

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 4 月 19 日現在

研究種目：若手研究(B)
研究期間：2008～2009
課題番号：20780023
研究課題名（和文） 球根植物における球根形成およびそれに伴う休眠制御機構の解明
研究課題名（英文） Studies on regulatory mechanisms of dormancy accompanied by storage organ formation in bulb and rhizome plants.
研究代表者 増田 順一郎 (Jun-ichiro Masuda) 九州大学熱帯農学研究センター・講師（研究機関研究員） 研究者番号：60452744

研究成果の概要（和文）：

球根形成およびそれに伴う休眠制御機構を解明することは農業および学術的にも重要であるが、そのような研究は国内外ともに少ない。アイリスにおいて、温度で球根の肥大が制御されていることがわかった。また、食用ハスは、定植 2 週間後から日長を感じ始め、短日条件で球根が形成されることが明らかになった。さらに、食用ハスの球根形成は、ジベレリン生合成酵素遺伝子の発現量の減少とアブシジン酸生合成酵素遺伝子の発現量の増加により起こる可能性が高いことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

There is a few reports on regulatory mechanisms of dormancy accompanied by storage organ formation in bulb and rhizome plants, although it is important for agriculture and scientific development to clarify its regulatory mechanisms. It was shown that bulb growth was controlled by temperature in bulblets of Dutch iris. It was demonstrated that lotus plant was able to sense photoperiod in transition to storage organ after 2 weeks of transplanting. It was also suggested that storage organ was formed by decrease in expression levels of gibberellin biosynthesis enzyme gene and increase in expression levels of abscisic acid biosynthesis enzyme gene under short day condition.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	960,000	4,160,000

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：

1. 研究開始当初の背景

球根植物の多くは農業の有用性が高いため古くから食用や観賞用として利用されて

きた。球根植物における球根形成は、次年度の球根生産のために重要であるばかりではなく食用および花成にも直結している。

そのため、球根形成の制御は、球根植物の栽培上、非常に重要であり、球根植物の生長制御は球根形成の制御にかかっているといっても過言ではない。

これまで、多くの研究者が球根を形成するに至った理由を生育に不適な環境を生存するための休眠器官として説明してきたが、申請者は、この球根形成＝休眠という見解には異論を唱えている。つまり、球根形成は送粉者の欠如などの受粉が困難な場所で植物の分布を広げるための有性生殖から無性生殖への繁殖様式の転換による植物の適応戦略であり、休眠は生育に不適な環境での適応戦略であると考えている。球根形成（球根形成制御機構）と休眠（休眠制御機構）との関係を明確にするには、休眠導入が常に球根形成を伴って起こる球根植物において、球根形成制御機構を解明することが先決である。

球根形成制御機構を解明することは農業および学術的にも重要であるが、驚くべきことに、そのような研究は国内外ともに少ない。その理由として、休眠導入を伴わずに球根形成する植物および休眠導入を伴って球根形成する植物の環境条件による球根形成・非球根形成制御ができないことが原因である。

2. 研究の目的

申請者は、根茎型球根植物である食用ハスが光環境（日長）で球根形成制御と非球根形成制御ができ、この球根形成は休眠を伴わないで起こることを発見した。さらに、申請者の研究室では、鱗茎型球根植物であるアイリスにおいて、温度処理により球根形成を制御できるとを発見している。また、この球根形成は休眠を伴って起こることも知られている。このように、休眠を伴わずに球根形成する球根植物（食用ハス）および休眠を伴って球根形成する球根植物（アイリス）において、環境条件による球根形成制御ができることを見出したのは世界的に初めてである。

以上のような背景から、休眠を伴わないタイプと休眠を伴うタイプの球根形成植物を用いて球根形成制御機構を解明する。

3. 研究の方法

(1) アイリス

①温度がアイリスの球根形成に及ぼす影響
3~5gのアイリスの球根を植え付け、25℃と15℃で6週間栽培する。1週間ごとの展開葉数および葉長を測定する。

(2) 食用ハス

①異なる植物体のサイズにおける短日処理が食用ハスの根茎肥大に及ぼす影響
催芽処理を行い、25℃の恒温室（全日長下）で7日間生育させた後、定植し、無加温ビニールハウス内で8週間栽培した。栽培期間、長日条件（自然日長）下で栽培する区（LD8）および定植0（SD）、1（LD1）、2（LD2）、3（LD3）、4（LD4）、5（LD5）、6（LD6）、7（LD7）週間後までそれぞれ長日条件下（自然日長）で栽培し、その後、短日条件下（8時間日長）で栽培する区を設けた。栽培後の球根の肥大について調査した。球根の肥大の指標として肥大指数（＝節間の最大直径／節間長）を用いた。

②エセフォン処理が食用ハスの球根形成に及ぼす影響
長日条件で2~3週間栽培した後、長日条件あるいは短日条件でのエセフォン処理を行った。栽培後の球根の肥大について調査した。

③ジベレリン生合成・代謝酵素遺伝子（G A20ox, GA3ox）およびアブシジン酸生合成酵素・代謝遺伝子（ZEP, NCED）の単離・同定

3週間の長日条件（非球根形成区）後、短日条件（球根形成区）および長日条件（非球根形成）下で3週間栽培した球根を材料に供試する。それぞれの器官から全RNAを抽出してcDNAを合成し、既知の配列をもとに設計したdegenerated primerでPCRを行う。PCR産物をアガロースで電気泳動後、目的とするサイズのフラグメントを切り出しシーケンスする。

④ジベレリンおよびアブシジン酸生合成酵素遺伝子の発現量解析

長日条件下で3週間栽培した後、短日条件および長日条件下で、0、1、2、3週間栽培した後の球根を採取する。それぞれのサンプルから全RNA抽出した後、cDNAを合成し、specific primerを用いてリアルタイムPCRで増幅し発現量解析を行う。

4. 研究成果

(1) アイリス

①温度がアイリスの球根形成に及ぼす影響
15℃および25℃処理区において、展開葉数には差がなかったが、15℃処理区では球根形成が促進され、25℃処理区では球根形成が阻害された（Fig. 1）。



Fig.1 温度がアイリスの球根形成に及ぼす影響
左: 15°C, 右: 25°C

(2) 食用ハス

①異なる植物体のサイズにおける短日処理が食用ハスの根茎肥大に及ぼす影響

LD8 では球根が形成されなかったのに対し、SD では第 5 節間から球根が形成された (Fig. 2). 一方、LD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6 および LD7 では、それぞれ第 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 節間から球根が形成され始めた。SD, LD1 では、ともに第 5 節間から球根が形成され始めたことから、定植 1 週間内では日長の効果がほとんどなく、実生植え付け 2 週間後から日長を感じ始めていることがわかった。

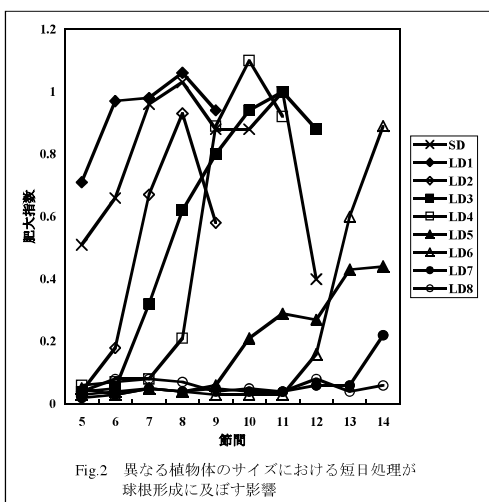


Fig.2 異なる植物体のサイズにおける短日処理が球根形成に及ぼす影響

②エセフォン処理が食用ハスの球根形成に及ぼす影響

長日条件下 (非球根形成条件) および短日条件下 (球根形成条件) においてエセフォン処理を行った結果、長日条件下でのエセフォン処理では球根が形成されず、短日条件下でのエセフォン処理では球根が形成されたことから、食用ハスの球根形成において、エチレンは関与していないことが明らかになった。

③ジベレリン合成・代謝酵素遺伝子 (GA20ox, GA3ox) およびアブシジン酸合成酵素・代謝遺伝子 (ZEP, NCED) の単

離・同定

ジベレリンの生合成・代謝酵素遺伝子において、GA20ox 遺伝子は 2 つ、GA3ox および GA2ox 遺伝子は、1 つ単離・同定された。アブシジン酸合成・代謝酵素遺伝子において、ZEP および NCED 遺伝子はともに 1 つ単離・同定された。

④ジベレリンおよびアブシジン酸合成酵素遺伝子の発現量解析

実生を長日条件 (非球根形成区) 下で 3 週間栽培後、長日条件 (非球根形成) および短日条件 (球根形成区) へ移し、短日および長日処理開始 0~3 週間までの根茎の生育調査を行った。その結果、長日条件区に比べ、短日条件区では処理開始 2 週間後から節間の最大直径が大きくなり、節間長も短くなった。その結果、根茎の肥大の指標として用いている肥大指数 (節間の最大直径/節間長) も大きくなった。このことから、短日処理開始 2 週間後から、根茎が肥大することがわかった (Fig. 3)。

GA20ox-1 (ジベレリン生合成酵素遺伝子) の発現量は、長日条件区に比べ、短日条件区で短日条件 1 週間後からわずかに低かったが、GA20ox-2 (ジベレリン生合成酵素遺伝子) では、処理区における違いが認められなかった。GA3ox (ジベレリン生合成酵素遺伝子) では、長日条件区で発現量が高かったが、短日条件区では、短日処理開始 3 週間後から発現量が低くなった。

短日条件区では、短日処理開始 2 週間後から NCED (アブシジン酸合成酵素遺伝子) の発現量が大きくなり、短日処理開始 3 週間後では、長日条件区に比べ約 6 倍発現量が高かった。

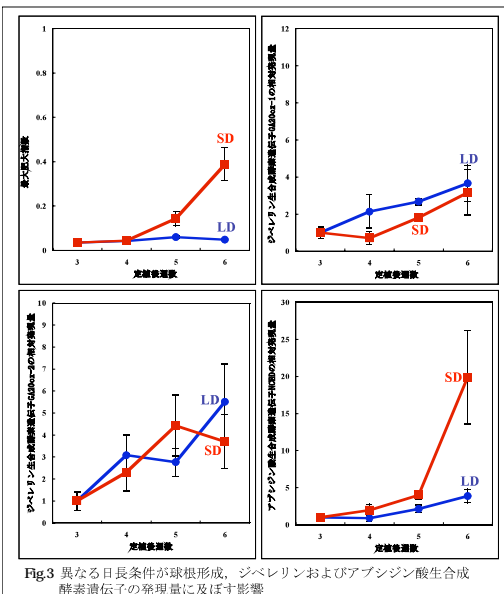


Fig.3 異なる日長条件が球根形成、ジベレリンおよびアブシジン酸合成酵素遺伝子の発現量に及ぼす影響

以上の結果から、食用ハスの球根形成には、ジベレリンおよびアブシジン酸が関与している可能性が高いことが示された。

この結果は、これまで、多くの植物で知られている日長とアブシジン酸との関係を、分子レベルで明確に示した初めての報告である。

今後は、さらに、詳細に、日長（光周期）と植物ホルモンとの関係を分子レベルで明らかにし、国内外、どの研究者も明らかにできていない球根形成制御機構を解明したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 1 件）

増田順一郎・尾崎行生・宮島郁夫・大久保敬.

短日処理開始時期が食用ハスの根茎肥大に及ぼす影響

園芸学会 (2008), 三重大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増田順一郎 (Jun-ichiro Masuda)

九州大学熱帯農学研究センター・講師（研究機関研究員）

研究者番号：60452744