

同時発表：農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブ、文部科学省記者会、科学記者会、千葉県政記者会、千葉民間放送テレビ記者クラブ、木更津記者クラブ、沖縄県政記者クラブ、筑波研究学園都市記者会、九州各県・県政記者クラブ、日本農業新聞九州支所



沖縄産パインアップルのゲノム解読

～国産ブランド品種の育成に貢献～

令和4年5月17日

公益財団法人 かずさDNA研究所
学校法人 日本大学
沖縄県 農林水産部 農業研究センター
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）

- ◇ かずさDNA研究所、日本大学生物資源科学部、沖縄県農林水産部農業研究センター、農研機構は共同で、パインアップル品種「ゆがふ」のゲノムを解読しました。「ゆがふ」はパインアップルの育種素材としてよく利用されます。
- ◇ 「ゆがふ」は、両親からそれぞれ1組25本の染色体に収納されたDNAを受け取っています。そこで今回、母親品種「クリームパイン」由来の4億6000万塩基対、父親品種「HI101」由来の4億4000万塩基対のDNA配列を明らかにしました。
- ◇ 「ゆがふ」の特徴である、葉にとげがない形質と果肉が白い形質の原因遺伝子を特定し、それぞれを判別するDNAマーカーを開発しました。
- ◇ 本品種のゲノム情報を活用することにより、国産パインアップルの育種効率が飛躍的に向上し、マーカー育種・スマート育種など次世代の育種技術に発展することが大いに期待されます。
- ◇ 研究成果は4月30日に国際学術雑誌 The Plant Journal に掲載されました。

(問い合わせ先) <研究に関すること>

かずさDNA研究所 植物ゲノム・遺伝学研究室
主任研究員 白澤 健太 (しらさわ けんた)
日本大学生物資源科学部
専任講師 奈島 賢児 (なしま けんじ)
沖縄県農業研究センター名護支所・果樹班
果樹班長 竹内 誠人 (たけうち まこと)
農研機構 九州沖縄農業研究センター
上級研究員 菅原 晃美 (すがわら てるみ)
農研機構 果樹茶業研究部門
上級研究員 國久 美由紀 (くにひさ みゆき)

<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
日本大学生物資源科学部 遺伝育種科学研究室
沖縄県農業研究センター 研究企画班
農研機構九州沖縄農業研究センター 研究推進室広報チーム

1. 背景

パインアップルは、世界的には経済上最も重要な熱帯果樹のひとつです。熱帯アメリカ・ブラジル地方原産のパインアップル科の常緑多年草で、果実の形が松かさ（パイン）に似ていて、味がりんご（アップル）のようだったことからパインアップルと名付けられたそうです。日本では1930年頃に台湾から沖縄に移住した人々により、商業栽培が始まりました。缶詰加工用を中心に栽培されていましたが、1990年にパイン缶詰の輸入が自由化されたのを機に生食用パインアップルが注目されるようになり、近年は県を挙げて生食用パインアップルの生産振興や加工原料の増産に向けて取り組み、生産量が拡大傾向にあります。

沖縄県では生食用パインアップルの品種育成を進めた結果、現在まで7品種を育成しています。初期の育成品種には、高品質、良食味など優れた特徴がある反面、果実の大きさや病害の発生などの欠点もありました。現在は2013年に品種登録された「ゴールドバレル」、2017年に品種登録された「沖農P17（商標名サンドルチェ）」などを主軸にブランド化を図っているところで、今後さらなる優良品種の育成が期待されます。

研究グループでは、ゲノム情報をもとにパインアップル育種の高度化を図ることを目的にパインアップルのゲノム解読を行い、併せて主要な農業形質に関連する遺伝子の解析に取り組みました。パインアップルは両親からそれぞれ一組のゲノムDNAを受け取る二倍体の作物で、2016年には主に東南アジアで栽培されている海外育成品種「MD-2（ゴールドパインアップル）」のゲノムが解読されています。しかし、MD-2のゲノム情報は、ゲノム構造を正確に反映していないこと、沖縄で主に栽培されている品種とは系統が異なることなどから、その情報が育種の現場では活かされていません。

そこで、沖縄県で育種研究に多く用いられているパインアップル品種「ゆがふ」（写真1）のゲノムを解読することにしました。「ゆがふ」は、世界で最も多く栽培されているスムースカイエン種に由来し、葉にとげが無いこと、果肉が白いことが特徴で、育種素材として頻繁に利用されています。

2. 研究成果の概要と将来展望

- ① パインアップル品種「ゆがふ」のゲノムを解読し、25本の染色体に対応したゲノムDNA配列を明らかにしました。「ゆがふ」の母親（種子親）である「クリームパイン」から遺伝した約4億6000万塩基対の配列と、父親（花粉親）である「HI101」から遺伝した約4億4000万塩基対、合わせて約9億塩基対のDNA配列を明らかにしました。
- ② 解読した「ゆがふ」のゲノム情報を利用し、農業形質に関与する重要な遺伝子である、葉のとげの有無を決定する遺伝子 (*Wuschel-related homeobox* 遺伝子、第23染色体)、および、果肉色を決定する遺伝子 (カロテノイド酸化開裂酵素遺伝子、第8染色体) を特定しました (写真 2, 3, 4) (解説)。また、葉のとげの有無と、果肉色を判別するDNAマーカーを開発しました。
- ③ 獲得したDNA配列情報は、正確な品種識別に利用できるため、育成品種の権利保護が可能になります。また、「MD-2」など海外の主力品種とゲノム情報を比較し、栽培品種の遺伝的多様性を明らかにすることにより戦略的な育種ができるようになります。
- ④ パインアップル果肉の黄色はカロテノイドによるものです。これまでの研究により、カロテノイドの合成や分解を担う遺伝子のDNA配列が品種によって異なることがわかってきています。今回の成果を活用し、市場性の高い濃い黄色のパインアップル品種を育成することができれば、商品性の向上が期待され、ジュースやドライフルーツなど新しい加工食品の開発も可能となります。
- ⑤ 「ゆがふ」は育種素材として頻りに利用されるため、本品種のゲノム情報および特定された遺伝子情報を活用することにより、国産パインアップルの育種効率が飛躍的に向上し、マーカー育種やスマート育種など次世代の育種技術に発展することが大いに期待されます (写真 5)。

予算等

沖縄振興特別推進交付金「気候変動型果樹農業技術開発事業」の成果を一部活用

論文タイトル: Gene prediction for leaf margin phenotype and fruit flesh color in pineapple (*Ananas comosus*) using haplotype-resolved genome sequencing

著者: Nashima K, Shirasawa K, Isobe S, Urasaki N, Tarora K, Irei A, Shoda M, Takeuchi M, Omine Y, Nishiba Y, Sugawara T, Kuniyama M, Nishitani C, Yamamoto T

掲載誌: The Plant Journal 110 巻3号 720-734 ページ

DOI: <https://doi.org/10.1111/tpj.15699>

用語解説

- *1 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のひとまとまり、または DNA 全体のことをいう。
- *2 DNA マーカー：DNA 配列の品種間での違いを識別することで、ゲノム上の目印としたもの。DNA マーカーによって、特定の遺伝子を含む領域が親から子へ受け継がれたかどうかは、幼苗の葉からでも検定することができる。
- *3 マーカー育種：特定の有用な形質に対応する DNA マーカーの有無を調べることにより品種を選抜する育種法。
- *4 スマート育種：ゲノム情報や表現型をはじめとする大規模データを利用し、育種を効率的・スピーディに行う育種の方法

解説

遺伝子の特定は次のように行いました。

- ① 「ゆがふ」と「YONEKURA」の子ども（F1）168 個体について、葉のとげの有無と果実のカロテノイド含量を調査しました。
- ② 「ゆがふ」の子どもには、「ゆがふ」から祖母の「クリームパイン」側か、祖父の「HI101」側のどちらかのゲノムが伝わっています。そこで、すべての子どものゲノム配列を解析し、どのゲノム領域が遺伝しているかを調べました。
- ③ 「クリームパイン」側のゲノム領域が伝わっている場合には、葉にとげがなく果実の色が白くなることから、葉のとげがない領域とカロテノイド量が少なくなる形質をもたらすゲノム領域を絞り込み、該当する染色体領域（葉のとげ：第 23 染色体、カロテノイド量：第 8 染色体）を見出しました。
- ④ 該当する染色体領域に存在する遺伝子の中から、葉の形態に関わる *Wuschel-related homeobox* 遺伝子と、カロテノイド分解を行うカロテノイド酸化開裂酵素遺伝子を見出しました。これらの遺伝子については、遺伝子発現量の解析や、様々な品種で遺伝子型の保有状況の調査を行い、原因遺伝子として矛盾のないことを確認しました。

参考となる図や写真



写真1 パインアップル「ゆがふ」



写真2 パインアップル果実、および、果肉
左：ゆがふ（白色） 右：ボゴール（淡黄色）

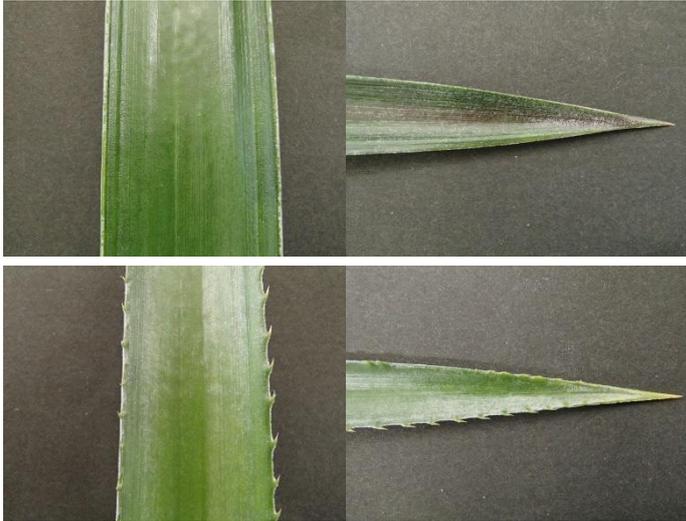


写真3 パインアップルの葉
 上段：ゆがふは葉にとげ（葉縁刺）
 がみられない。

下段：ボゴールは葉にとげ（葉縁
 刺）がある。

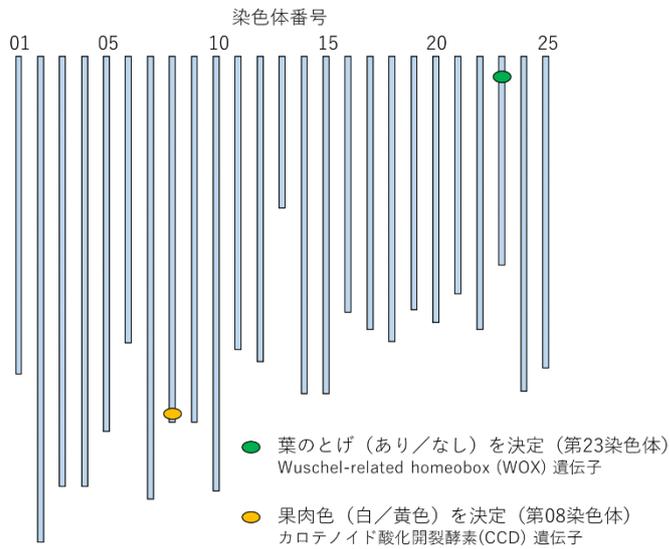


写真4 解読したパインアップル
 ゲノムから特定した葉のとげ・果
 肉色遺伝子の位置



写真5 パインアップルの人工交配の様子（左）と発芽の様子（右）