

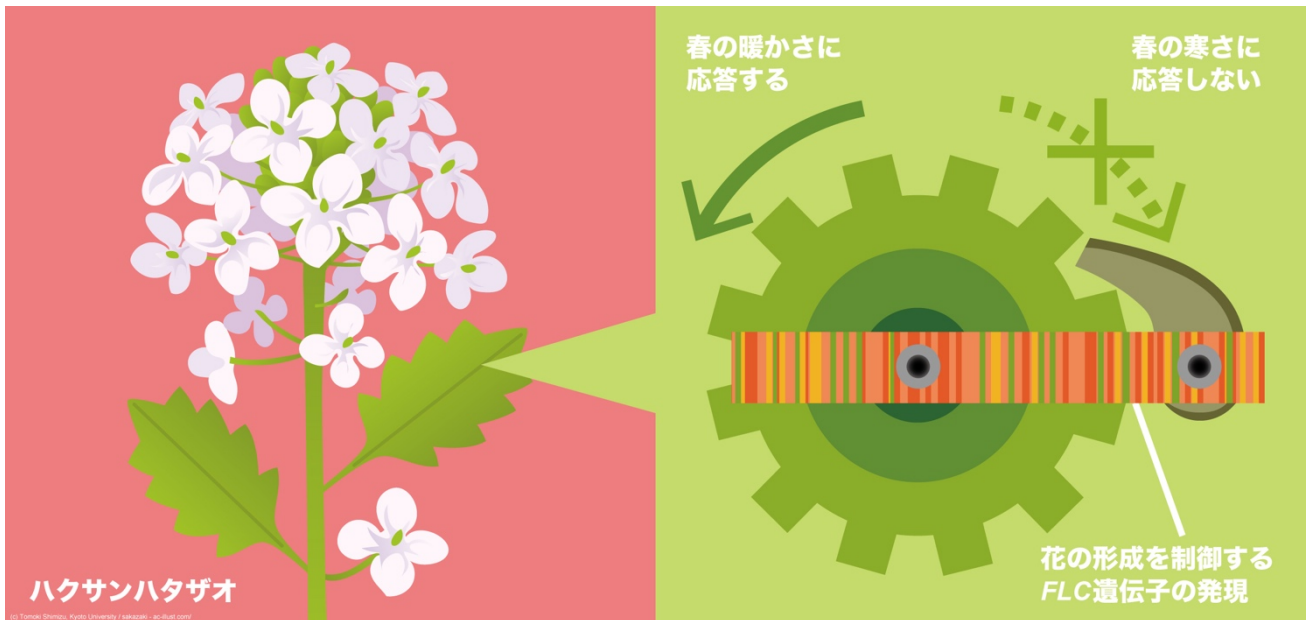
# 植物が春の「暖かさ」を感じて 「寒さ」を無視して花を咲かせるしくみを解明

## 概要

京都大学生態学研究センター 西尾治幾 研究員、工藤洋 教授らの研究グループは、植物が春の暖かさのみを感じるために、*FLC*という植物の花の形成を抑制する遺伝子の発現が、春には一方向的に上昇して逆行しないしくみをもつことを明らかにしました。

春は昼夜の気温変化が激しく、昼は暖かいです。一方、植物が春に開花するためには、春の暖かさのみに応答する必要があります。本研究グループは、日本に自生するアブラナ科の植物ハクサンハタザオの自然集団において、*FLC*遺伝子領域におけるヒストンとよばれるタンパク質に着目し、野外で2年間の季節変化を調べました。このヒストンタンパク質は抑制型と活性型をとり、そのバランスが *FLC* 遺伝子の働きを決めます。最先端のモデリング手法を用いて調べたところ、抑制型と活性型のヒストンが相互作用することで、*FLC* 遺伝子の発現が気温の長期傾向に応答できることがわかりました。また、抑制型のヒストンが、*FLC* 遺伝子領域全体に蓄積することによって、春の寒さを無視するような働きをして、春に遺伝子の発現が一方向的に上昇することがわかりました。本研究において、花の形成に関わる遺伝子が複雑に変動する環境に惑わされずに春の訪れをとらえるしくみが明らかになりました。

本研究成果は、2020年5月1日に国際学術誌「Nature Communications」にオンライン掲載されました。



## 1. 背景

自然環境は刻々と変化しているにも関わらず、植物は環境の長期的傾向を捉え正しい時期に開花します。多くの植物が花を形成する春は昼夜の気温変化が激しく、植物は頻繁に低温を経験します。植物が春の訪れをとらえ正しく開花するためには、春の寒さを無視して春の暖かさのみに応答する必要があると考えられますが、そのしくみはわかっていませんでした。

モデル植物であるシロイヌナズナでは、花の形成を抑制する *FLC* 遺伝子がヒストンとよばれるタンパク質による制御を受けることが知られています。このヒストンタンパク質は抑制型と活性型をとり、そのバランスが *FLC* 遺伝子の働きを決めます。植物が長期間の低温にさらされると、*FLC* 遺伝子領域に抑制型のヒストンが蓄積し、それに伴い *FLC* 遺伝子の発現が低下することがわかっていました。私たちは、日本に自生するハクサンハタザオの *FLC* 遺伝子に抑制型ヒストンが蓄積することで、植物は複雑に変動する環境に惑わされずに春の訪れをとらえることができるという仮説を立てました。

## 2. 研究手法・成果

植物は動物と異なり定着して生活し、その体は葉や花がたくさん集まって成り立っています。そのため、定期的に繰り返し植物組織を採取することが容易です。私たちは2年間にわたってハクサンハタザオの自然集団から葉のサンプルを研究室へ持ち帰り、クロマチン免疫沈降法という生化学的手法を用いて *FLC* 遺伝子領域における抑制型ヒストンと活性型ヒストンの量の季節変化を調べました。そして非線形時系列解析、数理モデリングと組み合わせることにより、抑制型と活性型のヒストンが相互作用することで *FLC* 遺伝子の発現が気温の長期傾向に応答できることがわかりました。また、昼夜の気温変化が激しい春の *FLC* 遺伝子の制御様式を詳しく調べるため、研究室にハクサンハタザオの野生個体を持ち帰り、気温操作実験を行いました。その結果、気温の低い時期(冬)に抑制型のヒストンが *FLC* 遺伝子領域全体に蓄積し、低温に応答する *FLC* 逆鎖 RNA の発現が抑制され、*FLC* 遺伝子が春の寒さに応答しなくなることがわかりました。すなわち、このしくみが歯車の歯止めのような働きをして、春に *FLC* 遺伝子発現が一方向的に上昇し、逆行しないことが明らかになりました。このしくみにより、植物は春の暖かさを感じて、春の寒さを無視することができると考えられます。

## 3. 波及効果、今後の予定

本研究は自然環境においてヒストンの機能を明らかにした初めての例であり、これまで実験室環境で研究されてきた分子的なしくみを、生物が実際に生育する自然環境における生態学的機能に結びつけることができました。今後、他の植物や動物を含む様々な生物種で時系列解析を行うことにより、遺伝子が複雑に変動する環境に惑わされないしくみが、多様な生物で共通に見られるかどうか明らかになると考えられます。また、温暖化などの地球環境の変化に対する植物の応答の理解につながると期待できます。

## 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、主に以下の研究費の支援を受けました。

- JST クレスト (CREST) 植物頑健性領域 JPMJCR1501 (研究代表者・工藤洋)
- 科学研究費基盤研究 S 26221106 (研究代表者・工藤洋)

### <研究者のコメント>

春と秋は気温や日長などの環境が似ていますが、多くの植物は春には開花し、秋には冬越しの準備をします。

本研究により植物が春と秋を区別するしくみの一つを明らかにすることができました。今後もさらに研究を進め、植物が季節を知るしくみを遺伝子のレベルで解明していきたいと考えています。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Repressive chromatin modification underpins the long-term expression trend of a perennial flowering gene in nature (訳：自然環境下で抑制型クロマチン修飾は多年草花成遺伝子の長期発現傾向を形成する)

著者：Haruki Nishio, Diana M. Buzas, Atsushi J. Nagano, Koji Iwayama, Masayuki Ushio, and Hiroshi Kudoh [京都大学生態学研究センター 西尾治幾 研究員 (責任著者)、筑波大学 ディアナブザス 准教授、龍谷大学 永野惇 准教授、滋賀大学 岩山幸治 准教授、京都大学白眉センター 潮雅之 准教授、京都大学生態学研究センター 工藤洋 教授 (責任著者) ]

掲載誌：Nature Communications DOI：10.1038/s41467-020-15896-4

<参考図表>

