

## 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 24 年 4 月 30 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2009 ~ 2011

課題番号：21580041

研究課題名（和文） 園芸植物を対象とした花茎（茎）生長制御の細胞生長生理学的研究

研究課題名（英文） Physiological studies on stem growth and gummosis in bulbous plant, tulips

研究代表者 宮本 健助 (MIYAMOTO KENSUKE)  
大阪府立大学・高等教育推進機構・教授

研究者番号：10209942

研究成果の概要（和文）：球根植物チューリップ (*Tulipa gesneriana* L. cvs. Gudoshnik および Apeldoorn) を対象にオーキシンの作用を中心に花茎生長制御について解析すると共に、ガム物質形成機構の解析を行い、以下の結果を得た。(1) 暗所で生育させた黄化花茎と自然条件下で生育させた花茎の生長に対するオーキシン、オーキシン極性移動阻害剤、およびオーキシン作用阻害剤等の影響を比較検討し、黄化花茎の生長におけるオーキシンの重要性を明らかにした、(2) 花茎生長および開花におけるオーキシンの役割を明らかにする目的で、不完全な低温処理を施した球根にオーキシン極性移動阻害剤であるトリヨード安息香酸を処理した結果、花茎の生長と開花が促進されることを見出した、(3) 球根においてはジャスモン酸類 (JAs) 処理によってガム物質が形成される。JAs と他の植物ホルモンとの相互作用を検討した結果、ジベレリンが JAs 誘導性のガム物質形成を促進すること、などを見出した。

研究成果の概要（英文）：Physiological studies on stem growth and gummosis in tulips (cvs. Gudoshnik and Apeldoorn) were carried out, and following results were obtained. (1) Shoot growth of fully cooled tulip bulbs grown continuous dark conditions was investigated in relation to the role of applied auxin, suggesting that auxin is a major factor responsible for growth of all internodes in etiolated tulip stems. (2) Inhibitor of auxin polar transport, 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA), was applied to uncooled tulip bulbs before flower bud formation at beginning of July and after flower bud formation in October and November. Shoot growth and flowering of partially dry-cooled bulbs were substantially stimulated, suggesting that TIBA partially replaces the cold requirement of tulip bulbs. The effect of TIBA is similar to that of gibberellins applied exogenously to the bulbs. (3) Simultaneous application of methyl jasmonate with gibberellin increased gum formation in tulip bulbs. Seasonal changes in gum formation were also demonstrated.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000

2011 年度	1, 000, 000	300, 000	1, 300, 000
年度			
年度			
総 計	3, 400, 000	1, 020, 000	4, 420, 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：茎（花茎）生長、オーキシン、ガム形成、ジャスモン酸類、チューリップ、*Tulipa gesneriana*

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 花茎生長制御

これまでに理学的な生長生理学的視点から茎細胞の生長制御機構が、特に植物ホルモンのオーキシンの作用を中心に調べられ、オーキシン誘導生長における細胞壁の力学的性質の重要性、およびそれに関わる細胞壁多糖類の変化が示されている。しかしながら、これらの結果は主に、植物生理学の実験に古典的に用いられてきたオトムギ（単子葉イネ科植物）幼葉鞘やエンドウ黄化芽生えの上胚軸などの限られた植物種、しかも、黄化芽生えの切片系における解析によるものである。

一方、個体の茎の生長は、栄養分の転流、植物ホルモン類の動態（合成や転流など）、水分供給、光条件などの様々な要因によって規定されており複雑な器官相互作用を受けている。しかしながら、実験系の難しさなどから、ほとんど個体レベルでの細胞生長生理学的な茎生長制御機構の解析はなされていなかった。

### (2) ガム物質形成制御

植物の病害虫防御機構の一つであるガム物質形成について、これまでに球根植物チューリップにおけるジャスモン酸類の関与と重要性を指摘してきている。しかしながら、他の球根植物におけるガム物質の化学組成や、ホルモン相互作用については、十分に明らかにされていない。チューリップと他の球根植物とのガム形成制御等の比較検討が必要とされる。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究は、花卉園芸上重要なチューリップ (*Tulipa gesneriana* L.) を対象に植物の形の良さを規定する茎（花茎）の生長制御機構を、

個体レベルすなわち器官相互作用を踏まえつつ植物ホルモン作用の観点から細胞生長生理学的に解析することを目的とした。

(2) なお、チューリップを対象とした関係から生長実験期間が限られているため、ガム物質形成のホルモン制御についても球根植物であるムスカリ (*Muscari armeniacum* L.) を含め研究を実施することとした。

## 3. 研究の方法

(1) チューリップは、花蕾、第4～第1節間、葉部、球根部という比較的簡潔な構造をとっている。また、その花茎の伸長生長は、第4節間が著しく、これが花の姿に大きく関係する。花茎の生長には花蕾の生産するオーキシンが重要な役割を果たしているとされている。個体レベルの器官相互作用を解析するには、この生長特性と比較的単純な器官構成が、極めて有利な要素となる。ソース・シンクの概念を導入し、細胞吸水生長の原動力となる浸透圧調節機構（浸透物質の転流）、ホルモンの転流、生長に関わる細胞壁物性の変化とその背景となる多糖類糖代謝を細胞生理学的手法を導入して解析した。

(2) ガム形成のホルモン制御については、チューリップおよびムスカリを対象に、ホルモン相互作用、感受性の季節変動等を投与実験により調べるとともに、化学組成についてガム物質の分子量および、加水分解物の単糖組成などについて分析実験を行うこととした。

## 4. 研究成果

### (1) 花茎生長制御機構

#### ①細胞成長生理学的解析

暗所あるいは自然条件下で生育させたチューリップから花茎切片を調製し、オーキシンをその先端から与え、各節間成長に対する影響を検討した。オーキシンは緑化切片に比べ黄化切片においてオーキシンはより大きな生長促進効果を示すことを見出し、黄化花茎の伸長におけるオーキシンの重要性を指摘した。

また、第一節間の長さを様々に変えてオーキシン反応性を調べたところ、第一節間長が長いほどオーキシンによって大きな伸長がもたらされたが、相対生長促進効果は同程度であったことから、細胞伸長促進が茎全体の生長に大きく寄与していることがわかった。本結果については一部論文の形でまとめた（発表論文⑥）。

また、蒸気圧法浸透圧計を用いて、茎切片から凍結融解・遠心法によって得た細胞液の浸透圧を測定した。その結果、浸透圧はオーキシン処理によって有意に減少したが、浸透物質量には対象とほとんど差は認められなかった。この結果から、浸透圧の低下は生長促進の結果であり、オーキシンは浸透調節よりもむしろ、主として細胞壁力学的性質に影響してチューリップ花茎の生長を制御するものと推察された。この結果については、現在、解析を継続中である。

## ②茎生長制御機構のホルモン学的解析

チューリップの花茎生長および開花におけるオーキシンの役割を明らかにする目的で、不完全な低温処理あるいは非低温処理を施した球根にオーキシン極性移動阻害剤の一種であるトリヨード安息香酸 (TIBA) を処理し、その影響を調べた。その結果、低温処理を施していない植物体の花茎生長や開花にはTIBAは影響しないものの、不完全な低温処理を施した球根においては、その花茎の生長と開花を有意に促進することを見出した。その効果は低温処理の代用作用を有するジベレリンのそれときわめて類似しており、新しい知見であった。その結果については論文として発表した（発表論文①および③）。

## (2) ガム物質形成

### ①球根植物におけるガム物質形成

チューリップでは、エチレンやジャスモン酸類処理によって多糖類性ガム物質が形成される。今回、園芸上有用な球根植物のムスカリとの比較実験を行った。その結果、いずれの植物においてもジャスモン酸類とエチレンの相互作用によって顕著なガム物質形成が起こることが明

らかになった。

加えて、チューリップではジャスモン酸類が主導的役割を果たしているのに対して、ムスカリではエチレンが主導的役割を果たしていることがわかった。さらに、ガム物質の化学組成が両植物で異なることも明らかとなった。すなわちチューリップのガムはグルクロノアラビノキシランであるのに対し、ムスカリのガムはラムガラクトロナンであった。

以上の結果から、球根植物間でもガム形成制御に主導的役割を果たしている植物ホルモンおよびガム物質化学組成が異なることを明らかとなり、その成果についてはホルモン作用の観点からと、ガム組成の生化学的側面からの論文の形で成果を報告した（発表論文④および⑤）。

## ②チューリップにおけるガム物質形成のホルモン相互作用

これまでにチューリップ球根におけるガム物質形成においてジャスモン酸類はエチレンと相互作用を示すことを明らかにしてきている。今回、チューリップ球根においてエチレンに加え、ジベレリンもジャスモン酸類と相互作用を示し、相乗的にガム形成を促進することを見出した。ガム物質形成の季節的変動等の結果と合わせ、その成果については論文の形でまとめている（発表論文②）。

本研究によって得られた研究成果は、花卉園芸学情主要な球根植物であるチューリップの栽培において基礎的資料となるものと期待される。また、球根植物の病害虫抵抗反応としてのガム物質形成機構に関する基礎的結果は、植物ホルモン等を利用したガム形成の化学制御法の開発に対する基礎的資料となるものと推察される。

## 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6件)

①Saniewski, M., Okubo, H. Miyamoto, K., Oka, M. ,and Ueda, J. Stimulatory effect of 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA) on shoot growth and flowering of partially cooled tulip (*Tulipa gesneriana* L.) bulbs. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 19(2) 149-160, 2011 (査読有)

②Saniewski, M., Puchalski, J., Miyamoto, K., Oka, M. , and Ueda, J. Methyl jasmonate-induced gum

production in tulip bulbs is stimulated by gibberellic acid. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 19(2) 161-168 (査読有)

- ③ Saniewski, M., Miyamoto, K., Okubo, H. and Ueda, J. An inhibitor of auxin polar transport, 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA), stimulates shoot growth and flowering of partially cooled tulip bulbs. Acta Hort. 886: 239-245, 2011 (査読有)
- ④ Miyamoto, K., Sasamoto, M., Ueda, J. and Saniewski, M. Interaction of ethylene and methyl jasmonate on gummosis in grape hyacinth (*Muscari armeniacum*) bulbs. Acta Hort. 886: 343-349, 2011 (査読有)
- ⑤ Miyamoto, K., Kotake, T., Sasamoto, M., Saniewski, M. and Ueda, J. Gummosis in grape hyacinth (*Muscari armeniacum*) bulbs: hormonal regulation and chemical composition of gums. J. Plant Res. 123: 363-370, 2010 (査読有)
- ⑥ Saniewski, M., Goraj, J., Wegrzynowicz-Lesiak, E., Okubo, H., Miyamoto, K. and Ueda, J. Differential growth of excised and intact fourth internode after removal of the flower bud in growing tulips: Focus on auxin action. Journal of Ornamental Plant Research 18(2) 297-308, 2010 (査読有)

[学会発表] (計5件)

- ① Saniewski, M., Ueda, J., Miyamoto, K., Okubo, H., Puchalski, J. and Horbowicz, M. Plant gums – secondary metabolites: occurrence, formation, composition, hormonal regulation. II Conference of Bioactive Plant Compounds – Structural and Applicative Aspects. (Sep. 12~14, 2011, Poland)
- ② Saniewski, M., Puchalski, J., Miyamoto, K. and Ueda, J. Methyl jasmonate-induced gum production in tulip bulbs is stimulated by gibberellic acid. Nauka i praktyka ogrodnicze dla zdrowia I Srodowiska (ポーランド科学アカデミー主催の園芸学会年会)( Sep. 14~16.,2011, Lublin, Poland)
- ③ 上田純一、戸田雄太、多田朋弘、宮本健助、エンドウ重力応答突然変異体 *ageotropum* の自発的形態形成とオーキシン動態 (日本植物学会第75回大会、2011年9月17~19日,東京)
- ④ Saniewski, M., Okubo, H., Miyamoto, K. and Ueda, J. The role of endogenous gibberellins in tulip stem growth induced by IAA and IBA:

Relevance to inhibitors of gibberellin biosynthesis. 28th International Horticultural Congress (August 22-27, 2010,リスボン、ポルトガル)

- ⑤ 宮本健助、小竹敬久、笹本真季子、Saniewski, M.、上田純一。ムスカリ (*Muscari armeniacum*) におけるガム物質形成: ホルモン制御とガム物質の化学組成、日本植物学会第73回大会 (2009年9月17~20日、山形)

[図書] (計1件)

- ① 宮本健助、最新植物生理化学「第3章 重力屈性・重力形態形成」(長谷川宏司、広瀬克利編) 大学教育出版 pp.85-133 (2011)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮本 健助 (MIYAMOTO KENSUKE)

大阪府立大学・高等教育推進機構・教授

研究者番号: 10209942

### (2) 研究分担者

上田 純一 (Ueda Junichi)

大阪府立大学・理学系研究科・教授

研究者番号: 40109872

### (3) 連携研究者

なし