

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月10日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22380020

研究課題名（和文） 光質制御による果樹の生理活性物質代謝および光応答機構の解明

研究課題名（英文） Physiological active substances and fruit affected by light quality

研究代表者

近藤 悟 (KONDO SATORU)

千葉大学・大学院園芸学研究科・教授

研究者番号：70264918

研究成果の概要（和文）：リンゴ樹を供試し、光量条件が花芽形成に及ぼす影響を検討した。リンゴの花芽形成に関連する遺伝子として、幼若性に関連する *MdTFL1* および花形成に関連する *MdFT1* の発現について検討した。*MdTFL1* の発現は光量制限下で高くなった。この結果は、リンゴの花芽形成に及ぼす光量制限の影響は *MdTFL1* との関わりが強いことを示唆する。ブドウ樹を供試し、夜間における青色光あるいは赤色光 LED の照射が果実のアブシシン酸 (ABA) 代謝およびアントシアニン合成に及ぼす影響を検討した。夜間の赤色 LED 照射は内生 ABA 濃度に影響するが、必ずしもアントシアニン濃度とは一致しないこと、青色 LED 照射は内生 ABA に及ぼす影響は大きくないものの、*mybA1* などアントシアニン合成に関連する遺伝子に影響することが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Effects of shading on the expression of *MdTFL1* and *MdFT1* genes and the rate of flower bud formation were investigated. In shading treatment, the expression of *MdTFL1* was higher than that in non-shading treatment throughout the measuring dates. The shading treatment significantly decreased the flower bud formation rate. We examined the effects of the irradiation of light-emitting diode (LED) of blue or red at night on abscisic acid (ABA) metabolism and anthocyanin formation in grapes. These results suggest that red LED application at night influences endogenous ABA concentrations but does not coincide with anthocyanin formation, and blue LED influences gene expression related to anthocyanin formation, but it does not influence endogenous ABA significantly.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2011年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2012年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度			
年度			
総計	12,300,000	3,690,000	15,990,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：果樹

## 1. 研究開始当初の背景

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ていることが報告され、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。しかしながら、果樹においては光質と成育（休眠、花芽形成および果実品質）との関係は必ずしも明らかでない。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いわゆる都市型園芸も行われている。また、食物への安全性志向の高まりとともに、農薬を使用せずに栽培が可能な、植物工場での生産も注目されている。

## 2. 研究の目的

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。そこで本研究では低日照条件が、果樹の花芽形成に及ぼす影響を検討し、さらに現有の施設（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、果樹の成育および果実品質に影響するアブシシン酸(ABA)に注目し、これらの変化が果樹生理や成育に及ぼす影響を解析することにより果樹の光応答機構を解明するとともに、光質制御による効率的な果樹成育の制御および果実品質の向上を検討した。

## 3. 研究の方法

(1) リンゴにおける光量制限が花芽形成に及ぼす影響  
リンゴ‘ふじ’15年生(マルバカイドウ台樹)3樹を供試し、光量制限と花芽形成との関連を検討した。寒冷紗(遮光率50%)により花芽形成前の満開後21日から花芽形成終了期の満開後103日まで樹全体を遮光した。満開後35, 49, 80日に1年生枝先端部組織を採取し、花芽形成関連遺伝子 *MdTFL1* および *MdFT1* 発現を検討した。採取組織は直ちに液体窒素で凍結し、遺伝子発現の解析はRT-PCRにて行った。

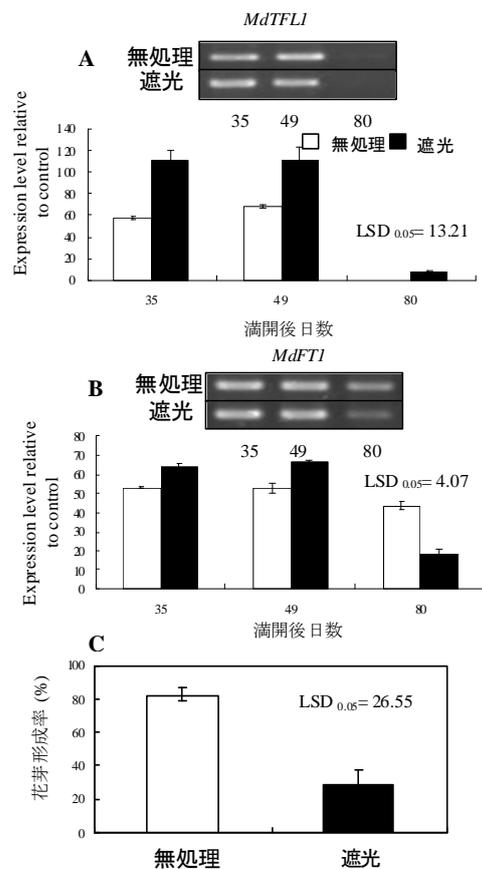
(2) 光質の相違とブドウ果実のアブシシン酸(ABA)代謝およびアントシアニン代謝関連遺伝子の反応

45Lコンテナに植栽の7年生のブドウ樹‘巨峰’を供試した。処理区としては①赤色LED照射区、②青色LED照射区、③無処理区の3区を設けた。各区4樹とし1樹あたり6果房とした。赤色光(660nm)あるいは青色光(450nm)の照射は全樹に当たるよう側面より行い、満開後25日(6月15日)から開始し、

それぞれ日没後3時間および夜明け前に3時間行った。各光源から10cmの距離の光合成有効光量子束密度が50  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ になるよう調整した。ABAおよびファゼイン酸(PA)濃度の測定は、GC-MS-SIM(SHIMADZU, QP-5000)により行い、ABAおよびアントシアニン代謝関連遺伝子の発現はリアルタイム定量PCRにより検討した。果実は処理後28日(ベレゾン期)、処理後52日、および処理後74日(収穫期)にそれぞれ採取した。

## 4. 研究成果

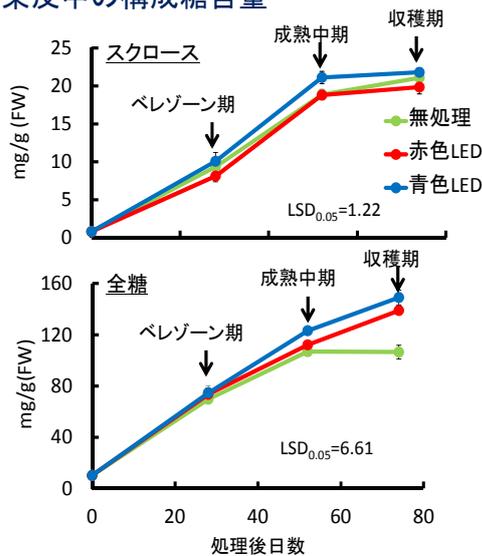
遮光による光量の制限は、花芽形成率を無処理区の80%に対して30%程度と有意に減少させた(第1図)。遮光処理で、*MdTFL1*の発現は測定期間を通じて無遮光処理に比較し高くなった。一方、満開後35日および49日における*MdFT1*の発現は無遮光処理に比較し高くなったものの、満開後80日には逆の結果となった。これらの結果は、低日照条件下ではリンゴの花芽形成に*MdTFL1*がより強く影響している可能性を示唆する。



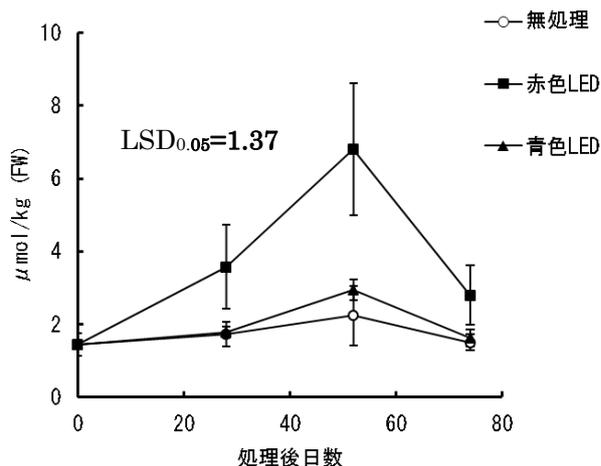
第1図. 遮光処理(低日照)と *MdTFL1* および *MdFT1* 遺伝子発現

収穫時における糖濃度は果皮および果肉とも、青色 LED 区で最も高くなり、次いで赤色 LED 区となった (第 2 図)。一方、果房重、果粒重および果粒数などについては各処理区間で相違は見られなかった。果皮の内生 ABA 濃度 (第 3 図) は赤色 LED 区で処理後 28 日および 52 日に高く、ファゼイン酸も同様な結果となった。ネオキサンチン酸化開裂酵素 (*VvNCEDI*) (第 4 図) および ABA8' 水酸化酵素 (*VvCYP707A1*) 遺伝子の発現は赤色 LED 区で高くなり (第 5 図)、内生 ABA 濃度と同様な結果となった。アントシアニン濃度は青色 LED 区で高く、次いで赤色 LED 区が続いた (第 6 図)。 *VvmybA1* の発現は青色 LED 区および赤色 LED 区で高くなった。以上の結果は夜間の赤色 LED 照射は内生 ABA 濃度に影響するが、必ずしもアントシアニン濃度とは一致しないこと、青色 LED 照射は内生 ABA に及ぼす影響は大きくないものの、 *VvmybA1* などアントシアニン合成に関連する遺伝子に影響することが示唆された。

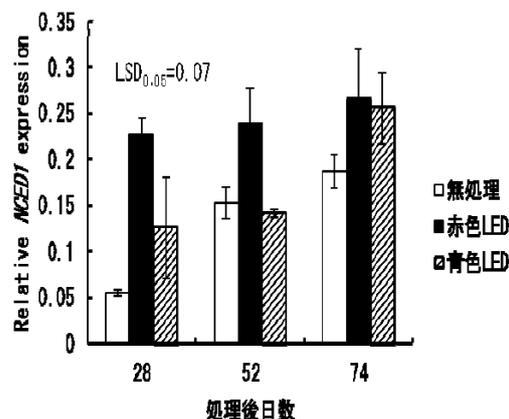
### 果皮中の構成糖含量



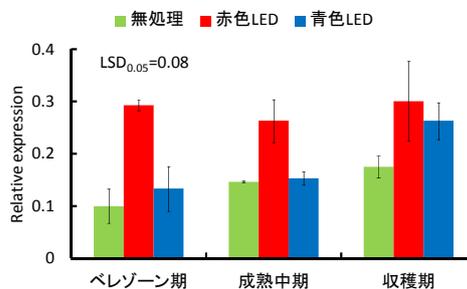
第 2 図. ブドウ '巨峰' 果皮の糖濃度



第 3 図. ブドウ '巨峰' 果皮の内生 ABA 濃度に及ぼす夜間の赤色および青色 LED 照射の影響

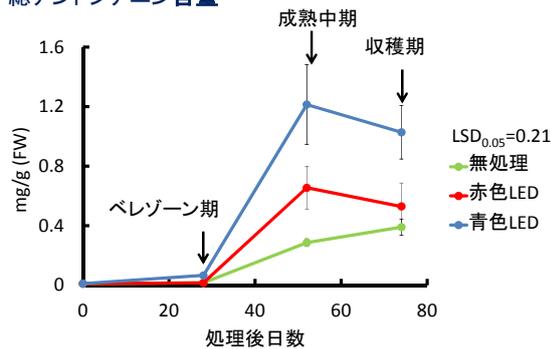


第 4 図. ブドウ '巨峰' 果皮のネオキサンチン酸化開裂酵素遺伝子発現に及ぼす夜間の赤色および青色 LED 照射の影響



第 5 図. ブドウ '巨峰' 果皮の ABA 水酸化酵素遺伝子発現に及ぼす夜間の赤色および青色 LED 照射の影響

総アントシアニン含量



第 6 図. ブドウ '巨峰' 果皮のアントシアニン濃度に及ぼす夜間の赤色および青色 LED 照射の影響

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

① M. Kittikorn, M. Yokoyama, N. Watanabe, S. Kondo. Application of an analog of 9, 10-ketol-octadecadienoic acid (KODA), affected flower bud formation and *MdTFL1* and *MdFT1* gene expressions in apple buds under heavy-crop and shade conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 138: 102-107. 2013. (査読あり)

②  $\alpha$ -Ketol- octadecadienoic acid (KODA) and the expression of *MdTFL1* and *MdFT1* in apples. Kondo, S., Kittikorn M., Okawa, K., Ohara, H., Kotoda, N., Wada M., Yokoyama M., Ifuku, O., Yoshida, S. Acta Hort 932:387-392. 2012. (査読あり)

③ Kittikorn M., M. Yokoyama, S. Kondo. Effects of fruit load, shading, and 9, 10-ketol-octadecadienoic acid (KODA) application on *MdTFL1* and *MdFT1* genes in apple buds. Plant Growth Regulation 64: 75-81. 2011. (査読あり)

[学会発表] (計 2 件)

① 富山博之・菅谷純子・寺原典彦・平井伸博・近藤 悟. 光質の相違とブドウ果実の ABA 代謝およびアントシアニン代謝関連遺伝子の反応. 園芸学研究. 12 別 1.p. 66. 2013. 3. 23-24. 東京農工大学

② Kondo S., Kittikorn M., Kotoda N, Wada M., Yokoyama M. Effects of 9, 10-ketol-octadecadienoic acid (KODA) on the expression of *MDTFL1* and *MdFT1* in flower bud formation of apples. 2010. 8.22-27. 28<sup>th</sup> International Horticultural Congress. Lisbon. Portugal.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

近藤 悟 (KONDO SATORU)

千葉大学・大学院園芸学研究所・教授

研究者番号：70264918

(2) 研究分担者

平井 伸博 (HIRAI NOBUHIRO)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：00165151

菅谷 純子 (SUGAYA SUMIKO)

筑波大学・大学院生命科学研究科・准教授

研究者番号：90322372