

## 開発のすすむ遺伝子組換え病気抵抗性バナナ

最近、遺伝子組換え作物に関して日本ではあまり報道されなくなっています。しかし、アフリカやアジアではその地域や国に特有の問題解決に向けた遺伝子組換え作物の開発が着々に行われています。そこで、どんな遺伝子組換え作物が開発されているのかを紹介します。今回は、アフリカのバナナの重大な病気に遺伝子組換え技術で抵抗性を持たせる研究・開発の現状を説明します。

### バナナとは

バナナは熱帯や亜熱帯地方の 136 か国で栽培され、その原産地は東南アジアの熱帯地域と考えられています。年間 1 億 5 千万トンが生産され、4 億人以上の人の主食となっている重要な作物です。日本では果物として食べていますが、主食としているのはちょっとびっくりです。アフリカでは世界の生産量の約 3 分の 1 が生産されており、その栽培の約 55%は、アフリカ大湖沼地帯のケニア、ウガンダ、タンザニア、ルワンダ、ブルンジ、及びコンゴ民主共和国などで行われています。バナナはミネラル、ビタミン、及び炭水化物を豊富に含み、これらの国では一人当たり年間約 220～460kg のバナナを消費しています。日本では一人当たり年間平均 141 本のバナナを食べているようで、1 本 200g とすると約 28kg ですので、アフリカでのバナナの重要性がお分かりになると思います。また、バナナは小規模農家の重要な収入源となっています。現在の栽培バナナ品種は突然変異で 3 倍体となり、種子ができず、茎のわきから出てくる新芽を使って次のバナナを育てる栄養繁殖でのみ増殖します。通常の植物は染色体の基本数の 2 倍の 2 倍体ですが、染色体の基本数の 3 倍の 3 倍体ですと、生殖の際の減数分裂が不規則になり種子が得られず、育種が難しく、新品種の開発に時間がかかります。

バナナの主な病気は、バナナ青枯れ病（細菌）、パナマ萎凋病（細菌）、黒シラトガ病（菌類）などがあります。今回は特に被害の大きい、バナナ青枯れ病とパナマ萎凋病に対する遺伝子組換え技術による抵抗性品種開発の現状について説明します。

### 遺伝子組換えによるバナナ青枯病抵抗性バナナの開発

バナナ青枯れ病の病原菌は細菌の *Xanthomonas campestris* で、アフリカの大湖沼地帯や東アフリカで最も被害の大きい病気の一つです。この病気に抵抗性を持つ栽培品種はなく、年間 20 億～80 億ドル（約 2,700 億～1 兆 800 億円）の経済

的損失があると言われていています。2倍体の野生バナナは抵抗性を持っていますが、この遺伝子を利用して従来育種で抵抗性栽培品種の3倍体バナナを作ることは大変困難です。そこで、遺伝子組換え技術が登場します。ピーマンの過敏感反応（病原菌が侵入したときに侵入された細胞が死んで病原菌の侵入を防ぐ反応）を助けるタンパク質を作る遺伝子（*Hrap*）、植物のフェレドキシン様タンパク質（光合成などに関係するタンパク質ですが、なぜ青枯れ病抵抗性を付与するのかは分かっていません）を作る遺伝子（*Pflp*）、或いは、その両方をバナナに導入し、抵抗性品種の開発が行われました。それぞれ1つの遺伝子を導入した場合、高い効果が得られましたが、2つの遺伝子を一緒に導入しても高い効果が得られました。実際の商業栽培の段階では、2つの遺伝子を入れることで、1つの遺伝子を入れた場合よりも病原菌が遺伝子組換えバナナに抵抗性を獲得する確率を低くすることが期待されます。これらの遺伝子組換えバナナ青枯れ病抵抗性品種はウガンダでの隔離圃場試験で、2年以上高い効果を上げています。現在、食品安全性の試験が行われていて、順当に行けば、2~3年ぐらいの内にウガンダで商業栽培を始められると期待されています。

### 遺伝子組換えによるバナナパナマ萎凋病抵抗性バナナの開発

バナナパナマ萎凋病の病原菌は細菌の *Fusarium oxysporum* の TR4 株で、世界中で大きな問題となっています。インドネシアではその被害が1億2千万ドル（約162億円）になると推定され、世界で5番目の生産国であるコロンビアでは、もし防除ができなければ8億ドル（約1,080億円）の損失になると言われています。アフリカでの経済的損失を数値化したものはまだありませんが、バナナが主食である国ではその被害を食い止める必要があります。しかしながら、バナナ青枯れ病と同様に抵抗性の栽培品種はなく、いろいろな防除法が試みられていますが、効果的なものはない状態です。そこで、オーストラリアの研究者が遺伝子組換え技術を用いて抵抗品種の開発に取り組みました。TR4株に抵抗性を持つ2倍体の野生バナナの遺伝子（*RG42*）を栽培品種の *Cavendish* に導入し、抵抗性の獲得が隔離圃場試験で認められています。この遺伝子は R 遺伝子と呼ばれる植物が広く持っている病気抵抗性の遺伝子の1種で、この R 遺伝子の別のものはトマトやメロンの萎凋病に抵抗性を示すことが示されています。この遺伝子は *Cavendish* も持っていますが、遺伝子組換えによりその遺伝子の発現を10倍ぐらい高めることができ、隔離圃場試験で抵抗性が確認されました。また、彼らは線虫の持つ遺伝子（*Ced9*）を *Cavendish* に導入し、隔離圃場試験で抵抗性の獲得を報告しています。これらの抵抗性品種は既に3年以上の隔離圃場試験で安定した効果を示しており、期待されます。

## 遺伝子組換え病気抵抗性バナナへの期待とリスク

これらの遺伝子組換えバナナは、病気による経済的損失をなくし、小規模農家の収入の安定・増加が期待できると同時に、アフリカで主食となっているバナナの安定供給が期待できます。一日も早く、遺伝子組換え作物の安全性評価を終え、商業栽培が始まることが期待されます。しかし、その一方でリスクもあります。それは遺伝子組換え作物に懐疑的でアフリカに影響力の強い欧州がそうした商品化を認めるかどうかです。このため、遺伝子組換えではない放射線育種を用いる研究も行われています。また、ゲノム編集技術の研究も始まっていますが、欧州はゲノム編集作物も遺伝子組換え作物並みの安全性評価を求める方向になって来ていますので、同じ問題に直面する可能性があります。すでに栽培試験で高い効果が認められている遺伝子組換え病気抵抗性バナナが、生産に関係ない欧州の反対で、アフリカのバナナ生産者の手に渡らないという事が起きたら、欧州はバナナの持続可能な生産への解決策をアフリカの人たちから奪い、彼らの生存権を犯していることになり、大変憂慮されます。

次回も、アフリカで開発されている他の遺伝子組換え作物についてご紹介しません。

## 参考資料

Four ways that GMOs can save lives. April 28, 2022

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23049780/>

Controlling Banana Xanthomonas Wilt Disease in East Africa. Aug. 18, 2021

<https://www.openaccessgovernment.org/controlling-banana-xanthomonas-wilt-disease-in-east-africa/117771/>

African Bananas And The Panama Wilt. Jan. 17, 2022

<https://www.africa.com/african-bananas-and-the-panama-wilt/>

The quest to save the banana from extinction. April 18, 2019

<https://www.freethink.com/science/cassava-plant>

Transgenic Cavendish bananas with resistance to Fusarium wilt tropical race 4. Nov. 14, 2017

<https://www.nature.com/articles/s41467-017-01670-6>