

人工光利用による施設栽培ブドウの高品質化技術の開発

－ 人工光源の開発 －

萩原 茂・阿部 治・平川 寛之・齊藤 典義*¹
宇土 幸伸*¹・三森真里子*¹・中込 一憲*¹

Development of Technology to Enhance Quality of Grapes Cultivated under Structure with Artificial Lights

－ Development of Artificial Light Sources －

Shigeru HAGIHARA, Osamu ABE, Hiroyuki HIIRAKAWA, Noriyoshi SAITO*¹,
Yukinobu UDO*¹, Mariko MITSUMORI*¹ and Kazunori NAKAGOMI*¹

要 約

ブドウ栽培用の施設内で人工光を利用し、早期出荷が可能で、かつ品質も高いブドウの生産技術を開発するため、耐水性や耐熱性を考慮した人工光源を製作した。高輝度LEDの発光波長や光分布特性を調査し、最も適切なLEDを用いた光源の開発を行った。

Abstract

We developed artificial light sources in consideration of resistivity against water and heat to develop of technology which enables to harvest early and to enhance quality of grapes under structure. We tested wavelength and optical output of some kinds of bright LEDs, and then we developed artificial light sources using suitable LEDs.

1. 緒 言

ブドウの施設栽培は、収益性が高く、経営安定を実現する上で有効な手段である。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は難しい。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、施設内で人工光を利用し、日長制御や補光などによって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の開発を目指す。

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。また、日長制御以外に光を有効活用する技術については未検討である。

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。具体的には、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り、ブドウの生育促進、果実品質の向上を実現する栽培技術を確立する。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. 実験方法

2-1 電灯タイプ長方形光源

図1に示すようにLEDを長方形に配列し、樹脂で封止した防水型光源を作製した。LEDの配色と発光波長を表1に示す。波長による育成状況の確認を行うことを目的に、5色のLEDを使用して8種類の光源を作製した。また図2に示すように電源部として防水および放熱を考慮した24V直流電源を作製した。

*1 山梨県果樹試験場

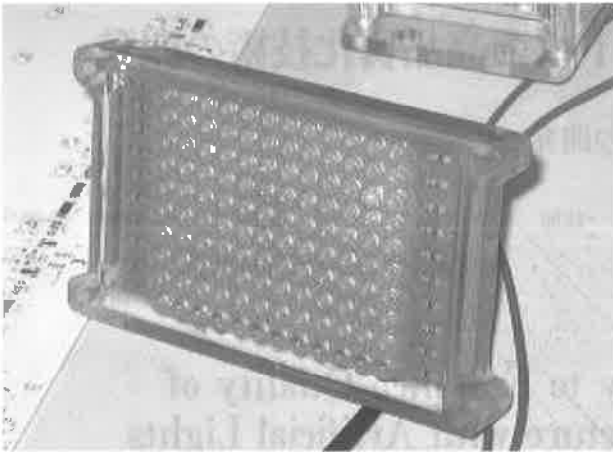


図1 電灯タイプ長方形光源

表1 電灯タイプ長方形光源の配色と発光波長

	LEDの配色	発光波長
1	赤100%	660nm
2	青100%	470nm
3	赤80% 青20%	赤660nm, 青470nm
4	赤50% 青50%	赤660nm, 青470nm
5	赤20% 青80%	赤660nm, 青470nm
6	黄100%	590nm
7	緑100%	522nm
8	白100%	450~700nm

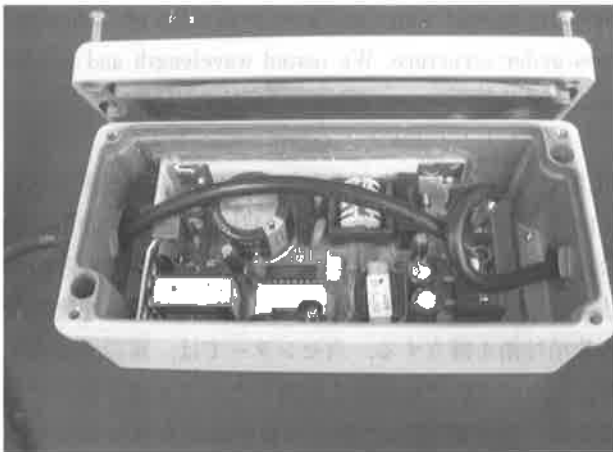


図2 防水型電源

2-2 電灯タイプ直線型光源

図3に示すように赤色または青色のLEDを直線状に配列し、樹脂で封止した防水型光源を作製した。使用したLEDの発光波長を表2に示す。また電源部として防水および放熱を考慮した24V直流電源を作製した。

2-3 電灯タイプ高輝度光源

図4に示すように赤色および青色の高輝度LEDを使用した電灯タイプの光源を作製した。使用したLEDの発光波長を表4に示す。1つの光源について赤色LED



図3 電灯タイプ直線型光源

表2 電灯タイプ直線型光源の発光波長

	LEDの配色	発光波長
1	赤	660nm
2	青	470nm

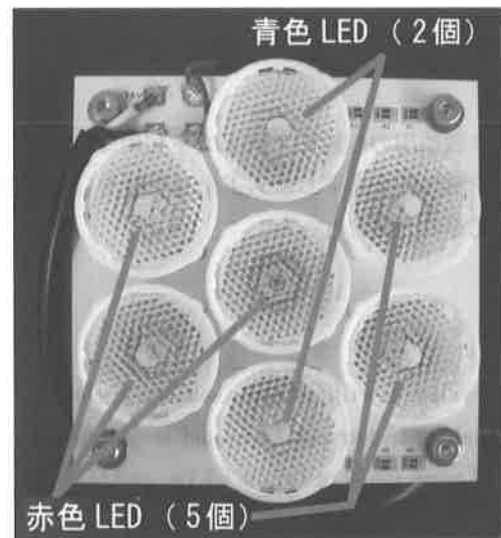


図4 電灯タイプ高輝度光源

表3 電灯タイプ高輝度光源に使用したLEDの発光波長

	LEDの配色	発光波長
1	赤	617nm
2	青	470nm

を5個、青色LEDを2個使用している。広範囲に光を到達させるために各LEDに拡散レンズを取り付けている。高輝度LEDは通常のLEDよりも発熱量が多いため、LEDを実装する基板は熱伝導率の高いアルミニウム製とし、さらにアルミニウム製の放熱板とファンを取り付けて、放熱性に優れた構造とした。また電源部として防水および放熱を考慮した24V直流電源を作製した。

2-4 ロープタイプ光源

図5に示すように赤色または青色のLEDを使用したロープタイプの光源を作製した。使用したLEDの発光波長を表4に示す。施設内での使用を考慮し、耐水性に

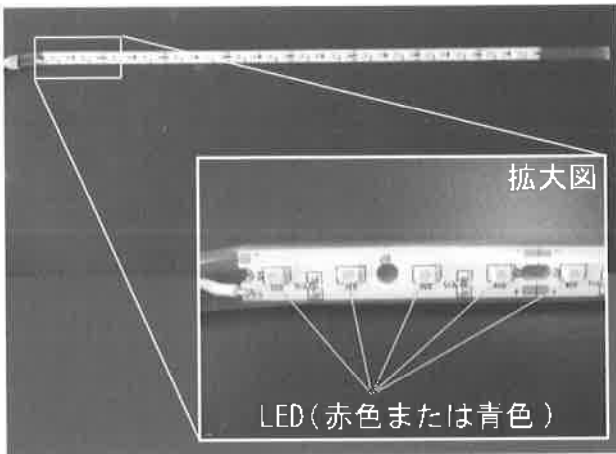


図5 ロープタイプ光源

表4 ロープタイプ光源に使用したLEDの発光波長

LEDの配色	発光波長
赤	630nm
青	470nm

優れ、設置が容易な構造とするために、各LEDはフレキシブルな基板に実装し、透明なホースの中に収められている。

3. 結果と考察

3-1 光出力分布特性

作製した光源を床面から1m、壁面から2m離れた位置で、壁面に対して垂直に光を照射するように設置し、壁面上での光出力分布を測定した。図6から図8に、電灯タイプ長方形光源(赤100%)、電灯タイプ直線型光源(赤)および電灯タイプ高輝度光源の光出力分布の測定結果をそれぞれ示す。壁面上の水平方向をx軸、垂直方向をy軸として、光源の中心にあたる位置を(x, y) = (0, 0)とした。壁面上での光出力分布には対称性があるため、x > 0かつy > 0の領域について測定を行った。いずれの場合においても、光源の形状に応じた、均一な光出力分布が得られた。高輝度光源では、強い光が広範囲に到達していることが確認できた。実際の施設内の状況に合わせて、これらの光源を使い分けることで、効率的な人工光照射を行うことが可能となる。

3-2 温度特性

施設内で使用されることを想定し、高温下での環境試験を行った。使用中の温度が最も高くなるのは、高輝度LEDを使用している場合であるため、電灯タイプ高輝度光源を40℃の恒温槽に入れ、光源および電源の温度変化を測定した。図9に電灯タイプ高輝度光源のLED表面、抵抗素子表面および電源内部の温度変化を示す。発光開始直後は急激な温度上昇が見られるが、その後は

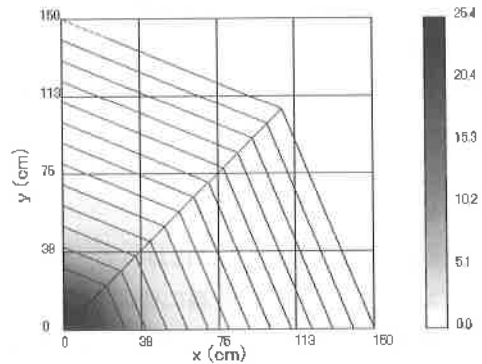


図6 電灯タイプ長方形光源(赤100%)の光出力分布 (単位: μW)

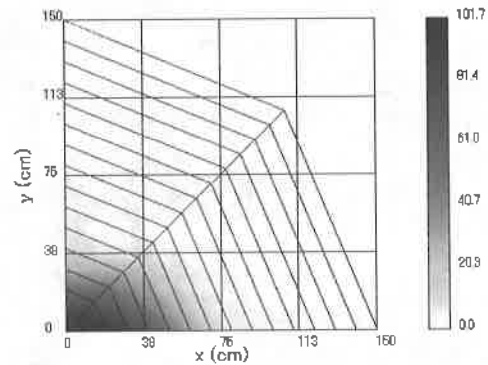


図7 電灯タイプ直線型光源(赤)の光出力分布 (単位: μW)

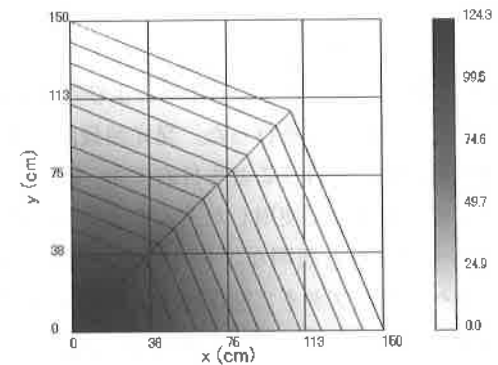


図8 電灯タイプ高輝度光源の光出力分布 (単位: μW)

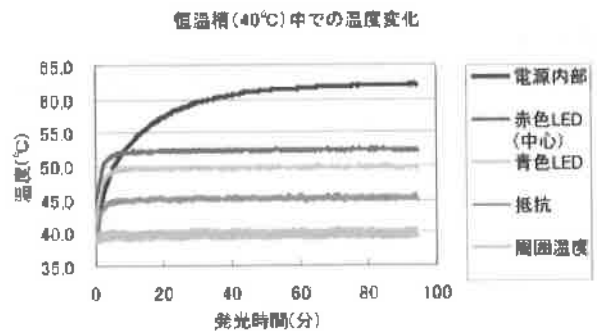


図9 電灯タイプ高輝度光源の温度変化

温度変化は小さくなり、ほぼ一定の値となった。発光時の温度はLED、抵抗素子および電源の動作保証範囲内に保たれることを確認し、光源の放熱設計が適切であることがわかった。

3-3 施設での人工光照射

山梨県果樹試験場の加温ハウスにおいて、作製した光源の照射実験を行っており、順調に機能を続けている。照射の様子を図10に示す。今後も引き続き照射実験を行い、ブドウの育成促進および果実品質向上に有効な波長域を明らかにする計画である。

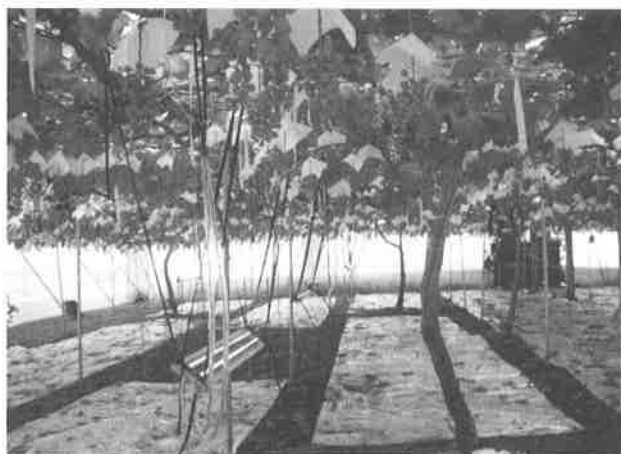


図10 人工光源による光照射の様子

4. 結 言

LEDを使用した防水型の人工光源および電源装置を数種類製作し、照射実験を行った。発光波長は、波長による育成状況の確認を行うことを目的に赤、黄、緑、青、白を単色または混合して使用した。人工光源は、電灯のように照らすタイプと透明なハウスの中に多数のLEDを一行に並べたロープタイプを作製し、その光出力分布特性を明らかにした。また高温の環境下で試験を行い、光源および電源装置の温度が動作保証範囲内に保たれることを確認し、光源の放熱設計が適切であることを確認した。

参考文献

- 1) 武井数人他：平成13年度山梨県果樹試験場成果情報，p.194-195 (2002)