

## 野菜苗の育苗補光による成長の促進

専門会員 向阪 信一 (松下電工株式会社) 非会員 洞口 公俊 (ヤンマー株式会社)  
 専門会員 齋藤 直樹 (元 松下電工株式会社) 非会員 上條 和彦 (松本ハイランド農業協同組合)  
 正会員 村上 克介 (三重大学)

### Growth Promotion for Seedling of Vegetable Plants with Supplemental Lighting

Fellow member **Shinichi Kosaka** (Matsushita Electric Works, Ltd.),

Non member **Kimitoshi Horaguchi** (Yanmar Co., Ltd.),

Fellow member **Naoki Saito** (Former Matsushita Electric Works, Ltd.),

Non member **Kazuhiko Kamijo** (Matsumoto High-Land Agricultural Co-operative Association) and

Member **Katsusuke Murakami** (Mie University)

#### ABSTRACT

A supplemental lighting system was installed at a large-scale seedling greenhouse (12.5 m×45 m), which supplies high quality and large quantity of seedlings to farmers through out the year. A test experiment of supplemental lighting for seedlings in this house was performed during the rainy season and winter-early spring to prepare for planting, when sunshine is sometimes insufficient. A mercury-free high pressure sodium lamp of 400W with a red to far-red photon flux (R/FR PF) ratio of 1.1 was developed and manufactured for this experiment. The average PPF was  $100\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The experimental plants were lettuce, broccoli, and cabbage. In both rainy and winter-early spring experiments, we found that supplemental lighting was effective for seedling growth. Significant supplemental lighting effects in the rainy season were found for broccoli. Top fresh weights of both a 2h lit area before sunrise and after sunset were 30-60% greater than those of the non-lit area.

A drop test of lettuce demonstrated that the remaining ratio of soil of both a 2h lit area before sunrise and after sunset were about 87%, and those of the non-lit areas were about 78%. Thus, good growth in roots was found. A significant supplemental lighting effect in winter-early spring was found in the lettuce experiment. Top fresh weights of both a 3h lit area before sunrise and after sunset were 165-200% greater than those of the non-lit area. In winter-early spring experiments, a clear difference between a 3h lit area before sunrise and after sunset was not found.

**KEYWORDS** : greenhouse, seedlings, top fresh weight, supplemental lighting, PPF

#### 1. 緒言

高品質苗の大量安定供給を目的とした「育苗プラント」<sup>1)2)</sup>に要求される条件は、年間を通じて高品質な苗を安定的にしかも必要な時期に所要の苗を農家に供給することである。また、他の地域で天候不順などの理由で苗の生産量が不足した場合、その地域に対して苗を供給できる生産能力や融通性も併せて要求される<sup>3)</sup>。

ハウス栽培の苗の成育は定植後に比べ栽培環境条件の影響を受けやすく、その良否が苗品質の良否に大きく影響する。光放射(以下、光と記す)環境は、成育環境条件を構成する支配的環境要因の一つであるが、昼光<sup>4)</sup>は季節や天候によってその変動が大きく、苗の成育への影響も大きい<sup>5)</sup>。6月～7月(梅雨期)や春期の本格的な野菜生産に先立つ2月～3月(冬期～早春期)(以下、冬期と記す)の日照時間<sup>6)</sup>は特に不足しやすく、ハウス栽培の苗生

産に悪影響を与えることが多い。このため昼光のみで通年、所要の光環境をハウス内で確保することは困難であり、良質な苗を大量に安定供給するうえで「人工光による補光システム」の採用が求められる。これまで小規模な補光実験に関する報告<sup>7)-9)</sup>は見られるが、育苗プラント規模での補光実験に関する報告は乏しい。

筆者らは先に試作開発した植物用 HID ランプ<sup>10)</sup>を用い大阪府立大学圃場温室において行った基礎実験<sup>11)-14)</sup>から、育苗補光効果を促進するうえで PAR (Photosynthetically Active Radiation) 波長域 (400～700nm) に加えて FR (Far Red : 700～800nm) の付加が望ましいこと、また、夜間補光が育苗に有効であること、日の出前2時間補光(以下、2h補光と記す)が日没後2h補光より育苗効果が大きいなどの知見を得た。今回、これらの知見をもとに大規模育苗プラントに補光システムを設置し、実用性の高い育苗プラントの実現を目指して「育苗補光実証プラントによる実験」

を日照条件の悪い梅雨期と冬期に行ったので報告する。

## 2. 材料および方法

### 2.1 育苗補光実証プラント

育苗補光実証プラントの概要<sup>15)</sup>を次に示す。

- ・場所：JA 信濃朝日（現，JA 松本ハイランド）（長野県東筑摩郡朝日村小野沢250）
- ・規模：12.5m×45.0m（ガラスハウス）

実験に使用したハウス棟は図1に示すように東南東-西北西方向に向き，梅雨期実験では補光実施区を1/2区画，無補光区（対照区）を1/2区画とした，冬期実験の対照区は対照区(1)と対照区(2)に分割した<sup>16)</sup>。

- ・育苗補光用ランプ：400W 植物育成用リフレクタ型無水銀高圧ナトリウムランプ（試作ランプ）（2.2項参照）  
（間口方向1.2m間隔，奥行方向2.14m間隔，高さ2.0mで千鳥状に配設）
- ・実測PPFD（床上0.8m）<sup>17)</sup>：平均値 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，最大値 $151\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$   
（Li-Cor社製ライトメーターおよび光子センサー（Li-250，Li-190S）【分解能 $0.01\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 】で測定）

### 2.2 育苗補光用ランプ

植物の育成には赤色光（R: Red）（波長域600~700nm）と遠赤色光（FR）（波長域700~800nm）のR/FR光子束比<sup>18)</sup>が重要な要素であり，植物の葉面積，莖長，草丈などの形態形成に関与することが知られている<sup>19)</sup>。昼光（CIE standard illuminant D65）の同R/FR比は1.08である<sup>20)</sup>。今回の補光実験では，同R/FR比が1.1である植物育成用リフレクタ型無水銀高圧400W ナトリウムランプ

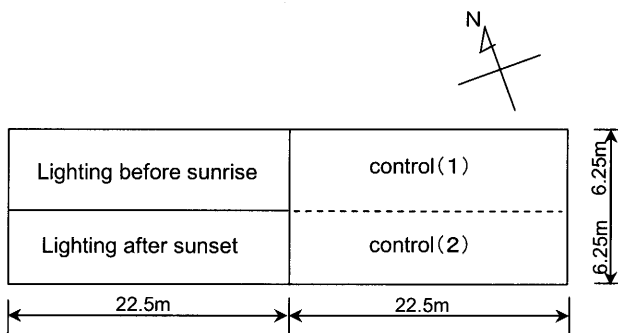


図1 補光試験区と対照区の位置関係

Fig.1 Layout of the experimental cultivating beds with supplemental lighting before sunrise, after sunset and control cultivating beds.

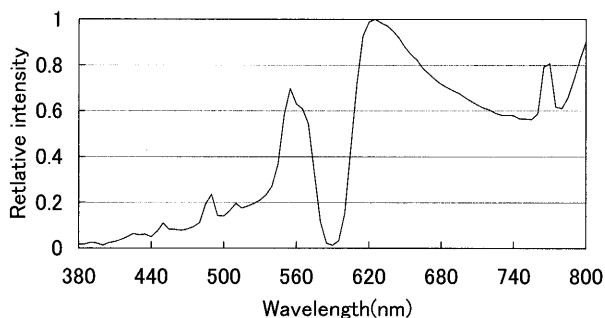


図2 試作ランプの分光分布

Fig.2 Spectral distribution of a trial HID lamp. R/FR photon flux ratio of a trial HID lamp is 1.1.

を試作開発した。本ランプの分光分布<sup>17)</sup>を図2に，実験圃場の実測PPFD分布<sup>17)</sup>を図3に，実験状況を図4に示す。

### 2.3 育苗補光実験 I（梅雨期）

#### ・供試植物と栽培方法

レタス（*Lactuca sativa* L. cv. Chateau）およびブロッコリー（*Brassica oleracea* cv. Heights）を1997年6月16日にセルトレーに播種し，ガラスハウス内で成育させた。6月18日の日没後より7月9日の日の出前まで補光した。培養液はプラグ育苗システム専用液肥を用い，灌水は概ね晴天時4回/日，曇天時2回/日，雨天時1回/日実施した。実験場所近郊の長野県松本市の実験期間中の平均気温は $17.9^{\circ}\text{C}\sim 28.3^{\circ}\text{C}$ であった<sup>\*)</sup>が，ハウス内の温度管理は天窓および側窓の開閉，遮光カーテンの使用などで適宜管理した。大阪府立大学圃場温室で行なった育苗補光の基礎実験をもとに，補光実験区では，日の出前2h補光および日没後2h補光を実施した。

#### ・測定内容

苗の地上部生体重（栽培面から上の植物体の採取直後の質量：以下，生体重と記す）は電子天秤（エー・アンド・ディ製EK-200G，測定最大値200g，最小表示値0.01g）を使用し，植物高（草高：静置した状態での栽培面からの植物の高さ）はメジャー（タジマ製 Top-Conve 3.5m，最大測定値3500mm，最小表示値1mm，JIS 1級）を用いて，補光開始後9日目，15日目，21日目にサンプルをそれぞれ10株ずつ採取した<sup>21)</sup>。サンプリングは灌水装置による成育ムラの影響を受けにくいように，移動式灌水装置に直交

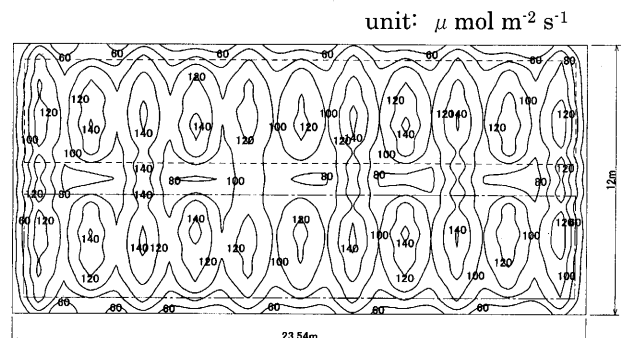


図3 実測PPFD分布

Fig.3 Horizontal iso-PPFD curve on the surface of cultivating beds (h=0.8m) in a greenhouse. Maximum PPFD is  $151\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Average PPFD is  $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Each cultivating bed secures more than  $80\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Broken lines show the area of cultivating beds.

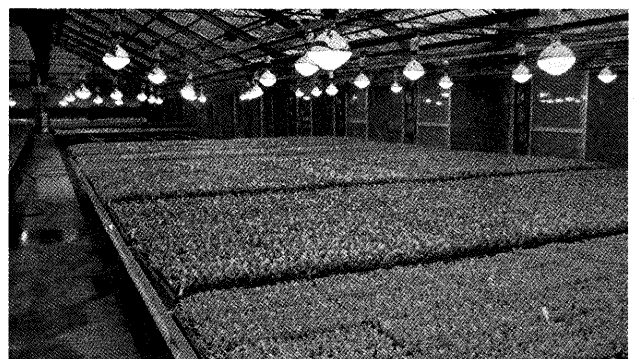


図4 梅雨期試験（日没後2h補光区）

Fig.4 A photo taken at cultivating beds with 2-hours supplemental lighting after sunset during the rainy season experiments.

する直線上の相対的な同一位置とし、各実験区ごとに無作為に抽出した。

根鉢形成への影響を調べるために、15日目にセルトレーから抜き取った成育株を根鉢ごと地上70cmからコンクリート面に落下させ、飛散せず根鉢に付着および残存した土壌の割合を測定した。

### 2.4 育苗補光実験Ⅱ(冬期)

供試植物としてレタス4種 (*Lactuca sativa* L. cv. Sunny-Red-Ace, Shinano-Summer, Green-Leaf, Steady, 以下サニーレッドエース, シナノサマー, グリーンリーフ, ステディと記す) およびキャベツ (*Brassica oleracea* cv. YR-Kinshu) を1999年2月17日にセルトレーに播種し、最初からガラスハウス内で成育させた。2月19日の日没後から3月8日の日の出前まで補光した。培養液はプラグ育苗システム専用液肥を用い、灌水は概ね晴天時4回/日、曇天時2回/日、雨天時1回/日実施した。実験場所近郊の松本市の実験期間中の平均気温は-2.0℃~8.8℃であった\*<sup>1</sup>が、自動加温装置によりハウス内の温度は約15℃に維持した。

ハウスの南側と北側の位置の影響を考慮し対照区を2分割し、日の出前補光の対照区を対照区(1)、日没後補光の対照区を対照区(2)として苗を採取した。梅雨期の2h補光でブロッコリーは補光効果があるものの、レタスの場合の補光効果は明確にはならなかった。そのため、より成育速度が遅くなる冬期の実験では補光時間を1時間延ばし、日の出前3h補光および日没後3h補光で実施した。成育調査は、生体重、植物高、葉面積、葉数について補光開始後11日目、17日目にサンプルをそれぞれ8株ずつ採取した<sup>2)</sup>。サンプリングは梅雨期の方法に準じた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 育苗補光実験Ⅰ(梅雨期)

代表的な試験結果として、播種後21日目に調査したブロッコリーの植物高と個体数の関係をヒストグラムにしたものを図5に示す。黒色棒グラフは対照区で平均植物高は5.4cm、白色棒グラフは日没後2h補光区で平均植物高は6.3cm、灰色棒グラフは日の出前2h補光区で平均植物高は7.2cmであった。個体によるバラツキはあるが、補光により苗が高くなることが示された。また、日の出前補光の方が日没後補光に比べて補光効果が高くなることも示された。

レタスおよびブロッコリーの播種後の測定結果の平均値と標準偏差をまとめたものを表1、表2に示す。これらの表をもとに、対照区を基準とした場合の試験区の補光効果を比較し、次のよう

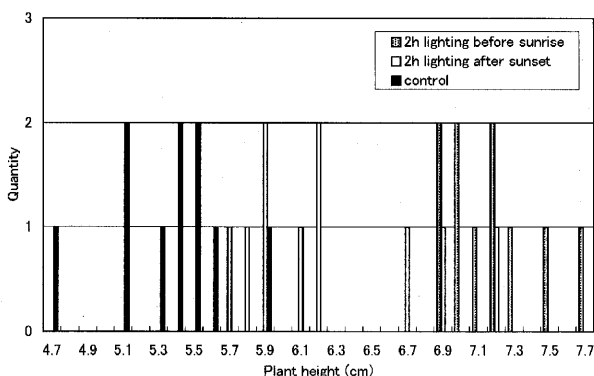


図5 梅雨期試験のブロッコリー植物高と個体数の関係(7月9日調査)  
Fig.5 Histogram of plant height to quantity of broccoli during the rainy season experiments on July 9.

なことが判明した。

(a)レタス苗の生体重は、日の出前2h補光により約20%増の成育促進効果が得られたが、日没後2h補光では明確な効果が得られなかった。ブロッコリー苗の生体重は、日の出前2h補光で約60%増、日没後2h補光で約30%増の成育促進効果が得られた。

(b)レタス苗の植物高は、日の出前2h補光・日没後2h補光とも明確な補光効果が得られなかった。ブロッコリー苗の植物高は日の出前2h補光で約35%増、日没後2h補光で約15%増の成育促進効果が得られた。

(c)根鉢の形成を調べる落下実験を補光開始後16日目のレタス苗で行った。測定結果を表3に示す。植物体を含めた落下前の重量は約6gであった。また、土壌の含水率は約70%であった。落下後、重量と土壌の残存率(植物体に付着したままの割合)は、日の出前および日没後の実験区のいずれでも約87%、対照区では約78%であった。

以上の結果から、梅雨期の2h補光が育苗に有効であることが示された。ただし、レタス苗については補光効果が顕著でなかった。この要因としては以下のことが考えられる。図6は実験期間(1997年6月16日~7月9日)の日照時間および前年までの10年間(1987年~1996年)の日照時間の平均値を示したものである\*<sup>1</sup>。実験期間中の平均日照時間は、過去10年間の平均値4.8時

表1 梅雨期(レタス)の測定結果

Table1 Top fresh weights (weight above the ground on fresh state) and plant heights of lettuce with 2-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the rainy season experiments.

#### (a) Top fresh weight (lettuce)

Days of treatment	2h lighting before sunrise	2h lighting after sunset	control
9	0.11±0.01	0.11±0.01	0.10±0.01
15	0.27±0.02	0.26±0.02	0.23±0.02
21	0.31±0.05	0.26±0.02	0.26±0.05

unit:g

#### (b) Plant height

Days of treatment	2h lighting before sunrise	2h lighting after sunset	control
9	3.3±0.1	3.1±0.2	2.9±0.2
15	5.0±0.1	5.0±0.2	4.6±0.2
21	4.7±0.2	4.3±0.2	4.1±0.4

\* Mean value±standard deviation of ten plants unit:cm

表2 梅雨期(ブロッコリー)の測定結果

Table2 Top fresh weights and plant heights of broccoli with 2-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the rainy season experiments.

#### (a) Top fresh weight (broccoli)

Days of treatment	2h lighting before sunrise	2h lighting after sunset	control
9	0.17±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01
15	0.38±0.02	0.35±0.02	0.27±0.01
21	0.53±0.04	0.43±0.07	0.33±0.05

unit:g

#### (b) Plant height

Days of treatment	2h lighting before sunrise	2h lighting after sunset	control
9	3.3±0.1	3.2±0.1	3.2±0.1
15	7.1±0.3	6.6±0.3	5.6±0.2
21	7.2±0.3	6.3±0.5	5.4±0.3

\* Mean value±standard deviation of ten plants unit:cm

表3 梅雨期の根鉢の形成を示す落下試験 (レタス)

Table3 Comparison of root growth by the weights before and after dropping plants on the ground during the rainy season experiments.

	Before sunrise	After sunset	Control
Weight before dropping (g)	6.22	5.89	6.37
Weight after dropping (g)	5.43	5.12	4.98
Remaining soil ratio (%)	87.3	86.9	78.2
Gravimetric water content ratio (%)	72.3	70.9	70.7

Remaining soil ratio = (Weight after dropping) × 100 / (Weight before dropping)

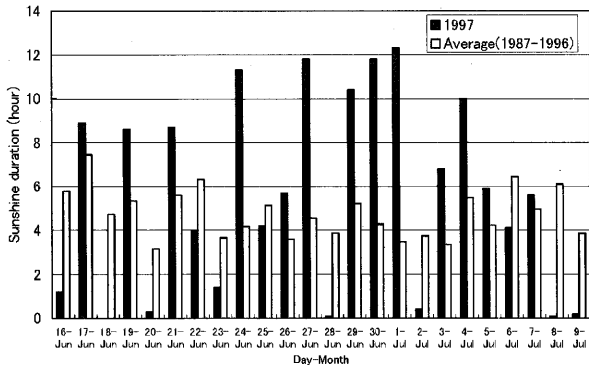


図6 梅雨期の日照時間 (1997年の値と過去10年の平均値)  
Fig.6 Sunshine duration hours during the rainy season experiments (1997 and average hours of the past 10 years).

間に対し1997年は5.6時間と差があった。さらに、補光時間の設定を一定としたため、昼光が多い場合には補光による育成促進効果が見かけ上、少なくなったためと考えられる。ただし、補光によって根鉢の形成は基礎実験<sup>(2)</sup>と同様に良好になることが示された。

3.2 育苗補光実験Ⅱ (冬期)

苗のサンプリング方法および測定方法は梅雨期実験に準じた。葉面積の測定は自動面積計 (林電工製, AMM-8, 測定最大値: 99999.99cm<sup>2</sup>, 最小表示値: 0.01cm<sup>2</sup>) を用いた。補光開始後11日目, 17日目の測定結果を表4~表8に示す (葉数は除く)。ただし, サンプル1個体の重量が約0.1g以下または葉面積が約1cm<sup>2</sup>以下の場合, 測定されたデータの精度の信頼性が乏しいため, 8サン

ブルを同時に測定し, その合計値から平均値を算出した。従って, この場合は標準偏差を求めなかった。これらの結果から次のようなことが判明した。

- (a)日の出前3h補光, 日没後3h補光とも, 生体重, 植物高, 葉面積のいずれの場合も育成促進効果が得られた。
- (b)レタス苗の補光で生体重が100%以上の増加を示したのは, グリーンリーフ (日の出前3h補光) 約165%増, ステディ (日没後3h補光) 約200%増であった。その他の場合の増加率は約35%~85%増であった。
- (c)レタス苗の補光で植物高が70%以上の増加を示したのは, シナノサマー (日の出前3h補光) 約80%増, グリーンリーフ (日の出前3h補光) 約90%増, 同 (日没後3h補光) 約85%増, ステディ (日の出前3h補光) 約95%増であった。その他の場合の増加率は約35%~55%増であった。
- (d)レタス苗の補光で葉面積が200%以上の増加を示したのはグリーンリーフ (日の出前3h補光) 約200%増, ステディ (日没後3h補光) 約220%増であった。その他の場合は, 約65%~110%増であった。
- (e)キャベツ苗の補光では, 日の出前または日没後3hの補光による差は見られなかった (生体重: 約80%~90%増, 植物高: 約50%~55%増, 葉面積: 約105%~110%増)。
- (f)レタス苗の一部 (グリーンリーフ, ステディ) およびキャベツ苗において, 補光による葉数の増加が見られたものの, その他の品種では葉数の増加が見られなかった。

梅雨期と同様に, 実験期間 (1999年2月17日~3月8日) の日照時間と前年までの10年間 (1989年~1998年) の日照時間の平均値を図7に示す\*)。実験期間中の平均日照時間は過去10年間の平

表4 冬期 (サニーレッドエース) の測定結果

Table4 Top fresh weights, plant heights and leaf areas of Sunny-Red-Ace with 3-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the winter-early spring season experiments. The data which have not standard deviation are due to too small to measure each plant. In these cases, mean values are calculated from eight plants which are measured at the same time.

(a) Top fresh weight (Sunny-Red-Ace)

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.04	0.03	0.06	0.03
17	0.21±0.04	0.12±0.01	0.20±0.03	0.11±0.02

unit: g

(b) Plant height

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	2.2±0.2	1.7±0.2	2.2±0.2	1.4±0.2
17	5.1±0.6	3.3±0.2	4.5±0.6	3.2±0.3

unit: cm

(c) Leaf area

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.86	0.55	0.85	0.55
17	4.81±0.96	2.92±0.80	5.18±0.78	2.72±0.35

unit: cm<sup>2</sup>

\* Mean value±standard deviation of eight plants.

表5 冬期(シナノサマー)の測定結果

Table5 Top fresh weights, plant heights and leaf areas of Shinano-Summer with 3-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the winter-early spring season experiments. The data which have not standard deviation are due to too small to measure each plant. In these cases, mean values are calculated from eight plants which are measured at the same time.

## (a) Top fresh weight (Shinano-Summer)

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.06	0.03	0.07	0.04
17	0.23±0.04	0.13±0.01	0.19±0.04	0.14±0.02

unit:g

## (b) Plant height

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	2.5±0.2	1.7±0.1	2.1±0.3	1.8±0.2
17	5.7±0.4	3.2±0.2	4.5±0.3	3.3±0.4

unit:cm

## (c) Leaf area

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	1.25	0.40	1.34	0.74
17	5.51±0.90	2.90±0.51	4.83±1.08	2.94±0.57

unit:cm<sup>2</sup>

• Mean value±standard deviation of eight plants.

表6 冬期(グリーンリーフ)の測定結果

Table6 Top fresh weights, plant heights and leaf areas of Green-Leaf with 3-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the winter-early spring season experiments. The data which have not standard deviation are due to too small to measure each plant. In these cases, mean values are calculated from eight plants which are measured at the same time.

## (a) Top fresh weight (Green-Leaf)

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.07	0.03	0.06	0.03
17	0.32±0.07	0.12±0.02	0.20±0.06	0.11±0.04

unit:g

## (b) Plant height

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	2.0±0.1	1.6±0.1	2.3±0.3	1.6±0.3
17	6.5±0.6	3.4±0.3	5.3±0.4	2.9±0.6

unit:cm

## (c) Leaf area

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	1.32	0.69	1.34	0.52
17	8.73±2.47	2.93±0.88	5.90±1.96	2.93±1.44

unit:cm<sup>2</sup>

• Mean value±standard deviation of eight plants.

表7 冬期(ステディ)の測定結果

Table7 Top fresh weights, plant heights and leaf areas of Steady with 3-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the winter-early spring season experiments. The data which have not standard deviation are due to too small to measure each plant. In these cases, mean values are calculated from eight plants which are measured at the same time. The symbol [—] means that we failed in measuring plants.

## (a) Top fresh weight (Steady)

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.06	—	0.07	0.04
17	0.13±0.03	0.07±0.01	0.15±0.05	0.05±0.01

unit:g

## (b) Plant height

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	2.4±0.4	—	2.4±0.3	1.5±0.3
17	5.6±0.5	2.9±0.4	4.7±0.8	3.5±0.2

unit:cm

## (c) Leaf area

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	1.01	—	1.12	0.70
17	2.67±0.95	1.27±0.42	3.15±1.07	0.99±0.13

unit:cm<sup>2</sup>

• Mean value±standard deviation of eight plants.

表8 冬期(キャベツ)の測定結果

Table8 Top fresh weights, plant heights and leaf areas of cabbage with 3-hours lighting before sunrise, after sunset and control during the winter-early spring season experiments.

## (a) Top fresh weight (cabbage)

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	0.12±0.02	0.07±0.01	0.12±0.02	0.06±0.01
17	0.34±0.07	0.19±0.03	0.36±0.05	0.19±0.04

unit:g

## (b) Plant height

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	3.2±0.4	2.2±0.2	3.2±0.4	2.2±0.3
17	5.9±0.5	4.0±0.4	5.9±0.5	3.8±0.4

unit:cm

## (c) Leaf area

Days of treatment	Before sunrise		After sunset	
	3h lighting	Control (1)	3h lighting	Control (2)
11	2.06±0.27	1.26±0.10	2.01±0.34	1.18±0.26
17	6.87±1.54	3.32±0.44	7.50±1.03	3.54±0.98

\* Mean value±standard deviation of eight plants.

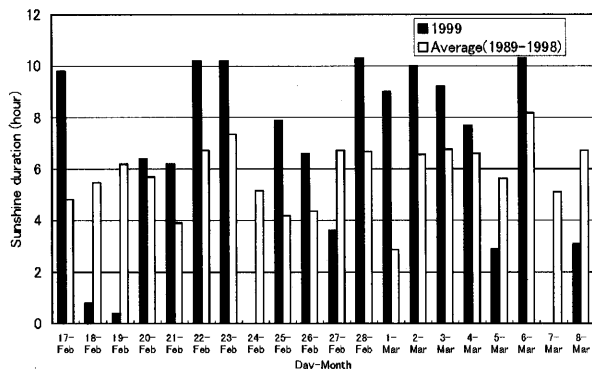
unit:cm<sup>2</sup>

図7 冬期の日照時間(1999年の値と過去10年の平均値)

Fig.7 Sunshine duration hours during the winter-early spring season experiments (1999 and average hours of the past 10 years).

均値5.8時間に対し1999年は6.2時間であった。

以上の結果から、冬期の3h補光が育苗に有効であることが示された。ただし、梅雨期と同様に日の出前補光と日没後補光については、基礎実験<sup>11)</sup>とは異なり、両者に明確な差は見られなかった。

## 4. 結言

育苗補光実証プラントを用いた一連の野菜苗の育苗補光実験から、日照不足となりがちな梅雨期および冬期に補光を実施することで、年間を通じて、日照条件の変動による影響を受けにくい苗生産を行えることが検証できた。

これまでの一連の実験研究から、育苗プラントとして高品質苗の安定生産を図るとともに高い実用性を持つためには、育苗プラントに補光設備の付帯が必要不可欠であるといえる。しかしながら、生命体である苗の育成を手掛けることが前提である以上、補光技術の構築においてその完璧性を期すには限界がある。このため、補光の実施に際しては、育苗の実施場所や自然環境、苗の種類や育成特性を十分に配慮しながら補光設備を上手に活用して行く個々のノウハウの構築が不可欠となる。

今後の課題として、補光設備の償却費や補光ランプを点灯することによる電力料金などのランニングコストがどの程度になるか

などの検討が必要である。これらの課題を解決することにより育苗補光実証プラントから育苗補光実用プラントに発展させることが可能になると考える。

本論文は、1997年度日本農業気象学会近畿支部大会<sup>17)</sup>および平成12年度照明学会全国大会<sup>16)</sup>において口頭発表した内容をもとにまとめたものである。

本研究の一部は、大阪府立大学生物資源開発センター共同研究「植物栽培施設における統合環境制御システムの開発に関する研究」として実施した。これらの実験を進めるに際し、ご支援・ご指導いただきました大阪府立大学元学長 相賀一郎博士、同教授 清田信博士、イワタニアグリグリーン株式会社 黒越治プロジェクト営業部長、松下電工株式会社 元理事 森田富彦氏および論文作成を支援いただいた教育センター新金岡 宮地謙一博士に深謝します。

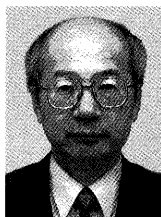
\*) 気象庁データ：<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html> (2006年10月1日参照)。

## 参考文献

- (1) 古在豊樹, 佐瀬勘紀, G. Giacomelli, KC Ting and W. Robert: 苗生産システムの将来, 農業および園芸, 65-1, pp.97-103 (1990).
- (2) 塚田元尚: 育苗システムとセルナエ, 農業および園芸, 65-1, pp.111-117 (1990).
- (3) 例えば, 小田雅行: 苗生産技術, 施設園芸ハンドブック, (社)日本施設園芸協会編, 園芸情報センター, pp.267-268 (1998).
- (4) 小原清成: 昼光照明, 照明技術, 電気学会電気専門用語集 No.13照明, 電気学会電気用語標準特別委員会編, 照明学会照明専門用語研究調査委員会編, コロナ社, p.332 (1996).
- (5) 古在豊樹: 第1章 閉鎖型育苗生産システムの実用化が始まった, 最新の苗生産実用技術, (社)農業電化協会, pp.3-7 (2005).
- (6) 日照時間の月別平年値, 理科年表, 国立天文台編, 丸善(株), pp.214-215 (2006).
- (7) G. Giacomelli, I. Gasgreen and H. Janes: Lettuce and tomato intercropping system with supplemental lighting, Soil. Cult.,

- 3-1, pp.39-50 (1987).
- (8) L. Gaudreau J. Charbonneau, L-P. Vézina and A. Gosselin : Photoperiod and photosynthetic photon flux influence growth and quality of greenhouse-grown lettuce, *Hort Science*, 29-11, pp.1285-1289 (1994).
- (9) 岡部勝美：数種野菜の補光効果に関する研究，電力中央研究所我孫子研究所報告書，pp.1-46 (1988).
- (10) N. Saito, S. Kosaka, A. Okada, K. Nishioka, M. Toho, K. Murakami and K. Horaguchi : Mercury-free HPS lamp with high CRI operated on inductive ballast and its one application for plant growth, *J. Light & Vis. Env.* 25-1, pp.6-12 (2001).
- (11) 成日慶，村上克介，洞口公俊，向阪信一，森田富彦，清田信：レタス苗生産システムにおける補光に関する実験的研究，日本植物工場学会平成8年度大会学術講演要旨集，pp.21-22 (1996).
- (12) 洞口公俊，成日慶，村上克介，向阪信一，森田富彦，清田信：ブロッコリー育苗補光に関する実験研究，日本植物工場学会平成9年度大会学術講演要旨集，pp.380-381 (1997).
- (13) K. Murakami and I. Sung : Comparison of three types of HID lamps for supplemental lighting on lettuce seedling plant production, *Applied Biological Science*, 2-1, pp.27-32 (1996).
- (14) 洞口公俊，成日慶，村上克介，向阪信一，森田富彦：育苗補光に関する実験研究，第15回松下電器総合技術シンポジウム，p.200 (1997).
- (15) 黒越治：オランダ方式の種苗生産施設一長野県信濃朝日農協育苗センターの事例一，第7回生物資源開発センターセミナー「種苗の工業的生産システムの現状と将来」，一谷多喜郎編，大阪府立大学附属研究所生物資源開発センター，pp.36-40 (1994).
- (16) 洞口公俊，村上克介，向阪信一，齋藤直樹：冬期野菜苗の育苗補光に関する実験研究，第33回照学全大，pp.255-256 (2000).
- (17) 村上克介，洞口公俊，向阪信一，成日慶，齋藤直樹，森田富彦，清田信：育苗工場におけるHIDランプによる補光，1997年度日本農業気象学会近畿支部大会講演要旨集，pp.1-2 (1997).
- (18) 洞口公俊，村上克介，山中泰彦，大久保和明：分光放射計の植物栽培光環境への適用，生物環境調節学会誌，34-3，pp.196-197 (1996).
- (19) 例えば，相賀一郎：光バイオインダストリーのための光放射源，光バイオインダストリー，照明学会編，pp.152-161 (1992).
- (20) K. Murakami, I. Aiga, K. Horaguchi and M. Morita : Red/far-red photon flux ratio used as an index number for morphological control of plant growth under artificial lighting, *Acta Horticulture*, 418, pp.135-140 (1997).
- (21) 成日慶，清田信，平野高司：日の出前の青色光補光によるキュウリ苗の成長促進に及ぼす照射強度の影響，植物工場学会誌，9-4，pp.271-277 (1997).

(受付日2006年7月7日 / 採録日2006年12月1日)



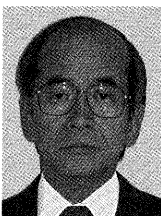
向阪 信一 (専門会員)

松下電工(株)中央照明エンジニアリング総合部  
〒571-8686 大阪府門真市大字門真1048  
1970年3月大阪市立大学工学部電気工学科卒。  
同年松下電工(株)入社。屋内照明設計技術の開発を経て、現在、植物育成・農業害虫防除・水産養殖などへの光放射応用の研究開発に従事。技術士(電気・電子部門)。日本植物工場学会会員。



洞口 公俊 (非会員)

ヤンマー(株)技術顧問  
〒530-0015 大阪市北区中崎西2-4-12梅田センタービル27F  
1941年生。同志社大学工学部電気工学科卒。松下電器産業(株)照明研究所を経て、現在、ヤンマー(株)技術顧問。生態工学会理事、バイオサイエンス研究会副会長、大阪府立大学生物資源開発センター共同研究員、学術博士。



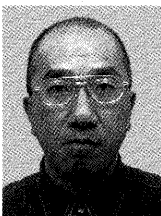
齋藤 直樹 (専門会員)

齋藤光源コンサルティング  
〒567-0009 大阪府茨木市山手台6-19-19  
1969年京都大学工学部電気工学第二学科卒。松下電子工業(株)、松下電工(株)にて、水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ、メタルハライドランプ等の研究・開発・商品化に従事。現在、HIDランプのコンサルティングに従事。



上條 和彦 (非会員)

松本ハイランド農業協同組合朝日支所  
〒390-1104 長野県東筑摩郡朝日村古見1503-1  
長野県農業技術大学校卒。朝日村農業協同組合、信濃朝日農業協同組合において営農指導員。種苗生産、堆肥、有機物供給等農業生産販売及び指導関係に従事。現在、松本ハイランド農業協同組合朝日支所営農生活課長、兼営農センター長。



村上 克介 (正会員)

三重大学生物資源学部  
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577  
1983年東京大学農学部卒。兵庫県庁勤務。1992年大阪府立大学大学院博士課程修了。学術博士。同大学助手、講師、助教授を経て、現在、三重大学教授(生物資源学部)。専門分野、生物環境制御学。