

岡山県ピオーネ栽培における夜間 LED 照射による 着色促進の検討

1 目的

ピオーネは大粒、濃厚な甘さに程よい酸味を持つ黒系ぶどうである。しかし、県南部では、夜間の高温等による、着色不良が問題となっている。近年 LED による夜間照射が着色及び糖度を向上させるという報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾がある。そこで岡山農大のピオーネにおいても、LED の夜間照射が着色等の果実品質に及ぼす影響を検討した。

2 実施概要

(1) 場所：岡山農大 簡易被覆ブドウ園

(2) 品種：ピオーネ 10 年生 1 樹

(3) 栽培概要

1) 作型：簡易被覆栽培

2) 栽植密度：16 本/10a

3) 作付け体系（生育ステージ）及び主な管理作業

(○発芽 ×満開 △ホルモン処理 ●袋掛け ★果粒軟化 ▽LED 照射 □成熟期)

○ ——— ×△ ——— ● ——— ★▽ ——— □
4/21 5/31 6/25 7/16 7/29

4) 整枝方法：WH 型短梢剪定

5) かん水：10 日に 1 回程度(天候に応じて)

6) ホルモン処理：満開期 1 回処理 ジベレリン 25ppm+フルメット 10ppm

7) 主な病害虫：べと病、晩腐病、うどんこ病、ハダニ類、コガネムシ類等

(4) 調査区

	電照時間	
LED 区	20:00~2:00	<ul style="list-style-type: none"> ・赤色 LED (660nm) ユニット (カネヒロデンシ試作品) を使用。 ・LED ユニットは果実袋の底に設置し、光量が $50 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 程度になるように、果房から 10 cm 程間隔を空けて設置。
無処理区	なし	

(5) 調査項目及び調査方法

1) 生育調査

新梢長、基部径、葉色について、満開期、果粒軟化期に調査した。

2) 果皮色の推移調査

果粒軟化期に入った 7 月 16 日から 1 週間おきに、果皮色の調査を行った。

3) 温度調査

LED 照射開始と同時期にデータロガー (おんどとり) を設置し、30 分ごとに果実袋周辺の温度を調査した。

4) 収穫期調査

果房重、果粒重、果皮色、糖度を調査した。

5) ランニングコスト及び、LED ユニット設置時間調査

LED ユニット消費電力から、ランニングコストを検討した。
設置時間の計測を行い、作業時間を計算した。

3 調査結果

(1) 生育調査結果

新梢長は、LED 区を開花前の摘心でやや短く切りすぎていたため満開期は短くなったが、その後の管理により、両区の新梢長はほぼ同等となった（図 1）。

新梢基部径は、満開期、果粒軟化期ともに両区ともほぼ同等だった。（図 2）。

葉色（SPAD）は、満開期には LED 区が無処理区に比べ高かったが、果粒軟化期には LED 区の数値が下がり、無処理区の数値が上がり、ほぼ同等となった（図 3）。

以上の結果から、新梢長、葉色は、果粒軟化期で生育がそろい、新梢基部径は、満開期、果粒軟化期ともに同等であったため、樹勢が揃った状態で処理を行うことができた。

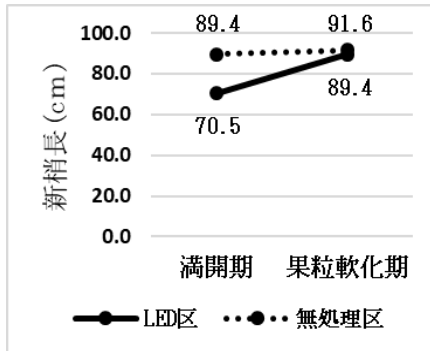


図 1 新梢長の推移

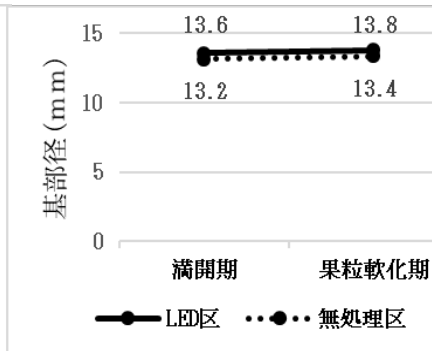


図 2 新梢基部径の推移

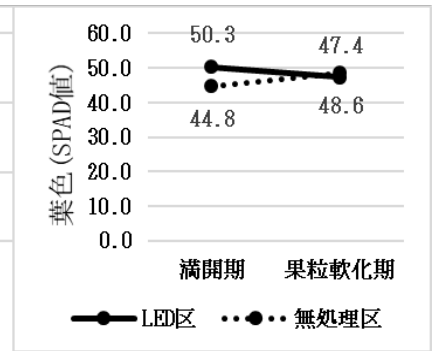


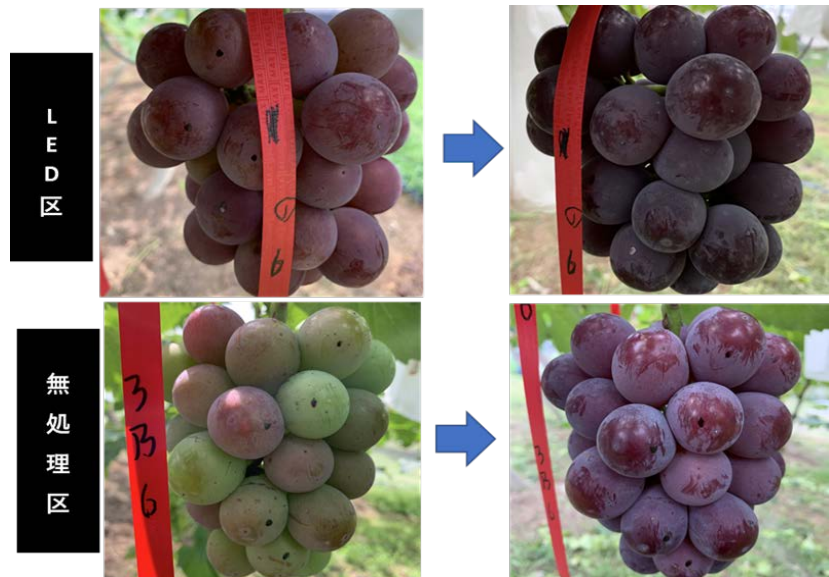
図 3 葉色の推移

(2) 果皮色の推移調査結果

7月16日から果皮が着色し始めた。

7月23日、7月30日では、果皮色はLED区が無処理区に比べて良好であったが、8月6日以降から徐々にLED区に無処理区が追い付いた。

収穫期である8月29日には、果皮色はLED区が無処理区に比べて優れていた（写真1、図4）。



(写真1)

7月30日

8月13日

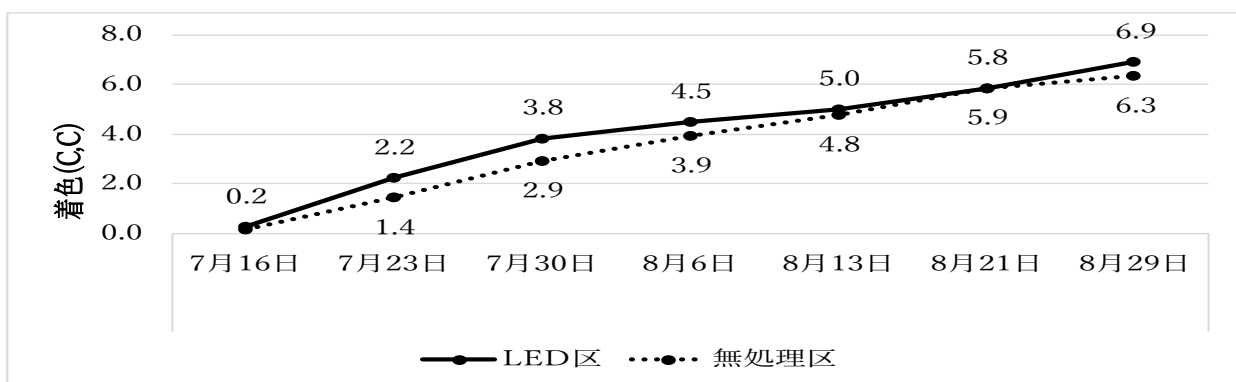


図 4 着色の変化

(3) 温度調査結果

着色が開始した7月16日から気温の計測を行った。計測初期は低温傾向であったが、7月26日にかけて徐々に気温が上昇し、7月28日から8月13日まで概ね高温で推移した。その後、8月13日以降から収穫期にかけて徐々に低下した（図5）。最低気温は着色開始直後の7月16日から7月19日及び、収穫期前の8月25日から27日にかけて特に低くなった。

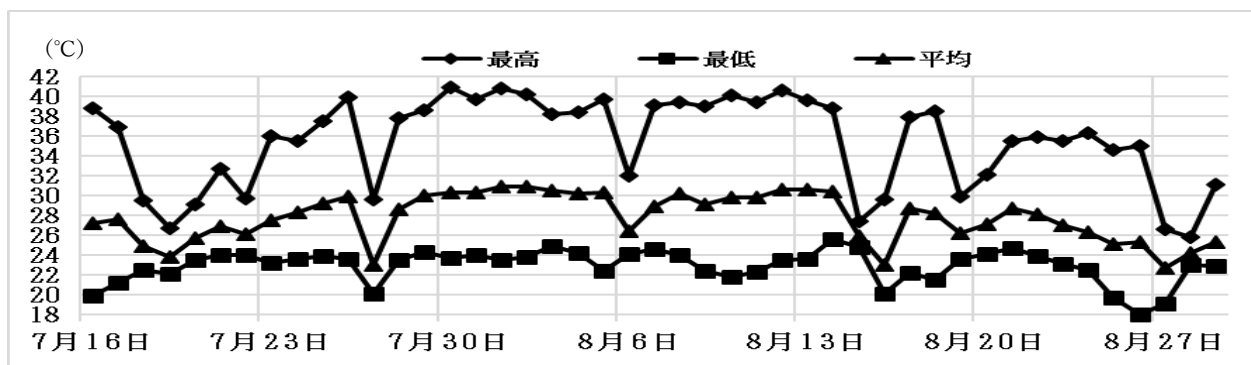


図5 LED照射期間の房周辺気温の推移

(4) 収穫期調査結果

果房重、果粒重はともにLED区が無処理区に比べて大きかった(表1)。

糖度(Brix%)はLED区が無処理区に比べてやや高かった。

果皮色はLED区が無処理区に比べて、やや優れていた。

表1 収穫調査

区	果房重 (g)	果粒重 (g)	糖度 (Brix%)	果皮色 (カラーチャート示度)
LED区	578	15.9	18.2	6.9
無処理区	543	14.6	17.8	6.3

(5) ランニングコスト及び、LEDユニット設置時間調査結果

LEDユニットを1日6時間照射した場合の電気代は1個当たり0.219円となるため、10a当たりの標準着果量である3000房にLEDユニットを設置し、果粒軟化開始後から収穫期までの45日間照射した電気代は29,520円と試算された(表2)。

設置時間は、LEDユニット1個当たり、約4分30秒であった。10a当たりの標準着果量である3000房全てにLEDユニット設置すると約225時間かかる計算となった。

表2 コスト調査

	ワット (w)	1日当たり6時間 LED照射した 電気代(円)	45日間の 総合電力量 (kWh)	果粒軟化期後 45日間処理時電気代(円)
LEDユニット 1個	1.35	0.219	0.365	9.84
LEDユニット 3000個	4,050	657	1095	29,520

*電気代は1kWh当たり単価27円で計算した。

4 考察

赤色LEDの夜間照射による果皮着色の促進は、Azumaら(2012)、Rodyoungら(2016)、中里ら(2017)により報告されており、今回の結果はこれらの報告と同様の結果であった。糖度上昇についてはRodyoungら(2016)、中里ら(2017)、果粒肥大については中里ら(2017)の報告でも本プロジェクトの結果と同様に、赤色LEDの夜間照射により促進されている。これらのことから、岡山県南部に位置する岡山農大の簡易被覆栽培ピオーネにおいても赤色LEDの夜間照射により、果皮色だけでなく、糖度や果粒重についても品質向上が図られることが実証された。

果皮着色には夜温が大きく影響し、夜間が低温であった場合、着色がより向上することが知られている。本プロジェクトにおいても、最低気温が低い期間に着色が進み、またその程度はLEDを照射した果房で大きかった。Azumaら(2012)は、切り離れた果粒を用いた研究で、成熟期のブドウ果粒への低温と光の同時処理は着色を相乗的に促進すると報告しており、本結果は

この報告を実際の栽培において支持するものと考えられる。

本年は収穫期直前の最低気温が低温となったために、LED 照射との相乗効果で着色が促進され、収穫果実での着色が優れたと考えられたが、年次変動により収穫期に夜間の高温が続いた場合は、同様の結果が得られるとは考えにくい。

コスト面では、照射期間に要する電気代は、10a 当たりで試算したところ、3 万円弱であった。本結果のように果皮色が 0.6 程度上昇すれば、出荷等級で果実の半数程度が上位等級になることが予想されることから、電気代は比較的安価であり、実用性があると考えられた。

しかし、本プロジェクトで用いた LED ユニットの試作品であり、LED ユニットの単価が高価であるため、普及するためには、より安価な LED ユニットの開発が必要であると考えられる。

また、その設置には膨大な時間を要した。これは、1 果房ごとの果実袋内に LED ユニットの設置したためであり、設置作業の省力化を図るために、常設またはより簡便に設置できる方法を開発することが望まれる。

5 まとめ

岡山県南部に位置する岡山農大簡易被覆圃場のピオーネにおいて、赤色 LED の夜間照射による果皮着色の促進について検討を行った結果、果皮着色だけでなく、果粒肥大、糖度上昇についても LED 照射の効果が確認された。

しかし、LED 照射による果皮着色の促進は最低気温が低かった期間のみに効果が現れ、最低気温が高かった期間には効果がなかった。

本年は収穫期直前の低温と LED 照射の相乗作用により、着色向上が認められたが、年次による変動があると予想される。そのため、果皮色の向上には LED 照射だけでなく、着果量や樹勢管理といった基本的な栽培管理を忠実に行うことが重要であるとともに、状況に応じたさらなる対策が必要と考えられる。

また、コスト面では、電気代が比較的安価である一方で、設置労力や機材コストについての検討が必要である。

なお、本プロジェクトは株式会社カネヒロデンシとの共同研究として行った。

(参考文献)

- 1) A. Azuma, A. Ito, T. Moriguchi, H. Yakushiji, S. Kobayashi (2012) Lightemitting diode irradiation at night accelerates anthocyanin accumulation in grape skin. *Acta Hort.* 956
- 2) A. Azuma, H. Yakushiji, Y. Koshita, S. Kobayashi (2012) Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta.* 236:1067-1080
- 3) A. Rodyoung, Y. Masuda, H. Tomiyama, T. Saito, K. Okawa, H. Ohara, S. Kondo (2016) Effects of light emitting diode irradiation at night on abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grapes in different growing seasons. *Plant Growth Regulation.* 79:33-46
- 4) 中里一貴、森直哉、渡邊博之 (2017) LED 補光を用いた高品質ブドウ栽培技術の探索. 玉川大学農学部研究教育紀要. 2:17-27

6 生産及び経営目標

	収量 (kg/10a)	糖度 (Brix%)	果粒重 (g)	果房重 (g)	果皮色 (カラーチャート)
目標	1,500	17~18	18.0	600	8.0 以上
LED 区	1,734	18.2	15.9	578	6.9
無処理区	1,629	17.8	14.6	543	6.3