

## 植物の免疫システムを支える

### 遺伝子制御の仕組み解明に手掛かり

令和5年9月29日

**かずさDNA研究所は、理化学研究所と共同でかいよう病に対抗するトマトの免疫システムを支える遺伝子や制御システムを解明するための重要な手掛かりを発見しました。**

植物は病害虫に抵抗するための「植物免疫」\*<sup>1</sup>と呼ばれる仕組みを備えています。植物が病害虫の攻撃を受けると、サリチル酸\*<sup>2</sup>などの化合物を合成します。「植物ホルモン」と呼ばれるこれらの物質は、植物が免疫を発揮するために重要な役割を果たすことが知られています。しかし、サリチル酸とトマトかいよう病\*<sup>3</sup>の関係性ははっきりとはわかっていませんでした。

今回、かずさDNA研究所と理化学研究所は、トマトをサリチル酸で処理したり、かいよう病に感染させたりすると、ゲノムにあるたくさんの遺伝子が働く強さがどのように変化するかを大規模に調査しました。その結果、殺菌効果のある酵素を作る遺伝子など病害微生物に対する防御に関わるたくさんの遺伝子の働きが増加していることが分かりました。また、これらの遺伝子群に共通の制御を受けている部分があることが示唆されました。

この成果を活用して、これらの遺伝子や制御システムをゲノム編集等の分子育種の方法を用いて改良することで、将来かいよう病に対して強い抵抗性を持つトマトを育成できるかもしれません。

今回の研究成果は国際学術雑誌 Plant Biotechnology で、9月5日（火）にオンライン公開されました。

**論文タイトル：** Transcriptome analysis of tomato plants following salicylic acid-induced immunity against *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*

**著者：** Naoki Yokotani, Yoshinori Hasegawa, Yusuke Kouzai, Hideki Hirakawa, Sachiko Isobe

**掲載誌：** Plant Biotechnology

**DOI:** 10.5511/plantbiotechnology.23.0711a

## 問い合わせ先

<研究に関すること>

かずさDNA研究所 ゲノム事業推進部 植物DNA解析グループ 研究員 横谷尚起

TEL : 0438-52-3923

E-mail : yokotani@kazusa.or.jp

<報道に関すること>

かずさDNA研究所 広報・研究推進グループ

TEL : 0438-52-3930

E-mail : kdri-kouhou@kazusa.or.jp

## 1. 背景

植物は、微生物の感染や昆虫による食害などの外敵からの脅威に常に晒されています。農作物を育てる上でこれらは収量を下げ大きな問題となるため、病害虫に強い品種の育成、あるいは農薬や農業資材の活用などの対策を講じる必要があります。一方で、植物には病害虫に抵抗するための「植物免疫」と呼ばれる仕組みが備わっています。植物が病害虫の攻撃を受けると、サリチル酸やジャスモン酸<sup>\*4</sup>などの化合物を合成します。これらは「植物ホルモン」と呼ばれ、植物が免疫を発揮するために重要な役割を果たすことが知られています。これまで、かずさDNA研究所では、重要な病害であるトマトかいよう病の感染時にサリチル酸の合成に関わる遺伝子の働きが強まり、植物内のサリチル酸量が大幅に増加することを見出しました。また、人工合成したサリチル酸を外から与えると、トマトのかいよう病に対する抵抗性が向上し、菌の増殖や病徴が抑えられることも明らかにしました。しかし、サリチル酸によってかいよう病抵抗性が向上する仕組みまでは明らかになっていませんでした。

## 2. 成果の要約

トマトをサリチル酸で処理した際、ゲノムにあるたくさんの遺伝子の発現（遺伝子が働く強さ）がどのように変化するかを調査しました。さらに、サリチル酸で処理した際の遺伝子発現の変動を、かいよう病に感染した時の変化と比較することで、植物の免疫反応に重要な遺伝子を推測しました。その結果、殺菌効果のある酵素を作る遺伝子など病害微生物に対する防御に関わる多くの遺伝子の発現が増加していることが分かりました。

そこで、この発現の増加がどのようにして起こるのか明らかにするため、これらの遺伝子のタンパク質を作る情報が書かれた領域の近くにある遺伝子の発現を制御するDNA領域を調査しました。すると、サリチル酸によって発現が増加する遺伝子には、WRKYという転写因子<sup>\*5</sup>（遺伝子の働きを制御するタンパク質）が結合するための特徴的な構造があることが分かりました。また、かいよう病とサリチル酸によって発現が増加するタンパク質の間に相互作用があること、その中でも受容体型のタンパク質リン酸化酵素<sup>\*6</sup>とカルシウムセンサー<sup>\*7</sup>が重要な役割を果たすことが示唆されました。

### 3. 期待されること

農作物の病害虫対策は、その大部分を化学農薬に頼っています。しかし、植物が元々備えている免疫機能を活かすことができれば、環境負荷を抑えて、持続可能な食糧生産に貢献できる可能性があります。今回、サリチル酸による病害抵抗性に重要な情報伝達系の一部が明らかになりました。これらの経路をゲノム編集等の分子育種の方法を用いて改良することで、かいよう病に対して強い抵抗性を持つトマトを育成できるかもしれません。

### 4. 一般読者に伝えたいこと

動物とは仕組みが違いますが、植物も病害虫に対する免疫システムを備えており、常に病害虫に対抗しています。もし植物免疫がなければ、農作物は病害虫に無防備にさらされることになり、農業生産自体が成立しません。植物免疫を人為的に強化する方法がいくつかあり、サリチル酸を外から与えることもその一つです。サリチル酸による植物免疫の誘導にどのような遺伝子が関わっているかを明らかにして利用することで、幅広い農作物の病害抵抗性を向上させられるかもしれません。

#### 用語解説

##### \*1 植物免疫

植物は動物のような免疫細胞による免疫システムを持ちませんが、一方で全身の細胞がそれぞれに病原体を認識して抵抗性を発揮する仕組みを有しています。この仕組みを植物免疫と呼びます。

##### \*2 サリチル酸

植物が作り出す化合物の一種で、植物ホルモンとして病害微生物への抵抗性に関与します。

##### \*3 トマトかいよう病

グラム陽性細菌 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* により引き起こされる病気で、種子を介して広がります。有効な農薬や抵抗性品種が未だないため、世界中で多大な経済的損失を与えています。

##### \*4 ジャスモン酸

植物が作り出す化合物の一種で、植物ホルモンとして病虫害への抵抗性に関与します。

\*5 転写因子

遺伝子の発現を制御する DNA 領域に結合することでその遺伝子の働きを制御するタンパク質です。

\*6 タンパク質リン酸化酵素

他のタンパク質に結合してリン酸基を付与することで機能制御を行うタンパク質です。

\*7 カルシウムセンサー

カルシウムを認識してそのシグナルを別のタンパク質等に伝えるタンパク質です。