

|             |                                |      |         |
|-------------|--------------------------------|------|---------|
| 氏 名 (本 籍)   | 福 田 直 也 (和歌山県)                 |      |         |
| 学 位 の 種 類   | 博 士 (農 学)                      |      |         |
| 学 位 記 番 号   | 博 乙 第 1,493 号                  |      |         |
| 学位授与年月日     | 平 成 11 年 3 月 25 日              |      |         |
| 学位授与の要件     | 学位規則第 4 条第 2 項該当               |      |         |
| 学 位 論 文 題 目 | 深夜電力を利用した補光が数種蔬菜の生育並びに品質に及ぼす影響 |      |         |
| 主 査         | 筑波大学教授                         | 農学博士 | 高 柳 謙 治 |
| 副 査         | 筑波大学教授                         | 農学博士 | 岩 堀 修 一 |
| 副 査         | 筑波大学教授                         | 農学博士 | 坂 井 直 樹 |
| 副 査         | 筑波大学教授                         | 農学博士 | 前 川 孝 昭 |

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、人工光源の光質が植物の生育に及ぼす影響について、トマト、インゲンマメ、レタスおよびホウレンソウについて比較し、その上で、太陽光併用型植物工場における栽培技術として、安価な深夜電力を利用した蔬菜の補光栽培の可能性を検討したものである。

太陽光に近い波長分布を持つメタルハライド系陽光ランプ（白）を対照区として、それぞれ Li, Cu, および Mg などの元素を封入した特注のメタルハライド系ランプで赤、緑、青の波長域を含む光源、および、黄の波長域を含む光を放射する一般型高圧ナトリウムランプを用いて、蔬菜類の生育に及ぼす影響を評価した。波長域の長い光を多く含む、赤、黄の光が、白と同様に生育に良好な効果を示した。緑と青はいずれも生育にマイナスの効果を示したが、光強度の弱いときにはその程度は小さかった。葉面積は赤と黄の光では白と同じか大きくなる傾向があった。一方、緑と青の光では葉面積は、白の60～70%程度であった。光合成に対する光質の影響は、赤と黄とは白と同程度か、若干劣る程度であったが、緑ではかなり抑制された。また、従来の研究では、光合成速度が遅いと考えられてきた青色光下において、白と同程度の光合成速度が得られることが明らかとなった。

以上の結果から、深夜補光の光源には、演色改善型高圧ナトリウムランプ（前記の黄色光源に赤と青の波長域を強調したもの；HPS）か陽光ランプ（MH）が良いと判断された。一方で、青色光については光合成促進効果も認められることから、青色光ランプ（BL）についても検討した。深夜補光は電力料金の安い時間帯（午後11時から午前7時）とした。ここでは、簡易な水耕施設を備えた場所での周年生産を想定して実験を行った。

レタスなどの葉菜類では、いずれも深夜補光によって生育が促進された。補光をしない対照区に比べて、MH および HPS では地上部生体重で40～45%増加した。さらに、深夜補光中の光合成に有効な光は葉の伸長・展開を促進する赤色光を主に含み、かつ、葉からの蒸散を促進し、葉の正常な形態形成に必要な青の波長域をある程度含んだ MH または HPS 光源が良いことを示した。しかし、BL のみでは大きな生育促進効果は得られなかった。光強度は、作物の種類や栽培時期によって異なるが、一般に強光度ほど生育促進効果を示した。但し、レタスやシュンギクでは高温期に茎の徒長が目立った。深夜補光の時期は、その作物の生育初期よりも収穫期に近い生育後期のほうが生育促進効果が高かった。また、日中の日射量・日照時間ともに少ない秋～冬季のほうが、春～夏季よりも深夜補光の効果は大きかった。

ホウレンソウは長日で抽だい発生が多くなる傾向があるが、日長感應性の異なる4品種を供試して、秋～冬季にかけて30日間深夜補光栽培を行ったところ、いずれの品種も抽だいした。しかし、HPS 光源の強光下では花茎長の伸長が抑制された。これは長日条件下でも強い光強度条件下では数日で内生オーキシンの濃度が上昇したこ

と関係があるものと考えられた。同じくハウレンソウでは深夜補光中に、体内に硝酸イオンが集積されやすいという問題があるが、補光中の光強度を高めると硝酸還元酵素の活性が高まることと、収穫直前に培養液中の硝酸態窒素を除去することにより、体内の硝酸イオンを安全基準以下に抑えることが出来た。

以上のように、適当な光源を選んで葉菜類の深夜補光栽培を行えば、収量の増大と品質面での改善が図れること、施設の周年的・効率的利用が可能であることを示した。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、比較的強光度の人工光源を植物の生産に補助的に利用しようとして、光合成や植物の発育により有効な波長域を持つ光源を開発し、料金の安価な深夜電力を利用した蔬菜の補光栽培を行うための基礎資料を提供したものである。まず、独自に開発したメタルハライド系の光源（赤、緑、青）と従来型のメタルハライドランプ（白）および高圧ナトリウムランプ（黄）のもとで数種の蔬菜を生育させ、生長解析を行った結果、光合成や発育には赤・黄の波長域を含む光が有効で、緑は抑制的であることを確かめた。青色光は光合成促進効果をもつことを新たに見いだした。以上のことから、太陽光併用型植物生産施設を想定した場合の深夜補光の光源には、メタルハライドランプ（MH）は演色改善型高圧ナトリウムランプ（HPS）がよく、また、施設を有効に利用するためには、生育期間の長い果菜類は不適で、葉菜類に限定したほうがよいと考えたことは適切な判断であった。

レタス、シュンギク、ハウレンソウなどの葉菜類では、深夜補光によって生育が促進され、とくに光源直下での生育が良かった。深夜補光の時期に関しては、レタスでは、収穫前2週間程度の深夜補光により、地上部重を無補光区の40～45%増とすることが出来た。深夜補光には日長延長効果もあり、ハウレンソウでは品種により、また、栽培時期により、抽だい発生の問題がある。しかし、それについては補光光源・HPSの光強度を強くすることで抽だいを抑制でき、実用的には問題にならないことを示した。また、深夜補光を行うことによってハウレンソウの葉内硝酸イオン濃度が増加する問題があったが、水耕培養液中の硝酸態窒素濃度を収穫2日前にゼロにし、かつ、強光度の補光によって、葉身中の硝酸還元酵素の活性を高め、葉中の硝酸イオン濃度を安全基準以下に減らすことが出来た。以上の結果を基に、葉菜類の深夜補光栽培における年間の施設有効利用指針を策定した。

以上のように、本研究は、人工光源の再評価、とくに演色改善型HPSおよびMHの持つ光質の有用性を明らかにし、比較的安価な深夜電力を利用した深夜補光により、葉菜類の栽培で収量増と品質改善が可能なことを示した。また、生産現場での施設の有効利用についての指針を与えるものである。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。