



世界で初めてイチジクのゲノム配列の解読に成功

～品種開発の加速に期待～

1月25日付の *Scientific Reports* 誌にてオンライン公開

平成29年1月26日

公益財団法人 かずさDNA研究所

TEL:0438-52-3930

- ◇ 公益財団法人かずさDNA研究所、福岡県農林業総合試験場、九州大学は、日本最古のイチジク品種「蓬莱柿（ほうらいし）^{*1}」（学名：*Ficus carica* L.）のゲノム^{*2}解読に成功しました。
- ◇ 今回、世界で初めて成功したイチジクのゲノム解読により、約36,000個の遺伝子^{*3}をみつけました。今後は、果実の大きさや甘さ、病害耐性などの形質に関わる遺伝子の解析を進めていきます。
- ◇ イチジクには雌株と雄株があり、日本で栽培されているイチジクの多くは単為結果性^{*4}の雌株品種です。イチジクの育種に重要な、雌雄株の決定に関わる遺伝子候補を同定し、雌雄株を識別するためのDNAマーカーを開発しました。
- ◇ 福岡県の保有する蓬莱柿以外の121品種・系統を解析し、それぞれの品種や系統がもつ、特有のゲノム配列を確認しました。
- ◇ これらの情報は、効率的な育種を行う上での基礎的なデータとなり、新品種開発の加速化が期待されます。
- ◇ 解析結果は、*Scientific Reports* 誌で平成29年1月25日19時（英国時間午前10時）にオンライン公開されました。

<研究体制> 福岡県農林業総合試験場、九州大学との共同研究

*本研究は文部科学省及び日本学術振興会が取り扱う科学研究費（16H04878、26850025）の助成を受けたものです。

（問い合わせ先） 公益財団法人かずさDNA研究所

<研究に関すること> 先端研究部 植物ゲノム・遺伝学研究室

主任研究員 白澤 健太（しらすわ けんた）

TEL:0438-52-3935

shirasaw@kazusa.or.jp

<報道に関すること> 広報・社会連携チーム TEL:0438-52-3930

1. 背景

世界で最も古い栽培植物とされているイチジク（クワ科）は、不老長寿の果物とも呼ばれ、古代エジプトや古代ギリシャ・ローマの時代から栽培され食べられてきました。主に地中海諸国で栽培され、生食のほか、砂糖漬けやジャム、ドライフルーツなどに加工されています。欧米では、それぞれの食し方に適した多くの品種が開発され、年間 110 万トンが生産されています（平成 25 年；日本は 1.4 万トン）。日本には江戸時代頃に「蓬萊柿」が伝来したとされ、その後の明治 42 年にアメリカから導入された品種「榊井（ますい）ドーフィン」が、収量性、果実の大きさ、果実の色の点で優れているため、現在でも営利栽培の主要品種となっています。県別の収穫量は愛知県がトップで、千葉県の産出額は 8 位（平成 22 年；2 億円）です。市原市、袖ヶ浦市、君津市で主に「榊井ドーフィン」が栽培されていますが、近年は輸入品種の栽培も増えてきています。また、果実がなり始めると長期間に渡って収穫でき、また比較的育てやすいことから家庭果樹として庭先に植えられてもいます。

イチジクの果実は食物繊維が豊富で、ビタミン類やカルシウム、鉄分などのミネラル、ポリフェノール類を多く含んでおり、美容と健康によいということから日本でも消費が拡大しています。しかしながら、日本で流通している品種の多くは、雌花のみからなり、受粉を必要としない単為結果性品種です。また現在まで、日本国内における交配により育成された品種は福岡県が育成した「とよみつひめ」と「姫蓬萊」に限られています。

イチジクには、雌株と雄株があり、食べることのできる果実ができるのは雌株のみです。しかし、イチジクは果実樹の外観で雌雄判別を行うのが難しく、結実した果実を採取し観察する必要があります。イチジクは果実が生ようになるまでに 2-3 年かかるため、効率的に品種開発を行うには、幼苗期に雌雄判別する技術も必要です。

そこで共同研究グループでは、現在の主要品種の特性を生かしつつ有効な育種プログラムを行うために、イチジクのゲノムを解析するとともに、雌雄株の決定に関わる遺伝子候補の同定を行いました。この研究で、かずさ DNA 研究所は、塩基配列データの取得とゲノム情報解析、及び遺伝解析を担当し、福岡県と九州大学と共同で成果を取りまとめました。

2. 研究成果の概要

- ① 先端ゲノム解読技術と高精度コンピュータ解析技術を駆使して、日本最古のイチジク品種「蓬萊柿（ほうらいし）」のゲノム解析を行いました。解析したゲノム配列の全長は約 2 億 4800 万塩基対（248Mb）で、推定ゲノム全長の 70%をカバーしています。イチジク属植物のゲノム解析としては初の成果です。
- ② ゲノム配列から推定された候補遺伝子数は、36,138 個でした。また、転写産物の解析から、果実、葉、茎にそれぞれ特異的に発現する遺伝子を見つけました。
- ③ 雌雄株の決定に関わる遺伝子候補を同定し、それを基にイチジクの雄株と雌株を識別するための DNA マーカー（雌雄識別マーカー）を開発しました。
- ④ 福岡県が保有する蓬萊柿以外の 121 品種・系統について、かずさ DNA 研究所で開発した RAD-seq[®]法によるゲノム解析を行い、それぞれの品種・系統の持つ特有のゲノム配列を明らかにしました。

3. 将来の波及効果

- ① ゲノム情報を用いることで、例えば食味が良い、日持ちする、耐病性がある新品種の育成が期待されます。
- ② 雌雄性に関わる分子機構が解明できるようになり、イチジクの雌雄性を制御できる技術の開発が期待されます。

用語解説

- *1 蓬萊柿（ほうらいし）：江戸時代に日本に伝わった品種で、西日本で多く栽培されている。別名「日本いちじく」。日持ちしないので、地元消費されることが多い。果実は柘井ドーフィンに比べるとやや小ぶり。果皮の色付きが浅いため、「白イチジク」と呼ばれることもある。
- *2 ゲノム：生物をその生物たらしめるのに必須な最小限の染色体*6のひとまとまり、または DNA 全体のことをいう。
- *3 遺伝子：親から子へと遺伝する、あるいは細胞から細胞へと伝えられる形質を決定する因子であり、生物の体を作り動かすのに必要なタンパク質などを作るための設計図のことで、その本体は DNA。
- *4 単為結果性：受精が行われずに果実を形成すること。一般に果実の発育は、種子の発育に合わせて進行するが、種子が発育しないのに果実のみが発育するものがある。単為結果によってできた果実には種子がない。イチジクでは、栽培化の過程で、昆虫による受粉がいらぬ単為結果性のものが選別されてきた。
- *5 RAD-seq 法：制限酵素*7で切断したゲノム DNA 断片を大量に解析し、その配列を品種・系統間で比較することで DNA 配列の違いを見出す方法。
- *6 染色体：遺伝情報の伝達を担う生体物質で、細胞の核の中にあり、DNA を含んでいる。遺伝子は染色体上にある。
- *7 制限酵素：2本鎖 DNA の特定の配列を認識して特定の位置で切断するタンパク質。

論文タイトル

Identification of *RAN1* orthologue associated with sex determination through whole genome sequencing analysis in fig (*Ficus carica* L.).

Kazuki Mori¹, Kenta Shirasawa², Hitoshi Nogata^{3,4}, Chiharu Hirata⁵, Kosuke Tashiro¹, Tsuyoshi Habu⁶, Sangwan Kim¹, Shuichi Himeno³, Satoru Kuhara¹ & Hidetoshi Ikegami^{3*}.

¹Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan

²Kazusa DNA Research Institute, Kisarazu, Chiba, Japan

³Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center Buzen Branch, Yukuhashi, Fukuoka, Japan

⁴Fukuoka Keichiku Agricultural Extension Center, Fukuoka, Japan

⁵Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Fukuoka, Japan

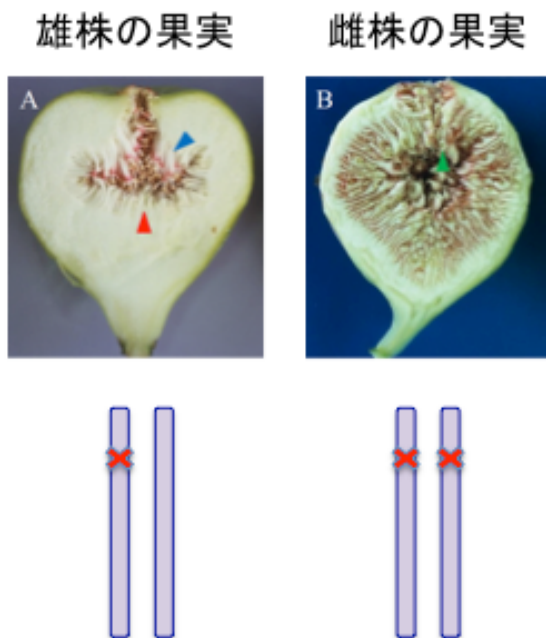
⁶Graduate School of Agriculture, Ehime University, Ehime, Japan

参考

写真：イチジク品種「蓬萊柿（ほうらいし）」



図：イチジクの雌株と雄株の違いと判定方法



写真：左)雄株の果実。青矢頭は雄花で赤矢頭は虫えい花。
右)雌株の果実。緑矢頭は雌花。
図：染色体の一組を代表して示し、雄株の決定に関わる遺伝子変異を×印で表す。
変異の有無を雌雄判別マーカーをもちいて判定する
→両方の染色体に変異があるのが雌株