

京都大学	博士（生命科学）	氏名	平岡 和久
論文題目	シロイヌナズナ <i>FT</i> 遺伝子および <i>TSF</i> 遺伝子による側枝伸長制御		
(論文内容の要旨)			
種子植物が葉芽（側芽）でなく花芽の形成を開始し、栄養成長から生殖成長への相転換が起こることを花成と呼ぶ。固着生活を営む種子植物にとって、特に一年生植物の場合、適切な時期に花成を行うことはたくさんの成熟種子を確実に残すために必須である。適切な時期を知るために、植物は外的要因（光、温度など）と内的要因（齢など）を感知している。また、多くの種子植物では花成と同時に節間の伸長や葉序パターンの変更などのさまざまな形態変化が起きることが知られている。そのうち側枝伸長は、光合成によるエネルギー源の生産を続けつつ、最適数の種子の産生を容易にするために重要な役割を果たす。しかし、花成とそれに伴う側枝伸長とを結びつける因子は、これまでに知られていなかった。申請者は、種子植物シロイヌナズナの長距離作用シグナルであり、花成の強力な促進因子の蛋白質をコードする<i>FLOWERING LOCUS T (FT)</i> 遺伝子およびそのパラログである<i>TWIN SISTER OF FT (TSF)</i> 遺伝子に着目し、以下の解析を行った。 まず、両遺伝子の単一変異体および二重変異体を長日、短日の2種類の日長条件下で育成し、側枝伸長について野生型と比較した。すると、長日条件下の<i>ft</i>変異体、短日条件下の<i>tsf</i>変異体では、それぞれ野生型植物に対して、（１）伸長開始の遅延と（２）伸長速度の低下が見られることがわかった。いずれの日長条件においても二重変異体では、これらの表現型の亢進が認められた。このことは、長日条件では<i>ft</i>変異、短日条件では<i>tsf</i>変異が花成遅延を引き起こすというこれまでの知見と類似しており、側枝伸長においても長日条件では<i>FT</i>遺伝子が、短日条件では<i>TSF</i>遺伝子が、それぞれ主に影響を与えることを示唆する。また、<i>FT</i>、<i>TSF</i>両遺伝子の発現は、長日条件においてともに葉で誘導され、発現量が優勢であるのは<i>FT</i>遺伝子であることが知られる。本研究では短日条件において両遺伝子の詳細な発現解析を行い、<i>TSF</i>遺伝子は、若い時期には発現が抑制されているものの、その後、本葉の主脈および二次脈において日齢依存的に発現が誘導されることを明らかにした。一方、<i>FT</i>遺伝子にはそのような日齢依存的な発現誘導は認められず、播種後60日齢の植物の本葉でも日長が主な発現誘導要因であった。長日条件下および短日条件下での本葉における両遺伝子の発現プロファイルは、上述の単一変異体における側枝伸長の表現型をよく説明できるものである。さらに、<i>ft</i>変異体背景での機能的<i>FT</i>遺伝子の一過的発現誘導系および短日条件から長日条件への植物移行系を用いて主軸の抽薹後に<i>FT</i>遺伝子の発現を回復させることにより、花成への影響を介さない<i>FT</i>遺伝子の側枝伸長への影響を観察した。すると、両方の系において<i>FT</i>遺伝子の発現回復によって側枝伸長は促進された。これらのことから、<i>FT</i>遺伝子および<i>TSF</i>遺伝子は側枝伸長を制御する機能を有することが明らかになった。 本研究ではまた、<i>FT</i>、<i>TSF</i>両遺伝子が側枝伸長に関与する機序を解明するための手がかりとするため、側枝伸長の際に発現変動が予想される遺伝子について、長日条件下で育成した野生型および<i>ft</i>変異体の側枝の頂芽部における発現を継時的に解析した。すると、花器官形成に関連があるいくつかの遺伝子において、野生型と<i>ft</i>変異体との間で発現量に差が認められた。それに加えて、野生型と<i>ft</i>変異体における側枝の伸長速度と側枝の花の形成速度の間にはある程度の関連性が認められた。 以上のように、本研究は、シロイヌナズナにおいて長距離花成シグナル（フロリゲン）が花成誘導と側枝の成長を結ぶ重要な鍵であることを明らかにした。			

(論文審査の結果の要旨)

本論文では、花成とそれに伴う側枝伸長とを結びつける因子の候補として、長距離花成シグナル（フロリゲン）に着目し、シロイヌナズナにおいてフロリゲンをコードする *FLOWERING LOCUS T (FT)* 遺伝子およびそのパラログである *TWIN SISTER OF FT (TSF)* 遺伝子について、以下の解析を行った。

まず、両遺伝子の単一変異体および二重変異体における側枝伸長を長日および短日条件下で野生型と比較した。その結果、長日条件下の *ft* 変異体、短日条件下の *tsf* 変異体において、(1) 伸長開始の遅延、(2) 伸長速度の低下が見いだされた。さらに、いずれの日長条件においても二重変異体では、これらの表現型の亢進が認められた。このことは、花成促進の場合と同様に、側枝伸長においても、長日条件では *FT* 遺伝子が、短日条件では *TSF* 遺伝子が、それぞれ主要な役割を果たすことを示唆する。*FT*、*TSF* 両遺伝子の発現は、長日条件においてともに葉で誘導されるが、発現量においては *FT* 遺伝子が優勢であることが知られている。そこで、本研究では、短日条件において両遺伝子の詳細な発現解析を行い、本葉の主脈および二次脈において日齢依存的に *TSF* 遺伝子の発現が誘導されること、*FT* 遺伝子にはそのような日齢依存的な発現誘導は認められないことを明らかにした。両遺伝子の発現プロファイルは、単一変異体における側枝伸長の表現型をよく説明できる。次に、形質転換植物を用いた *FT* 遺伝子の一過的発現誘導系と日長条件の切り換えによる発現誘導系を用いて、主軸の抽臺後に *FT* 遺伝子の発現を回復させることにより、花成に対する効果を介さない *FT* 遺伝子の側枝伸長への影響を検討した。その結果、花成後に *FT* 遺伝子の発現を回復させることによって側枝伸長が促進されることが確認された。これらのことから、*FT* 遺伝子および *TSF* 遺伝子は主軸の花成を介さずに側枝伸長を制御する役割を持つことが明らかになった。本研究ではさらに、*FT* 遺伝子および *TSF* 遺伝子が側枝伸長を促進する際の作用機序を理解する手がかりを得るために、側枝伸長の際に発現変動が予想される遺伝子の解析をおこない、いくつかの遺伝子で野生型と *ft* 変異体との間で発現量に差を認めた。

花成に伴う側枝伸長は、光合成によるエネルギー源の生産を続けつつ、多数の種子形成を可能にするために重要な役割を果たすが、この二つを結びつける制御因子はこれまで未知であった。以上のように、本研究はシロイヌナズナにおいて、長距離花成シグナル（フロリゲン）が花成誘導と側枝の成長を結ぶ重要な鍵であることを明らかにした。よって、本論文は博士（生命科学）の学位論文として価値あるものと認めた。なお、平成25年1月29日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日