

## 速 報

シイタケ菌床栽培における発生過程の  
光環境が子実体の発育に及ぼす影響<sup>\*1</sup>新田 剛<sup>\*2</sup>・肥後一彦<sup>\*3</sup>・前田教行<sup>\*3</sup>・高橋克嘉<sup>\*4</sup>

新田 剛・肥後一彦・前田教行・高橋克嘉：シイタケ菌床栽培における発生過程の光環境が子実体の発育に及ぼす影響 九州森林研究 77：211－214, 2024 近年、消費電力が少なく、単色光が得られる等の特徴を持つ LED の利用が注目され、シイタケでは青色 LED を培養過程の菌床に一定条件で照射することによる子実体収量増加や培養期間短縮等の効果が報告されている。我々は発生過程における単色あるいは混合色 LED 光照射による子実体の形質及び収量等発育に及ぼす影響を調査した。その結果、光量子束密度を約  $5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  に調整した青・赤色混合 LED 照射区等において照射時間を蛍光灯区の 3 分の 1 まで短くしても、子実体収量、M サイズ以上の発生割合や柄の長さ及び太さ、あるいは傘の色彩は、蛍光灯区と同等であった。

キーワード：シイタケ、発生、LED、収量、形状

## I. はじめに

シイタケ菌床栽培は、温度や湿度調節のための空調設備を有する断熱性の高い閉鎖型栽培舎が主流となっている(2)が、光熱費や資材費の高騰が続いており、栽培コストの削減は喫緊の課題である。

閉鎖型栽培舎では、天井に設置された蛍光灯により発生操作や収穫等の作業及びシイタケ子実体の発育に必要な光環境を得ている。近年、消費電力が少なく、単色光が得られる等の特徴を持つ LED 照明器具の利用が着目されており、蛍光灯に比べ耐久性に優れ、衝撃に対しても比較的強いことから、宮崎県版 GAP である「ひなた GAP」認証制度においても異物混入のリスク評価と併せて導入を検討することとされている(7)。

これまで、シイタケでは青色 LED を培養過程の菌床に一定条件で照射することによる子実体収量増加や培養期間短縮等の効果が報告されている(1, 2)が、発生過程における LED の照射が子実体の発育等に及ぼす影響を調査した事例は少ない。しかしながら、閉鎖型栽培舎においては光制御が子実体収量や形質に影響を与える可能性がある上に、照射時間の短縮は光熱費の削減にも寄与できると考えられる。

そこで、今回、発生過程における単色及び混合色 LED の照射がシイタケ子実体収量や形質等の発育に及ぼす影響を調査したので報告する。

## II. 材料と方法

## 1. 供試材料及び供試菌

培地には、基材としてナラ類を主とする広葉樹の木粉、栄養材として米ぬか及びふすま(特フスマ 40, 日本製粉製)を用いた。

供試菌はシイタケ菌北研 600 号(北研製)とした。

## 2. 培地調製

広葉樹木粉、米ぬか、ふすまそれぞれを 31:4.5:4.5 の割合(全乾重量比)で混合し、水道水を加えて含水率を 60%(湿量基準)になるよう培地を調製した。培地をポリプロピレン製栽培袋に 2.7kg ずつ詰め角形(長さ 20cm 及び 12cm, 高さ 11cm)に成形した後、118℃で 50 分間高圧滅菌した。

## 3. 培養・発生条件

供試菌約 12g を滅菌後一晩放冷した菌床培地の上面に接種して、温度 21℃、相対湿度 70% の設定条件において暗所下で 100-102 日間培養し、その後、温度を 17℃一定、相対湿度を 80% 以上になるように設定した発生室で上面栽培法(4)により子実体を発生させた。初回発生後は 21-28 日毎に菌床上面のみ 4 時間浸水する発生操作を繰り返し、6-7 回子実体を発生させた。

子実体は 7-8 分開きを基準に収穫し、2L(直径 8cm 以上), L(直径 8-6cm), M(直径 6-4cm), S(直径 4-3cm), 2S(直径 3cm 以下), O(奇形)のサイズ別に仕分けして、子実体の発生個数と生重量を記録した。また、M 及び L サイズの子実体を対象に、柄の長さ、柄の太さをデジタルノギスにより測定し、更に、カラーリーダー(コニカミノルタ製, CR-20)を用いて、傘の中央表面の明度(L\*), 色度(a\*, b\*)を計測し、色空間を L\*a\*b\* 表色系で表した。

## 4. 光照射条件等

光照射条件等については表-1 のとおりとした(試験 1-4)。各試験とも、対照区としての蛍光灯区に対し単色あるいは混合色の LED 照射区を設け、光量子束密度は分光放射輝度計(コニカミ

<sup>\*1</sup> Nitta, T., Higo, K., Maeda, N. and Takahashi, K.: Effect of light environment during the flushing stage on fruiting body development in shiitake mycelial block cultivation.

<sup>\*2</sup> 宮崎県林業技術センター Miyazaki Pref. For. Tech. Ctr., Misato, Miyazaki 883-1501, Japan

<sup>\*3</sup> 宮崎県工業技術センター Miyazaki Pref. Ind. Tech. Ctr., Miyazaki 880-0303, Japan

<sup>\*4</sup> 宮崎県食品開発センター Miyazaki Pref. Food R&D Ctr., Miyazaki 880-0303, Japan

表-1. 各試験における照射区の概要

|     | 照射区        | 使用器具                           | 主波長<br>(nm)    | 放射光子束密度<br>( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | 混合比 <sup>*1</sup> | 照射時間 <sup>*2</sup><br>(時間) | 暗幕 <sup>*3</sup> |
|-----|------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| 試験1 | 蛍光灯        | 市販蛍光灯×1灯                       | —              | 5.4                                                                | —                 | 12                         | なし               |
|     | LED 青 + 赤1 | 特注LED電球型×3灯                    | 青：460 + 赤1:660 | 5.3                                                                | 青：赤1=5:4          | 12                         | A                |
|     | LED 白      | 市販LEDベースライト型 <sup>*4</sup> ×1灯 | —              | 5.6                                                                | —                 | 12                         | A                |
| 試験2 | 蛍光灯        | 市販蛍光灯×1灯                       | —              | 5.0                                                                | —                 | 12                         | B                |
|     | LED 青 + 赤1 | 特注LED電球型×3灯                    | 青：460 + 赤1:660 | 5.3                                                                | 青：赤1=5:4          | 12                         | B                |
|     | LED 白      | 市販LEDベースライト型 <sup>*4</sup> ×1灯 | —              | 5.6                                                                | —                 | 12                         | なし               |
| 試験3 | 蛍光灯        | 市販蛍光灯×1灯                       | —              | 4.7                                                                | —                 | 12                         | なし               |
|     | LED 青 + 赤1 | 特注LED電球型×3灯                    | 青：460 + 赤1:660 | 5.3                                                                | 青：赤1=5:4          | 4                          | C                |
|     | LED 青 + 赤2 | 特注LED電球型×3灯                    | 青：460 + 赤2:730 | 5.3                                                                | 青：赤2=1:1          | 4                          | C                |
| 試験4 | 蛍光灯        | 市販蛍光灯×1灯                       | —              | 5.6                                                                | —                 | 12                         | なし               |
|     | LED 青 + 赤2 | 特注LED電球型×3灯                    | 青：460 + 赤2:730 | 5.3                                                                | 青：赤2=1:1          | 4                          | C                |
|     | LED 青      | 市販LED電球型×3灯                    | 青：460          | 5.3                                                                | —                 | 4                          | C                |

<sup>\*1</sup>主波長を含む波長範囲で積分した光子束密度の主波長間の混合比を表す。<sup>\*2</sup>照射時間の「12」は6時から18時の間12時間連続照射し18時から翌日6時まで消灯したことを、「4」は1時間当たり10分間照射した後50分間消灯を繰り返し、1日当たり計4時間の照射時間としたことを示す。<sup>\*3</sup>暗幕の「A」は供試菌床を置いた栽培棚の前面、壁面、側面及び上面を囲ったことを、「B」は発生室の壁面に暗幕を貼った上で、隣接する照射区の光の影響がないと考えられる出入口側の短辺側面の暗幕をAの半分程度にしたことを、「C」は短辺側面の暗幕を貼らなかったことを示す。<sup>\*4</sup>LED白色は昼光色とした。

ノルタ製、CL-500 A) を使い、菌床上面における光子束密度を菌床を置く範囲内で複数箇所測定し、その平均が概ね  $5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  になるように照明器具と菌床上面の距離を調整した。照射時間は試験1、2では蛍光灯区と同様に12時間連続照射した後12時間消灯としたが、試験3、4のLED照射区については1時間当たり10分間照射した後50分間消灯を繰り返し、1日当たり計4時間の照射時間となるように設定した。光照射条件以外の環境要因を同一とするため、同じ発生室内で全ての照射区の子実体発生を行い、照射区間で光の混入を無くすために暗幕を設置した。ただし、試験1でLED照射区の栽培棚の床側以外の開放面、すなわち前面、壁面、側面及び上面を全て暗幕で囲ってしまったことによる温度や湿度、空調の風の当たり具合が暗幕を設置しない照射区と異なり、それが結果に影響を及ぼした可能性があると推察された。そのため、その後の試験においては、栽培棚の壁面を暗幕で囲わない代わりに発生室の壁面に暗幕を貼るとともに、光の混入に配慮しつつ、試験2では栽培棚の出入口側側面の半分を、試験3、4では栽培棚の出入口側側面を暗幕で囲う対象から外した(図-1)。なお、供試した菌床数は各照射区とも14ずつとした。

5. 遊離アミノ酸含量

収穫されたシイタケ子実体の傘部のみを直ちに冷凍保存し、発生回毎にまとめて凍結乾燥した。その後、高速微粉碎機で0.5mm以下に粉碎し試料とした。試料0.5gを0.02N HCL 25mLに添加し、ホモジナイズ及び超音波処理により遊離アミノ酸を抽出した。抽出液を0.45 $\mu\text{m}$ のフィルターでろ過後、アミノ酸分析計(日立製作所製、L-8900 BF、検出：ニンヒドリン発色法)により定量した。結果は乾燥シイタケ粉末100g当たりの重量(mg)に換算した。

6. 統計解析

試験1-4毎に説明変数を照射区(光条件)とし、応答変数は1菌床当たりの子実体の発生個数及び生重量とした。離散型データである発生個数については確率分布をポアソン分布と仮定し、過分散対処のため一般化線形混合モデルを、連続型データで

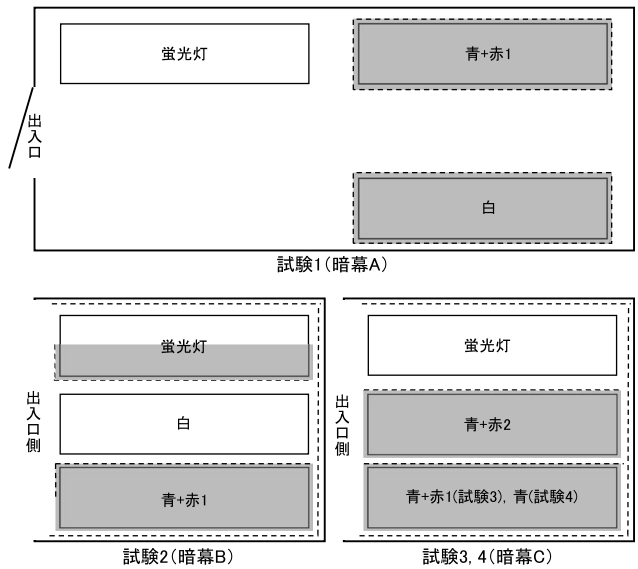


図-1. 照射区の配置と暗幕の貼り方  
実線は発生室内における各照射区の栽培棚の配置を、破線は栽培棚及び発生室の壁面に貼った暗幕の位置を、網掛けは栽培棚の上面に貼った暗幕の位置を示す。

ある生重量については確率分布を正規分布と仮定し、一般化線形モデルをそれぞれ当てはめ、マルコフ連鎖モンテカルロ法(以下、「MCMC」という)によるベイズ推定を行った。MCMCの収束は、乱数のステップごとにチェーンの遷移を可視化したトレースプロットにより同範囲に分布していることを視覚的に確認するとともに、有効サンプルサイズが100以上、Gelman-Rubin統計量 $\hat{R}$ が1.1未満であることとした(6)。MCMCにより推定された事後分布から得られる結果に基づいて、説明変数間の事後平均の差に対するベイズ信頼区間を計算し、0(ゼロ)が信頼区間に含まれていない場合、事後平均の差が統計的に有意であると評価した。解析には統計ソフトウェアR(version 4.2.2)と併せてrstanパッケージ(version 2.26.15 (Stan version 2.26.1))及びbrmsパッケージ(version 2.18.0)を用いた。

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. シイタケ子実体の発生個数及び生重量に及ぼす影響

表-2に子実体発生個数におけるベイズ推定の結果を、表-3に子実体生重量におけるベイズ推定の結果を示す。ベイズ推定は小規模なサンプルサイズの分析に効果的であることから、今回のデータに適用し分析を試みた。表には、収束が確認できたMCMC サンプルの平均値である事後平均、MCMC の標準偏差及び95 % ベイズ信頼区間を示した。事後平均と95 % ベイズ信頼区間はベイズ推定における重要な指標であり、MCMC サンプルの代表値としてパラメータの推定値とその信頼性を表すために用いられる(6)。

山下らの報告(9)において、LED単色光(紫外、青、黄、赤)及び暗黒環境下ではいずれのシイタケ子実体収量も蛍光灯区と比較して低値であった。しかし、山口らの報告(8)では赤色LED光の照射によりシイタケ子実体の生重量の増加と商品価値のあるMサイズ以上の個数が増加するとあり、山下らの報告(9)とは異なる結果であった。その後、供試菌をシイタケ菌XR1号(森産業製)を用いて行った青色と緑色あるいは青色と赤色の混合色LEDにおいて良好な結果を得た(5)ため、今回、供試菌を北研600号に変更し青色と赤色の混合色LED及び、今後、生産現場で蛍光灯の代替として利用される可能性があると考えられる市販の白色LEDの効果について検討した。なお、LED照射区の光量子束密度について、山下らの報告(9)では阿部の報告(1)

表-2. 子実体発生個数におけるベイズ推定の結果

| 照射区           | 事後平均 <sup>*1</sup><br>(個/菌床) | 標準偏差 | 95%ベイズ<br>信頼区間 |
|---------------|------------------------------|------|----------------|
| 蛍光灯           | 46 <sup>a</sup>              | 1.1  | [41, 51]       |
| 試験1 LED 青+赤 1 | 34 <sup>b</sup>              | 1.1  | [30, 39]       |
| LED 白         | 34 <sup>b</sup>              | 1.1  | [30, 39]       |
| 蛍光灯           | 40 <sup>a</sup>              | 1.1  | [36, 44]       |
| 試験2 LED 青+赤 1 | 45 <sup>a</sup>              | 1.1  | [40, 50]       |
| LED 白         | 41 <sup>a</sup>              | 1.1  | [37, 46]       |
| 蛍光灯           | 24 <sup>a</sup>              | 1.1  | [21, 29]       |
| 試験3 LED 青+赤 1 | 28 <sup>a</sup>              | 1.1  | [24, 32]       |
| LED 青+赤 2     | 26 <sup>a</sup>              | 1.1  | [23, 31]       |
| 蛍光灯           | 46 <sup>a</sup>              | 1.1  | [41, 52]       |
| 試験4 LED 青+赤 2 | 40 <sup>a</sup>              | 1.1  | [35, 45]       |
| LED 青         | 40 <sup>a</sup>              | 1.1  | [35, 45]       |

\*1異なるアルファベット間には統計的な有意差があることを示す。

表-3. 子実体生重量におけるベイズ推定の結果

| 照射区           | 事後平均 <sup>*1</sup><br>(g/菌床) | 標準偏差 | 95%ベイズ<br>信頼区間  |
|---------------|------------------------------|------|-----------------|
| 蛍光灯           | 996.0 <sup>a</sup>           | 43.1 | [913.2, 1082.8] |
| 試験1 LED 青+赤 1 | 782.2 <sup>b</sup>           | 43.0 | [692.2, 866.8]  |
| LED 白         | 780.9 <sup>b</sup>           | 43.7 | [696.4, 868.9]  |
| 蛍光灯           | 732.7 <sup>a</sup>           | 34.9 | [666.3, 800.2]  |
| 試験2 LED 青+赤 1 | 820.8 <sup>a</sup>           | 35.5 | [753.2, 890.1]  |
| LED 白         | 773.1 <sup>a</sup>           | 34.8 | [701.5, 843.4]  |
| 蛍光灯           | 610.7 <sup>a</sup>           | 46.7 | [518.3, 702.1]  |
| 試験3 LED 青+赤 1 | 671.4 <sup>a</sup>           | 46.4 | [577.7, 760.9]  |
| LED 青+赤 2     | 699.8 <sup>a</sup>           | 47.8 | [605.7, 793.5]  |
| 蛍光灯           | 788.2 <sup>a</sup>           | 43.9 | [704.1, 876.9]  |
| 試験4 LED 青+赤 2 | 706.9 <sup>a</sup>           | 44.1 | [623.2, 792.2]  |
| LED 青         | 805.3 <sup>a</sup>           | 39.1 | [728.5, 879.7]  |

\*1異なるアルファベット間には統計的な有意差があることを示す。

を参考に約 $10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ としたが、暗黒環境下よりもLED照射区の子実体収量が低値であったことから、LED照射区の光強度が強いのではないかと考え、今回の試験ではいずれの照射区も蛍光灯区と同程度の約 $5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ とした。

試験1において、子実体発生個数及び生重量いずれも蛍光灯区に対しLED照射区は有意に低かった。原因として、LED照射区の栽培棚の側面及び上面を全て暗幕で囲ってしまったことによる温度や湿度、空調の風の当たり具合等が、暗幕なしの蛍光灯区と異なったことが影響したのではないかと考えられた。そこで、試験2では暗幕を貼る栽培棚の短辺側面を試験1の半分程度にして試験を行った。その結果、蛍光灯区の値を100とした場合、LED青+赤1区は発生個数で113、生重量で112、LED白区は発生個数で103、生重量で106となり、いずれも蛍光灯区と同等の収量を得た。試験2の照射区間には統計的な有意差は得られなかったものの、蛍光灯の代替として利用できる。

試験3、4では、栽培棚の短辺側面の暗幕をほぼ設置せずに試験を行った。また、LED照射区では1日当たり照射時間は蛍光灯区の3分の1とした。試験3では蛍光灯区の100に対しLED青+赤1区は発生個数で117、生重量で110、LED青+赤2区は発生個数で108、生重量で115となり、蛍光灯区と同等の収量が得られた。更に、山下らの報告(9)において子実体収量が蛍光灯区より少なかったLED青区について、試験4で調査したところ、蛍光灯区の100に対し発生個数は87であったものの生重量で102であり、ほぼ同程度の収量が得られた。山下らの報告(9)においてLED青区の光量子束密度は $11.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ であり、今回、光強度を約半分、照射時間を3分の1にしても同程度の収量が得られた。しかしながら、LED青+赤2区は蛍光灯区の100に対し発生個数で87、生重量で90となり、試験3の傾向と異なった。試験4のLED青+赤2区の菌床は原因は不明ではあるが傷みが早く、他の照射区と比べ早めに菌床を廃棄せざるを得なかったことが影響したと考えられた。

#### 2. シイタケ子実体の形状及び色に及ぼす影響

表-4にサイズ別の子実体発生個数及び割合の比較を、表-5にL及びMサイズの子実体の形状と色空間の比較について示す。サイズ別の子実体発生個数では多少の増減はあるものの、試験1を除いて概ね同程度であり、比較的商品価値が高いとされるMサイズ以上の発生割合についても極端に他と異なる照射区はなかった。子実体の形状と色空間について、山下らの報告(9)において蛍光灯区やLED単色区の紫外や青に比べ、LED単色区の黄や赤、暗黒下で特に柄の長さが長く屈曲し、傘の色彩は薄く白っぽくなる傾向を示した。また、 $L^*a^*b^*$ 表色系は、色度(緑~赤)を表す $a^*$ 値はあまり差異がないものの、明度を表す $L^*$ 値及び色度(黄~青)を表す $b^*$ 値が特に高かった。今回の試験においては、LED混色区、LED白及び青区において、ほとんど差異のない形状と色空間を示すことがわかった。試験3、4は試験1、2に比べ1日当たりの照射時間を3分の1にしたにも関わらず、同程度の明度及び色度の値を示す結果となったことから、シイタケの形状及び色彩を蛍光灯区と同程度にするためには、青色の波長を中心とした光を数時間照射することにより可能と考えられたが、より詳細な条件については今後検討する必要がある。

表-4. サイズ別の子実体発生個数及び割合の比較

| 照射区                               | サイズ        |             |              |              |             | M 以上         | 計             |
|-----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
|                                   | 2 L        | L           | M            | S            | 2 S+O       |              |               |
| 試験1 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白     | 1<br>(2.0) | 8<br>(18.0) | 23<br>(50.2) | 10<br>(20.8) | 4<br>(9.0)  | 33<br>(70.2) | 47<br>(100.0) |
|                                   | 1<br>(2.3) | 7<br>(18.7) | 21<br>(59.9) | 5<br>(13.8)  | 2<br>(5.3)  | 28<br>(80.9) | 35<br>(100.0) |
|                                   | 1<br>(2.5) | 8<br>(21.9) | 17<br>(50.3) | 6<br>(18.4)  | 2<br>(6.8)  | 26<br>(74.7) | 35<br>(100.0) |
| 試験2 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白     | 0<br>(0.5) | 4<br>(10.3) | 23<br>(57.9) | 10<br>(24.7) | 3<br>(6.6)  | 28<br>(68.7) | 40<br>(100.0) |
|                                   | 0<br>(0.8) | 5<br>(10.2) | 26<br>(57.1) | 13<br>(27.9) | 2<br>(4.1)  | 31<br>(68.1) | 46<br>(100.0) |
|                                   | 0<br>(0.3) | 6<br>(13.6) | 23<br>(55.9) | 11<br>(26.0) | 2<br>(4.1)  | 29<br>(69.8) | 41<br>(100.0) |
| 試験3 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 青+赤 2 | 1<br>(3.7) | 6<br>(24.2) | 14<br>(55.6) | 4<br>(15.1)  | 0<br>(1.4)  | 21<br>(83.5) | 25<br>(100.0) |
|                                   | 1<br>(2.0) | 6<br>(22.3) | 18<br>(61.5) | 4<br>(13.8)  | 0<br>(0.5)  | 25<br>(85.8) | 29<br>(100.0) |
|                                   | 2<br>(5.8) | 7<br>(25.5) | 14<br>(53.3) | 4<br>(14.9)  | 0<br>(0.5)  | 23<br>(84.6) | 27<br>(100.0) |
| 試験4 蛍光灯<br>LED 青+赤 2<br>LED 青     | 1<br>(1.2) | 3<br>(5.8)  | 22<br>(47.0) | 14<br>(29.5) | 8<br>(16.5) | 25<br>(54.0) | 46<br>(100.0) |
|                                   | 0<br>(0.0) | 4<br>(10.8) | 19<br>(47.2) | 12<br>(30.4) | 5<br>(11.6) | 23<br>(58.0) | 40<br>(100.0) |
|                                   | 1<br>(1.4) | 5<br>(13.3) | 21<br>(51.5) | 9<br>(22.8)  | 4<br>(11.1) | 27<br>(66.1) | 40<br>(100.0) |

上段の値は1菌床当たりの実数の平均値(個)を、下段の括弧内の値は割合を示す。

表-5. L 及び M サイズの子実体の形状と色空間の比較

| 照射区                               | 柄の長さ<br>(mm) | 柄の太さ<br>(mm) | 子実体傘中央の色空間 |            |            |
|-----------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|
|                                   |              |              | L*         | a*         | b*         |
| 試験1 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白     | 31.5 ± 8.5   | 10.9 ± 2.2   | 24.7 ± 6.1 | 12.0 ± 2.1 | 15.3 ± 3.9 |
|                                   | 33.3 ± 8.1   | 10.8 ± 2.4   | 25.6 ± 6.2 | 12.0 ± 2.2 | 15.0 ± 3.8 |
|                                   | 36.0 ± 8.6   | 10.8 ± 2.8   | 28.0 ± 6.2 | 12.5 ± 2.2 | 16.8 ± 4.2 |
| 試験2 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白     | 35.4 ± 7.9   | 11.5 ± 2.1   | 29.4 ± 6.7 | 12.9 ± 2.4 | 17.0 ± 4.4 |
|                                   | 32.1 ± 8.3   | 11.3 ± 2.3   | 27.4 ± 6.3 | 12.5 ± 2.4 | 15.6 ± 4.1 |
|                                   | 34.5 ± 8.0   | 11.7 ± 2.5   | 28.0 ± 6.5 | 12.5 ± 2.5 | 16.1 ± 4.7 |
| 試験3 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 青+赤 2 | 38.7 ± 8.9   | 11.1 ± 2.4   | 28.7 ± 6.2 | 13.4 ± 2.2 | 17.2 ± 4.0 |
|                                   | 37.6 ± 8.6   | 11.1 ± 2.6   | 28.0 ± 5.9 | 13.5 ± 2.5 | 17.1 ± 4.5 |
|                                   | 39.4 ± 8.2   | 11.1 ± 2.1   | 28.1 ± 6.5 | 13.4 ± 2.4 | 16.9 ± 4.2 |
| 試験4 蛍光灯<br>LED 青+赤 2<br>LED 青     | 34.4 ± 9.7   | 11.0 ± 2.1   | 29.8 ± 7.5 | 11.9 ± 2.4 | 16.8 ± 5.1 |
|                                   | 35.3 ± 9.1   | 11.1 ± 2.1   | 32.0 ± 9.3 | 10.8 ± 2.4 | 16.1 ± 4.2 |
|                                   | 33.4 ± 9.7   | 10.9 ± 2.2   | 27.5 ± 7.5 | 11.9 ± 6.3 | 15.4 ± 5.3 |

値は平均値 ± 標準偏差を示す。

3. シイタケ子実体の全遊離アミノ酸含量に及ぼす影響

表-6に全遊離アミノ酸含量の比較を示す。遊離アミノ酸組成は同じきのこでも部位や生育段階、栽培条件、菌種、収穫後の貯蔵などによって変化するとされ、シイタケやツクリタケの幼菌では傘に多く、柄に少ないとされる(3)。普段の食習慣においてもシイタケの傘部のみを利用する機会が多いと思われることから、今回は全ての試験において傘部のみを分析対象とした。光環境の違いが子実体成分に及ぼす影響について調査したが、今回の試験の照射区間においては全遊離アミノ酸含量はほぼ同程度となっており、光環境の違いによるアミノ酸含量への影響は確認されなかった。

表-6. 全遊離アミノ酸含量の比較

| 照射区                               | 遊離アミノ酸含量<br>(mg/100g DW) |         |
|-----------------------------------|--------------------------|---------|
|                                   | 試験1                      | 試験2     |
| 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白         | 3,963.0                  | 4,043.7 |
|                                   | 4,233.4                  | 3,594.6 |
|                                   | 3,570.7                  | 3,449.6 |
| 試験2 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 白     | 2,459.8                  | 2,376.9 |
|                                   | 2,465.2                  | 3,417.8 |
|                                   | 3,516.9                  | 3,546.9 |
| 試験3 蛍光灯<br>LED 青+赤 1<br>LED 青+赤 2 | 3,417.8                  | 3,516.9 |
|                                   | 3,516.9                  | 3,546.9 |
|                                   | 3,546.9                  | 3,546.9 |
| 試験4 蛍光灯<br>LED 青+赤 2<br>LED 青     | 3,417.8                  | 3,516.9 |
|                                   | 3,516.9                  | 3,546.9 |
|                                   | 3,546.9                  | 3,546.9 |

値は、各試験の照射区ごとの凍結乾燥シイタケ粉末100g当たりの重量を示す。

今回の試験において、特定の波長のLED光照射による収量や形質等への優位性を見いだすことはできなかったが、照射時間を通常の蛍光灯区の3分の1まで短くしても、同様の形状等を有する子実体が同等の収量得られることがわかった。

近年、菌床製造にかかる資材費や光熱費の価格高騰が生産現場の経営を圧迫している。照明にかかる費用は温度等を調節する空調費用と比べると小さいかもしれないが、照明器具が蛍光灯からLED照明器具に交換が進む中で、シイタケ発生過程に必要な波長や光量を考慮しながら導入を進めることは重要である。

引用文献

- (1) 阿部正範 (2007) 日本きのこ学会誌 15 (2):103-108
- (2) 阿部正範・西澤 元 (2012) 日本きのこ学会誌 20 (2):107-109
- (3) 青柳康夫 (2006) シリーズ〈食品の科学〉キノコの科学 (菅原達幸編集), 朝倉書店, 東京, 56-67
- (4) 鮎澤澄夫 (2012) 日本きのこ学会誌 20 (1):37-38
- (5) 肥後一彦ら (2020) 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告 64:21-25
- (6) 松浦健太郎 (2021) Wonderful R2 Stan と R でベイズ統計モデリング (石田基広監修, 市川太祐ら編集), 共立出版, 東京, 1-78
- (7) 宮崎県林業技術センター森林資源開発部 (2019) 林業みやざき 561:12-13
- (8) 山口 亮・武藤治彦 (2002) 静岡県林業技術センター研究報告 32:25-28
- (9) 山下一男ら (2018) 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告 61:29-32

(2023 年 10 月 24 日受付; 2023 年 12 月 21 日受理)