

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 27 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580349

研究課題名(和文)暗期直前光照射によるレタスの発育制御と異常結球防止

研究課題名(英文)Effects of end of day lighting on prevention of leaf deformity and control of lettuce

研究代表者

奥田 延幸 (OKUDA, Nobuyuki)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：20253255

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、温暖化条件におけるレタスの異常発育防止の省エネルギー光新技術に関する基礎的知見を得るため、環境要因とレタスの茎伸長および花序形成との関係を究明した。レタス品種‘マノア’および‘極早生シスコ’を供試した。昼夜30時間の制御温室(太陽光)で日没から1時間、遠赤色LED、赤色光LEDで補光した(End-of-day電照処理)。処理60日後では遠赤色光区の茎は有意に伸長が促進された。赤色光区の花芽発達は抑制される傾向がみられた。長日期での遠赤色光処理では着果節位が低下した。高温期のレタス栽培において、LEDによるEnd-of-day電照処理は茎伸長と花芽形成を調節する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：As a problem associated with the cultivation of lettuce, the growth of stem and floral stage are facilitated under a high temperature, which will eventually reduce its quality. It is difficult to cultivate lettuce while controlling the temperature because of the production cost. An experiment was conducted on the growth control of lettuce under a high-temperature involving End-of-day light irradiation using LED light source. The seeds of lettuce were sown, and the plants were placed under a high temperature. Far-red and red LED lights were used as light sources. No light source for irradiation treatment was placed in the third treatment, as the control. Sixty days after the treatment by the Far-red light treatment, the stem length was the longest, and the floral stage was the highest. The results of the experiment on lettuce cultivation under a high-temperature suggest that End-of-day light irradiation using LED light source effectively controls the growth of lettuce.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：植物工場 光形態形成 環境調和型農林水産 地球温暖化条件 レタス 異常球 End of Day光照射

1. 研究開始当初の背景

レタスは、主に高温条件によって茎が伸長して不結球や異常球となり、さらに花序が分化して抽だいを引き起こし、形態的な商品価値が著しく低下する。近年の温暖化傾向に伴いレタスの品質低下は大きな問題となり、これらを回避するためのメカニズムの解明と新しい技術開発の必要が望まれている。

一方、消費者のニーズは多様化し、四定(定時・定量・定品質・定価格)生産の可能な植物工場による野菜の生産があらためて注目されている。植物工場では、「環境保全」や「ライフスタイル」に配慮した、より安全な物理的処理による発育制御が可能になる。

本研究では、温暖化条件でのレタスの発育特性を究明し、省エネルギーで消費者に安全な処理による異常結球の防止技術の基礎的理論を構築することが必要であると考えている。

2. 研究の目的

本研究は、温暖化条件におけるレタスの異常発育のメカニズムを究明し、植物工場における異常発育防止の省エネルギー光新技術開発に関する基礎的知見を得るため、環境要因とレタスの花序形成並びに茎伸長との関係を明らかにする。

特に環境要因のうち温度条件と光条件に的を絞り、レタスの生理生態学的特性を明らかにする。まず、温度・光条件を調節できる環境制御装置等において、茎の伸長と花序の形成が促進される高温条件下でレタスを育成する。異常結球の一因であるレタスの茎伸長と花序分化とについてはこれまでに多くの研究がみられるが、温度条件と光条件を組み合わせて品質低下を回避するための栽培技術の応用にまでは至っていない。

本研究では、光条件と温度条件を変えてレタスの花序形成および茎伸長とを形態学的に観察し、さらに茎伸長に影響する蒸散流の状況、吸水の測定、内生ホルモン分析などをする。温暖化条件におけるレタス異常発育の

メカニズム究明と異常発育の防止につながる省エネルギー光新技術の開発が期待されるものと考えている。

3. 研究の方法

(1) レタス品種‘マノア’および‘極早生シスコ’を供試した。2012年1月16日および2012年3月27日に128穴のセルトレイに播種した。育苗期間中は太陽光(自然日長)で生育させた。子葉が展開し発芽がそろった時点でセルトレイを昼夜30の制御温室(太陽光)に置き電照処理を開始した。電照は毎日日没から1時間処理した。光源は遠赤色LED(シーシーエス株式会社製)、赤色光LED(シーシーエス株式会社製)とし、これに無電照の対照区を加えた3処理区を設けた。電照中の光量子束密度は $1\sim 2\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ に調節した。サンプリング時には生育を調査し、さらに茎頂部を切離して花芽発達段階等を調査した。小花と花序の発達段階は既報の奥田ら(2001)の分類に基づき、総苞分化期以降を花芽が分化したとした。

(2) レタス品種‘マノア’および‘極早生シスコ’を供試した。2012年6月11日に128穴のセルトレイに播種した。育苗期間中は太陽光(自然日長)で生育させた。子葉が展開し発芽がそろった時点でセルトレイを昼夜30の制御温室(太陽光)に置き電照処理を開始した。処理区は17:00から翌朝9:00まで制御温室内でシルバーポリトウを被覆し暗黒処理を行った短日処理区、17:00から翌朝9:00まで15・暗黒条件に設定した低温人工気象室に移動させた短日夜冷処理区および無処理の対照区の3処理区を用意した。サンプリング時には生育を調査し、さらに茎頂部を切離して花芽発達段階を調査した。

(3) レタス品種‘マノア’および‘極早生シスコ’を供試した。2012年8月27日に播種した。実験期間中は太陽光のガラス温室(自然日長)で栽培した。子葉が展開し発芽がそろった2012年9月2日から短日夜冷処理を行った。

短日夜冷処理は毎日17:00から翌朝9:00まで15時間、暗黒条件に設定した低温人工気象室へ移動させ行った。処理期間は9月2日から4週間とした。処理区は、期間中毎日処理した4週間区、前半の2週間処理を行った前半2週間区、後半の2週間処理を行った後半2週間区、これに無処理の対照区を加えた4処理区を設けた。サンプリング時には生育を調査し、さらに茎頂部を切離して花芽発達段階を調査した。

(4) レタス品種‘マノア’および‘極早生シスコ’を供試した。2012年11月6日および2013年1月23日にそれぞれ128穴のセルトレイに播種した。育苗期間中は太陽光(自然日長)で生育させた。子葉が展開し発芽がそろった時点で昼夜30時間の制御温室(太陽光)に置き、2012年11月25日から12月9日まで、および2013年2月12日から2月26日までそれぞれ短日夜冷処理を行った。短日夜冷処理は毎日16:00から8:00まで、15時間、暗黒条件に設定した低温人工気象室へ移動させ処理した。処理区は夜冷処理期間中、暗黒条件にした短日暗黒処理区、1時間赤色光LED(シーシーエス株式会社製)を照射した夜冷赤色光処理区、遠赤色光LED(シーシーエス株式会社)を照射した夜冷遠赤色光処理区および無処理の対照区を用意した。電照中の光量子束密度は $1\sim 2\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ に調節した。1回目のサンプリングは短日夜冷処理開始14日後に、2回目は42日後もしくは50日後に行った。サンプリング時には生育を調査し、さらに茎頂部を切離して花芽発達段階を調査した。

4. 研究成果

(1) 処理60日後の‘マノア’の茎長は遠赤色光区で有意に長くなった。また自然日長の短い時期に比べ、自然日長の長い時期で茎が長くなる傾向がみられた。これは‘極早生シスコ’でも同様の結果が得られた。処理開始31日後の‘マノア’では花芽は分化していなかったが、実験期間中の日長に係わらず60日

後では花芽が分化していた。花芽発達段階は、自然日長が長い時期での実験で高くなった。対照区と比較すると赤色光区の花芽発達は同等もしくはやや抑制される傾向がみられた。

‘極早生シスコ’の花芽発達では光源による大きな差はみられなかった。‘マノア’の花序径は実験期間中の日長に係わらず対照区と比べ赤色光区で小さくなる傾向がみられた。これは‘極早生シスコ’でも同様の傾向がみられた。対照区と比べて赤色光区の着花節位に有意差はみられなかったが、日長の長かった時期での遠赤色光処理では着果節位がやや低下した。

(2) 処理開始30日後の‘マノア’の茎長は短日夜冷処理区で有意に短くなり、茎径は有意に大きな値となった。処理開始58日後の‘マノア’の茎長は対照区で有意に長くなり、茎径は短日夜冷処理区で有意に太くなった。短日および夜冷処理は処理後も継続して効果が表れ、短日処理に加え夜冷処理を行うことでより丈夫な植物体を形成することができることが考えられた。これは‘極早生シスコ’でも同様の結果であった。処理開始30日後の‘マノア’では花芽は分化していなかったが、処理58日後に花芽が分化していた。花芽発達段階は対照区で花弁分化期、短日処理及び短日夜冷処理区で総苞分化期となり対照区で最も高くなった。‘極早生シスコ’の花芽発達段階では処理による差は見られなかった。処理開始58日後の‘マノア’の花序径は対照区と比べ短日処理区及び短日夜冷処理区で有意に小さくなった。‘極早生シスコ’でも同様の結果が得られた。

(3) 処理開始56日後の‘マノア’の茎長は対照区と比べ4週間区で有意に短くなり、後半2週間区と4週間区の間には有意な差は見られなかった。‘極早生シスコ’においても同様の傾向がみられた。処理開始28日後の‘マノア’および‘極早生シスコ’は花芽分化を確認できなかったが、処理開始56日後の‘マノ

ア'では4週間区を除いたすべての区で花芽分化を確認した。'極早生シスコ'では処理による大きな差は確認できなかった。'マノア'の花序径は処理開始56日後において対照区で有意に大きくなった。'極早生シスコ'では有意な差は見られなかったが、後半2週間区で小さくなる傾向がみられた。処理56日後の'マノア'の着花節位は後半2週間区で最も高くなった。

(4) 処理14日後の'マノア'の茎長は11月播種の夜冷赤色光処理区で最も有意に短くなり、1月播種でも同様の傾向がみられた。2回目の計測での'マノア'の茎長は対照区と比べ夜冷赤色光処理区で短くなった。これは'極早生シスコ'でも同様の傾向がみられた。処理14日後の'マノア'では花芽は分化していなかったが、11月播種では対照区のみで、1月播種では全ての処理区で花芽が分化したことを確認した。花芽発達段階は対照区で最も高くなり、処理を行った区で発達が抑制された。処理42日後の茎頂部径・花序径は'マノア'では対照区で最も大きくなった。また、処理50日後では有意な差は見られなかったが、処理を行った区で小さくなる傾向がみられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1件)

Nobuyuki Okuda, Kana Toriyama, Yuta Miya, Tomohiro Yanagi, Kenzo Yamaguchi, Michio Tanaka. Effect of end-of-day light irradiation using LED light sources on the growth of lettuce under a high temperature. *Environmental Control in Biology* 52 (2014 in press). 査読有り

[学会発表](計 14件)

奥田延幸、通山香菜、宮 悠太、大黒香奈美、田中道男、山口堅三:レタスの花序形成並びに節間伸長に関する研究(第 13報)短日夜冷処理及び LED 光源による End of Day 電照 処理の影響、日本生物環境工学会 2013 年大会講演要旨、216-217 (2013). 2013 年 9 月 5 日 香川

大学幸町キャンパス

奥田延幸、通山香菜、宮 悠太、大黒香奈美、柳 智博:レタスの花序形成並びに節間伸長に関する研究(第 12 報)短日夜冷処理期間の影響、日本生物環境工学会 2013 年大会講演要旨、214-215 (2013). 2013 年 9 月 5 日 香川大学幸町キャンパス.

奥田延幸、通山香菜、宮 悠太、大黒香奈美、柳 智博:レタスの花序形成並びに節間伸長に関する研究(第 11 報)短日および夜冷処理の影響、日本生物環境工学会 2013 年大会講演要旨、212-213 (2013). 2013 年 9 月 5 日 香川大学幸町キャンパス.

奥田延幸、新家靖隆、齋藤 恵、通山香菜、大黒香奈美、柳 智博:レタスの花序形成並びに節間伸長に関する研究(第 10 報)気孔開度に及ぼす End of day 電照の影響、日本生物環境工学会 2012 年大会講演要旨、292-293 (2012). 2012 年 9 月 7 日 東京大学農学部.

奥田延幸、通山香菜、四本 翔、新家靖隆、柳 智博、田中道男、山口堅三:レタスの花序形成並びに節間伸長に関する研究(第 9 報)LED 光源による End of day 電照の影響、日本生物環境工学会 2012 年大会講演要旨、290-291 (2012). 2012 年 9 月 7 日 東京大学農学部.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥田 延幸 (OKUDA Nobuyuki)
香川大学・農学部・教授
研究者番号: 20253255

(2) 研究分担者

柳 智博 (YANAGI Tomohiro)
香川大学・農学部・教授
研究者番号: 70221645