

ロープ状およびサーチライト型電照光源の開発

山梨県工業技術センター・山梨県果樹試験場¹

阿部 治・河野 裕・平川 寛之・萩原 茂・齊藤 典義¹・宇土 幸伸¹・三森真里子¹

Development of Artificial Light Sources which are rope- and searchlight-types

Yamanashi Pref. Industrial Technology Center, ¹Yamanashi Pref. Fruit Tree Experiment Station
Osamu ABE, Hiroshi KONO, Hiroyuki HIRAKAWA, Shigeru HAGIHARA,
Noriyoshi SAITO¹, Yukinobu UDO¹ and Mariko MITSUMORI¹

要 約

ロープ状の人工光源およびタイマー機能付き電源装置を試作し、光出力特性を測定したところ、LEDからの距離が28cmまでであれば、果粒肥大の効果を得るために必要な光子束密度が得られることがわかった。また回転することにより、ブドウ棚面に対して間断照射することのできるサーチライト型電照光源を試作した。

Abstract

We developed artificial light sources of rope-type and power supply unit with timer function. And we tested optical output of these artificial light sources. Then, we found that it is enough for photon flux density to grow berry weight. And we developed artificial light sources of searchlight-type which could irradiate intermittently to grapes.

1. 緒 言

ブドウの施設栽培は、早期出荷による収益の向上、露地ブドウとの労力分散などから、山梨県のブドウ経営にとって重要な作物の一つである。しかし、早期出荷を目指す場合、日長や日射量などの光環境が不良なため、露地栽培に匹敵するような高品質な果実生産をすることが難しい。一方、山梨県産果実に対する市場の要求は高く、早期に出荷するブドウであっても高品質なものが求められる。そこで、本研究では、施設内で人工光を利用し、補光などによって日長制御し、光環境の改善を図り、早期出荷が可能で、かつ品質も高いブドウの生産技術について明らかにする。

これまでに、夜間電照により日長を制御することで果粒肥大が図られることが明らかになっている¹⁾。しかし、有効な波長域や効率的な照射方法は明らかになっていない。

そこで、光環境を改善して生育の促進を図ることを目的に、蛍光灯や近年利用が拡大している発光ダイオード(LED)などの人工光源を利用し、安定生産と果実品質を向上させる技術を開発する。すなわち、夜間電照による日長の制御および朝夕や曇雨天時の補光などの方法によるブドウの生育促進および果実品質の向上を実現する

栽培技術を確認する。

平成19年度、当センターでは、施設内使用を想定した耐水性や耐熱性を配慮した人工光源を製作するために、高輝度LEDの発光波長や光出力分布特性を調査し、最も適切なLEDを用いた光源の開発を行った²⁾。

これら光源を用いて果樹試験場の施設において、平成19年2月から3月にかけて照射実験を行った。12月加温4月出荷の超早期加温「種なしピオーネ」を対象に、開花～着色始期までの約40日間、暗期中断のため3時間(23:00～2:00)、下方から棚面に向けて光を照射する電照を行ったところ、赤色LED(波長660nm)の照射で顕著な果粒肥大効果が認められた。光強度と果粒肥大との関係について検討したところ、光子束密度が $1.0\sim 1.5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ までは、光強度が強いほど果粒肥大が良好になったが、それを超えると頭打ちになった。また、赤色LEDを用い、連続照射と15秒間隔で点灯と消灯を繰り返す間断照射を比較したところ、間断照射においても十分な果粒肥大効果が認められた。

以上のことから、電照方法として、低照度の光源を棚面に高密度で設置する方法(ロープ状電照光源)、高出力な光源で棚面をスキャンする方法(サーチライト型電照光源)が適していることがわかった。

これらの照射方法を実現するために、ロープ状電照光

源およびサーチライト型電照光源を試作したので報告する。

2. 実験方法

2-1 ロープ状電照光源

図1に示すように、砲弾型LEDをロープ状に接続し、その接続部をポリオレフィン樹脂製の熱収縮チューブで封止した防水型ロープ状電照光源を試作した。使用したLEDは、発光波長660nmの赤色であり、このLEDを60mm間隔で100個配置した。なお発光波長が660nmのLEDは市販されているものが少なく高価である。そこで、一般的に使用されている発光波長635nmの赤色LEDを使用したイルミネーション用のロープ状電照光源（やまと興業株式会社製LED Rattan 100bおよびLED Rope

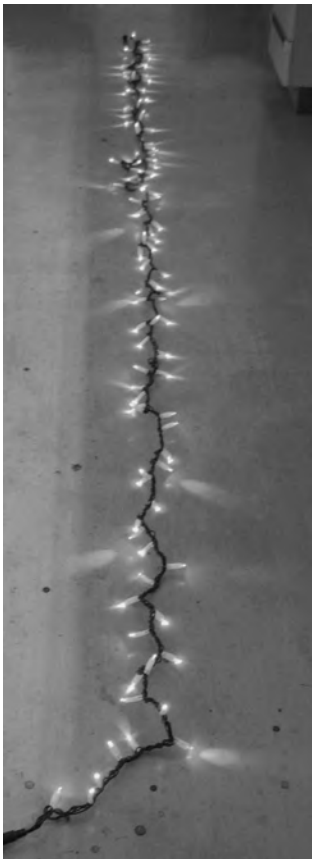


図1 試作したロープ状電照光源

表1 ロープ状電照光源の発光波長、配置間隔および長さ

	発光波長	配置間隔	長さ
作製したロープ状電照光源	660nm	60mm	6m
市販のロープ状電照光源 LED Rattan 100b	635nm	60mm	6m
市販のロープ状電照光源 LED Rope 11mm	635nm	27.8mm	32m*

*ただし1.33m毎に切断可能

11mm)を購入し、波長による育成状況の確認を行うこととした。表1にこれらのロープ状電照光源の発光波長、LEDの配置間隔および長さを示す。また図2に、購入したロープ状電照光源を示す。

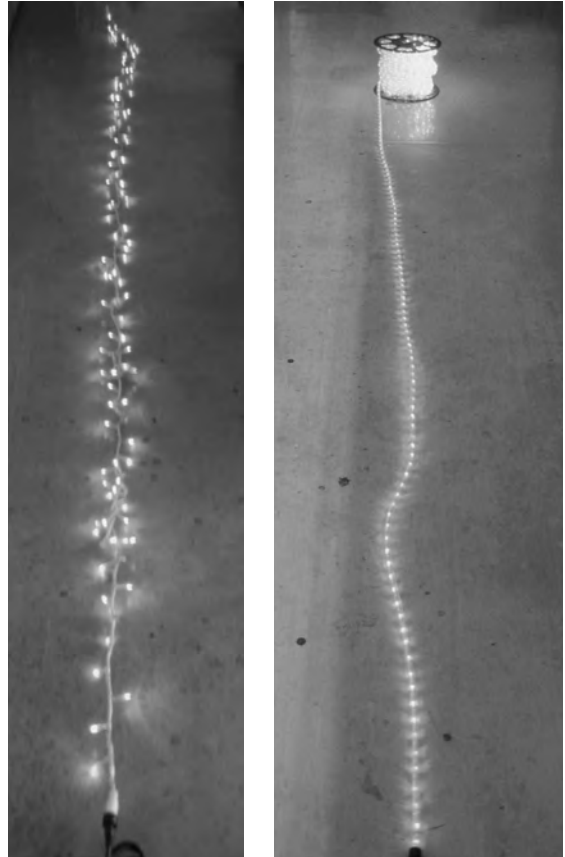


図2 購入したロープ状電照光源
(左: LED Rattan 100b 右: LED Rope 11mm)

また果樹試験場における照射実験から、15秒間隔で点灯と消灯を繰り返す間断照射においても十分な果粒肥大効果が認められたため、ロープ状光源の点灯時間と消灯時間を0から60秒の間で1秒単位で設定可能なタイマー機能付き電源を作製した。図3にその外観と内部の様子



図3 タイマー機能付き電源の外観と内部の様子

の様子を示す。

この試作したロープ状電照光源の光出力が、LEDからの距離によりどのように変化するかを測定した。測定には光パワーメータTQ8215（株式会社アドバンテスト製）を使用した。

2-2 サーチライト型電照光源

高出力な光源で棚面をスキャンする方法として、サーチライト型電照光源を作製した。平成19年度に作製した電灯タイプ光源（長方形、直線型、高輝度の3種類²⁾を任意の角度で保持できるホルダー部と、ホルダー部を毎分0.5~7.8回転で回転させる機構を備えている。図4にホルダー部の設計図面を示す。ホルダー部は250mm×300mmのステンレス製パンチングパネルであり、パ

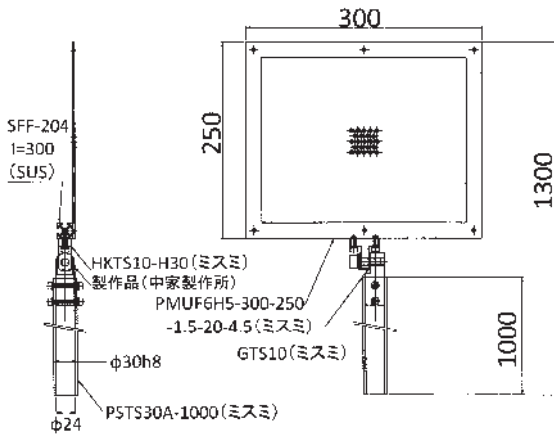


図4 サーチライト型電照光源ホルダー部の設計図面

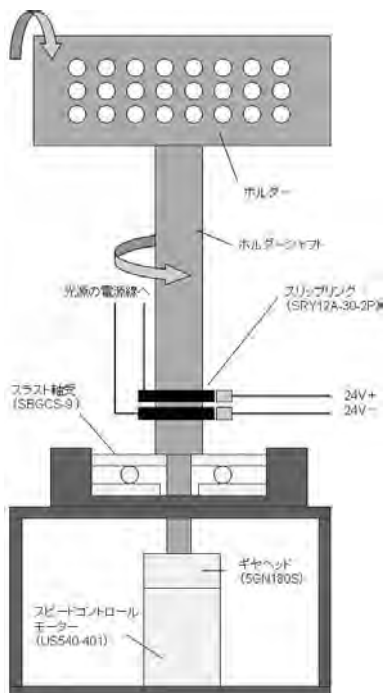


図5 サーチライト型電照光源回転機構の概略図

ンチ穴にタイラップなどで固定するため、様々な形状の光源に対応可能である。

また図5に回転機構の概略図を示す。回転機構は、可変速度範囲90~1400min⁻¹のスピードコントロールモーターUS540-401（オリエンタルモーター株式会社製）と減速比180のギヤヘッド5GN180S（オリエンタルモーター株式会社製）を使用した。光源への電源供給ケーブルが回転により絡まるのを防ぐために、スリップリングSRY12A-30-2P（協栄電機株式会社製）を使用した。ホルダー部の重量がモータに直接かかることを避けるために、垂直荷重を受けるスラスト軸受（株式会社ミスミ製SBGCS-9）を使用した。

圃場での照射実験では、電灯タイプ直線型光源をホルダーに固定して使用した。

3. 結果および考察

3-1 ロープ状電照光源

図6、図7および図8に、試作したロープ状電照光源（発光波長660nm）、LED Rattan 100b（発光波長635nm）およびLED Rope 11mm（発光波長635nm）の光出力の測定結果をそれぞれ示す。果粒肥大の効果を得るためには、光子束密度が1.0~1.5 μmol・m⁻²・s⁻¹程度必要であり、光出力に換算すると、発光波長635nmの場合にはおよそ18.8~28.3 μW・cm⁻²、発光波長660nmの場合にはおよそ18.1~27.2 μW・cm⁻²の光出力が必要となる。試作したロープ状電照光源では、LEDからの距離が28cmまでであれば、光出力が18.6 μW・cm⁻²以上であることがわかった。LED Rattan 100b（発光波長635nm）およびLED Rope 11mm（発光波長635nm）では、LEDからの距離がともに2cmまでであれば、光出力が20 μW・cm⁻²以上であることがわかった。加温ハウス内に設置する場合には、試作したロープ状電照光源は高出力であるため、ブドウの葉から離れた位置であっても、効果が得られると考えられるが、市販のロープ状電

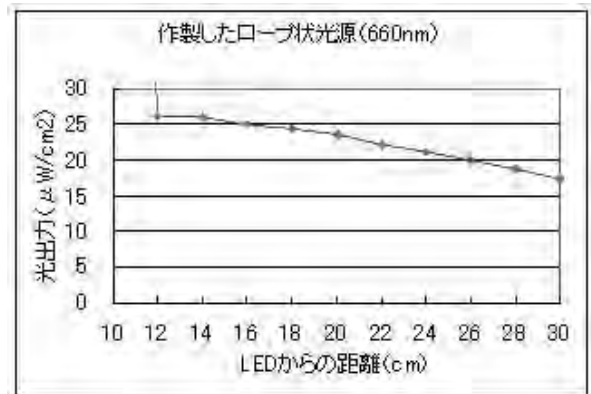


図6 試作したロープ状電照光源（発光波長660nm）の光出力

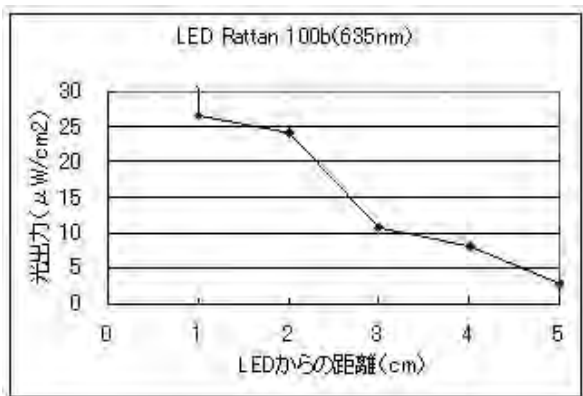


図7 LED Rattan 100b (発光波長635nm) の光出力

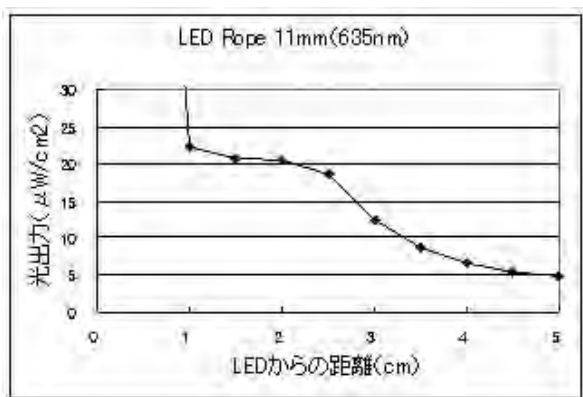


図8 LED Rope 11mm (発光波長635nm) の光出力

照光源の場合には、ブドウの葉のごく近傍に設置する必要があるため実用的ではないことがわかった。今後施設内での人工光照射について検討する。

3-2 サーチライト型電照光源

試作したサーチライト型電照光源では、平成19年度に作製した電灯タイプ直線型光源をホルダーに固定して使用した。この光源の光出力分布については前報にて報告しているが、LEDから2m離れた平面において、 $18.1 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ 以上の光出力分布が得られている²⁾。これらの光源を一定速度で回転させることにより、ブドウ柵面に対して間断照射を行うことが可能となった。

実際の圃場では、図6に示すように、電灯タイプ直線型光源2個をホルダーに固定し、その角度は約5度として照射実験を行った。この状態で、毎分6回転で回転させて、10秒に1回光を照射するようにしている。光は約15m先まで到達することを確認した。

4. 結 言

ロープ状の人工光源およびタイマー機能付き電源装置を試作し、光出力特性を測定したところ、LEDからの距離が28cmまでであれば、果粒肥大の効果を得るため



図9 サーチライト型電照光源の照射の様子

に必要な光量子束密度が得られることがわかった。また回転することにより、ブドウ柵面に対して間断照射することのできるサーチライト型電照光源を試作し、15m先まで光が到達することを確認した。

参考文献

- 1) 武井和人他：平成13年度山梨県果樹試験場成果情報, p.194-195 (2002)
- 2) 萩原茂, 阿部治他：山梨県工業技術センター研究報告, No.22, P.175-178 (2008)