

## 麥類의 出穗期에 關한 研究

### VI. 光質이 大麥의 出穗 및 生育에 미치는 影響

河 龍 雄\*

## Studies on Heading Date of Wheat and Barley

### VI. Effects of Light Qualities on Heading and Growth Characteristics of Barley

Yong Woong Ha\*

#### ABSTRACT

The effect of various supplementary light sources on the agronomic characteristics has been investigated for generation acceleration of barley in green house with the condition of 15°C and 8 hrs. day light followed by each supplementary light sources including incandescent electric lamp(IN), Blue fluorescent lamp(BF), day-light fluorescent lamp(DF), Biolux lamp(BL), BL+BF, In+BF and IN+BL.

Leaf number of main stem, leaf area, culm length, dry matter yield of shoot, number of grain per spike, grain yield per plant were most sharply decreased with the exposition of IN, while flag-leaf emergence on main stem and 1,000 grain weight were earliest and heaviest respectively with the exposition of IN.

IN appeared to be best light source for shortening the days to heading, but IN+BF will be most desirable light source with considering both days to heading and adequate yield at the same time.

#### 緒 言

育種家들은 보리의 世代促進을 위해서 溫冷調節 溫室을 利用하여 周年栽培를 하고 있으며, 이때 보리는 長日性 植物이기 때문에 出穗 開花期를 促進시키기 위하여 補助照明을 해 주는 境遇가 많다.

特定 波長範圍의 光이 植物에 미치는 影響에 대해서는 오래전부터 研究되어 왔다. 1926년에 Popp<sup>1)</sup>는 可視光線의 特定 波長領域이 除去된 光이 植物 生育에 미치는 影響을 調査하였고, 最近에는 山田等<sup>2)</sup>이 菜蔬類를 對象으로 한 光質效果의 研究를 통해 注目할 만한 結果를 發表하였다. 1960年代에 와서는 光 形態形成을 支配하는 파이토크롬(phytochrome)의 特性이 밝혀지면서 주로 赤色光과 青色

光의 效果에 대해 많은 關心이 集中되었고, 最近 우리나라에서는 鄭等<sup>10,11,12)</sup>과 金等<sup>13,14)</sup>이 青色光이 誘發하는 植物細胞의 光被害 現狀에 대한 研究結果들을 報告하였다. 그러나 光質이 보리의 出穗 및 生育에 미치는 影響에 대하여 國內에서 研究報告한 論文은 찾아볼 수 없었다.

本 研究은 光質이 相異한 照明燈이나 光量을 測定하였을때 보리의 生育 및 收量에 미치는 影響을 調査하여 麥類 世代促進 및 溫室栽培에 必要한 基礎資料를 얻고져 遂行하였던 바 몇가지 注目할만한 事實을 觀察하였기에 報告하는 바이다.

#### 材料 및 方法

本 實驗은 1984 ~ 1985年 동안 麥類研究所 溫冷

\* 麥類研究所 (Wheat & Barley Research Institute, Suwon 440-440, Korea) <'89. 4. 5. 接受>

調節 溫室에서 遂行하였다. 供試品種으로는 春播性 品種인 剛보리, 완주봄살보리, 五月보리, 泗川 6號를 利用하였고 催芽시킨 種子를 一週日間 4℃에서 春化處理한 後 1/5,000a 와그너 pot에 4株씩 4反覆으로 하였으며, 다른 한편 葉面積, 葉綠素含量 葉出現 速度를 調査하기 위하여 57×35×14 cm의 4角 plastic 生育箱子에 160粒을 點播하였다. 日長處理는 24時間(8時間 自然日長+16時間 補助照明) 照明하였고 補助照明으로는 光源을 달리하여 白熱燈(80W), 靑色 螢光燈(80W), 晝光色 螢光燈(80W), Biolux 螢光燈(80W), 白熱燈(40W) + 靑色 螢光燈(40W), 白熱燈(40W) + 晝光色 螢光燈(40W), 白熱燈(40W) + Biolux 螢光燈(40W), 對照區等 8處理를 두었으며, 各處理區는 鏡정비닐 2중천으로 區分하였고, 光量은 各處理區 供히 80W로 照明 하였으나, 對照區는 補助照明없이 8時間 自然日長만을 維持하였다. 溫室內의 溫度는 晝夜 15℃로 維持하였다. 實驗에 使用한 光源은 다음과 같다.

- 白熱燈(一般照明用) : Incandescent (IN)
- 靑色螢光燈(星光工業) : Blue fluorescent (BF)
- 晝光色螢光燈(星光工業) : Daylight fluorescent (DF)
- Biolux 螢光燈(植物生育用), NEC SYLVANIA Japan : Biolux Lamp (BL)

補助照明의 波長分布는 그림 1과 같으며 分光分布 測定은 韓國標準研究所에서 Monochromator를 使用하여 試驗한 結果이다. 調査 植物體는 異形個體를 除外한 나머지를 모두 調査하였으며 葉面積은 自動葉面積測定器(AA-7)를, 葉綠素含量測定器는 Spectrophotometer (HITACHI)를 使用하였다.

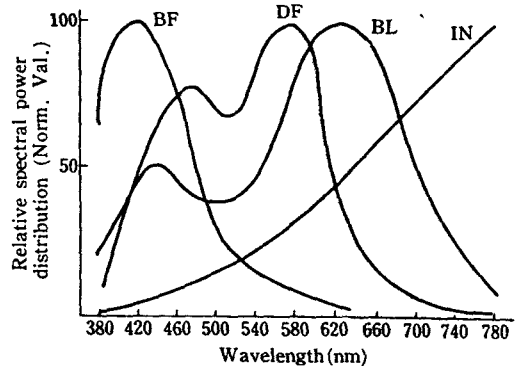


Fig. 1. The relative spectral power distribution of visible light from various light sources.  
 IN : Incandescent electric lamp  
 BF : Blue fluorescent lamp  
 DF : Daylight fluorescent lamp  
 BL : Biolux lamp

## 結果 및 考察

### 1. 止葉 展開日數

移植後부터 止葉展開까지의 所要日數는 對照區와 光質別로 比較하여 보면 表 1과 같다. 單獨光 혹은 混合光 處理를 莫論하고 止葉展開日數가 가장 많이 短縮된 것은 白熱燈 處理區였고, 止葉展開가 가장 늦은 處理區는 晝光色 螢光燈 혹은 Biolux 螢光燈 이었으며, 같은 80W의 照明이라 할지라도 이들 晝光色 螢光燈 혹은 Biolux 螢光燈에 白熱燈을 混合處理한 것이 止葉展開日까지 所要日數가 짧았다. 混合光 處理區 中에서는 白熱燈+靑色 螢光燈 處理가 止葉展開日까지 所要日數 短縮에 單獨 處理區와 비슷한 日數를 보였다. 이와같이 白熱燈 照明區나 白熱燈+靑色螢光燈 照明區에서 止葉展開가 빨라지

Table 1. Effect of supplementary light from various source on days to flag-leaf emergence of barley varieties.

Variety	Supplementary light sources*							
	None	IN	BF	DF	BL	IN+BF	IN+DF	IN+BL
Wanjubomssalbori	65	23	26	41	40	25	32	30
(Reduction : %)	(0)	(65)	(60)	(37)	(38)	(62)	(51)	(54)
Oweolbori	37	20	26	32	24	20	23	21
(0)	(0)	(46)	(30)	(14)	(35)	(46)	(38)	(43)
Sacheon 6	44	20	27	34	27	20	24	23
(0)	(0)	(55)	(39)	(23)	(39)	(55)	(45)	(48)

\* Plants were grown under sunlight for 8 hrs. a day followed by 16 hrs. exposition under each supplementary light.

IN : Incandescent electric lamp, BF : Blue fluorescent lamp

DF : Daylight fluorescent lamp, BL : Biolux lamp

는 것은 光形態形成色素인 phytochrome의 活成과 關係되는 것으로 생각된다. 즉 phytochrome의 한 形態인 Pfr는 719 nm, 392 nm에서 最大의 吸收値를 보이고 또다른 形態인 Pr는 664 nm, 378 nm에서 最大의 吸收를 보인다고 하였는데 4, 15, 18 그림 1에서 보는 바와 같이 白熱燈으로부터의 可視光線은 다른 光源들의 可視光線에 비해 phytochrome이 吸收할 수 있는 波長領域(660~780 nm)에서 相對的으로 큰 光量分佈를 보이고 있다. 한편 靑色螢光燈의 可視光線은 370~440 nm 波長帶에서 最大의 光量分佈를 보인다. 이와같은 觀點에서 볼 때 白熱燈 및 靑色螢光燈下에서 止葉展開가 빠른 것은 phytochrome이 支配하는 光形態形成效果의 發現인 것으로 推定된다. 이와 같은 結果는 Borthwick and Parker<sup>1)</sup> 및 Downs<sup>2)</sup> 등이 大麥이나 小麥等 많은 長日植物에 對해서 白熱電球는 日長延長效果를 보이나 螢光 lamp의 效果는 낫다는 實驗 結果나 稻田<sup>3)</sup>가 靑色光과 赤色光을 生殖生長과 花成을 促進한다고 綜合報告한 結果와도 一致한다. 따라서 麥類의 世代短縮時 出穗期만을 빨리 하기 위해서는 大麥은 電力을 消耗한다면 白熱燈과 靑色螢光燈이 가장 效果의임을 알 수 있다.

## 2. 葉展開 速度 및 葉數

光質間에 主稈葉의 展開速度 및 葉數를 比較해 보면 主稈葉數의 增加速度는 表 2에서와 같이 回歸

係數로 보아 白熱燈區가 3.9로 가장 많았으며 靑光色螢光燈區가 5.7로 가장 늦었다. 葉數는 表 3에서와 같이 對照區가  $9.3 \pm 1.5$  葉인데 비해 白熱燈區가  $6.4 \pm 0.5$  葉으로 가장 적었다. 따라서 營養生長期의 生育에 關한 限 白熱燈下의 光質은 보리栽培에 가장 適切하다고 할 수 없을 것이다.

品種間에는 五月보리가 葉數가 가장 적었다. 이와 같은 結果는 稻田<sup>4)</sup>가 水稻에서 白熱燈下에서 栽培한 것이 主稈葉數가 가장 減少한 結果와 一致하며, 前述한 바와 같이 白熱燈照明은 生殖生長을 促進하기 때문에 主稈葉數가 적고 全體 營養生長이 減少한 것으로 보여진다.

## 3. 葉面積 및 葉綠素 含量

各 處理別로 生育이 進展됨에 따라 葉位別 葉面積과 葉綠素 含量은 表 4 및 5에서와 같이 白熱燈 處理에서 葉位別 葉面積이나 chlorophyll 含量이 적었으며, 靑光色 處理에서 葉面積이 컸고, 葉綠素 含量은 靑色光과 Biolux에서 높았다. 白熱燈 處理는 主稈葉 展開速度는 빠른 반면 葉位別 葉面積은 가장 적었다.

葉位의 上昇에 따른 葉面積의 變化를 보면, 2~4 葉의 面積이 가장 커서 1 葉부터 6 葉까지의 葉面積 分佈는 大략 拋物線의 形狀이었고 葉位別 葉綠素 含量은 葉位가 높아질수록 漸次 增加하다가 5 葉에서 조금 減少하고 6 葉에서 그 含量이 大幅 增

Table 2. Changes in leaf-number of main stem of barley treated with supplementary light from various sources with the variety Oweolbori.

Supplementary* light sources	Days after planting						Regression coefficient (b)
	13	19	25	32	38	46	
IN	1.0	3.2	4.4	6.0	6.0	6.0	3.9
BF	1.0	2.5	3.7	5.9	6.6	6.6	4.3
DF	1.0	2.1	3.4	4.8	5.9	6.5	5.7
BL	1.0	2.3	3.6	5.8	6.4	6.4	4.5

\* See Table 1.

Table 3. Effect of supplementary light from various sources on number of main stem leaves of three varieties of barley.

Variety	Supplementary light sources*							
	None	IN	BF	DF	BL	IN+BF	IN+DF	IN+BL
Wanjubomssalbori	11.0	6.9	7.0	7.0	6.9	6.9	6.7	6.9
Oweolbori	8.8	6.0	6.2	6.3	6.2	6.0	6.2	6.4
Sacheon 6	8.2	6.2	6.9	7.0	6.8	6.8	6.7	6.9
S.D.	$9.3 \pm 1.5$	$6.4 \pm 0.5$	$6.7 \pm 0.4$	$6.8 \pm 0.4$	$6.6 \pm 0.4$	$6.6 \pm 0.5$	$6.5 \pm 0.3$	$6.7 \pm 0.3$

\* See Table 1.

**Table 4.** Effect of supplementary light sources on leaf area of barley variety Oweolbori.

Supplementary** light sources	Days after planting					
	13(L <sub>1</sub> )*	19(L <sub>2</sub> )	25(L <sub>3</sub> )	32(L <sub>4</sub> )	38(L <sub>5</sub> )	46(L <sub>6</sub> )
IN	9.1	10.0	9.6	10.6	6.8	4.1
BF	10.1	10.9	12.0	9.1	8.1	5.2
DF	10.1	12.6	17.6	21.0	14.0	9.5
BL	10.1	11.1	13.3	9.9	8.6	4.6
S.D.	9.9±0.5	11.2±1.1	13.1±3.3	12.7±5.6	9.4±3.2	5.9±2.5

\*L<sub>1</sub> to L<sub>6</sub> represent positions of leaves on the main stem ordered from the bottom.

\*\*See Table 1.

**Table 5.** Effect of supplementary light sources on chlorophyll amount (mg/F.W.g) of barley variety Oweolbori.

Supplementary** light sources	Days after planting					
	13(L <sub>1</sub> )*	19(L <sub>2</sub> )	25(L <sub>3</sub> )	32(L <sub>4</sub> )	38(L <sub>5</sub> )	46(L <sub>6</sub> )
IN	0.82	1.28	2.22	2.75	2.13	4.29
BF	1.24	1.61	3.47	3.18	2.09	4.68
DF	1.49	1.82	1.93	2.11	2.00	3.88
BL	1.13	1.62	2.49	3.04	2.13	4.70
S.D.	1.2±0.3	1.6±0.2	2.5±0.7	2.8±0.5	2.1±0.1	4.4±0.4

\*L<sub>1</sub> to L<sub>6</sub> represent positions of leaves on the main stem ordered from the bottom.

\*\*See Table 1.

加하는 傾向이었다.

稻田<sup>8)</sup> 등의 結果에서도 陽光 lamp(黃色)에서 主稈葉數가 적었고 原城, 西川<sup>5)</sup>가 青色鹽 필름(PVC 100-B20)이 赤色鹽 필름(PVC 100-R20) 보다 效果의 이었다는 結果와도 一致하였다.

**4. 草長 稈長 및 節間長の 變異와 地上部 乾物重**

生育이 進展됨에 따라 光源別로 草長の 增加 速度를 比較해 보면 表 6에서와 같이 晝光色 螢光燈에서 가장 빨랐으며(b = 13.9) 白熱燈 處理區에서는 가장 늦었는데, 白熱燈 處理區에서는 葉展開速度 및 出穗期는 빨랐으나, 全般의인 生育에서는 다른 處理에 비해 떨어지는 傾向이었다. 한편 稈長の 경우, 表 7에서와 같이 稈長이 가장 短縮된 處理는

白熱燈, 白熱燈+晝光色 螢光燈의 두 處理였으며 品種에서는 완주봄쌀보리가 가장 짧아졌다. 또한 오월보리에서 各 節間長の 減少程度(control 對比)는 全般의으로 下位節間으로 갈수록 그 減少程度가 컸으며 抽穗度가 가장 많이 減少된 것은 白熱燈+青色 螢光燈 處理였다(그림 2). 즉 白熱燈 照明區와 白熱燈+青色螢光燈 照明區에서 抽穗度와 稈長이 가장 짧았다. 따라서 營養生長期의 生育에는 適切하지 않은 白熱燈 및 青色螢光燈의 光質이 그대신 生殖生長期로의 轉移를 促進하는 效果를 갖는 것으로 解釋되며, 이것은 前述한 바 있듯이 phytochrome의 關與에 寄與하는 것이라 생각된다. 地上部 乾物重은 表 8에서 보는 바와 같이 五月보리, 泗川6號 두 品種에서는 같은 傾向으로 晝光色螢光燈 處理區에서 높았으며 剛보리는 Biolux 螢光燈 處理區가 높았

**Table 6.** Effect of supplementary light sources on the plant height (cm) of barley variety Oweolbori.

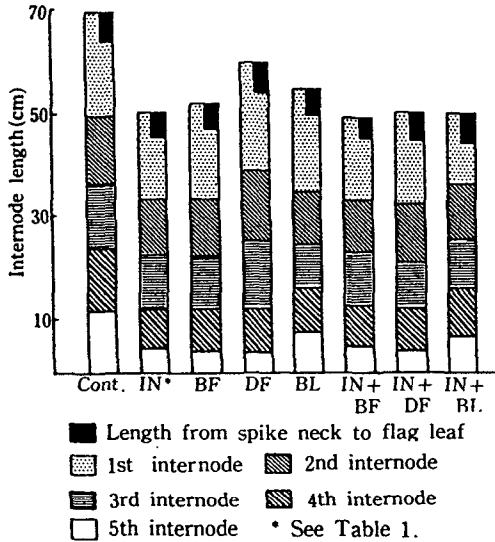
Supplementary* light sources	Days after planting						Regression coefficient (b)
	13	19	25	32	38	46	
IN	20	32	37	48	53	56	1.10
BF	21	32	39	50	58	59	1.22
DF	21	33	42	50	62	67	1.39
BL	23	34	41	50	60	62	1.22
S.D.	21.1±1.2	32.7±1.2	39.7±2.1	49.4±1.0	57.9±3.7	60.9±4.5	-

\* See Table 1.

**Table 7.** Effect of supplementary light sources on the culm length (cm) of barley varieties.

Variety	Supplementary light sources*								S.D.
	None	IN	BF	DF	BL	IN+BF	IN+DF	IN+BL	
Wanjubomssalbori	81	43	52	46	47	47	41	47	46±3.5
Oweolbori	71	50	50	60	55	50	48	51	52±4.1
Sacheon 6	70	50	61	61	58	53	56	53	56±4.2
S.D.	74±6.1	48±4.0	54±5.9	56±8.4	53±5.7	50±3.0	48±7.5	50±2.5	-

\* See Table 1.



**Fig. 2.** Effect of supplementary light sources on the culm- and internode-length (cm) of barley variety Oweolbori.

다. 地上部 乾物重이 가장 작은 處理區는 어느 品種에서나 白熱燈 照明區였다. Withrow and Withrow<sup>19)</sup>는 白熱燈와 螢光燈 照明下에서 과꽃과 시금치를 生育시킨 結果 과꽃은 白熱燈 照明區에서 草長이 增加하고 乾物重이 높았으나 시금치는 白色螢光燈 照明區가 草長과 乾物重이 增加하여 植物에 따라 影響이 相異하였다는 報告와 같이 品種과 光質에 따라 乾物重 生産量이 相異함을 알 수 있다. 한편 白熱燈+螢光燈 또는 螢光燈+水銀燈을 混合하는 것이 生殖生長이나 營養生長面에서 有利하다는 여러 學者

의 報告 6,15,19,20 와 같이 剛보리의 境遇는 混合照明區가 有利하였다.

### 5. 株當莖數, 穗數, 粒數, 千粒重 및 收量

株當莖數와 穗數는 光質에 대한 品種別 反應이 相異하였다(그림 3). 莖數는 剛보리에서는 白熱燈區, 青色螢光燈區, 白熱燈+靑色螢光燈區 및 白熱燈+Biolum 螢光燈區가 많았고, 올보리에서는 白熱燈區, 白熱燈+靑色螢光燈區, 白熱燈+靑色螢光燈區, 白熱燈+靑色螢光燈區가 各各 많이 白熱燈區 또는 白熱燈區와 其他 螢光燈類를 混合照明한 區에서 顯著한 莖數增加를 보였다. 그러나 麥酒麥인 泗川 6號의 境遇는 對照區보다 增加한 區는 靑色螢光燈區 또는 白熱燈+靑色螢光燈區에서 같거나 增加를 보여 靑色螢光燈의 效果가 있었다. 以上の 結果에서 白熱燈 또는 白熱燈과 混合한 照明區가, 麥酒麥에서는 靑色螢光燈區에서 莖數가 많은 것은 靑色部와 赤色部에서 葉綠素가 많았던 結果와 一致하는 것으로 보아 光合成이 많은 部位에서 莖數도 많았다고 볼 수 있다.

이와 같은 結果는 오차드그라스의 莖數가 赤色光下에서 가장 많았던 飯田<sup>7)</sup>의 結果와 一致한다.

穗數는 白熱燈區 또는 白熱燈+靑色螢光燈區(강보리除外)가 多少 많은 傾向이다. 各種 光源을 利用하여 24時間 照明하는 境遇에는 初期莖數는 差異가 顯著하나 最終穗數는 個體當 2~3個 程度로서 光質에 따른 큰 差異를 볼 수 없었다. 이것은 移植栽培한 個體別 調査成績이기 때문에 集團의 으로 栽

**Table 8.** Effect of supplementary light sources on the shoot dry matter (g) of barley varieties.

Varieties	Supplementary light sources*							
	None	IN	BF	DF	BL	IN+BF	IN+DF	IN+BL
Wanjubomssalbori	3.55	2.23	3.22	3.22	3.99	3.46	3.60	3.00
Oweolbori	3.63	1.81	2.07	3.33	2.62	2.47	2.15	1.85
Sacheon 6	2.82	1.42	2.10	3.05	2.45	2.55	1.75	2.04

\* See Table 1.

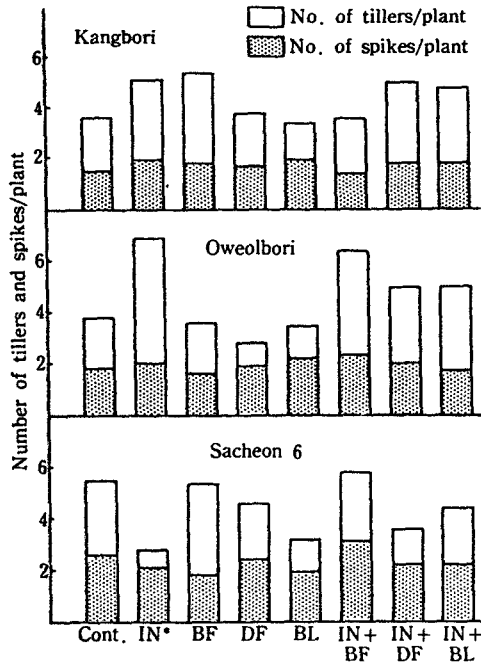


Fig. 3. Effect of supplementary light sources on the number of tillers and spikes per plant of barley varieties.

\* See Table 1.

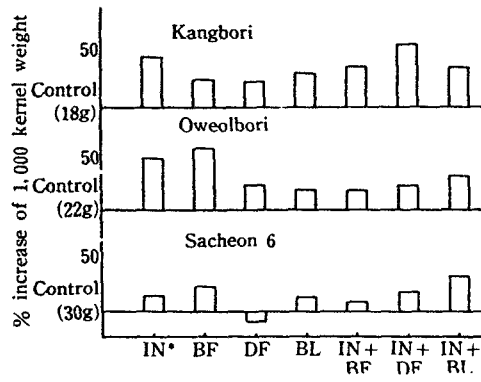


Fig. 4. Effect of supplementary light sources on 1,000 kernel weight of barley varieties.

\* See Table 1.

배한다면 個體間 穗數 差異는 적지만 光質에 따른 穗數 差異가 있을 것으로 본다.

千粒重은 그림 4에서 보는 바와 같이 各品種 供히 對照區보다 全處理區에서 높았으며, 處理中에서는 白熱燈區 또는 靑色螢光燈區가 가장 높았고, 混合照明區에서는 剛보리는 白熱燈+靑光色螢光燈區가 五月보리와 泗川6號는 白熱燈+Biolux區가 높았다. 結果的으로 品種에 따라 若干의 差異點도 있었으

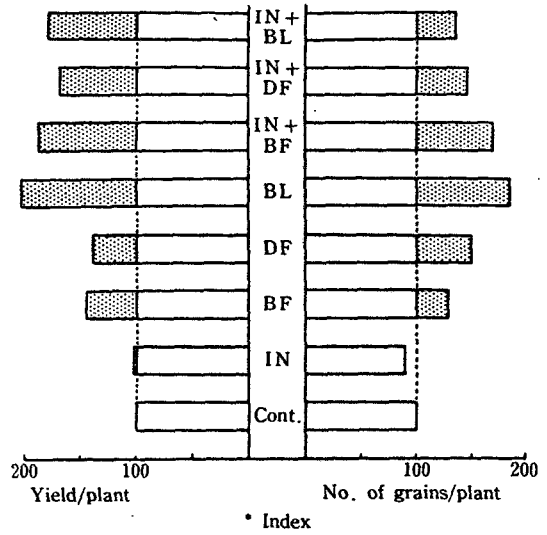


Fig. 5. Effect of supplementary light sources on the grain yield per plant (g) and number of grains per spike of barley variety Sacheon 6.

\* See Table 1.

나 白熱燈區 靑色螢光燈區 또는 白熱燈+Biolux 螢光燈의 照明區가 千粒重이 가장 높았는데 이는 前述한 바와 같이 赤色 및 靑色部位의 光은 光合成과 密接한 關係가 있기 때문에 여겨진다. 이와같은 結果는 白熱燈(lamp) 또는 赤色光源이 白色螢光燈이나 水銀燈보다 乾物重, 種實重 등 物質生産面에서 有利하였다는 報告 3,6,7,8,9와 類似한 것이다. 對照區가 千粒重이 어느 處理보다 떨어지는 것은 8時間 短日處理를 하였으므로 出穗가 大端히 遲延되어 登熟이 不良하였기 때문이라고 생각된다.

株當粒數와 收量은 그림 5에서 보는 바와 같이 植物育成用인 Biolux 螢光燈區에서 가장 높았고 다음이 白熱燈+Biolux 螢光燈, 그 다음이 白熱燈+靑光色螢光燈, 白熱燈+靑光色螢光燈의 順序이었다. 여기에서 株當粒數와 收量만을 고려한다면 植物生長用으로 生産한 Biolux 螢光燈을 利用하는 것이 第一有利하다. 그러나 綜合的으로 世代促進時 出穗促進을 주로 하면서 收量도 考慮한다면 白熱燈과 靑色螢光燈으로 混合照明하는 것이 有利하고, 하루라도 出穗促進을 빨리 하고자 할 때는 白熱燈 만으로 照明하는 것이 有利할 것으로 생각되었다.

## 摘 要

麥類栽培時 補助照明의 光質이 出穗 및 生育에 미치는 影響을 究明하여 麥類世代促進에 利用코자 五月보리, 완주분살보리, 泗川 6號, 剛보리를 供試하여 8時間의 自然日長과 16時間의 補助照明으로 長日處理하였다.

補助照明은 白熱燈 (80 W), 青色螢光燈 (80 W), 晝光色螢光燈 (80 W), Biolux 螢光燈 (80 W), 白熱電球 (40 W) + 青色螢光燈 (40 W), 白熱電球 (40 W) + 晝光色螢光燈 (40 W), 白熱電球 (40 W) + Biolux 螢光燈 (40 W), 自然日長 (8 時間) 等 8 處理區를 두고 15 °C로 調節된 溫室에서 本 實驗을 遂行하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 光質에 따른 止葉展開까지 日數는 白熱燈照明區 또는 白熱燈 混合照明區가 가장 짧았고, 品種間에는 泗川 6號가 가장 짧았다.

2. 止葉展開까지 日數가 가장 짧은 白熱燈照明區가 出葉速度는 빨랐으나 主稈의 葉數와 草長의 日當生長量은 가장 적었으며, 其他 稈長 節間長 및 葉面積 等の 生長量도 적었다.

3. 葉位別 葉綠素含量은 上位葉일수록 많았고, 止葉展開가 가장 빨랐던 白熱燈照明區의 下位葉 (第 1 葉, 2 葉)의 葉綠素含量이 특히 적었다.

4. 地上部 乾物重은 品種別 各같이 白熱燈照明區가 가장 적었으나 千粒重은 白熱燈照明區 또는 Biolux 照明區에서 가장 높았다.

5. 株當粒數와 收量은 Biolux 照明區가 가장 많았고 白熱燈照明區에서 가장 적었다.

6. 出穗促進만이 目的일 때는 補助照明 方法으로 止葉이 가장 빨리 出現하는 白熱燈照明이 바람직하나 出穗期와 收量을 다같이 考慮한다면 白熱燈 + 青色螢光燈으로 混合照明하는 것이 가장 좋았다.

## 引 用 文 獻

1. Borthwick, H.A. and M.W. Parker. 1952. Rept. 13th Int. Hort. Congr., London, pp. 801-810.
2. Downs, R.J., H.A. Borthwick and A.A. Piringier. 1958. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71 : 568-578.

3. \_\_\_\_\_ and H. Hellmers. 1975. Environmental and the Experimental control of plant growth. Academic Press, London, New York, Sanfrancisco. pp.145.
4. Erez, A. and A. Kadman-Zahavi. 1972. Growth of peach plants under different filtered sunlight conditions. Physiol. Plant. 26 : 210-214.
5. 原城 隆·西川廣榮. 1976. 水稻苗生育의 光質反應에 關する研究 第1報 着色フィルム下の 稚苗生育と育苗條件によるその可變性. 日作記 45 (3) : 409-415.
6. Helson, V.A. 1965. Can. J. Plant Sci. 45 : 461-466.
7. 飯田克實. 1977. 牧草의 電照栽培의 實用化. 畜産の研究 31(8) : 1001-1006.
8. 稻田勝美·桂 直樹·今村俊清·佐佐木康元. 1982. 日作記 51(別號 1) : 195-196.
9. \_\_\_\_\_. 1984. 光と植物生育. 養賢堂. 東京. pp.415.
10. 정진. 1984. 청색과장 영역이 결여된 자연광과 고추의 생장. 한국환경농학회지 3(1) : 71-78.
11. \_\_\_\_·김창숙. 1986. 青色波長 영역이 결여된 태양광이 作物의 生産性 및 耐冷性의 形狀에 미치는 效果. 한국환경농학회지 5(2) : 149-155.
12. 정진·김종범·민봉기. 1986. 青色波長 영역이 결여된 태양광이 作物의 生産性 및 耐冷性의 향상에 미치는 效果. I. 光合成 및 呼吸의 전자전달계 活性의 變化. 한국환경농학회지 5(2) : 141-148.
13. Kim K. S., S.M. Roh, S.D. Kim, S.W. Lee and T.H. Yoon. 1977. The effect of light quality on the major components of hot pepper plant (*Capsicum annuum* L.) growth in polyethylene film house. T. Growth and development. J. Korean Agri. chemi. Soci. 20(3) : 296-299.
14. 김경현·김종평·정진. 1987. 식물세포 미토콘드리아막에서 일어나는 청색광 photosensitization. 한국 환경농학회지 6(2) : 94-100.
15. Leiser, A.T., A.E. Leopold and A.L. Shelley : 1960. Evaluation of light sources for

- plant growth. *Plant physiol.* 35 : 392-395.
16. 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一. 1982. 作物の光合性と生態. 農山漁村文化協會. 東京.
  17. Popp, H. W. 1926. A physiological study of the effect of light of various ranges of wavelength on the growth of plants. *Amer. J. Bot.* 46 : 740-742.
  18. Wilkins, M.B. 1984. *Advanced plant physiology*. PITMAN. pp.514.
  19. Withrow, A.P. and R.B. withrow. 1947. Plant growth with artificial sources of radiant energy. *Plant physiol.* 22 : 494-513.
  20. 山田英一・中村 浩・清水達夫. 1977. 野菜の生育と光質に関する研究 1. 特定波長域除去光が數種野菜の生育に及ぼす影響. 野菜試験場報告. A3 : 43-62.