

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 25 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450041

研究課題名(和文) ジャスモン酸、ABAおよびエチレン代謝に及ぼす光質の相違と果実の光反応との関係

研究課題名(英文) Effects of light quality on abscisic acid, ethylene metabolism and anthocyanin synthesis in grapes

研究代表者

近藤 悟 (Kondo, Satoru)

千葉大学・園芸学研究科・教授

研究者番号：70264918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：ブドウを供試して、内生ABA濃度、アントシアニン濃度および糖濃度に及ぼす夜間における青色LEDおよび赤色LED照射の影響を、太陽光利用型植物工場を利用し、加温促成栽培条件および普通栽培条件下の2つの異なるシーズンで検討した。加温促成栽培条件下で、内生ABA濃度は青色LED照射果粒で最も高くなった。一方、普通栽培条件下では赤色LED照射のブドウ果粒で最も高くなった。ABA合成経路上の酵素遺伝子のVvNCED1およびVvCYP707A1の発現は、季節に関わらずベレゾーン期で高くなった。両シーズンでアントシアニン濃度は青色LED照射区で最も高く、次いで赤色LED照射で、一方無処理区は最も低かった。

研究成果の概要(英文)：The effects of red- and blue-light irradiation at night on abscisic acid (ABA) synthesis and anthocyanin and sugar concentrations were examined in grape vines, which were grown in two different seasons. In grapes cultivated with early heating, the ABA concentrations were highest in blue-light-emitting diode (LED)-treated skin; however, those in grapes cultivated in the ordinary growing season were highest in red-LED-treated skin. The expressions of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase (VvNCED1) and ABA 8'-hydroxylase (VvCYP707A1) were high in each treatment at veraison regardless of the growing season. In both seasons, anthocyanin concentrations were highest under the blue-LED treatment, followed by the red-LED treatment. The expressions of VIMYBA1-2, VIMYBA2, and VvUFGT coincided with anthocyanin concentrations. Sugar concentrations were increased by the blue-or red-LED treatment dependent on the growing season.

研究分野：果樹生理学

キーワード：アブシシン酸 ブドウ 青色LED アントシアニン

1. 研究開始当初の背景

植物は環境に影響を受けながら、植物ホルモンのバランスを適度に調節しその生活環境を保つ。環境要因とエチレン産生の密接な関わりについては多く報告されているが、著者はジャスモン酸 (JA) の果実における作用に関し、興味深い発見を行った。それはリンゴ果実の発育程度に応じて、エチレン関連遺伝子への影響を經由して、成熟に促進的あるいは抑制的に働いていることである。さらに著者はリンゴにおいて活性酸素を生成する強い紫外線ストレス下で、傷害応答やアントシアニン合成に関連する構造遺伝子の *CHS* や *UFGluT* の発現が強まり、同様な現象が JA の処理によっても見出されることを発見した。一方、セスキテルペンである ABA は果実の糖転流、着色および発芽に関与する物質である。たとえば、光発芽性のレタスにおいては短時間の赤色光処理で発芽するが、この時内生 ABA は大きく減少する。これらの発見はエチレンに加え ABA などが環境動態に応答し植物反応を媒介する役割を持つこと、言い換えると生理活性物質の代謝制御により、植物の環境適応性および果実などの成育特性を制御することが可能と考えられる。

2. 研究の目的

太陽光の光質は夏至と冬至をピークとする特徴的な変動を示し、この現象は作物の成育に大きな影響を及ぼしていると推察されるが、果樹においては光質と成育との関係は明らかでない。果樹は栽培にある程度の面積を必要とするが、大都市の近郊では施設を利用したいわゆる都市型園芸も行われている。植物の成長には生理活性物質が深く関わっているが、光質と生理活性物質との関係およびその結果としての成育への影響が解明されれば、施設下での外生的な処理と光質制御との相乗効果が期待できる。そこで本研究では現有の施設 (太陽光利用型植物工場) を使用し、環境制御、とくに季節により異なる赤色光と青色光の光質比率の制御により変化すると推定される、ブドウの果実品質に影響するアブシシン酸 (ABA) に注目し、これらの変化が果実生理に及ぼす影響を解析することにより果実の光応答機構を解明する。

3. 研究の方法

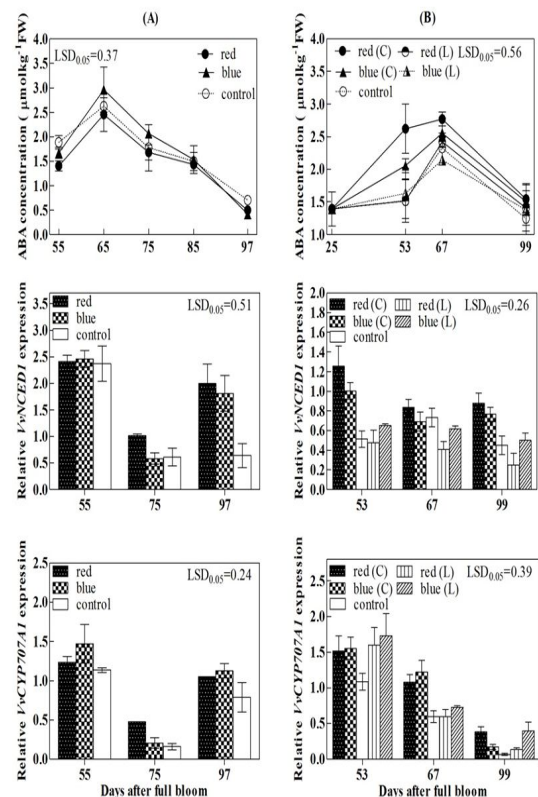
太陽光利用型植物工場、45L ポットに植栽したブドウ '巨峰' を供試した。早期加温栽培および普通栽培下で、それぞれ青色 LED 照射区、赤色 LED 照射区、および無処理区の 3 区を設けた。早期加温栽培では最低気温が 11 以下にならないよう加温した。ハウス内の気温は早期加温栽培では、開花から収穫まで 11-25 で、普通栽培では 16-27 で経過した。

青色および赤色 LED 照射は夜間 (日の出前 3 時間および日没後 3 時間) に行い、LED 光源より 10cm の距離で 50 $\mu$ M/m<sup>2</sup>/s の強さとした。加温促成栽培下では、満開後 55、65、75、85 および 97 日後に果実の採取を行い、普通栽培下では満開後 25、53、67、および 99 日に採取を行った。収穫後果皮を直ちに剥皮し、分析まで -80 の冷凍庫で保存した。

内生アブシシン酸はガスクロマトグラフィーマスマスペクトロメトリー (GC-MS-SIM) で、アントシアニンおよび糖の分別定量は液体クロマトグラフィー (HPLC) で、各遺伝子の発現は定量 RT-PCR で解析した。

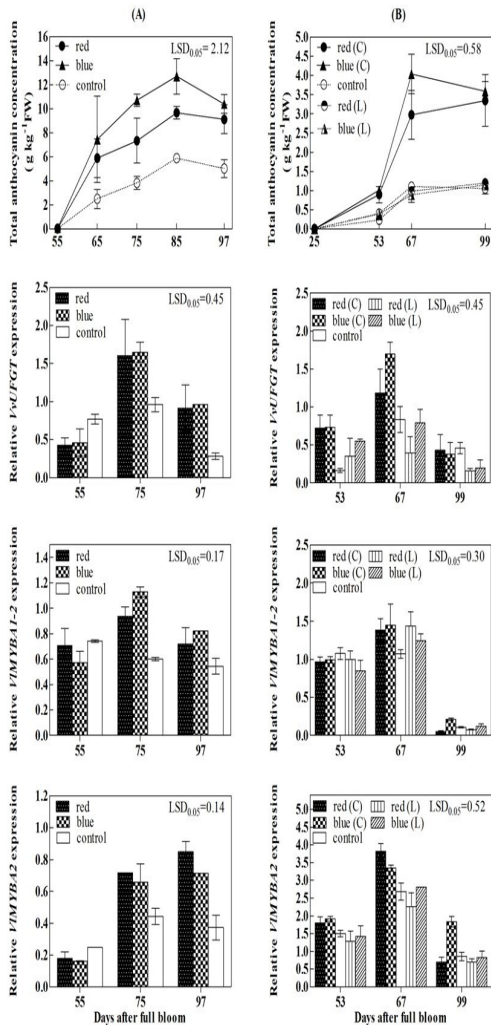
4. 研究成果

第 1 図は内生アブシシン酸 (ABA) 、*VvNCED1* および *VvCYP707A1* に及ぼす各処理の影響を示す。(A) は早期加温栽培、(B) は普通栽培を示す。早期加温栽培下では青色 LED 照射区、普通栽培下では赤色 LED 照射区で内生 ABA 濃度は高くなった。この相違に関しては、ブドウ果粒の内生 ABA 濃度は、夜間に照射した LED 光に加え、季節で異なる太陽光の青色および赤色光の比率によって異なることを示唆するものと考えられる。



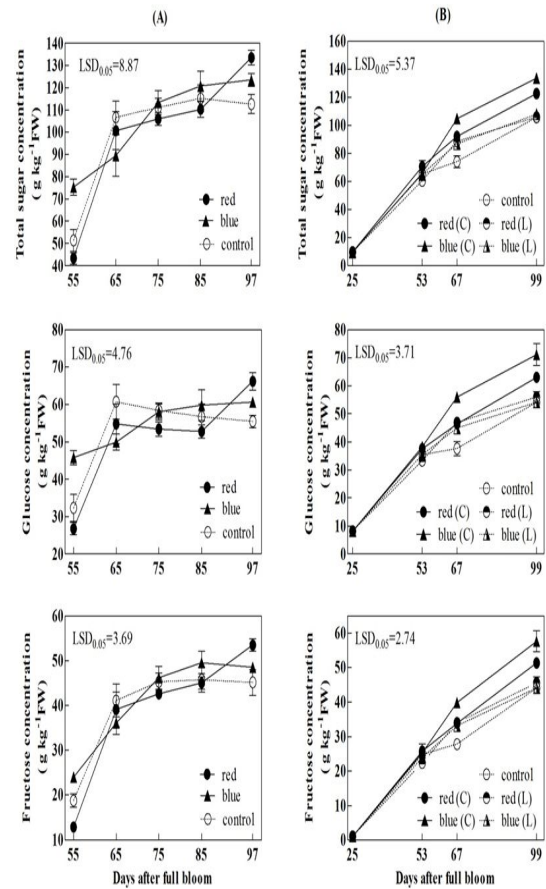
第 1 図. 内生 ABA 濃度および ABA 代謝関連遺伝子発現

第2図はアントシアニン合成およびアントシアニン合成関連の遺伝子発現に及ぼす各処理の影響を示す。早期加温および普通栽培の両者で、青色LED照射区でアントシアニン濃度が高く、またアントシアニン合成に關与する *VvMyb* 遺伝子および *VvUFGT* 遺伝子の発現も同様な傾向を示した。



第2図．アントシアニン濃度およびアントシアニン合成関連遺伝子の発現

第3図は各種糖濃度に及ぼす影響を示す。収穫時のブドウ糖、果糖および全糖濃度に関して、加温栽培下および普通栽培下の両者で、青色および赤色LED照射区では無処理区に比較し、収穫時の糖濃度が高くなった。本実験では、葉のみに赤色あるいは青色光LEDの照射も行ったが有意な結果は得られなかったため、LED照射による糖濃度の増加は、果粒中の糖代謝の活性化であるかもしれない。



第3図．糖濃度に及ぼす青色および赤色LED照射の影響

## 結論

夜間の青色LED照射は、栽培時期にかかわらずアントシアニン濃度を増加させ、*VvUFGT* および *VvMyb* 遺伝子の発現も強めた。また青色および赤色LED照射は果粒の糖濃度を増加させた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

1. Rodyoung A., Masuda Y., Tomiyama H., Saito T., Okawa K., Ohara H., Kondo S. Effects of light emitting diode irradiation at night on abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grapes in different growing seasons. *Plant Growth Regulation*. 79:39-46. DOI

10.1007/s10725-015-0107-1. 2016. (査読有)

2. Rodyoung A., Masuda Y., Okawa K., Ohara H., Kondo S. Endogenous abscisic acid, anthocyanin and sugar syntheses in delayed-start cultured grapes under double cropping cultivation system irradiated by blue and red-LED at night. *Acta Horticulturae*. (In Press) 2016. (査読有)

3. Kondo S., Tomiyama H., Rodyoung A., Okawa K., Ohara H, Sugaya S., Terahara N., Hirai N. Abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grape skin are affected by light emitting diode (LED) irradiation at night. *Journal of Plant Physiology*. 171: 823-829. 2014. (査読有)

〔学会発表〕(計1件)

1. Kondo S. Endogenous abscisic acid, anthocyanin and sugar syntheses in delayed-start cultured grapes under double cropping cultivation system irradiated by blue and red-LED at night. 国際園芸学会. 2014年8月17-23日. ブリスベン. オーストラリア.

〔図書〕(計1件)

近藤 悟・小原 均 ブドウ. 果樹園芸学 (金浜耕基 編) 91-124 ページ. 2015年文永堂.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

近藤 悟 (Satoru Kondo)

千葉大学大学院園芸学研究科 教授

研究者番号: 70264918