

研究成果概要

1. 研究課題

和文 化合物投与による非遺伝子組換えでの植物の生長制御
英文 Growth control in non-genetically modified plants by compound administration

2. 申請者名(代表研究者)

氏名 遠藤 求	ローマ字表記 Endo Motomu
所属大学・機関名 奈良先端科学技術大学院大学	英訳表記 Nara Institute of Science and Technology
研究科専攻名・部課名等 先端科学技術研究科	英訳表記 Graduate School of Science and Technology
役職名 教授	英訳表記 Professor

3.研究目的、成果、今後の見通し

1. 研究の背景・課題・目的

地球温暖化や人口増加が急速に進むことで、近い将来に深刻な食料不足が懸念されている。これまで植物の生長制御は、品種改良による古典的な育種に加え、栽培管理の強化、遺伝子組換え・ゲノム編集などが主であった。しかし、時間的・人的コストがかかること、汎用性に欠けること、作付け後の生長制御が難しいことなど、これらの方法は必ずしも万能ではない。特に、遺伝子組換えの利用は、消費者に根強い心理的抵抗もあり、成果を迅速に届けられないという問題点がある。

本研究では、申請者によるこれまでの世界的な基礎研究に基づき、これまでに明らかにしてきた概日時計システムを化合物（農薬）で制御することで、非遺伝子組換えかつ作付け後に植物の生長を制御できる方法の開発を目指す。これにより、社会に受け入れられ、かつ機動的に生産を調節するための新たな生産技術の開発を行う。

2. 研究計画

計画1 維管束の概日時計の攪乱による季節認識機構の理解

シロイヌナズナの維管束の概日時計を攪乱することで、季節認識をコントロールし、任意の時期に花を咲かせることができることを発見していた（図1）。この仕組みを理解するため、野生型（親株）に加え、維管束の時計機能を攪乱した形質転換体から維管束だけを単離し、トランスクリプトーム解析を行った。その結果、これまでの季節認識モデルでは考慮されてこなかった、概日時計遺伝子の発現量、特に花成を促進する経路と抑制する経路の発現量比を考慮にいれないといけないことを見出した。

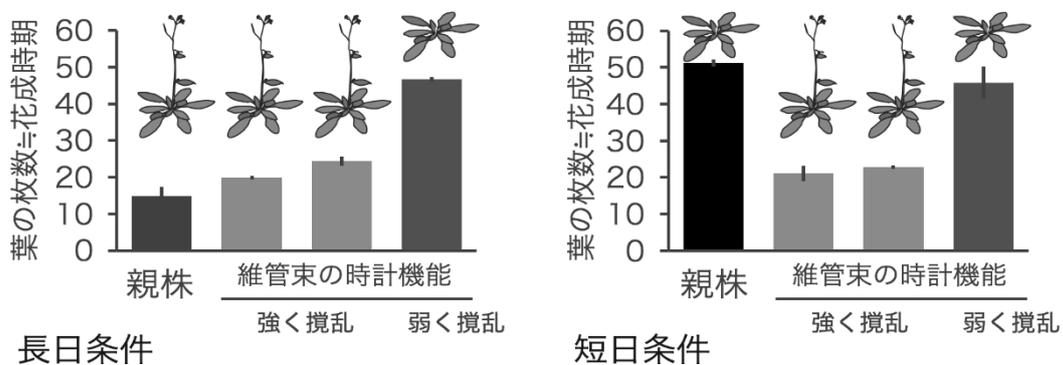


図1 維管束の時計機能の阻害で、早咲きにも遅咲きにもなる

計画2 概日時計およびフロリゲンの発現を指標とした化合物スクリーニング

そこで、時計遺伝子の発現量を化合物投与によって制御するため、ケミカルスクリーニングを行った。すでにヒト用の既存薬・機能既知薬を集めたケミカルライブラリー（3200化合物）のスクリーニングを行い、最終的な候補化合物として、スルファニルアミドを同定した。スルファニルアミドは濃度依存的に主要な時計遺伝子の発現を低下させ、概日時計遺伝子の量比を変化させることを明らかにした。（図2）。

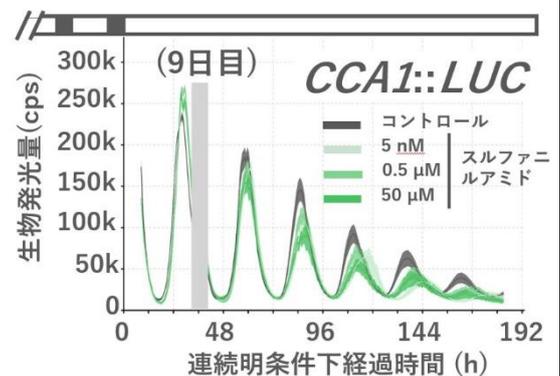


図2 用量依存的に時計遺伝子 CCA1の発現が抑制される。

そこで、こうした概日時計遺伝子に対する発現量変化が花成に結びつくかを調べるために、植物の花成ホルモンであるフロリゲンをコードする *FT* 遺伝子の発現量を計測した。その結果、スルファニルアミド未投与では明期の終わりに見られた遺伝子発現のピークが、スルファニルアミドを投与によって著しく低下し、約 1/3 になっていることを明らかにした (図 3)。

こうしたことから、スルファニルアミドは花成を抑制する効果があると考え、花成時期の計測を行った。その結果、たしかにスルファニルアミドは濃度依存的に花成を遅延させる効果があることが明らかとなったものの、その効果は *FT* 遺伝子発現の抑制程度合いから考えると著しく弱いものであった。

この原因を明らかにするため、次に植物の発生段階ごとに *FT* 遺伝子の発現を計測した。その結果、芽生え後 5 日目にスルファニルアミドを投与すると、その後 7-10 日ほどは確かに *FT* 遺伝子の発現量は未投与の場合と比べて著しく抑制されていた。その一方で、16 日目以降の *FT* 発現量が急速に増大する時期では、スルファニルアミドによる抑制効果は十分ではなく、未投与の場合に比べると発現量は十分に低いものの、無視できない程度には *FT* の発現が誘導されていることが明らかとなり、これがスルファニルアミドの効果が限定的であった理由であると考えた。

そこで、植物の幼若期においてのみスルファニルアミドが高い効果を示す理由を明らかにするため、RNA-seq 解析によりスルファニルアミドによって発現が誘導される遺伝子を網羅的に解析した。その結果、主に幼若期で *FT* 遺伝子の発現の抑制に関わっている *TEM1* および *TEM2* の 2 つの遺伝子が候補として見いだされた。

3. 今後の展望

今回の研究によって、花成を抑制する化合物を新規に同定することに成功した。スルファニルアミドは抗真菌薬としてすでに利用されていることから、人体毒性なども考慮しなくても良い点は優れていた。一方で、スルファニルアミドの投与による効果は、当初申請者が想定していたほどではなかった。スルファニルアミドの効果を持続させるために、成長段階の後半でもう一度投与することや、スクリーニング規模を大きくすることなどが考えられる。さらに、花成という大きなイベントではなく、もう少し制御標的を絞り込んだスクリーニングも有効であると考えられることから、季節認識機構の理解をさらに進める必要がある。いずれにせよ、地球温暖化や人口増加が急速に進むことで、近い将来に深刻な食料不足が懸念されており、汎用性に優れる化合物による花成制御の実用化に向けてさらなる研究が必要となるだろう。

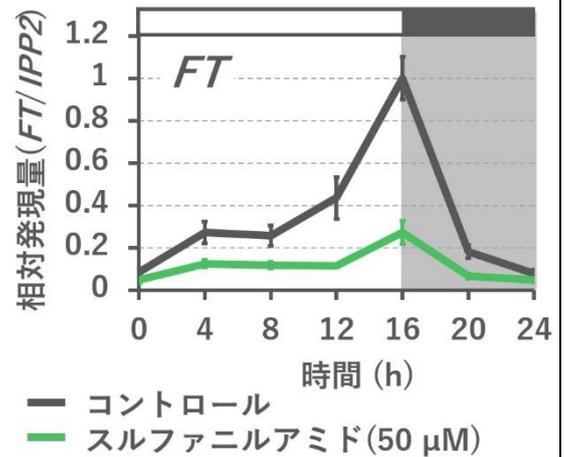


図 3 用量依存的に維管束の *FT* 遺伝子の発現が抑制される。

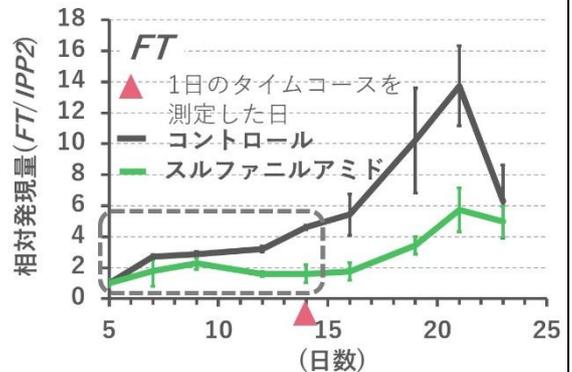


図 2 用量依存的に時計遺伝子 *CCA1* の発現が抑制される。