

# 植物の季節的な応答は、 動物の胚発生やガン化と共通の仕組みで起こることを解明

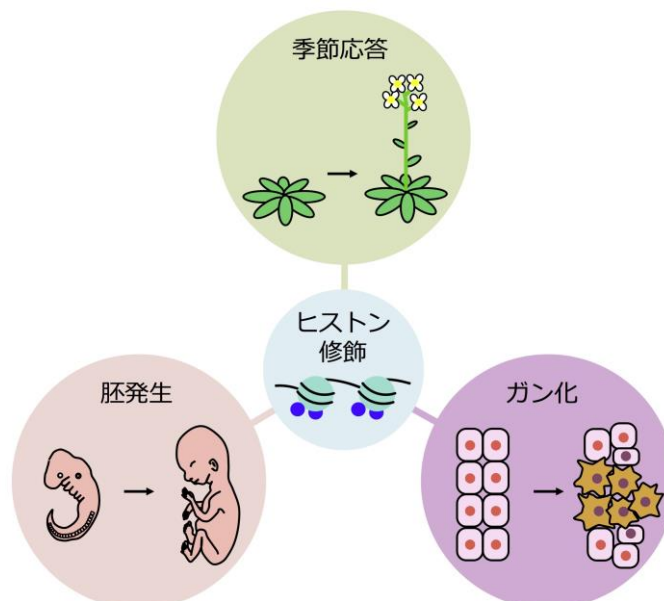
## 概要

京都大学生態学研究センター 西尾治幾 研究員、工藤洋 同教授らの研究グループは、植物の季節的な応答における遺伝子の働きは、動物の胚発生や細胞のガン化と共通の仕組みで制御されていることを明らかにしました。

生物の細胞の中で、DNA を糸巻きのように巻きつけているヒストンというタンパク質は、遺伝子の働きを決めています。ヒストンにはしばしば、メチル化という化学的な修飾がつきます。メチル化がヒストンのどの部位につくかによって、そこにある遺伝子の働きが活発になったり抑制されたりします（それぞれ活性型ヒストン修飾、抑制型ヒストン修飾と呼びます）。動物の胚発生では、細胞の種類によって遺伝子のヒストン修飾が異なるために、活発に働いている遺伝子セットが異なり、さまざまな形態や働きを持つようになります。また、細胞のガン化においても、ガン細胞では、ヒストン修飾や活発に働いている遺伝子が、正常細胞とは異なっていることが知られています。

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を対象として、全遺伝子においてヒストン修飾の経時変化を調べました。その結果、多くの遺伝子で、抑制型ヒストン修飾は長期的には変化するが、短期的には変化しないことがわかりました。また、抑制型ヒストン修飾は、活性型ヒストン修飾の後を追うように、少し遅れて季節的に変化することがわかりました。動物の胚発生においても、抑制型ヒストン修飾は、活性型ヒストン修飾から遅れて変化することが報告されています。したがって、この抑制型ヒストン修飾の「ゆっくりとした」変化は、時間のかかる生物の応答に共通の仕組みであると考えられます。本研究によって、植物においても、季節によってそれぞれの遺伝子のヒストン修飾を変えることにより、活発に働いている遺伝子セットを調節していることが明らかとなりました。

本研究成果は、2020年9月1日に国際学術誌「*Nature Plants*」にオンライン掲載されました。



## 1. 背景

動物の胚発生において、受精卵は、DNA の配列を変えずに、神経細胞や筋細胞などの様々な細胞に分化していきます。この際、細胞によって活発に働く遺伝子セットが異なるため、細胞ごとに異なる形態や働きを持つようになります。ここで各細胞の遺伝子の働きを決めているのが、ヒストンという、生物の遺伝情報である DNA を糸巻きのように巻きつけているタンパク質です。ヒストンにはしばしば、様々な化学的な修飾（ヒストン修飾）が付きまします。修飾の一つであるメチル化は、ヒストンのどの部位につくかによって、そこにある遺伝子の働きを活発にしたり抑制したりします（これらをそれぞれ、活性型ヒストン修飾、抑制型ヒストン修飾と呼びます）。動物の胚発生では、細胞の種類によって、それぞれの遺伝子のヒストン修飾が異なるので、活発に働いている遺伝子セットが異なっています。また、細胞のガン化においても、ガン細胞では、ヒストン修飾や活発に働いている遺伝子が、正常細胞と異なっていることが知られています。植物の季節的な応答においても、ヒストン修飾は遺伝子の働きに関わりますが、全遺伝子レベルでの制御様式はわかっていませんでした。

## 2. 研究手法・成果

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を対象として、1ヶ月おきに1年間の葉のサンプリング、および、6時間おきに48時間の葉のサンプリングを行いました。そして、クロマチン免疫沈降法という生化学的手法と、次世代シーケンサーというDNAの塩基配列を高速で読み取る機械を用いて、全遺伝子レベルで、抑制型ヒストン修飾と活性型ヒストン修飾の量の変化を調べました。

その結果、多くの遺伝子で、抑制型ヒストン修飾は長期的には変化するが、短期的には変化しないことがわかりました。また、抑制型ヒストン修飾は、活性型ヒストン修飾の後を追うように、少し遅れて季節的に変化しました。このことは、抑制型ヒストン修飾は長期的な遺伝子の制御を、活性型ヒストン修飾は短期的な遺伝子の制御を担うことを示しています。

動物の胚発生においても、抑制型ヒストン修飾は、活性型ヒストン修飾から遅れて変化することが報告されています。したがって、この抑制型ヒストン修飾の「ゆっくりとした」変化は、動物の胚発生、細胞のガン化、植物の季節的な応答などの、時間のかかる生物の応答に共通の仕組みであると考えられます。本研究によって、植物においても、季節によってそれぞれの遺伝子のヒストン修飾を変えることにより、活発に働いている遺伝子セットを調節していることが明らかとなりました。

## 3. 波及効果、今後の予定

本研究により、動物の胚発生と植物の季節的な応答という、一見、全く異なる現象において、ヒストン修飾による遺伝子の制御という共通の仕組みが働いていることがわかりました。今後、幅広い生物を対象とすることで、生物種間の共通点、相違点が明らかになると考えられます。また、ヒストン修飾の操作により、植物の性質を改変する技術につながる知見が得られました。

## 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)
- 科学研究費基盤研究 A 19H01001 (研究代表者・工藤洋)
- 文部科学省 ゲノム支援 221S0002 (研究代表者・工藤洋)

### <研究者のコメント>

ヒストン修飾には様々な種類があるため、多様なヒストン修飾の季節変化を調べることで、植物の季節的な応答における遺伝子制御の仕組みの全体像が明らかになると考えられます。また、動物の季節的な形態変化は、植物ほど顕著ではありませんが、冬眠のような季節的な行動が見られるため、動物においてもヒストン修飾の季節的な変化を調べることで、動物と植物の共通点、相違点が明らかになると考えられます。

### <論文タイトルと著者>

タイトル：Seasonal plasticity and diel stability of H3K27me3 in natural fluctuating environments (訳：変動する自然環境下における抑制型ヒストン修飾の季節的な可変性と日内での安定性)

著者：Haruki Nishio, Atsushi J. Nagano, Tasuku Ito, Yutaka Suzuki, and Hiroshi Kudoh [京大大学生態学研究センター 西尾治幾 研究員 (責任著者)、龍谷大学 永野惇 准教授、京大大学生態学研究センター 伊藤佑 研究員、東京大学 鈴木穰 教授、京大大学生態学研究センター 工藤洋 教授 (責任著者) ]

掲載誌： *Nature Plants* DOI : 10.1038/s41477-020-00757-1