

短 報

明暗周期 1.5 時間における暗期中の補光が
植物の生育に及ぼす影響

稲 田 勝 美

(鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設)

Effect of Supplemental Lighting given during the Dark Period in
1.5-Hour Light-Dark Cycles on the Growth of Plants

Katsumi INADA

(Sand Dune Research Institute, Tottori University,
Hamasaka, Tottori 680, Japan)

昭和 63 年 6 月 6 日受理

明期と暗期を等時間とした明暗周期の長さを 24 h より短くすると、一般に植物の生育が阻害される^{1,2,4,5,9)}。最大の生育阻害を示す周期の長さは、植物材料や実験条件によって異なるが、多くは数分～数十分で、それより短い周期ではかえって阻害が小さくなる^{3,4)}。著者ら^{6,8)}は、等時間の明・暗期をもつ 24 h～0.5 h の明暗周期に対するリョクトウとコマツナの生育反応を調べ、1.5 h 周期で両作物の生育が最も劣り、これには気孔開閉機能の低下が関係していることを明らかにした。この結果から、軌道周期が約 1.5 h の宇宙基地での植物栽培用光源としては、太陽光のみでは明期の長さが決定的に不足しており、ランプを用いて明期を延長するか、全面的に人工照明によらざるを得ないことが示唆された⁶⁾。ジャガイモを用いた最近の研究でも、明期 60 min、暗期 30 min の明暗周期下で生長がとくに抑制され、このような軌道では太陽システムに補助照明装置を加える必要があることが指摘されている⁷⁾。しかし、宇宙基地において植物栽培装置に使用できる電力には限界があるため、補助照明に強光ランプを用いることは困難である。そこで、本研究では、1.5 h の明暗周期の暗期に弱光で補助照明(補光)を行って連続照明とした結果、著しい生育改善効果のあることを認めたのでその概要を報告する。

キーワード：宇宙基地，植物，補光，明暗周期

材料および方法

リョクトウ (*Vigna radiata* L., 品種不詳) およびレタス (*Lactuca sativa* L., “岡山サラダ菜”, タキイ種苗) を用い、バーミキュライトをつめたポット (10 φ×20 cm) に播種し、ハイポネックス (0.3～0.5%) を培養液として栽培した。播種後、各 10 ポットを深さ 12 cm の容器に入れて 1 組とし、各 1 組を 5 台のグロースチャンバー (コイトト

ロン HNL-35 DA 特殊型) 内に分配した。各チャンパーとも気温 23°C 一定、RH 約 70%、風速約 0.5 m s⁻¹ とした。主光源として、メタルハライドランプ (三菱 MLRBOC 400FUM, 400W 反射型) を、補光光源として BR タイプの蛍光灯 (東芝 “フィッシュルクス”, FL20S-BRF, 20W) を用いた (第 1 図)。光処理には、明・暗期を等しくして、地上の自然周期である 24 h 周期と地上約 500 km 上空を回転する宇宙基地の軌道周期に相当する 1.5 h 周期の区、および 1.5 h 周期の暗期 (45 min) を通して低 (L)、中 (M) または高 (H) の光強度で補光する区を設けた。明期 (補光区では強光期)、L、M および H の補光期の植物上部の高さにおける光合成有効光量子束 (PPF) は、それぞれ平均 300 (18.7 klx)、4.5、13.4 および 30.6 μmol m⁻² s⁻¹

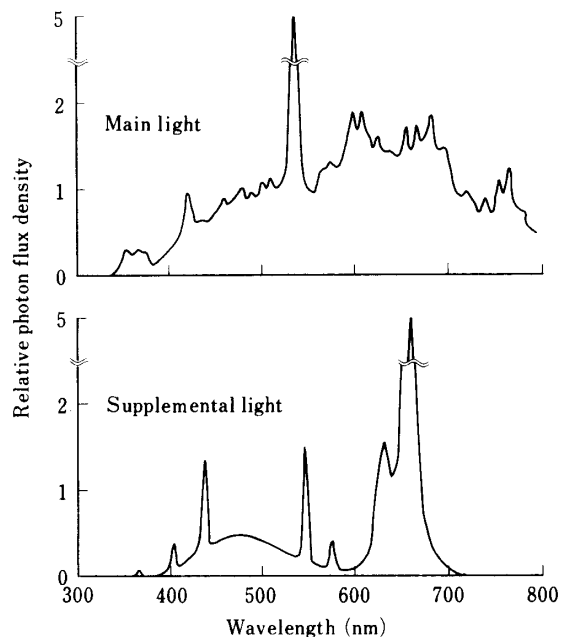


Fig. 1. Spectral photon flux distributions of the light sources. Measured with Licor spectroradiometer, LI-1800.

Table 1. Responses of growth and chlorophyll content in mung bean and lettuce plants to supplemental lighting given during the dark period of 1.5 h cycle.

Cycle length (h)	Mung bean				Lettuce			
	Stem length (mm)	Leaf area (cm ²)	Dry weight (mg)	Chlorophyll (mg dm ⁻²)	Leaf length (mm)	Leaf area (cm ²)	Dry weight (mg)	Chlorophyll (mg dm ⁻²)
24*	149 ^a	172 ^a	807 ^a	2.01 ^b	104 ^c	219 ^b	532 ^b	1.97 ^c
1.5*	89 ^d	25 ^d	68 ^c	0.97 ^d	111 ^{bc}	154 ^c	240 ^c	1.67 ^d
1.5 (L)**	100 ^c	44 ^c	105 ^d	0.97 ^d	124 ^a	224 ^b	432 ^b	2.11 ^c
1.5 (M)	125 ^b	93 ^b	229 ^c	1.43 ^c	114 ^{ab}	208 ^b	498 ^b	2.58 ^b
1.5 (H)	158 ^a	187 ^a	607 ^b	2.65 ^a	118 ^{ab}	321 ^a	950 ^a	2.92 ^a

*Consist of equal duration of light and darkness. **L, M and H denote low, medium and high intensities of supplemental lighting given in the dark period of 1.5 h cycle, respectively. Photosynthetic photon flux of the main light was 300 and L, M and H lights were 4.5, 13.4 and 30.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectively.

Growth parameters of mung bean and lettuce were measured 4 and 5 weeks after sowing, respectively, and each value indicates the mean of 10 plants. Chlorophyll content of leaves of both species was determined 25 and 30 days after sowing, respectively, and each value indicates the mean of 5 separate samples. Figures followed by a different letter within a column are significantly different at the 5% level.

に調整した。処理期間は、播種後リョクトウ4週間、レタス5週間とした。

結果および考察

処理による生育の差異は、リョクトウの播種後1週間までを除いて、いずれも明瞭に認められ、レタスよりもリョクトウで大きかった。最終調査の結果(第1表)、24 h 周期にくらべて1.5 h 周期下の生育は明らかに劣り、葉面積及び乾物重はリョクトウではそれぞれ15%及び8%、サラダナではそれぞれ70%及び45%であった。これらの生育阻害程度は、明期のPPFを175 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ とした既報^{6,8)}のリョクトウとコマツナの結果と類似している。

これに対して、1.5 h 周期の暗明を補光によって連続照明とすると、補光強度が大きいほど概して莖長、葉面積、乾物重および葉緑素含量が増大し、明らかに生育が改善された。PPF 30.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (強光期の約1/10)で補光した1.5(H)h 周期下のリョクトウおよびレタスの乾物重は、無補光の1.5 h 周期に比べてそれぞれ約9倍および4倍に達した。これらの値は、参考のため24 h 明暗周期と比較してもそれぞれ0.75倍及び1.8倍となった。ただしリョクトウでは、1.5 h 周期でみられた葉の黄化現象は低、中程度の補光区でも認められた。補光による乾物増加率は照射光量の増加率〔1.5(H)h 区でも10.2%〕よりもはるかに大きいことから、補光によって形態形成が正常になり、気孔抵抗が低下し

て光合成が盛んになり、その結果、強光期における植物体の光利用効率が増大したものと考えられる。

以上から、1.5 h 周期の主光源に太陽光を用い、暗期に光形態形成と光合成に有効な光質をもつランプで補光することによって、少ない電力で宇宙基地内での植物栽培が可能となることが示唆された。補光の光質および強度、補光を組み合わせた場合の明暗周期の長短などについてはさらに検討を要する。

謝辞：本研究は科学技術庁振興調整費によって農林水産省農業生物資源研究所において行われたもので、貴重な情報と示唆を頂いた航空宇宙技術研究所の新田慶次主任研究官に感謝する。

文 献

- Allard, H.A. and W.W. Garner 1941. J. Agric. Res. 63: 305-350.
- Berry, W. 1985. CELSS 85 Workshop, Calif. USA.
- Bonde, E.K. 1955. Physiol. Plant. 8: 913-923.
- Garner, W.W. and H.A. Allard 1931. J. Agric. Res. 42: 629-651.
- Highkin, H.R. and J.B. Hanson 1954. Plant Physiol. 29: 301-302.
- 稲田勝美 1985. 85' Japan. CELSS Workshop 101-105.
- Morrow, R.C., R.J. Bula and T.W. Tibbitts. 1987. Space Life Sci. Symp. Proc. Washington. DC.
- Takano, T., K. Inada and J. Takanashi. 1987. Adv. Space Res. 7: 149-152.
- Tukey, H.B. and H.J. Ketellapper 1963. Amer. J. Bot. 50: 110-115.