

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06019

研究課題名(和文)ダリア露芯花の発生メカニズムの解明に基づく露芯花発生低減方法の開発

研究課題名(英文) Development of a method to reduce the occurrence of open centers based on the mechanism of dahlia open centers development

研究代表者

後藤 丹十郎 (Goto, Tanjuro)

岡山大学・環境生命科学学域・教授

研究者番号：40195938

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：夜間冷房により切り花品質が向上するとともに、舌状花数が増加することで露芯花の発生抑制にも効果があることが示された。夜温25℃でも露芯花の発生を抑制できる可能性が示された。発達ステージの後期においてCYCLOIDEA2(CYC2)dおよびAGAMOUS(AG)-likeの発現量に処理区間で有意な差があった。CYC2dは高温区と比較して低温区で発現量が高く、AG-likeは発現量が低かった。したがって、外気温によるこれらの遺伝子の発現量の変化が露芯花の発生と関連している可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ダリアの露芯花に関する研究は、古くから現在に渡って行われているが、抜本的な解決策は見つかっていない。これまでに行われてきた研究は、基本的には低温短日期の発生を長日処理で抑制する方法の開発であり、高温長日期の発生を抑制する研究はほとんど見られない。また、植物成長調節物質散布で舌状花と管状花数が変動する文献も見られない。ダリアは周年生産されるため、高温長日期に舌状花数を増やし、露芯花の発生を軽減する方法を見出す必要がある。

研究成果の概要(英文)：Regarding open centers occurring in summer, previous studies have shown that night cooling at 20℃ increases the number of ray florets and reduces the rate of open centers development. It was suggested that the occurrence of open center could be suppressed even at a night temperature of 25℃.

The results showed that there were significant differences in the expression levels of the CYCLOIDEA2(CYC2)d and AGAMOUS(AG)-like genes between treatments during the late developmental stage. CYC2d was more highly expressed in the low temperature treatment and AG-like was lower expressed in the low temperature treatment compared to the high temperature treatment.

研究分野：花卉園芸学

キーワード：露芯花 発育ステージ 舌状花 管状花 夜温 AGAMOUS(AG)-like CYCLOIDEA2(CYC2)d

1. 研究開始当初の背景

近年、ダリアの切り花は商品価値の高い新品種の育成や、栽培方法の改善、収穫後の取り扱いの改善によって、人気上昇している。ダリアの切り花生産における問題の一つに露芯花の発生がある。露芯花とは、花の中心の管状花が舌状花で覆われていない状態のことである。

露芯花の発生には品種間差があり、季節によって発生程度は異なるが、未だその原因は明確になっていない。そこで、ダリアの露芯花の発生要因を明らかにするために、品種および季節が露芯花の発生に及ぼす影響を調査したところ、ダリアの露芯花の発生は、季節によって露芯の程度は異なることが明らかになり、日長を長くするほど露芯花の発生率は低くなることが明らかになった。また、舌状花数は日長が長くなるにつれて増加したのに対し、管状花数は日長が変化してもそれほど大きな差はみられなかった。このことから、ダリアの露芯花の発生には、管状花数よりも舌状花数が大きく関与していると考えられた。

露芯花が発生しやすい品種では、高温長日条件においても舌状花数が著しく減少し、露芯花が発生した。従って、高温長日に発生するダリアの露芯花には日長以外の他の要因が関与していることが考えられるが、今までにその要因を明らかにすることはできなかった。ダリアは周年生産されるため、高温長日に舌状花数を増やし、露芯花の発生を軽減する方法を見出す必要がある。

ダリアの露芯花の発生に関与する管状花と舌状花の発生程度は品種や時期によって異なっている。基本的に管状花数は品種ごとでおおよそ決まっており、環境要因など外的要因によって大きく変動しないが、舌状花数は、日長や温度などの外的要因によって大きく変動することが判明している。これは何らかの方法で舌状花数を制御できることを示している。図1に示したように、露芯が発生しやすい品種では高温長日に舌状花数が著しく減少するが、露芯が発生しない‘黒蝶’では、高温長日に舌状花数が増大したことから、‘黒蝶’では舌状花形成遺伝子が高温長日条件において異常発現していると考えられた。

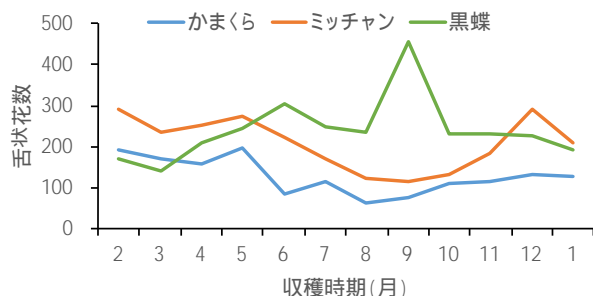


図1. ダリア3品種における舌状花数の推移

2. 研究の目的

これまで、ダリアの露芯花の発生には、管状花数よりも舌状花数が大きく関与していること、その発生程度には、品種間差や季節変動がみられ、低温短日条件と高温長日条件に露芯花の発生が多いことを明らかにした。低温短日条件に発生する露芯花対策としては、長日処理で舌状花が増大することから長日条件にすればよいが、日長を長くしすぎると採花日が遅れ、生体重が大きくなりすぎて茎が太い切り花になってしまうため、露芯花をなるべく発生させずに切り花品質を向上させることを考えると、実際の生産現場では14~15時間日長が望ましいことを明らかにした。一方、高温長日条件に露芯花の発生を抑制する方法をこれまでに明らかにすることはできなかった。そこで、高温長日条件の露芯花発生を抑制する方法を開発する必要がある。そのためには、舌状花数を増やす方法を探索する必要がある。さらに、露芯花の発生メカニズムを解明する必要がある。

本研究では、高温長日条件は、未だ発生低減方法が明確になっていない。露芯花が発生しない‘黒蝶’においては、高温長日に舌状花数が増大したことから、露芯花が発生する品種との管状花数と舌状花数の形成状況とそれぞれの遺伝子発現を明確にする必要がある。さらに露芯花の発生メカニズムを解明するとともに、最も生産効率の高い露芯花の発生低減方法を探索し、ダリアの高品質切り花周年生産方法を構築しようとした。

3. 研究の方法

基本的には、露芯花の発生程度が異なる‘かまくら’(発生程度：甚)、『ミツちゃん’(中)と‘黒蝶’(発生程度：無)を用いた。

高温長日条件における露芯花発生に関する夜温の影響

高温長日条件に露芯花の発生しやすい品種では、舌状花数が著しく減少し露芯花の発生が増大することが判明している。これまで日長が長いほど舌状花数は増大することが判明している。高温長日条件の露芯花の発生には高温が大きく関与していると考えられる。そこで、まず、寒冷紗を用いて、遮光による露芯花の発生、すなわち管状花数と舌状花数に影響するかどうかを調

査した。さらに、近年、ヒートポンプが導入が多く多くの作物で試みられている。昼温を低下させるのにはコストが非常に要することから、実際の生産的には非常に困難である。しかし、夜温を低下させることは可能性がある。そこで、夜温が露芯花の発生、すなわち管状花数と舌状花数に影響するかどうかを調査した。

露芯花発生に関与する遺伝子の影響

これまでに舌状花と管状花でそれぞれ発生に関与する遺伝子が異なることが判明している。‘黒蝶’では、高温長日期に舌状花数が増大したことから、‘黒蝶’では舌状花形成に関わる遺伝子が高温長日期でも発現量が増大しているものと考えられる。そこで、高温期における管状花と舌状花の遺伝子発現の消長を調査するために、花芽発達ステージごとに、管状花数と舌状花数の形成状況とそれぞれの遺伝子発現を明確にしようとした。

4. 研究成果

高温長日期における露芯花発生に関与する遮光や夜温の影響

2019年には、発蕾の前後に70%の遮光を行ったところ、‘黒蝶’では影響が見られなかったが、‘かまくら’では、発蕾以前の遮光によって管状花数には影響しないが、舌状花数が減少し、露芯花が増大する傾向が見られた。同化産物の減少によって、花序の構成に影響が見られたものと推察されたことから、遮光による露芯花抑制は困難であると考えられた。

夜温を変えた実験において、高温期に発蕾をした各品種の平均露芯度は、‘かまくら’が2.93(なりゆき区)に対して1.70(20区)であり、‘ミッチャン’が2.66(なりゆき区)に対して1.88(20区)、『黒蝶’が1.69(なりゆき区)に対して0.55(20区)で、各品種とも露芯花の発生が抑制された。夜間冷房によって管状花数は変化しなかったが舌状花数が増加する傾向が見られた。各品種とも有意に切り花長が増加し、‘ミッチャン’『黒蝶’において有意に切り花重が増加した。

2022年の結果を、表1に示した。高温期に発蕾した各品種の露芯花の発生に夜温による差はほとんど見られなかった。これは2019年の結果と比較して日中の気温が低いことや日射など他の要因が関係している可能性が考えられた。‘黒蝶’、『かまくら’では両処理区で露芯花が発生せず平均露芯度が0であった。‘ミッチャン’では1.00(なりゆき区)、1.43(20区)であり両処理区で露芯花が発生したがあまり差はなかった。また、3品種において夜間冷房によって舌状花数が増加する傾向が見られ、『かまくら’、『ミッチャン’では切り花長、切り花重が増加する傾向が見られた。

2021年には、花芽発育ステージを揃えるため、発蕾直前から夜間冷房処理を開始した。高温期に発蕾した品種のいずれの処理区でも露芯花は発生しなかった。‘かまくら’では夜温20区で切り花重、花径、花床径、舌状花数が有意に増加した。‘黒蝶’でも夜温20区で切り花長、切り花重、花径が有意に増加し、舌状花数も増加する傾向にあった。したがって夜間冷房により切り花品質が向上するとともに、舌状花数が増加することで露芯花の発生抑制にも効果があることが示された。また舌状花数は夜温25、20の‘かまくら’で134.6、194.8であったのに対し、『黒蝶’では212.3、271.7であり、この差が品種間での露芯しやすさに影響を与えていると考えられた。夜温25でも露芯花の発生を抑制できる可能性が示された。

2022年には、露芯花発生に品種間差があるが、この要因を明らかにするため、蕾のステージを4段階(それぞれ直径1.5以下、3-4、5-6(発蕾)、8-10mm)でサンプリングして、検鏡した。‘かまくら’ではステージ4で小花の形成が完了していたのに対し、『黒蝶’では、ステージ4においても先端にまだ未分化の箇所が見られ、小花の形成が完了していなかった。このことが総花数の違いに現れるものと考えられた。

表1 夜間冷房処理がダリアの形質に及ぼす影響

品種	夜温	露芯度	舌状花数	管状花数	切り花長 (cm)	切り花重 (g)
かまくら	なりゆき	0.0	165.3	40.8	170.8	236.7
	20	0.0	203.1	51.0	189.9	270.5
t検定		NS	*	NS	*	NS
ミッチャン	なりゆき	1.0	180.8	74.6	125.5	301.6
	20	1.4	244.7	85.0	158.5	372.3
t検定		NS	*	NS	*	NS
黒蝶	なりゆき	0.0	280.4	32.6	133.8	343.1
	20	0.0	316.4	30.4	131.9	331.5
t検定		NS	NS	NS	NS	NS

露芯花発生に関与する遺伝子の影響

2019年には、露芯花発生程度が高い‘かまくら’の発達段階の異なる蕾組織からRNAを抽出し、RNA-seqを行った。昨年度の‘黒蝶’のデータと合わせて、各遺伝子の転写量を算出し、舌状

花の発達に伴って発現変動する遺伝子群の同定を行った。同定した遺伝子群には、形態形成に関わる転写因子が含まれていた。

2020年には、露芯花発生程度が高い‘かまくら’と発生程度が低い‘黒蝶’のRNA-seqデータから、花蕾の発達に伴って発現変動する転写因子を同定した。リアルタイムPCRにより各遺伝子の発現量を調査し、舌状化の発達に関わるCYC 2 転写因子と今回同定した転写因子が協調的に発現変動していることを明らかにした。

2021年と2022年にかけて、露芯花が発生しやすい‘かまくら’を4つの花芽の発達ステージでサンプリングした：D2;花芽が直径2mmの段階, D5;直径5mm, D10;直径10mm, D15;直径15mm. そして、舌状花と管状花の分化に関与する遺伝子と花芽分裂組織の維持に関与する遺伝子に着目し、露芯花を誘導する高温処理区(33 /28)と正常花を誘導する涼温処理区(25 /15)を設けて、遺伝子の発現解析を行った。その結果、発達ステージの後期においてCYCLOIDEA2(CYC2)dおよびAGAMOUS(AG)-likeの発現量に処理区間で有意な差があった。CYC2dは高温区と比較して涼温区で発現量が高く、AG-likeは発現量が低かった(図2)。したがって、外気温によるこれらの遺伝子の発現量の変化が露芯花の発生と関連している可能性が示された。

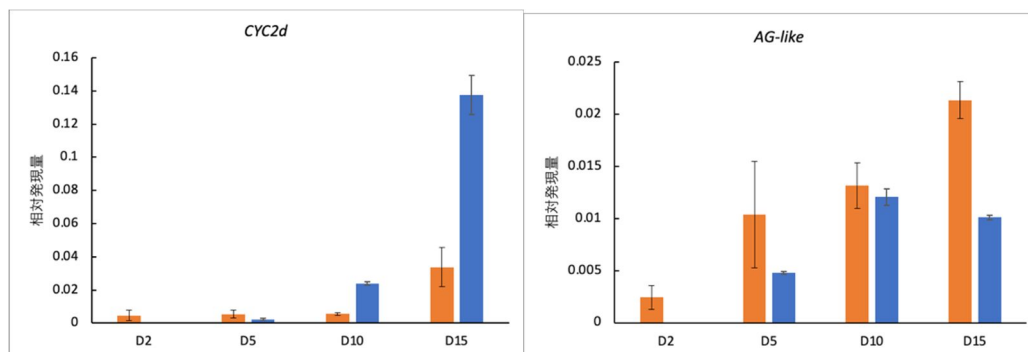


図2. ダリアにおけるステージ毎のCYCLOIDEA2(CYC2)dおよびAGAMOUS(AG)-likeの発現量

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小川鈴・松嶋大貴・北村嘉邦・田中義行・安場健一郎・吉田裕一・後藤丹十郎
2. 発表標題 夏季の夜間冷房温度と時期がダリアの露芯花の発生に及ぼす影響
3. 学会等名 園芸学会令和4年度秋季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田中 義行 (Tanaka Yoshiyuki) (20704480)	京都大学・農学研究科・教授 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------