filling in wheat. In mechanisms of regulation of plant growth. Roy. Soc. Newzealand, Wellington (impress).
12. Wardlaw, I. F.(1972) The early stages of grain development in wheat : response to light and temperature in a single variety. *Aust. J. Biol. Sci.* 23 : 765-774.
13. Wattal, P. N.(1965) Effect of temperature on the development of the wheat grain. *Indian J. plant physiol.* 8 : 145-159.