

大小麥에 있어서 小穗 및 小花의 分化, 發育程度가 稔性 및 粒重에 미치는 影響

南潤一* · 河龍雄* · 川口數美**

Relation of the Fertility and Grain Weight of Wheat and Barley to their Spike Differentiation and Development

Nam, Y. I.*; Y. W. Ha* and K. M. Kawaguchi**

ABSTRACT

In three diverse wheat and one barley cultivars were used to examine the relation of the spikelet and floret differentiation to fertility and an winter wheat Norin 61 was used to examine the spikelet size gradients in the mature ear in relation to their grain development.

The greatest number of grains and florets per spikelet, and the heaviest grains occurred in the low-mid part of the ear. Within the spikelets, the 2nd grain from the base was heavier than the 1st or the 3rd one. In this region, the fertility of the 1st floret was 97%, the 2nd 93%, the 3rd 88%, and 4th floret was 15%.

The fertility of the wheat and barley was closely related to spikelet and floret differentiation. Barley spikelets was fertile as their differentiation stage was X that is 25 days before heading. Wheat florets were fertile as their differentiation stage was X that is 15-20 days before heading. But, they were sterile or reduced in fertility if they were not reached to the stage X.

緒 言

小麥은 分化된 모든 小穗中에서 基部의 1~2個와 最上部의 小穗는 不稔으로 되는 것이 많으며¹⁾稔實粒數도 小穗의 着生位置에 따라 상당히 큰 差異가 있어, 1穗內에서 中央部分이 兩端의 小穗보다 稔實率이 높으며 粒重도 무겁다^{2,5)}.

1小穗內 小花는 普通 5~7個 또는 9小花 까지 分化하는 것이 있으나⁷⁾, 그 大部分이 退化하고 小穗基部의 2~4小花 만이 正常으로 發育하여 出穗開花를 한다.

大麥은 稻村⁴⁾에 依하면 出穗21日 前의 幼穗의 小穗着生段은 1穗의 한쪽이 22.2段이 分化 하였으나 稔實된 小穗着生段은 14.9段이었다고 報告하였다.

結局 稔實段數 以上으로 分化된 小穗나 小花는 生育이 進展됨에 따라 退化나 不稔으로 稔實되지 않게 된다. 이와같이 分化된 小穗나 小花가 不稔이나 退化가 되는 理由에 對하여 Percival⁷⁾은 各 小穗의 細胞質이 小花의 分化 發育이 進展됨에 따라 枯竭되기 때문이라고 하였다.

小穗 및 小花의 稔性과 環境要因과의 關係에 關하여는 많은 研究報告^{1,3,6,8,11,12)}가 있으나, 生育初期에 있어서 幼穗의 分化發育과 稔性과의 關係에 關한 研

* 麥類研究所, ** 日本農業研究센터.

* Wheat & Barley Research Institute, Suweon 170, Korea, ** National Agriculture Research Center, Japan.

究報告는 거의 찾아 볼 수가 없다. 이에 筆者들은 大小麥의 幼穗에 있어서 小穗 및 小花의 分化發育과 稔性과의 關係를 究明하여 稔實粒數 및 粒重의 增加를 도모할 수 있는 方案을 模索코져 本試驗을 實施하였다. 한편 小穗 및 小花의 着生 位置에 따른 粒重, 粒數 등의 變異를 아울러 調査하였는데, 약간의 結果를 얻었으므로 이에 報告하는 바이다.

本試驗을 進行함에 있어서 아낌없는 指導와 協助를 하여주신 日本農業研究센타 吉田智彦 博士와 高田寬之 技官에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

試驗材料로서 小麥 3品種(農林61號, 후쿠호소맥, 후지미소맥)과 大麥 1品種(가시마무기)을 日本 農事試驗場 田作研究센타(現 農業研究센타)의 田作圃場에 1980年 10月 27日 播種하였다. 播種密度는 200粒/m²인 標準區와 100粒/m²인 疎植區로서, Tape Seeder로 點播하였다.

小麥의 粒重 및 稔實率은 1穗의 最上部와 最下部에 稔實된 粒과, 穗軸의 第 5. 7. 9段에 着生된 小穗內 第 1~4번째 小花에 稔實된 粒의 무게와 稔實率을 調査하였다. 最上·下部는 小穗軸의 着生位置에 따라 區別하지 않고 稔實된 모든 粒을 채취하였다. 穗軸 第 5. 7. 9段의 小穗에 稔實된 粒은 各 小花別로 合하여 平均으로 하였다. 또한 이들은 標準區(200粒/m²)와 疎植區(100粒/m²播種)의 栽培法間 差異를 比較하였다. 調査는 主稈 또는 株中 勢力이 가장 왕성한 莖에서 約 60穗씩을 對象으로 하였다. 粒數는 小穗를 穗軸의 着生位置別로 區別하여 1小

穗內 粒數를 30穗씩 調査하였다.

小穗 및 小花의 分化 程度와 稔性에 關하여서는, 大麥에 있어서 小穗의 分化 程度는 주로 稻村⁴⁾의 幼穗分化 基準에 依하여 調査하였으나, 小麥의 小花 分化程度는 다음과 같은 基準에 依하여 調査하였다. VIII:小穗가 分化하고, 小穗着生 段數는 決定되었으나 小花의 分化는 안됨. IX:各 小穗內에는 第 1小花, 第 2小花, 第 3小花의 順으로 基部로부터 分化를 하고 있으나 암수술의 分化는 完全하지 않음. X:各 小花內 암수술 諸器官의 分化가 完了됨. 단, IX期에서는 分化 程度에 따라 前, 中, 後期로 區分함. 以上의 方法으로 各 株의 主稈에 대하여 追跡하여, 分化 程度와 稔性과의 關係를 분석 검토하였다.

結 果

1. 小穗 및 小花의 着生位置別 粒數, 粒重 및 稔實率의 變異

小麥 農林61號 및 후쿠호소맥의 小穗의 着生位置別 分化小花 및 稔實粒數를 보면 그림 1과 같다. 穗軸의 基部로부터 第 6~8段에 着生된 小穗에서 小花가 가장 많이 分化되었으며, 稔實粒數도 같은 傾向으로 第 6~8段의 小穗에 着生된 小花에서 가장 많이 稔實되었다. 한편 小花의 着生位置別 粒重 및 稔實率을 보면 表 1과 같다. 200粒/m²播種區인 標準區는 穗軸 最下部에 着生된 小穗에 1粒이라도 稔實된 것은 全體의 調査個體數中에서 2%밖에 되지 않았으며, 그粒重도 25mg으로 가벼웠다. 한편 穗軸의 基部로부터 第 5. 7. 9段 小穗內의 第 1小花는 97%가 稔實되었으며 그의 平均粒重은 41mg, 第 2

Table 1. Grain weight and percentage of fertility at each floret position of the ear Norin No. 61.

Floret position		200 grains/m ²	Narrow spacing	100 grains/m ²	Wide spacing
Spikelet	floret	percentage of fertility	grain weight (mg)	percentage of fertility	grain weight (mg)
	lowest	2	25	18	27
	average	97	41	97	43
	of 5. 7. 9th	93	45	96	46
	spikelet	88	36	97	42
		15	26	67	29
	uppermost	60	26	62	28

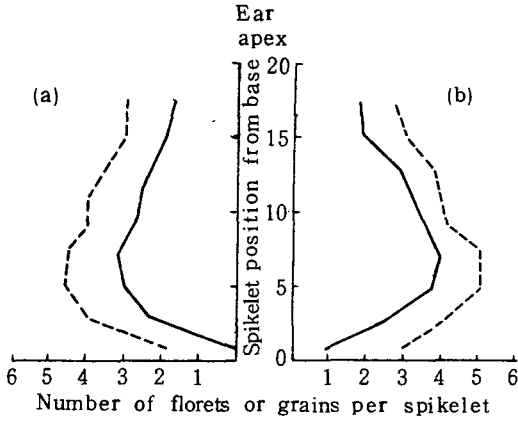


Fig. 1. Number of florets(---) and number of grains(—) at each spikelet position (a) Norin No. 61, (b) Fukuho - gomugi.

小花는 93%稔實에 45mg, 第3小花는 88%稔實에 36mg이었으며, 第4小花는 稔實率이 15%로 크게 떨어지고 粒重도 26mg으로 매우 가벼웠다. 1

小穗內에서도 粒重은 小花의 着生位置에 따라 달라서 第2小花가 가장 무겁고, 第1小花, 第3小花의 順으로 가벼워졌다. 最上部의 小穗는 60%가 稔實되었으며 粒重은 26mg이었다. 100粒/m² 播種區인 疎植區에서도 標準區와 같은 傾向이었으나 全體적으로 粒重은 무거웠고, 또한 稔實率도 높았다.

특히 第1小穗 및 第4小花의 稔實率이 標準區에 비하여 매우 높았다.

小穗 및 小花의 着生位置別 1粒重의 分布를 보면 그림2와 같다. 粒重은 中央보다 多少아래의 穗軸에 着生된 小穗의 粒重이 가장 무겁고, 上下端에 가까와짐에 따라 가벼워지는 傾向이었다. 1小穗內에서는 第2小花에 着生된 粒이 가장 무거웠으며 다음은 第1小花 > 第3小花 > 第4小花의 順이었다.

2. 小穗 및 小花의 分化程度와 稔性과의 關係.

表 2에 大麥의 小穗着生段別 分化發育過程의 經時的 變化 및 稔實, 不稔의 關係를 表示하였다. 1個

Table 2. The relationship between the degree of differentiation of each spiklet primordia and fertility in barley.

* S. P	5 / II	24 / II	11 / III	23 / III	fertility
1	VI	VIII	IX前	IX後	○
3	VII後	VIII	IX中	X	●
5	VIII	IX前	IX中	X	●
7	VIII	IX前	IX中	X	●
9	VIII	IX前	IX中	X	●
11	VIII	IX前	IX中	X	●
13	IX前	IX前	IX中	X	●
15	VIII	IX前	IX中	X	●
17	VIII	VIII	IX中	X	●
19	VII後	VIII	IX中	X	●
21	VII前	VIII	IX中	X	●
23	VI	VIII	IX前	IX後	○
25	VI	VII前	IX前	IX後	○
27	V	VII前	VIII	IX中	×
29	V	VI	VIII	IX中	×
31		VI	VII後	IX前	×
33		VI	VII後	VIII	×
35		V	VI	VII後	×
37		V	VI	VII前	×
39			VI	VII前	×
41			VI	VI	×

Note ; * ; Spikelets primordia position from base
 ● ; Fertile spikelets, ○ ; Sterile spikelets
 × ; Reduced spiklets

의 幼穗內에서도 小穗의 着生位置에 따라 分化程度가 상당히 다르며, 2月24日 觀察한 것을 例로 들면, 穗軸의 基部로부터 第5段에 着生된 小穗의 分化程度는 IX前期(穎花分化前期)程度 分化되었으나, 第37段에 着生된 小穗는 V期(苞分化後期)였다.

이와같이 着生位置에 따라 小穗의 分化는 큰 差異가 있었으나 生育이 進展됨에 따라 그차는 적어지는 傾向이었다.

그러나 이 分化程度의 差는 稔性과도 깊은 關係가 있어, 出穗前 約 25日(3月23日)에 X期(穎花分化

後期)에 達한 小穗는 稔實되었으나 IX後期(小穗의 各 器官은 完全히 分化하였으나 암수술은 分化中임)에 達한 小穗는 不稔小穗로 存在하였으며, IX中期 以前의 小穗는 退化하였다.

다음은 小麥에 있어서 小花의 分化發育과 稔性과 의 關係를 보면 表3과 같다.

小麥 3品種(農林 61號, 후쿠호소맥, 후지미소맥)의 平均 小穗着生段數는 17~19段이었다. 各 小穗의 着生位置別 分化程度를 보면, 第5~9段에 着生되어 있는 小穗가 가장 빨리 分化하였으며, 그보다

Table 3. The relationship between the degree of differentiation of each floret primordia and fertility in wheat.

Variety	S. P	Floret(1)		Floret(2)		Floret(3)		Floret(4)		Floret(5)		Floret(6)	
		*D	*F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F
Norin No. 61	1	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○	VII	○	VII前	○
	3	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○
	5	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	7	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	9	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	11	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	13	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○
	15	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII前	○
	19	X	●	X	●	IX中	○	IX前	○	VII	○	VI	○
Fukuho-gomugi	1	X	●	X	○?	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○
	3	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX後	○	IX前	○
	5	X	●	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○
	7	X	●	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○
	9	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX後	○	IX中	○
	11	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	13	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	15	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○
	17	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII後	○
Fujimi-gomugi	1	IX後	○	IX後	○	IX後	○	IX前	○	VII	○	VII前	○
	3	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○
	5	X	●	X	●	X	●	X	●	IX中	○	IX前	○
	7	X	●	X	●	X	●	X	●	IX中	○	IX中	○
	9	X	●	X	●	X	●	X	●	IX中	○	IX中	○
	11	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX中	○
	13	X	●	X	●	X	●	IX後	○	IX前	○	IX中	○
	15	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII	○
	17	X	●	X	●	IX後	○	IX中	○	IX前	○	VII前	○

Note ; S. P ; Spikelets position from base, *D; Degree of differentiation, *F; Fertile or sterile florets, ● ; Fertile florets, ○ ; Sterile or reduced florets.

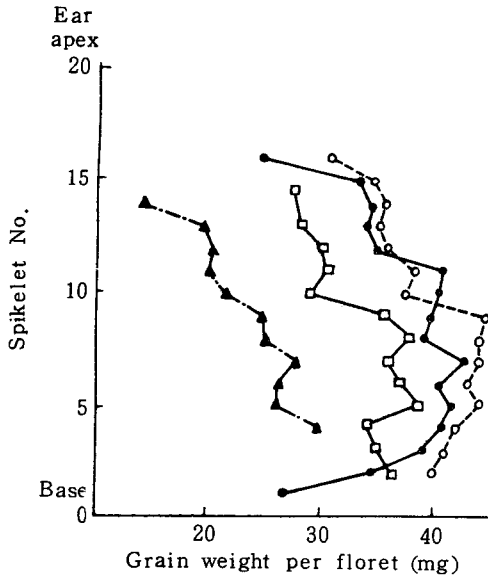


Fig. 2. Ear profiles showing grain weight at each floret position in spikelet of wheat, (●) first, (○) second, (□) third, (▲) fourth floret.

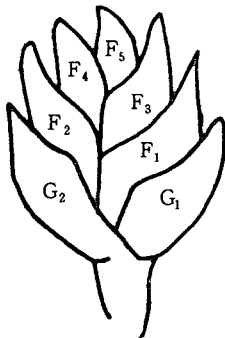


Fig. 3. Diagram of a spikelet from the mid part of the ear. G; glume, F; floret. (April. 7)

上下段에 있는 小穂는 分化가 늦었다. 小花의 分化程度도 小穂內의 着生位置에 따라 差가 있었는데, 中央部의 小穂群은 小花의 着生位置에 따라 差가 적었으나 上·下段에 着生된 小穂群內의 小花는 分化程度의 差가 顯著하였다. 이와같은 差는 大麥에서와 같이 稔性和 密接한 關係가 있어 小花의 分化程度가 出穂 15~20日以前에 X期以上(各 小花內 암수술의 分化가 完了됨)으로 發達된 小花는 稔實되었으나 IX期 및 그 以前의 小花는 生育이 進展됨에

따라 榮養的인 生長은 보였으나 花器의 分化는 停止한 채 不稔 또는 退化하였다.

考 察

小麥의 1穗粒重을 增加시키기 위하여서는 1穗粒數 및 1粒重을 增加시키는데가 必要하다. 1小穂當粒數는 많은 경우는 3~5粒, 적은 경우에는 0~1粒이며, 1穗當 稔實粒을 着生시키는 小穂段數는 16~21段이었다. 이와같이 粒數는 小穂 및 小花의 着生位置에 따라 큰 差異가 있어, 穗軸의 基部로부터 第6~8段에 着生된 小穂에서 가장 많았으며 그보다 上·下段에 着生된 小穂는 적었다. 1粒重도 穗軸의 中央附近이 가장 무겁고, 兩端의 小穂에 着生된 粒은 가벼웠다. Rawson⁹⁾에 依하면 1穗內에서 小穂着生段別로 粒重의 差가 생기는 것은 粒의 絶對生長率이 다르기 때문이라고 하였으며, 그生長率은 穗軸의 第6~8段에 着生된 小穂가 가장 컸다고 報告하였다. 또한 Walpole¹⁰⁾도 絶對生長率이 가장 큰 小穂着生段은 第8段이라고 하였다. 이와같은 結果는 本調査 結果와도 一致하였다. 또한 粒重은 同一 小穂內에서도 小花의 着生位置에 따라 달랐는데, Rawson⁹⁾에 의하면 第2小花에 着生된 粒의 絶對生長率이 가장 크다고 하였으며, KIRBY⁵⁾은 1小穂內에서 第2小花 > 第1小花 > 第3小花의 順으로 粒重이 가벼워졌다고 報告하였는데 이는 本調査에서도 同一한 傾向이었다. 이와같이 1小穂中에서도 小花의 着生位置에 따라 粒重의 變異가 생기는 現象에 對하여, KIRBY⁵⁾는 등숙期間中 모든 小花의 生長에 必要한 養分이 充分하지 않기 때문에 일어나며, 이러한 環境에서 利用 可能한 養分은 生理的 要因과 關係가 있을 것이라고 考察하였다. 이와같이 1穗粒數 및 粒重은 小穂, 小花의 着生位置에 따라 變異가 크기 때문에 可能한 限 小穂軸 中央附近의 粒數 및 粒重에 가장 着生시킬 수 있는 育種 및 栽培法 研究가 必要하다고 생각된다. 또한 1小穂內에서도 先端의 小花에 着生된 粒은 작기때문에 이것을 第2小花와 第1小花의 粒에 가장 하는 것이 1穗粒重을 增加시킬 수 있는 方法이라 생각된다.

大小麥의 不稔은 山本^{14,15)}가 報告한 出穂後의 榮養 生理的인 面뿐 아니라, 出穂前 幼穂의 小穂 및 小花의 分化發育도 不稔 및 退化와 密接한 關係가 있는 것이 本調査 結果에서 確認되었다(表2, 表3). 幼穂에 있어서 小穂 및 小花가 分化하여도 最終的으로

稔實하는 것은 그들의 約 半程度이므로, 이들 退化, 不稔 小穗 및 小花를 可能한 限 많이 稔實시키고, 또한 大粒을 着生시키는 것이 1穗粒重 增加에 매우 重要하다고 생각된다. 上述한 이들의 特性은 品種間 및 栽培法間에 상당히 큰 差異가 있으리라 생각되어지나 育種 및 栽培法の 改善에 依하여 1穗粒重의 改良餘地는 아직크다고 생각된다.

摘 要

1. 小麥의 1小穗當 粒數는 穗軸의 基部로부터 第6~8段에 着生된 小穗에서 가장 많이 稔實되었으며, 穗軸의 兩端에 가까와짐에 따라 減少하였다.

2. 小麥 農林61號의 穗軸 最下部의 小穗에 稔實된 粒重은 25~27mg, 最上部는 26~28mg으로 가볍고, 穗軸의 基部로부터 第5.7.9段의 小穗에 着生된 第2小花의 粒重은 45~46mg, 第1,3番 小花的 粒重은 36~43mg, 第4小花는 26~29mg으로, 第2小花에 着生된 粒이 가장 무겁고 다음은 第1小花 > 第3小花 > 第4小花의 順으로 가벼웠다.

3. 播種密度가 200粒/m²인 標準區에서는, 穗軸의 第5.7.9段에 着生된 小穗의 各 小花別 平均 稔實率은 第1小花가 97%, 第2小花 93%, 第3小花 88%, 第4小花는 15%로 第4小花의 稔實率은 매우 낮았으나, 이에 比하여 100粒/m² 播種인 疎植區에서는 標準區에 比하여, 稔實率이 낮은 第1小穗 및 第4小花의 稔實率이 相對的으로 매우 높았으며 粒重도 무거웠다.

4. 幼穗內의 小穗 및 小花는 着生位置에 따라 分化 程度가 크게 달랐으며 分化小穗 및 小花의 約 半數가 不稔 또는 退化하였다.

5. 大麥에 있어서 出穗 25日前에 X期에 達한 小穗는 稔實되었으나 IX後期의 小穗는 不稔으로, IX中期 以前의 小穗는 退化하였다.

6. 出穗 15~20日前에 分化程度가 X期 以上된 小麥의 小花는 稔實되었으나 IX期 以前의 小花는 榮養的인 生長은 보였으나 花器의 分化는 停止한 채 不稔 또는 退化하였다.

7. 以上の 結果로부터, 穗의 兩端, 小穗內 先端 小花의 粒重 및 稔性を 높이며, 分化된 小穗 및 小花의 不稔, 退化를 減少시킴으로서 1穗粒重의 改良餘地는 많은 것으로 본다.

1. Downs, R.J., A.A. Pizinger, and G.W. wiebe (1959) Effect of photoperiod and kind of supplemental light on growth and reproduction of several varieties of wheat and barley, Bot. Gaz. 120 : 170-177.
2. Evans L.T., J. Bingham and M.A. Roskams (1972) The pattern of grain set within ears of wheat, Aust. J. biol. sci. 25:1-8.
3. Friend, D.J.C.(1965) Ear length and spikelet number of wheat grow at different temperature and light intensities, Can. J. Bot. 43: 345-353.
4. 稻村宏・鈴木幸三郎・野中舜二(1955) 大麥及び小麥の幼穗分化程度基準について, 關東東山農試研究報告, 8 : 75-91.
5. Kirby. E.J.(1974) Ear development in spring wheat, J. Agric. sci. Camb. 82:437-447.
6. Nanda, K.K. and J.J. chinoy(1957) Analysis of factors determining yield in crop plant, II. The influence of photo-periodic treatments on characters determining yield in wheat with special reference to temperature of the ripening period, Plant physiol, 32: 163-169.
7. Percival, J.(1921) The Wheat plant, A monograph, London.
8. Rawson, H.M.(1970) Spikelet number, its control and relation to yield ear in wheat, Aust. J. biol. Sci. : 1-15.
9. Rawson, H.M. and Evans, L.T.(1970) The patten of grain growth within the ear of wheat. Aust. J. biol. Sci. 23 : 753-764.
- 10 竹上靜夫(1956) 小麥の穗肥施用期の質的判定法. 農及園, 31 : 281-284, 405-408.
11. Wardlaw, I.F.(1970) The early stage of grain development in wheat response to light and temperature in a single variety, Aust. J. biol. Sci. 1970. 23 : 765-774
- 12 Whingwiri, E.E. and D.R. Kemp(1980) Spikelet development and grain yield of the wheat ear in response to applied nitrogen, Aust. J. Agric. Rec. 1980. 31. 637-647.
13. Walploe. P.R and G.D. Morgan(1970) A quantitative study of grain filling in Triticum aestivum L. cultivar Maris, Widgeen Annals of

引 用 文 献

Botany, 34: 309-318.

14. 山本正(1951) 大麥の不稔性に関する研究, 1. 不稔粒の生ずる機作について, 日作紀, 20: 80-

84.

15. _____(1953) 大麥の不稔性に関する研究, 2. 残存秋播と轉流效率, 日作紀, 21: 260-262.