



**温暖化による開花時期の短縮：  
たった二つの開花遺伝子によって開花時期を高精度に予測**

**研究成果のポイント**

- ・ 開花を制御する二つの主要な遺伝子の働きを調べることによって、複雑な野外環境で開花の始まりと終わりを予測する手法を開発。
- ・ 温暖化に伴い植物の開花期間は短くなり、約 5°C の温度上昇で開花しなくなることを予測。
- ・ 地球温暖化が生態系に及ぼす新たなリスクを評価し、重要作物の収量を制御する技術として応用可能。

**研究成果の概要**

植物の開花時期は気温変化と密接に関係しています。地球温暖化の影響を受けて、開花や落葉時期が変化する事例が多く報告されていますが、その分子メカニズムはわかっていませんでした。本研究は、植物の温度応答の分子メカニズムをもとに、野外の複雑な変動温度環境下でもたった二つの開花遺伝子発現量を追跡することで、開花時期を精度良く予測する手法を確立しました。本手法を用いて将来予測を行った結果、開花期間が温暖化とともに短縮され、最終的には約 5°C の温度上昇によって開花すらしなくなることが予測されました。本手法は、地球温暖化に対して、自然生態系や農業生態系がどのように応答するかを予測するグリーンイノベーション技術として役立てることができます。

**論文発表の概要**

研究論文名 : Forecasting flowering phenology under climate warming by modelling regulatory dynamics of flowering-time genes (地球温暖化世界で生じる開花フェノロジー変化を開花遺伝子発現量から予測する)

著者 : 氏名 (所属) 佐竹暁子 (北海道大学地球環境科学研究院)・川越哲博 (京都大学生態学研究センター)・佐分利由香里 (北海道大学地球環境科学研究院)・千葉由佳子 (北海道大学理学研究院)・櫻井 玄 (独立行政法人農業環境技術研究所)・工藤 洋 (京都大学生態学研究センター)

公表雑誌 : Nature Communications

公表日 : 日本時間 2013 年 8 月 14 日 (水) 午前 0 時 (英国時間 8 月 13 日 (火) 午後 4 時)

## 研究成果の概要

### (背景)

越冬の後、春に開花する植物では、長期間の低温を経験して初めて花芽形成が誘導されます。このことは<sup>しゅんか</sup>春化と呼ばれ、春まきと秋まき小麦の違いに代表されるように古くから知られていた現象です。近年、春化の分子メカニズムが解明されたことによって、植物の温度応答の仕組みが分子レベルで次々とわかってきたにも関わらず、自然環境で見られる複雑な温度変化のもとで植物がどのように季節の移り変わりに応答し適切な時期に開花できるのかは、未解明のままです。一方で、サクラを含め多くの植物の開花時期は、積算温度の算出といった経験的手法に基づいて予測されており、その分子メカニズムを考慮した予測モデルはありませんでした。

### (研究手法)

本研究では、春化に依存して開花時期が決まるアブラナ科植物ハクサンハタザオを用いて、室内実験・数理モデル・野外実験という異なるアプローチを統合し、世界で初めて遺伝子発現量に立脚した開花時期予測モデルの開発に成功しました。まず、温度操作実験を行い、様々な温度環境下で長期間開花遺伝子の発現量を追跡しました。得られたデータを用いて、開花遺伝子制御の数理モデルを構築しパラメータを推定することで、野外の複雑な変動温度環境のもとでも遺伝子発現量の季節変化を精度良く予測する手法を確立しました。

### (研究成果)

新しく開発されたモデルは、春化において重要な開花調節遺伝子 *FLC* 遺伝子とフロリゲンとして知られる *FT* 遺伝子という、たった二つの遺伝子で構成された非常にシンプルなモデルであるにも関わらず、複雑な自然条件で観察された遺伝子発現量の季節変化と、開花の開始および終了時期を精度良く再現することができました。将来の地球温暖化によって開花時期に生じる変化を予測したところ、開花の開始および終了時期の双方が温暖化とともに早期化することが示されましたが、開花終了時期の前進が開始時期よりも早く進むため、開花期間が温暖化とともに短縮され、最終的には約 5°C の温度上昇によって開花すらしなくなることが予測されました。

### (今後への期待)

ブロッコリーや大麦など、我々の身近な作物は類似した開花遺伝子の制御関係を保存しているため、本研究で開発した手法を直接応用することが可能です。このことは、地球温暖化に対して、自然生態系だけでなく、農業生態系がどのように応答するかを予測する技術を提供できることを意味しており、生物多様性の維持や安定した食料生産に貢献するグリーンイノベーションに幅広く役立つことができます。

## お問い合わせ先

所属・職・氏名：北海道大学大学院地球環境科学研究院・准教授 佐竹 暁子（さたけ あきこ）

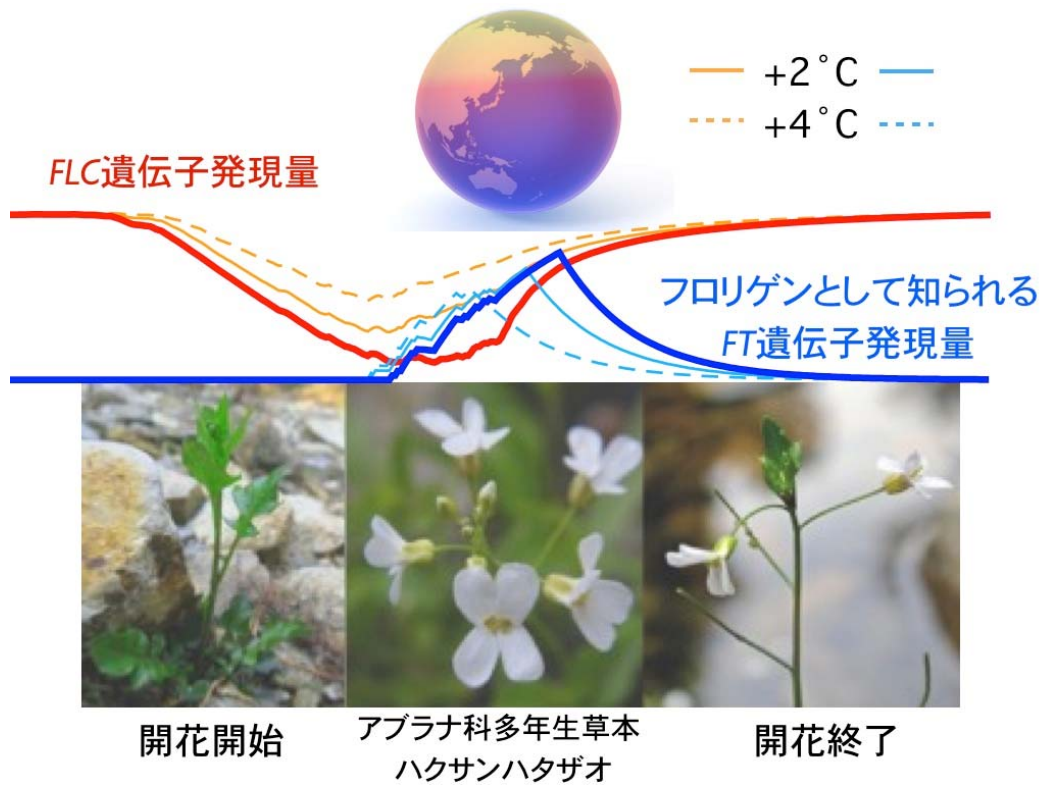
TEL: 011-706-2261 FAX: 011-706-4954 E-mail: satake@ees.hokudai.ac.jp

ホームページ: <http://hosho.ees.hokudai.ac.jp/~satake/>

所属・職・氏名：京大生態学研究センター・教授 工藤 洋（くどう ひろし）

TEL: 077-549-8255 携帯: 090-1152-6020 E-mail: kudoh@ecology.kyoto-u.ac.jp

ホームページ: <http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/~kudoh/>



図：春化において重要な開花調節遺伝子 *FLC* 遺伝子とフロリゲンとして知られる *FT* 遺伝子発現量の季節変化を表しています。温暖化とともに *FLC* 遺伝子の発現量は冬にはより緩やかに減少し、春にはより早く上昇します。そのため、*FLC* 遺伝子によって抑制される *FT* 遺伝子の発現量はより早期に低下し、その結果として開花の終了時期が早期化します。