ノート

# 省エネ型植物工場に向けた基盤技術の開発

高橋　靖*　岡田　英樹*

Development of Fundamental Technologies for an Energy Conservation Plant Factory

TAKAHASHI Yasushi* and OKADA Hideki*

## 1. 緒　言

植物工場は，土を使用し天候に左右されていた従来の農業と異なり，土を離れた養液栽培を基本とし環境を高度に制御する農作物の生産システムである。①季節，天候に左右されずに安定供給（納期，数量，品質，価格）が可能である，②地域や土地を選ばない，③単位面積あたりの生産性が高い，④養水分制御による食味の向上が期待でき，農薬，重金属，微生物などによる汚染が少ない，⑤労働が平準化でき作業環境が快適である，などの利点を有することから近年注目を集めている。

しかし，その反面，①設置コスト・運営コストが高い，②経済栽培可能な品目が少ない，③厳密な環境制御が難しい，④技術面・経営面の課題に対応できる人材の育成，など多くの課題を抱えている[1)]。このうち最も大きな課題である設置コスト・運営コストの削減には，安価に普及できる省エネ型植物工場技術の開発が不可欠であると思われる。植物工場のうち，太陽光を全く利用しないものを完全人工光型植物工場といい，栽培期間の短いレタスなどの葉菜類が商用生産されている。この形式では，照明にかかるコストが運営コストの約1／3と大きな割合を占めることから，効率的な照明方法が色々と検討されており，植物の光合成に有効な波長成分を有するLEDも利用されてきている[2) 3)]が，現時点では高価であるため，多くの導入には至っていない。

本研究では，完全人工光型植物工場の光源として現在最も多用されている安価な蛍光灯に様々な光質変換資材を組み合わせて光質のみを変化させた際のレタスの生育の違いについて検討した。

＊　下越技術支援センター

## 2. 試験

### 2.1 供試材

レタスの種子2種類（大創産業，‘チマサンチュ’，‘サニーレタス’）を充分吸水させたウレタンスポンジ（大きさ一辺30mmの立方体）に播種し，透明のプラスチックデシケーター内にて気温18℃，太陽光源下で45日間，発芽，育苗したものを試験に供した。

### 2.2 方法

15cm間隔に直径30mmの穴を6カ所開けた発泡スチロール製の定植パネル（大きさ450mm×330mm×t30mm）に供試材（前述の苗）を定植した後，気温15℃，湿度50%RH（ただし，気温，湿度は成り行き），光源に蛍光灯（18W×4本／定植パネル1枚当たり）を使用し，日長14時間，湛液方式による水耕栽培を実施した。なお，培養液は大塚ハウス肥料A処方の1倍濃度（EC1.4dSm$^{-1}$, pH4.2），液量4Lとし，定植から2週間後に培養液を全量交換し，4週間後に収穫した。

### 2.3 試験区

光源に蛍光灯（18W，3波長型昼光色，日立アプライアンス製 FL20SS･EXDX）と植物育成用蛍光灯（18W，スドー製トロピカルレッド S-3920）を使用し，さらに光質変換資材として蛍光パネル

表 1　試験区の設定

| 試験区 | 光源 | 光源からパネルまでの距離（mm） |
|---|---|---|
| 1 | 蛍光灯 | 150.0±0.0 |
| 2 | 蛍光灯＋蛍光パネル | 150.0－19.5 |
| 3 | 蛍光灯＋ピンクシート | 150.0－13.5 |
| 4 | 植物育成用蛍光灯 | 150.0－58.0 |

（厚さ 2mm，サクラ樹脂製アクリル集光パネル，蛍光ピンク）とピンクシート（厚さ 0.09mm，光変換光合成促進農法）を使用し，試験はこれらを組み合わせた表 1 に示す 4 試験区で実施した。なお，すべての試験区で定植パネル上面中心部における光量子束密度を約 230μmolm$^{-2}$sec$^{-1}$ となるように，試験区ごとに光源から定植パネル上面までの距離を設定した。

### 2.4　評価

#### 2.4.1　光源の発光スペクトル

光源および光質変換資材を介した光源の発光スペクトルを，発光分光測色機（大塚電子製 MCPD-100）を用い暗室内において測定した。光源から 150mm の位置に受光器を設置し，測定波長 400～800nm，波長間隔 1nm，測定時間 50msec の条件により，各波長におけるエネルギー補正出力を測定した。

#### 2.4.2　収量および外観

定植パネルの中心部に植えた‘チマサンチュ’，‘サニーレタス’の各 1 株について，生体重（地上部新鮮重量），茎径，および葉数を測定した。
また，外観を上部より撮影した。

#### 2.4.3　成分

収穫したレタスの成分を赤外分光分析により調べた。赤外分光光度計（パーキンエルマージャパン製 SpectrumOne）を使用し，ATR 法，測定波数 4000～650cm$^{-1}$，積算回数 16 回の条件にて測定した。

## 3.　結果および考察

### 3.1　光源の発光スペクトル

光源の発光スペクトルを図 1 に示す。試験区 2，3 は光質変換資材の効果により試験区 1 に比べ，400～600nm の青色緑色成分を減じ 600～700nm 赤色成分をわずかに増加させていることがわかった。また，試験区 4 は 660nm にピーク波長を持つ全体的になだらかなスペクトルであった。

### 3.2　収量および外観

各試験区における生体重と茎径，葉数を表 2 に示す。‘チマサンチュ’は，試験区 2 の生体重，茎径が大きく，試験区 3 の葉数が他に比べて多かった。‘サニーレタス’は，試験区 3 の生体重が他に比べて大きかった。外観を図 2 に示す。

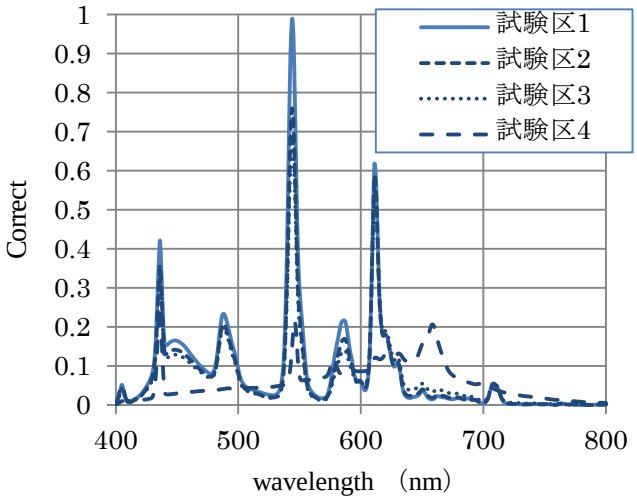


図 1　光源の発光スペクトル

表 2　収量

| 試験区 | チマサンチュ | | | サニーレタス | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 生体重 (gFW) | 茎径 (mm) | 葉数 | 生体重 (gFW) | 茎径 (mm) | 葉数 |
| 1 | 17.8 | 6.5 | 11 | 16.1 | 7.4 | 5 |
| 2 | 37.6 | 7.3 | 13 | 17.7 | 6.4 | 8 |
| 3 | 16.9 | 5.7 | 29 | 23.0 | 7.0 | 8 |
| 4 | 10.2 | 4.8 | 10 | 14.2 | 7.4 | 8 |

試験区 1

試験区 2

試験区 3

試験区 4

（上：チマサンチュ，下：サニーレタス）

図 2　外観

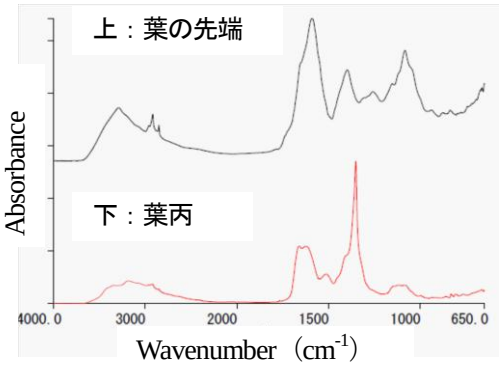


図 3　IR スペクトルの測定部位による違い

### 3. 3　成分

図 3 に試験区 1 の‘サニーレタス’の葉の先端，葉丙の IR スペクトルを示す。糖類（グルコース，フルクトース），有機酸塩，硝酸塩，アンモニウム塩などが検出された。また，測定部位による組成の違いが確認され，代謝の様子を知る手段として有効であることがわかった。各試験区の違いを論じるには、さらにサンプリング方法や測定条件について検討する必要があることがわかった。

## 4.　結　　言

（1）　光源の光質を変化させることで，レタスの収量，形態，および成分に違いが現れる可能性が確認された。

（2）　成分は測定部位による違いが大きいことがわかった。このためサンプリング方法や測定条件などの測定方法を確立し，成分の組成比や分布の違い等を明らかにする必要がある。

## 参考文献

1）　農林水産省ホームページ，“植物工場の普及と拡大に向けて”，http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/plant_factory/index.html ，2012 年 3 月 30 日閲覧.

2）　高辻正基，森康浩，LED 植物工場，日刊工業新聞社，2011，p116-129.

3）　後藤英司，“高品質な作物生産のための光環境制御技術”，施設と園芸，（社）日本施設園芸協会，144 号，2009，p10-15.