

平成 22 年 5 月 24 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19580036
 研究課題名 (和文) フィトクロムが関与する根茎肥大のメカニズムとその生態的意義の解明
 研究課題名 (英文) Elucidation of regulation mechanism and ecological roles of rhizome enlargement in lotus with regard to phytochrome
 研究代表者 尾崎 行生
 (YUKIO OZAKI)
 九州大学・大学院農学研究院・准教授
 研究者番号：60253514

研究成果の概要 (和文)：

食用ハス (レンコン) 肥大の日長反応感受部位を調査したところ、いずれかの葉で短日を受ければ、根茎の肥大が起こることが分かった。低 (赤色光/遠赤色光) 比率のフィルムで被覆した栽培を行うと、長日条件下であっても根茎の肥大が促進された。短日処理開始2週間後には根茎の肥大反応が起こり始め、この反応にはジベレリンが関与している可能性が高いことが分かった。食用ハスの根茎は「休眠」を持ち、その「休眠」は低温によって打破されると考えられた。

研究成果の概要 (英文)：

Rhizome enlargement occurred in the lotus plants that received the signal of short daylength with one or some of the leaves. Covering with low (red light / far red light) ratio films accelerated rhizome enlargement of the plants even in the long daylength. It was demonstrated that rhizome enlargement started two weeks after short daylength treatments, and it was suggested that gibberellins regulated the rhizome growth (elongation or enlargement). Enlarged rhizomes had dormancy and the dormancy could break by the low temperature treatments.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

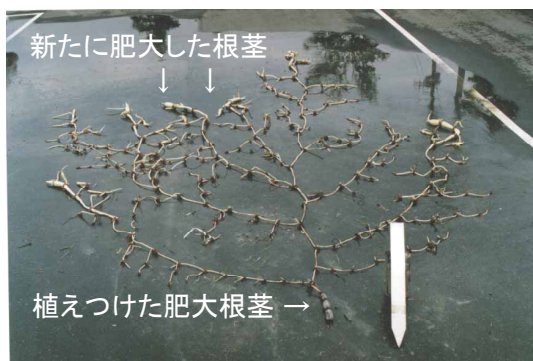
キーワード：野菜

1. 研究開始当初の背景

球根植物や木本植物などの多くの植物は、

生育に不適な環境においても生き残るための「休眠」を持つ。作物生産の現場では、この休眠現象の制御により、花卉や蔬菜、果樹などの多様な作型を開発し、生産性の向上に役立っている。つまり、休眠現象を自由にコントロールすることが、農産業に多大な経済効果をもたらすと言っても過言ではない。球根植物とは、葉、茎、根のいずれかの器官が肥大した植物であるが、その中で茎が肥大したタイプは「球茎」、「塊茎」、「根茎」に類別される。このうち、塊茎球根植物であるジャガイモ、キクイモ、球茎球根植物であるグラジオラス、サトイモなどでは、球根形成に及ぼす環境要因、特に日長や温度の影響に関する報告があるが、根茎球根植物ではこのような報告が見られない。

食用ハス（レンコン）は根茎球根植物であり、わが国で古くから栽培されている重要な蔬菜の1つである。食用ハスの根茎は春に伸長を始め、気温が上昇するにともなって急速に伸長・分枝し、その後先端部付近を肥大させながら伸長を停止する（第1図）。そのため食用ハスの根茎は生育に不適な低温環境を過ごすための一種の「休眠器官」と考えられている。しかしながら、「根茎肥大」のメカニズムについてはこれまで明らかにされておらず、しかも「根茎肥大」と「休眠」との明確な関係についてはまったくと言っていいほど議論されていない。



第1図. 食用ハスの根茎の生育

2. 研究の目的

われわれは、これまで実生を用いたコンパクトな実験系を用い、食用ハスの根茎肥大は日長によって支配されており、長日、短日下で根茎がそれぞれ伸長、肥大することを見出した。さらに短日（根茎肥大条件）下で異なる光質（波長域）による補光処理・光中断処理した場合、白、黄、赤色光で処理すると根茎の肥大が認められずすべて伸長したのに対し、青、緑、遠赤色光で処理すると根茎が肥大することを明らかにした。赤色光と遠赤色光との連続光中断処理を行うと、最後に照射した光質が根茎の生育に影響を及ぼすこ

とも分かった。これらの結果から、食用ハスでは短日によって根茎の肥大が誘導されるが、これは明期の長さではなく、連続した暗期の長さが重要であることが明らかになり、短日植物の花芽分化と同様の日長反応性を有すること、この日長反応性にはフィトクロム B (PhyB) が関与していることが考えられた。また、短日下で栽培して根茎を肥大させた後、長日下に移すと根茎は伸長し、さらに短日下に戻すと再び根茎が肥大した。このように、根茎肥大は可塑的な現象であることを明らかにした。一方で、われわれは外与の植物ホルモンが根茎の生長に及ぼす影響についても調査し、根茎肥大条件下における GA (ジベレリン) 処理によって根茎が伸長すること、根茎伸長条件下における GA 生合成阻害剤処理、ABA (アブシジン酸) 処理によって根茎が肥大することを明らかにしている。

そこで、特に根茎肥大がフィトクロムによって制御されていることを利用して、本研究では、まず日長反応感受部位について明らかにするとともに、(赤色光/遠赤色光) 比による根茎肥大制御を試みる。次に、「フィトクロムが介在する日長反応」から「根茎肥大現象」に至るまでの植物ホルモンの関与を検証する。

3. 研究の方法

(1) 日長反応感受部位の調査

無加温ビニルハウス内の長日条件下で2週間栽培を行った後、「無処理（対照）区」、「すべての葉を短日処理する区」、「最新展開葉のみを短日処理する区」、「最新展開葉以外を短日処理する区」での栽培を行い、2週間後の生育を比較した。

(2) 赤色光/遠赤色光比による根茎肥大制御

九州大学生物環境調節センター内の 30°C ファイトロンにおいて、(赤色光/遠赤色光) の透過性が異なるフィルムで植物を覆い、長日および短日条件下で栽培した場合の根茎の生育を調査した。

次に、無加温ビニルハウス内において、長日・短日条件下の暗期に遠赤色光による光中断、ならびに短日条件下での遠赤色光による補光処理を行い、根茎の生育を調査した。

(3) 根茎肥大にともなう GA 生合成遺伝子の消長

無加温温室内で6週間栽培した。定植3週間後までは、長日下（自然日長）で、その後、長日下（自然日長）、短日下（8時間日長）で3週間栽培した。処理開始後の GA 生合成遺伝子群の発現の洋荘について調査した。

(4) 肥大根茎の休眠性

無加温ビニルハウス内で肥大した根茎を供試した。異なる時期に根茎を掘り上げ、そのまま 30°C のファイトロンに移動、もしくは1ヶ月間の低温（5°C）処理を施した後に

30°Cのファイトロンに移動させて萌芽時期を調査した。

4. 研究成果

(1) 日長反応感受部位の調査

「無処理（対照）区」以外ではすべて根茎の肥大が認められた。このことから、いずれかの葉で短日を受感すれば、根茎の肥大が起こることが明らかになった。

(2) 赤色光/遠赤色光比による根茎肥大制御

低（赤色光/遠赤色光）比率のフィルムで被覆した栽培を行うと、長日条件下であっても根茎の肥大が促進された（第2図）。しかしながら高（赤色光/遠赤色光）比率のフィルムで被覆した栽培を行っても、短日条件下で根茎は伸長しなかった。



第2図. 異なる(赤色光/遠赤色光)比率フィルム被覆が食用ハスの根茎生育に及ぼす影響

14 時間日長の暗期に遠赤色光による光中断を行っても、根茎の生育には影響を及ぼさなかったが、8 時間日長の暗期の後期に遠赤色光による光中断を行うと根茎の肥大が抑制された。その一方で、8 時間日長の暗期に遠赤色光による補光処理を行うと、根茎肥大が促進された。

以上の結果から、フィルム被覆によって赤色光の透過を抑制することにより暗期開始後の Pfr 量が減少し、暗反転に要する時間が短縮されたこと、ならびに短日下での遠赤色光照射時間帯による根茎生育の反応性は、短日植物における花芽形成の反応性とは異なっていることが推察された。

(3) 根茎肥大にともなう内生 GA, ABA の消長

GA 生合成関連遺伝子群の単離・同定を行った。GA 生合成関連遺伝子として、GA 20ox, GA 3ox, GA 2ox に着目し、それぞれのクローニングを行ったところ、順に 2 種類、1 種類、1 種類のクローンを単離できた。

次に日長処理開始後の根茎の生育と GA 生合成遺伝子群の発現の様相について調査した結果、長日処理区では総主茎長が増加し続けたが、短日処理区では処理 1 週間後から伸長が緩慢になり始め、処理 2 週間後からは伸

長がほとんど停止した。肥大指数を比較した場合、長日処理区では肥大指数が 0.1 以下で肥大が認められなかったのに対し、短日処理区では処理 2 週間後から最大肥大指数が増加し始め、処理 3 週間後には約 0.4 になり明確な肥大が認められた。GA 20ox の発現を調査したところ、長日処理区では処理後の発現量が増加していたが、短日処理区では処理 1 週間後に一旦発現量が減少し、その後増加に転じた。GA 3ox の発現を調査した結果、短日処理区では処理後の発現量が横ばいで一定であったのに対し、長日処理区では、処理 2 週間後までは横ばいで、その後増加に転じた。また、長日処理区では処理後に一旦 GA 2ox 発現量が低下した後増加に転じたのに対し、短日処理区では処理後から発現量が減少し続けた。

以上の結果から、食用ハスでは短日処理開始 2 週間後には根茎肥大反応が起こり始め、この反応にはジベレリンが関与している可能性が高いことが明らかになった。

(4) 肥大根茎の休眠性

肥大した根茎への低温処理について検討した結果、低温に遭遇させない場合には掘り上げ時期が遅くなるほど出葉時期が早くなったが、低温に遭遇させた場合には掘り上げ時期による差が見られなかった。掘り上げ時期が遅くなるほど、また低温に遭遇するほど根茎の伸長は促進された。

この結果、食用ハスの根茎は「休眠」を持ち、その「休眠」は低温によって打破されると考えられた。

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 2 件)

増田順一郎, 尾崎行生, 大久保敬, 食用ハス(レンコン)の根茎肥大に関する研究, 農業および園芸, 査読無, 84 巻, 2009, 334-340
Masuda, J., Y. Ozaki and H. Okubo, Rhizome transition to storage organ is under phytochrome control in lotus (*Nelumbo nucifera*), *Planta*, 査読有, 226 巻, 2007, 909-915

[学会発表] (計 2 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, 平成 20 年度園芸学会秋季大会, 2008 年 9 月 27 日, 三重大学
Masuda, J., Y. Ozaki and H. Okubo, Possibility of phytochrome-dependent abscisic acid regulation in rhizome transition to storage organ in lotus

(*Nelumbo nucifera*), Xth International
Symposium of Flower Bulbs, 2008年4月21
日, オランダ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾崎 行生 (OZAKI YUKIO)

九州大学・大学院農学研究院・准教授

研究者番号: 60253514

(2) 研究分担者

大久保 敬 (OKUBO HIROSHI)

九州大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号: 80153514

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号:

(4) 研究協力者

増田 順一郎 (MASUDA JUN-ICHIRO)

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