

보리의 登熟期에 있어서 葉身과 稈의 役割

柳龍煥* · 李昌德**

Role of Awns and Leaves during Grain Filling Period in Barley

Yong Hwan Ryu* and Chang Duk Lee**

ABSTRACT : Experiments were conducted in the research field of the former Wheat and Barley Research with three barley cultivars, Olbori, kangbori and Suwon 18, which show different growth characteristics. Relationships between the degree of grain filling and the functions of photosynthetic organs in grain growth post-anthesis were investigated by removal treatment of awns and leaves.

Stems and leaf sheath contributed to final grain weight invariably with cultivars by 79.2~81.4%, while the contribution rate of awns and leaf blades varied by different cultivars. Awns contributed by 11.6~13.8% in "Olbori" and "Kangbori", and 5.4% in "Suwon 18". Contribution of leaf blades was 15.4% for "Suwon 18", and 4.8~8.1% for other cultivars. Of leaf blades upper ones showed a higher contribution rate. Early-maturing cultivars which maintain leaf greenness to the late phase of grain growth or awned cultivars were considered advantageous in grain filling.

Key word : Barley, Awn, Leaf, Grain filling

收量形成 過程中 마지막 段階인 登熟은 光合成을 遂行하여 同化物質을 提供하는 同化器官(Sour- ce)과 이를 受容하는 器官(Sink)의 相互作用에 依해 이루어진다고 볼 수 있는데^{7,13)}, 이들 두 要素는 生育時期別 體內生理的 條件變化나 環境變異에 따라 同化器官의 制限이 受容器官의 減退를 招來시킨다거나, 受容器官의 機能弱화가 同化器官의 活力을 低下시키는 等과 같이 相互 密接한 關聯性을 가지고 있다^{2,4)}. 大麥에서 同化器官과 關聯된 形質은 葉面積, 葉綠素 含量, 葉身の 窒素 含量, 光合成 能力, 綠葉持續期間 等을 들 수 있

고, 受容器官과 關聯된 形質은 穗數, 穗當粒數, 粒重과 同化物質의 轉流 및 貯藏 養分으로의 轉換能力 等을 들 수 있다. 이들 形質과 登熟과의 關聯性에 對한 情報은 大部分이 外國의 研究報告일 뿐 國內에서는 同化器官이나 受容器官의 어느 한쪽 만의 斷片的인 것들이 많다.

이러한 觀點에서 볼 때 大麥登熟期間中の 同化器官과 이를 受容하는 器官의 關聯形質들에 對한 品種間 差異 및 栽培環境條件에 따른 變化 等の 研究은 登熟 效率이 높은 特性을 가진 形質의 選抜이나 登熟向上을 위하여 必要하다. 따라서 本

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

** 江原大學校 農科大學 (College of Agri, Kangwon Nat'l. Uni., Chunchon 220-150, Korea)

〈'94. 3. 25 接受〉

연구에서는 育成年度, 草型, 早晚性 및 秋播性 程度가 相異한 品種을 中心으로 大麥의 收量形成 過程中 登熟과 相互 關聯性이 있는 同化器官들의 出穗以後 種實의 發育에 대한 役割 等を 究明코자 遂行하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 前 麥類研究所 試驗圃場에 設置된 四角 Concret pot(面積 1m²)를 利用하여 遂行하였는데 栽培方法은 供試品種(올보리, 강보리, 水原18號)을 10月上旬에 10a當 13kg 水準으로 圃場에 播

種하여 다음해 3月中旬(生育再生直前)에 四角 pot 에 畦間 및 株間距離 10cm 間隔으로 株當 2本씩 移植하였다. 施肥는 移植前에 成分量으로 pot當 窒素 12g, 磷酸 9g, 加里 7g, 堆肥 1kg을 全量 基肥로 施用하였다. 摘葉 및 除芒處理는 表 1에서와 같다. 摘葉 및 除芒處理는 開花期에 가위를 利用하여 葉身 및 芒의 除去部分 以外 다른 部位에는 가능한 傷痕을 주지 않도록 하였다.

葉面積은 自動葉面積計, 葉身 및 芒의 葉綠素 含量은 80%의 Acetone에서 抽出하여 Spectrophotometer(Model 200-20 Hitachi Co.)로 測定하였으며 窒素 分析은 Kjeldahl法으로 蒸溜하였다. 試驗區는 品種別 亂塊法 3反復으로 配置하였다.

Table 1. Treatments of deawning and defoliation at flowering date

Treatment	Awn	Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Fifth leaf
Control	+	+	+	+	+	+
T1	-	-	-	-	-	-
T2	+	-	-	-	-	-
T3	+	+	-	-	-	-
T4	+	+	+	-	-	-
T5	+	+	+	+	-	-
T6	+	+	+	+	+	-

* + Non-removal, - Removal

結果 및 考察

1. 摘葉 및 除芒에 따른 收量構成要素의 變化

大麥의 同化器官 즉 葉身과 芒이 登熟에 어느 程度 影響을 미치는가를 알아보기 爲하여 人爲的으로 摘葉과 除芒을 했을 때 除芒 및 葉別別 摘葉에 따른 千粒重, 登熟率, 一穗粒數 및 收量의 變化는 表 2에서 보는 바와 같으며, 이것을 各 要素別로 보면 다음과 같다.

가. 千粒重: 除芒 및 摘葉程度에 따른 千粒重은

Table 2. Treatments of deawning and defoliation at flowering date

Treatment ¹⁾	Grain Wt. (g / 10 ³ grains)			Grain filling rate (%)			Grain /spike			Grain yield (g / 10spikes)		
	Olbori (O)	Kangbori (K)	Suwon 18 (S)	O	K	S	O	K	S	O	K	S
Cont.	37.0	37.2	33.1	92.1	94.6	92.5	46	57	60	16.5	21.0	19.7
T1	30.4	29.9	26.2	73.8	78.9	75.3	37	46	55	11.1	13.7	14.3
T2	36.0	34.2	28.0	90.5	91.5	87.5	48	52	56	17.3	17.9	15.8
T3	36.4	35.1	28.9	91.2	92.0	90.4	45	55	56	16.4	19.4	16.1
T4	36.9	36.5	29.1	91.6	92.9	90.5	47	53	55	17.3	19.3	16.1
T5	36.4	36.6	31.8	91.9	93.7	92.4	44	60	58	16.1	21.9	18.5
T6	36.7	37.2	31.5	93.1	94.0	92.7	49	58	56	17.9	21.6	17.6
F-value	6.16**	11.23**	4.67*	10.11**	25.90**	3.02*	4.15*	8.22**	NS	10.29**	26.73**	0.38*
LSD.05	2.93	2.42	3.42	2.14	3.29	5.10	6.03	4.99	-	2.25	1.69	3.25
.01	4.11	3.39	4.79	3.01	4.61	7.15	8.46	7.00	-	3.15	2.38	4.56
CV(%)	4.61	3.86	6.45	25.88	20.74	28.99	7.50	5.15	6.07	7.87	4.95	10.73

¹⁾ T1:Removal of awn and all leaves, T2:Removal of all leaves, T3:Removal of all leaves except flag leaf, T4:Removal of all leaves except upper two leaves, T5:Removal of all leaves except upper three leaves, T6:Removal of all leaves except upper four leaves

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

處理間에 高度의 有意性이 認定되었으며, 除芒 및 摘葉 程度가 많을수록 粒重의 減少가 컸다. 즉 無處理에 比하여 芒 및 모든 葉을 除去한 境遇 千粒重 減少率를 보면 올보리 18%, 강보리 20%, 水原 18號 21%였으며, 芒을 除外한 모든 葉을 除去하였을 境遇에는 올보리, 강보리 및 水原18號에서 各各 4%, 8% 및 15%인 것으로 볼 때 品種間 差異가 認定되어 올보리와 강보리는 粒의 發育에 芒의 役割이 상당한 比重을 차지하고 있는데 比하여 水原18號는 芒보다는 葉의 役割이 더 크다는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 結果는 表 4에서 보는 바와 같이 올보리와 강보리에서 이삭당 芒의 表面積, 乾物重 및 葉綠素含量이 水原18號와 比較할 때 越等히 많은 것으로 보아 種實을 形成하는데 寄與하는 程度가 서로 다를 것으로 判斷되었다. 葉位別 摘葉에 따른 千粒重의 減少程度를 볼 때 올보리는 第2葉以下, 강보리는 第3葉以下 그리고 水原18號의 第4葉以下에서는 크게 影響을 미치지 않았다.

나. 一穗粒數: 여기서 一穗粒數는 完全 登熟粒數를 말하는데 除芒 및 摘葉에 따른 一穗粒數는 올보리와 강보리에서는 處理間 有意性이 認定되었으나, 水原18號는 差異가 없는 것으로 나타났다. 특히 올보리와 강보리는 除芒에 의한 一穗粒數의 減少가 水原18號에 比하여 컸으나, 摘葉에 의한 一穗粒數의 減少는 세 品種 모두 輕微하였다.

다. 登熟率: 除芒 및 摘葉에 따른 登熟率을 보면, 芒 및 모든 葉을 除去했을 때 올보리는 無處理區

93.1%에 比하여 73.8%, 강보리와 水原18號는 各各 94.6%에서 78.9%, 92.7%에서 75.3%로 低下되었다. 이와 같이 除芒 및 摘葉에 의한 登熟率의 低下는 受精障害에 따른 不稔은 거의 없으며 芒 또는 葉面積의 制限에 의하여 種實에 移行할 同化養分の 不足으로 種實發育이 停止되었기 때문으로 看做되었다. 그러나 葉身을 모두 除去하였을 때는 올보리, 강보리 및 水原18號에서 各各 90.5%, 91.5% 및 87.5%로 摘葉程度에 따른 登熟率은 第2葉以下의 下位葉에서는 크게 影響하지 않는 것으로 나타났다.

라. 收量: 收量은 芒과 모든 葉을 除去했을 때 無處理區에 比하여 올보리 63%, 강보리 65%에 不過하였으나 水原18號는 多少 높아서 73%였다. 芒을 除去하지 않고 葉만 모두 除去하였을 경우 올보리는 無處理와 比較할 때 98%, 강보리와 水原18號는 各各 85%, 80%로 千粒重이나 登熟率과 같이 收量形成 過程에서도 葉身보다는 芒의 影響이 큰 것으로 나타났는데^{1,6,9,10)}, 이와 같이 除芒이나 摘葉에 의한 收量減少는 主로 粒重 또는 Seed size의 大小에 依存한다고 볼 수 있다.^{3,5,8,12)} 大麥에 있어서 上位葉은 下位葉에 比하여 炭水化合物의 生産量도 많을 뿐만 아니라 芒 또는 上位葉은 下位葉보다 生存期間이 늦게까지 持續되어 千粒重, 登熟率 및 收量 增大에 寄與한 것으로 判斷되었다.

2. 登熟 關聯 形質의 變化

그림 1은 出穗後 經過 日數에 따른 葉位別 葉面

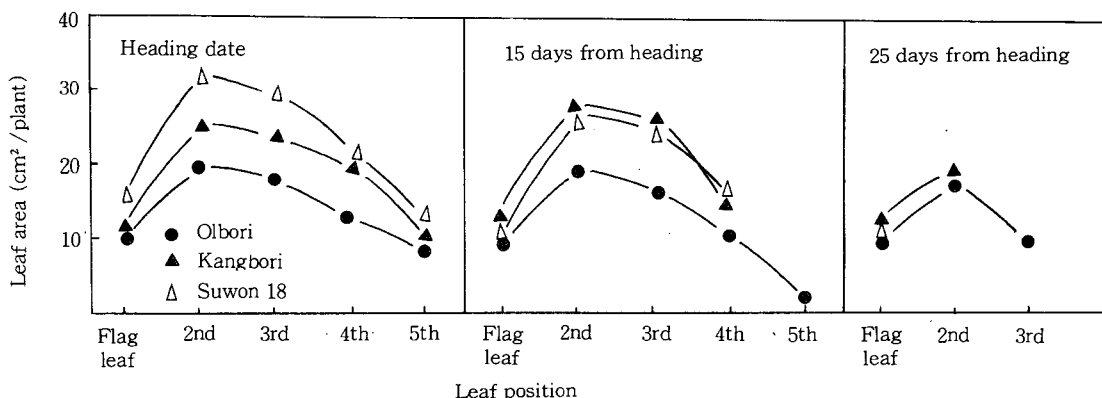


Fig. 1. Changes in leaf area with leaf position by heading date, 15 days and 25 days after heading for three barley cultivars.

積을 나타낸 것인데, 出穗期를 前後하여서는 葉位別 葉面積이 水原18號, 강보리, 올보리 順으로 많았으나 出穗以後 즉 登熟이 進展됨에 따라 下位葉의 持續期間이 서로 달라서 出穗後 15日頃에 강보리와 水原18號는 第5葉이 老化되었으나 올보리는 아직 푸른채로 남아 있었으며, 出穗後 25日에서 水原18號는 止葉, 강보리는 止葉과 第1葉만 남아 있었으나, 올보리는 第3葉까지 綠葉으로 存在하고 있었다.

한편, 出穗後 經過日數에 따른 葉位別 葉身의 窒素含量과 葉綠素含量은 그림 2와 3에서 보는 바와 같다. 葉位別 葉身中 窒素含量과 葉綠素含量의 品種間 差異를 보면, 出穗後 經過日數에 關係없이 모든 葉에서 올보리가 가장 높으면서 持續期間도 길게 維持되었다. 이들 含量을 葉位別로 보면, 止葉에서 가장 높게 維持하였으며 下位葉일수록 漸次 낮아졌는데 葉位別 窒素含量의 差異보다는 葉綠素含量의 差異가 더 컸다. 또한 登熟이 進展

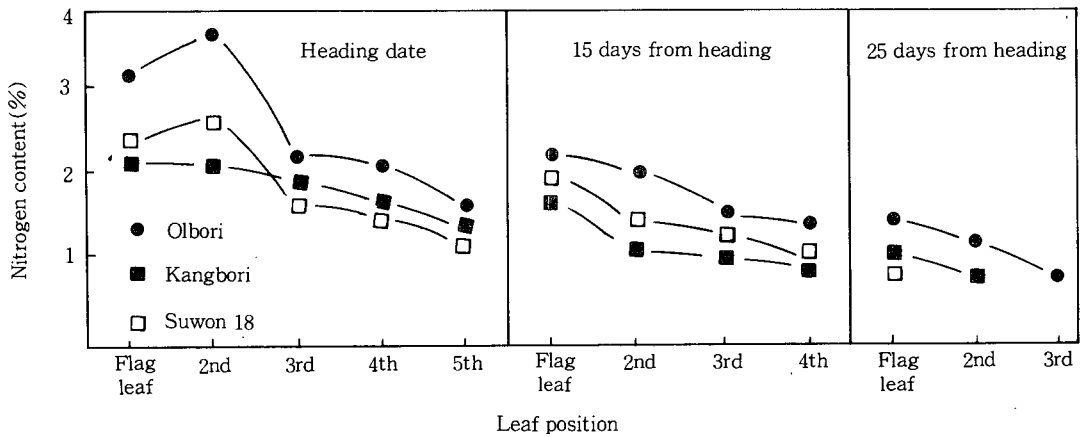


Fig. 2. Changes in leaf-N content by leaf position for heading date and 25 days after heading in three barley cultivars.

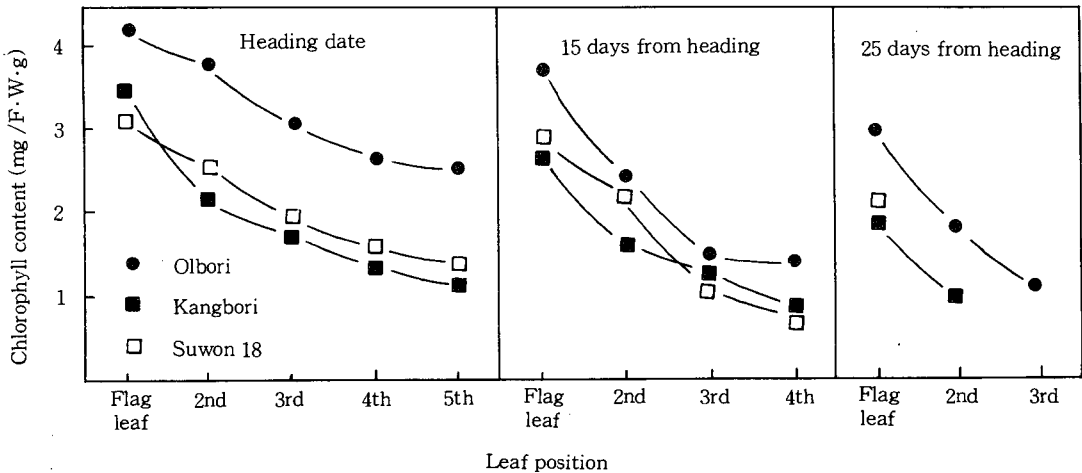


Fig. 3. Changes in chlorophyll content by leaf position for heading date, 15 days and 25 days after heading in three barley cultivars.

됨에 따라 葉身中 葉綠素 含量的 逸失速度가 窒素 含量보다 더 빠르게 進行되었다.

表 3은 品種別 登熟段階에 따른 粒當 利用할 수 있는 葉面積과 葉身の 葉綠素 含量을 算出한 것이다. 葉面積의 경우 登熟 前期에는 品種間 差異가 크지 않았으나, 登熟이 進展됨에 따라 한 粒이 利用할 수 있는 綠葉面積이 올보리와 강보리는 出穗後 10日에 各各 1.54cm², 1.97cm²이던 것이 出穗後 25日에는 올보리 0.83cm², 강보리 0.56cm²로 比較的 緩慢하게 減少하였으나, 水原18號는 1.58 cm²에서 0.19cm²로 減少 幅이 컸다. 葉身の 葉綠素 含量은 品種間 差異가 있었으며 登熟期間 동안 한 粒이 利用할 수 있는 葉綠素 含量은 葉面積에서와 같이 올보리에서 가장 많았고 강보리, 水原18號 順이었다. 이와 같은 結果를 綜合하여 볼때, 올보리와 강보리는 水原18號에 比하여 千粒重이 높은 特性外에 登熟-Potential이 큰 品種으로 看做되었다.

表 2에서와 같이 稈과 止葉은 登熟期間中 千粒重, 登熟率, 收量 等に 影響하는 程度가 큰 것으로

Table 3. Leaf area and chlorophyll content available per grain by days from heading for three barley cultivars

Cultivar	Leaf area available per grain(cm ²)				Chlorophyll content available per grain(μg)			
	Days from heading							
	10	15	20	25	10	15	20	25
Olbori	1.54	1.33	0.87	0.83	118.0	74.8	46.5	38.3
Kangbori	1.97	1.51	1.05	0.56	92.6	56.5	32.9	19.1
Suwon 18	1.58	1.42	0.78	0.19	82.2	67.2	23.3	13.5
Mean	1.70	1.42	0.90	0.53	97.8	66.2	34.2	23.6

Table 4. Varietal differences in area of awn and flag leaf, dry matter weight, chlorophyll content and nitrogen content of barley at 20th day from heading for three barley cultivars

Cultivar	Area (cm ² /plant)		Dry matter wt. (g /plant)		Chlorophyll content (mg /F.W.g)		Nitrogen content (%)	
	Awn	Flag leaf	Awn	Flag leaf	Awn	Flag leaf	Awn	Flag leaf
Olbori	15.4	9.92	0.20	0.039	1.22	2.06	0.95	2.00
Kangbori	19.3	11.64	0.34	0.057	0.93	1.38	0.80	1.40
Suwon 18	12.4	10.51	0.18	0.048	0.79	1.36	0.80	1.85
Mean	15.7	10.69	0.23	0.048	0.96	1.60	0.85	1.75
LSD0.05	2.2	1.92	0.16	0.018	0.34	0.24	NS	0.49

볼 때, 稈과 止葉의 光合成 關聯形質들을 品種間 比較한 것이 表 4이다. 個體當 止葉面積이 올보리가 9.92cm²인데 比하여 稈은 15.4cm²로 155%, 강보리 19.3cm²로 166%, 水原18號는 12.4cm²로 118%가 많았으며, 品種間에서 보면 稈의 境遇는 강보리, 올보리, 水原18號, 止葉은 강보리, 水原18號, 올보리 順으로 높았다.

또한 稈과 止葉의 乾物重을 比較해 보면, 稈의 境遇 강보리가 이삭當 0.34g으로 가장 높았고, 올보리 0.29g, 水原18號 0.18%의 順이었다. 그러나 止葉의 乾物重은 個體當 강보리 0.057g, 올보리 0.039g, 水原18號 0.048g으로 稈의 乾物重보다 무려 3.8~5.9 배가 낮았다. 한편, 葉身の 葉綠素 含量과 窒素 濃度는 乾物重과는 反對로 稈에서 보다 止葉에서 높았는데, 品種間 葉身の 葉綠素 含量은 올보리, 강보리, 水原18號 順이었으나 葉身の 窒素 濃度는 올보리, 水原18號, 강보리의 順으로 높았다.

3. 登熟 關聯 形質의 登熟에 對한 寄與度

表 5와 6은 登熟과 關聯이 깊은 植物體의 各部分 즉 稈, 줄기와 엽초 및 葉位別 葉身이 千粒重과 登熟率에 어느 정도 寄與하는가를 除稈 및 摘葉程度에 따른 生産效率로 본 것이다. 모든 葉身を 除去한 區의 生産效率를 줄기와 엽초에 依한 生産效果로 看做하여 各 處理別로 生産量에서 줄기와 엽초에 依한 生産량을 除한 값을 稈 및 葉位別 葉身の 生産效果로 보았는데 千粒重에 對한 稈 및 葉位別 葉身の 生産效果 즉 寄與率을 보면, 稈에서는 올보리가 13.8%, 강보리와 水原18號는 各各 11.6%, 5.4%였고, 止葉은 올보리의 境遇 2.4%, 강보리와 水原18號가 各各 3.8%, 7.3%였으며, 下位葉일

Table 5. Rate of contributions of the different parts of plant to the grain weight for three barley cultivars

Cultivar	Culm		Leaf position					Total
	+ Sheath	Awn	Flag leaf	2nd	3rd	4th	5th	
Olbori	81.4	13.8	2.4	0.8	0.8	0.5	0.3	4.8
Kangbori	80.3	11.6	3.8	2.4	1.6	0.3	-	8.1
Suwon 18	79.2	5.4	7.3	3.9	2.7	0.9	0.6	15.4
Mean	80.3	10.3	4.5	2.4	1.7	0.6	0.3	9.4

수목 漸次 寄與度가 낮아졌다. 이와 같은 결과는 稈과 止葉은 貯藏器官이라기 보다는 同化器官으로서 作用하며 下位葉은 登熟에 對하여 同化作用으로서의 機能도 多少있으나 오히려 貯藏器官으로서의 役割이 더 큰 것으로 看做되었다^{4,5,11)}. 全體 葉身에 對한 寄與率을 보면 올보리는 4.8%로 稈의 13.8%에 比하여 훨씬 낮았으나 水原18號는 稈의 5.4%에 比하여 全體葉身은 15.4%로 올보리와는 反對로 葉身の 寄與率이 높았다. 따라서, 올보리와 강보리는 千粒重에 對한 稈의 役割이 葉身보다 컸으나, 水原18號는 이와 反對로 稈보다 葉身이 寄與하는 程度가 크다는 것을 알 수 있었다.

한편, 登熟率에 對한 稈과 葉의 生産 效果도 千粒重과 同一한 傾向이었으나 葉보다 稈의 役割이 더 뚜렷하였다. 水原18號의 境遇 千粒重에 對한 寄與도가 稈보다 葉身에서 높았으나, 登熟率에서는 葉身の 寄與率이 5.5%에 比하여 稈이 13.1%로 葉身보다 稈의 役割이 크다는 것을 알 수 있었다.

摘 要

除稈 및 摘葉에 依한 稈과 葉位別 葉身の 生産效率를 檢討하고자 特性이 相異한 올보리, 강보리 및 水原18號를 供試하여 試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 千粒重 및 登熟率에 對한 稈과 葉身の 役割은 品種間 差異가 認定되어 올보리와 강보리는 摘葉보다 除稈의 影響이 컸으나 水原18號는 葉의 役割이 더 컸다.

Table 6. Rate of contributions of the different parts of plant to grain filling rate in three barley cultivars

Cultivar	Culm		Leaf position					Total
	+ Sheath	Awn	Flag leaf	2nd	3rd	4th	5th	
Olbori	79.3	17.9	1.1	0.8	0.4	0.3	0.2	2.8
Kangbori	83.5	13.5	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	3.0
Suwon 18	81.4	13.1	3.1	2.0	0.2	0.1	0.1	5.5
Mean	81.4	14.8	1.7	1.2	0.4	0.3	0.2	3.8

2. 葉身の 葉綠素 및 窒素含量도 品種間 差異가 있어 올보리에서 가장 높았으며 持續期間도 길었고 葉位別로는 上位葉일수록 높았다.
3. 葉位別 葉身の 窒素含量보다 葉綠素 含量의 差異가 더 컸으며 登熟이 進展됨에 따라 葉綠素 含量의 逸失速度가 窒素 含量보다 빠르게 進行되었다.
4. 同化器官別 種實重에 對한 寄與도는 稈과 葉초에서 79.2~81.4%로 品種間 뚜렷한 差異가 없었으나 稈은 올보리와 강보리가 11.6~13.8%, 水原18號는 5.4%, 葉身은 各各 4.8~8.1%, 15.4%로 稈과 葉身에서는 品種間 差異가 認定되었다.

引用文獻

1. Atkins, R.E. and M.J. Norris. 1952. The influence of awns on yield and certain morphological characters of wheat. *Agron. Jour.* 47:218-220.
2. Austin, R.B., J.A. Edrich, M.A. Ford and R.D. Blackwell. 1977. The fate of the dry matter carbohydrates and ¹⁴C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. *Ann. Bot.* 41:1309-1321.
3. Bremner, P.M. 1972. Accumulation of dry matter and nitrogen by grains in different positions of the wheat ear as influenced by shading and defoliation. *Aust. J. Biol. Sci.* 25:657-668.

4. 趙東三. 1975. 水稻의 葉身別 生産效果에 關한 研究. 韓作誌. 18:1-27.
5. David, W. and R.L. Thurman, 1962. Effect of leaf removal on the grain yield of wheat and oats. *Crop Sic.* 2:423-426.
6. Grundbacher, F.J. 1963. The physiological function of the cereal awn. *The Bot. Rev.* 29:336-381.
7. Herzog, H. 1982. Relation of source and sink during grain filling period in wheat and some aspects of its regulation. *Physiol. Plant.* 56:155-160.
8. Johnson, R., C.M. Willmer and D.N. Moss. 1975. Role of awns in photosynthesis, respiration and transpiration of barley spikes. *Crop Sci.* 15:217-221.
9. Kjack, J.L. and R.E. Witters. 1974. Physiological activity of awn in isolines of Atlas barley. *Crop Sci.* 14:243-248.
10. 李康世. 1981. 大麥의 登熟期에 있어서 葉身 및 이삭의 光合成 能力에 關한 研究. 農試報告 第23輯(作物編). 1-25.
11. Moore, K. and P. Lovell. 1970. Chlorophyll content and the pattern of yellowing in senescent leaves. *Ann. Bot.* 34:1097-1100.
12. Saghir, A.R. A.R. Khan and W.W. Worzella. 1968. Effects of plant parts on the grain yield, kernel weight, and plant height of wheat and barley. *Agro. Jour.* 60:95-97.
13. Sugahara, T., Y. Murata and M. Kikawa. 1959. Influence of the various parts of the photosynthetic organs of wheat and barley in producing grains during the ripening period(II). *Proc. Crop Sic. Japan* 27(3):391-392.
14. Wardlaw, I.F., D.J. Carr and M.J. Anderson. 1965. The relative supply of carbohydrate and nitrogen to wheat grains, and an assessment of the shading and defoliations. *Aust. J. Agric. Res.* 16:893-901.