

隔月刊

No.11

最新の研究成果をわかりやすく楽しく解説

# Fruit & Tea Times

農研機構 果樹茶業研究部門ニュース

11

～\*



巻頭言 革新的な技術や成果をめざす研究を！ 企画連携室長 中畝 良二

特集記事 遺伝子マーカーが拓く新しい果樹の育種

・粉質化しにくいリンゴの育種を効率化する遺伝子マーカー  
リンゴ研究領域 主任研究員 森谷 茂樹

・甘ガキを見分けて広がるカキの品種開発  
ブドウ・カキ研究領域 主任研究員 尾上 典之

カチャカチャTips

・「国光」、「紅玉」はどこで生まれた品種なの？

# 巻頭言

## 革新的な技術や成果をめざす研究を！

### 革新的な成果を求めて

革新的な技術や成果を求めようとする。表的な品種「ふじ」は国内栽培面積の半分を占めるだけでなく、世界で最も多く作られている品種となっています。

先日、2018年のノーベル医学生理学賞に本庶佑先生が選ばれました。がんの新しい治療法につながる素晴らしい成果です。新しい治療法で命を救われた方々の話も多く報道されていました。農研機構果樹茶業研究部門においても、果樹や茶の生産現場、あるいは消費者に喜んでもらえ

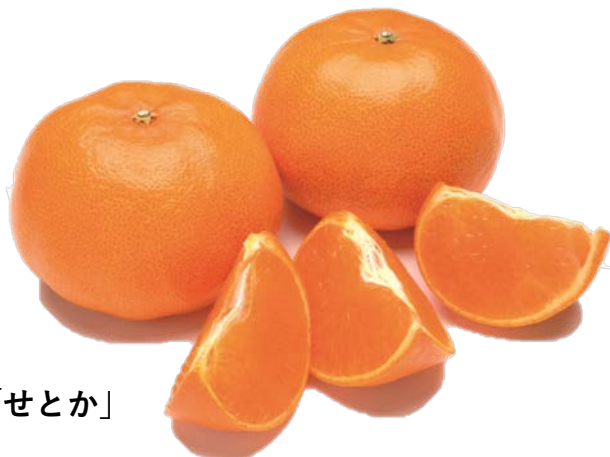
### 果樹農業を担う素晴らしい品種たち

これまでの研究成果の代表格と言えば、やはり品種ということになるでしょうか。農研機構が育成した品種をいくつか紹介します。リンゴの代

中畝良二



{ふじ}



「せとか」



「あきづき」



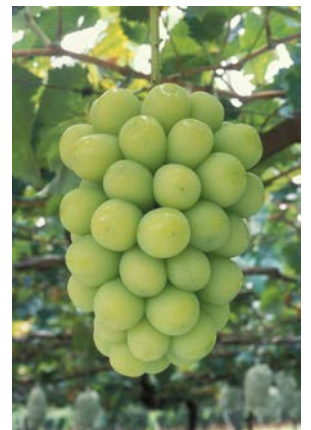
「豊水」



「幸水」

けるナシの栽培面積の7割に達しています。最近、人気、知名度ともに急上昇のブドウ

「シャインマスカット」も農研機構育成の品種です。美味しいだけでなく、皮ごと食べられることに加え、作りやすく、日持ち性が良いという特徴があります。ニホングリ「ぼろたん」は、ホクホクして美味しいだけでなく、皮に切れ目を入れて加熱するだけで渋皮が剥けやすくなるため、様々な用途への利用拡大が期待される品種です。茶では、花粉症などアレルギー反応を緩和する機能性を有する「べにふうき」があります(図1)。「べにふうき」を使ったペットボトル緑茶や飴、エキスを使った入浴剤などを店頭でもよく見かけます。これらの品種は皆様の食生活を豊かにしているだけでなく、果樹や茶の産業に大きく貢献していると感じております。紹介したい品種は他にも沢山ありますが、後は農研機構のホームページをご覧ください。



「シャインマスカット」



「ぼろたん」で作った焼き栗

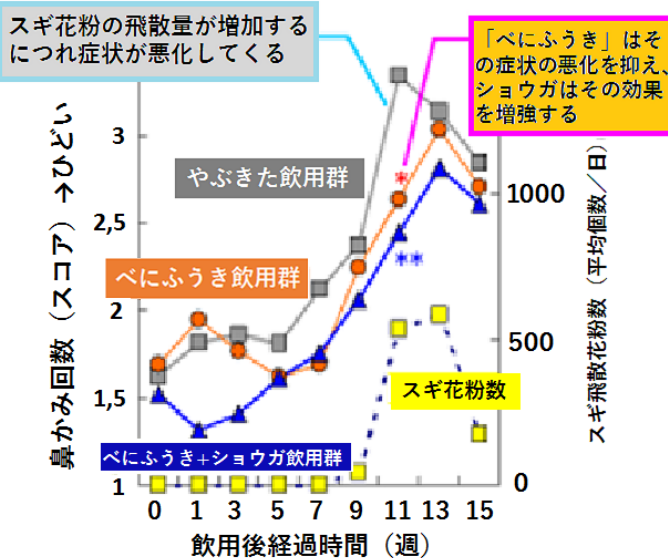


図1 ベにふうき緑茶のスギ花粉症軽減効果とショウガエキスの増強効果

ご覧ください。  
 (品種紹介「果樹茶業研究部  
 門育成品種一欄」…  
<http://www.naro.affrc.go.jp/collab/breed/laboratory/nifts/index.html>)

## 新品種への道のり

意味を持っています。「安芸津21号」こそが、ヨーロッパブドウの女王と呼ばれる「マスカット・オブ・アレキサンドリア」の血を直接引く系統だからです。その交配は1973年に行われています。さて、これら品種を作るのどれくらい年月を要するのかご存じでしょうか？ ブドウ「シャインマスカット」を例にしますと、「シャインマスカット」が生まれる元となった交配（「安芸津21号」×「白南」）は1988年に行われました。その交配でできた沢山の種を蒔いて苗を育て、実を成らせ、品質や栽培のしやすさなどを評価して、選ばれた系統（品種になる前の候補）が「シャインマスカット」として2006年に品種登録されました。交配から15年の年月を要していることになりす。実は、「シャインマスカット」の誕生には、その片親となった「安芸津21号」の育成が重要な意味を持っています。「安芸津21号」こそが、ヨーロッパブドウの女王と呼ばれる「マスカット・オブ・アレキサンドリア」の血を直接引く系統だからです。その交配は1973年に行われています。したがって「シャインマスカット」のような品種を作りたいと願って育種を始めてから、実際にそれが出来るまで33年を要していると言えるかもしれません。「シャインマスカット」に限らず、農研機構が育成した品種は20年程度に及ぶ試験研究を経て、選ばれたものです。これからリンゴやカキツが美味しくなる季節です。品種にこだわって（農研機構育成品種を選んでいただきたい）、品種が生まれるまでの道のりを想像しながら、いろいろな果物や茶を楽しんでいただければ幸いです。



中畝 良二

企画管理部 企画連携室長

果樹の病害に関する研究に20年間携わり、ブドウやウメのウイルス病、糸状菌病を主な対象として病原の究明や診断技術の開発を行ってきました。2017年より企画管理部企画連携室に異動し、研究支援を主な仕事としています。果樹産業を活性化させる成果を生み出すため、行政、研究者、産地等との連携を図って参ります。

## 特集記事

# 遺伝子マーカーが拓く新しい果樹の育種

## ■ 粉質化しにくいリンゴの育種を効率化する 遺伝子マーカー

森谷 茂樹

リンゴを長い間貯蔵しておく品種によってはボソボソの肉質になり、かぶりついてもほとんど果汁が出ない場合があります。これを粉質化と呼んでいます。ここでは粉質化しにくい品種開発のための遺伝子マーカーについて紹介します。

### リンゴの粉質化

リンゴを口に入れたときに果汁を感じられず、パサパサしていると感じたことはありませんか？ それは、果肉が粉質化していたからかもしれません。粉質化とは、貯蔵中に果肉の性質が変化し、細胞同士が離れやすくなっている状態のことです（図1）。新鮮な果実をかむと果肉の細胞が破れて果汁が放出されます。一方、粉質化した果実では、果肉の細胞は破れずに、果汁を包み込んだままばらばらになるので、かんでも口の中に果汁が感じられないのです。粉質化した果実の商品価値はとて低いため、品種改良によって粉質化しにくいリンゴを開発することが求められて

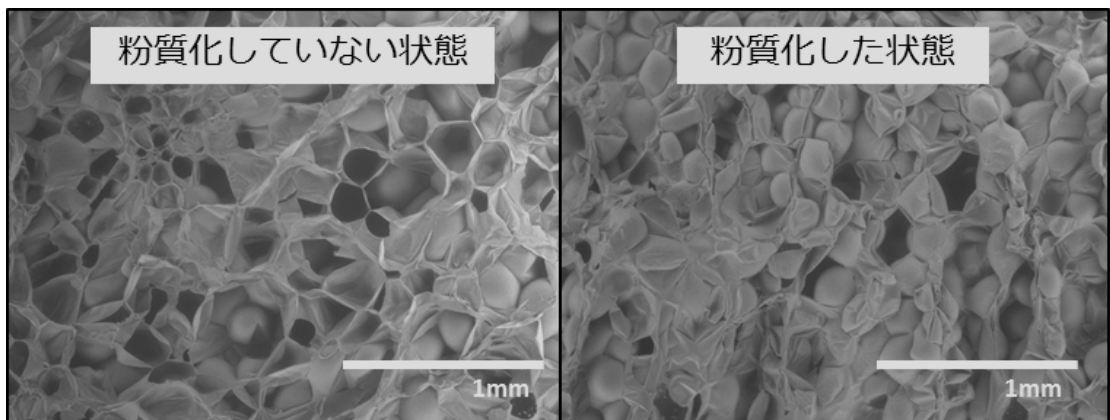


図1. リンゴ果肉断面の電子顕微鏡写真

粉質化していない状態（左）では、細胞から果汁が放出された痕跡が蜂の巣状に破れた細胞として現れる。粉質化した状態（右）では、細胞が壊れず、果汁が放出されないため、食べたときに果汁を感じられない。

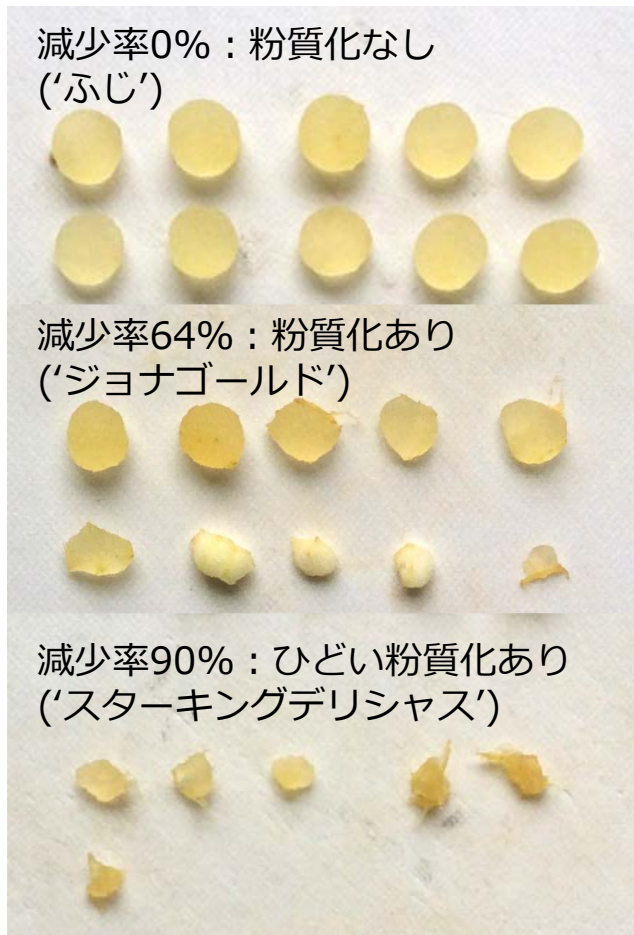


図2. 粉質化しやすさの測定。

果肉細片を砂糖水中で一定時間揺らしその後における重さの変化を調べる。粉質化の程度がひどくなるほど、多くの細胞が剥がれ落ちて細片が小さくなるため、重さの減った割合（減少率）が大きくなる。減少率が30%以上のとき、食べると粉質化していると感じられる。

います。私たちはこれまでの研究で、粉質化しにくいリンゴを効率的に育成できる遺伝子診断法を開発したので、ご紹介いたします。

品種によって大きく異なり「ジョナゴールド」などが、粉質化しにくい品種としては肉の細片を砂糖水の中で一定「ふじ」や「シナノゴールド」時間揺らし、揺らす前後の重さの変化を調べます（図2）。次に、粉質化しやすさの差をさまざまな品種の粉質化しやすさを調べたところ、粉質化しやすい品種としては、「スターキングデリシャス」や「ターキングデリシャス」や「遺伝子が主要な役割を担う原

### 原因遺伝子のタイプ分けをして粉質化程度を予測する

因遺伝子である可能性が高いことが分かりました。

この原因遺伝子は、遺伝子マーカーを使うと6種類のタイプに分類できます。そこで、各品種の有する遺伝子のタイプと粉質化しやすさとの関係を調べました。その結果、この遺伝子のタイプごとに粉質化しにくい品種の現れ方が異なっていることが分かりました（次ページ表1）。つまり、この遺伝子マーカーは、リンゴ品種が粉質化するかどうかを予想する遺伝子診断に利用できることが分かったのです。この技術を使えば、リンゴの果実がなるのを待

表1. 遺伝子マーカーで識別される粉質化原因遺伝子のタイプごとの特徴

遺伝子のタイプ	粉質化しにくい品種の現れやすさ	減少率±標準偏差	代表的な品種
A型	ほとんど全ての品種は粉質化しにくい	17%±21%	シナノゴールド、千秋
B型	半数程度の品種は粉質化しにくい	36%±29%	ふじ、つがる
C型	多くの中晩成品種は粉質化しにくい	48%±30%	紅玉、こうたろう
D型	半数程度の中晩成品種は粉質化しにくい	70%±34%	王林、おぜの紅
E型	粉質化しにくい品種は現れない	84%±23%	スターキングデリシャス、あかね
F型	粉質化しにくい品種は現れない	85%±21%	さんさ

以上で述べた遺伝子診断法は、すでにリンゴの育種の現場に取り入れられており、粉質化しにくいリンゴを予測して幼苗の段階で選抜することで育種を効率化する試みが始まっています。研究が効率化した成果として、粉質化しにくい長い間おいしさを保つ新品种を、一日でも早く皆さんの食卓に届けられるようにしたいと考えています。

**遺伝子診断を品種改良に応用する**

つことなく、葉から抽出したDNAを用いた遺伝子診断によって、粉質化しやすさを予測することができます。



**森谷 茂樹**

リンゴ研究領域 リンゴ育種ユニット 主任研究員

リンゴの育種がメインテーマです。リンゴの新品種を1つ生み出すためには、数十年の時間とこれに伴う膨大な労力がかかります。これを効率化するための遺伝子診断技術の開発・利用のための研究や、育種データベースの開発をしています。長いスパンで将来を見据えた研究をしたいと考えています。ちなみに、粉質化してしまったリンゴはスムージーにして食べています。

特集記事

# 遺伝子マーカーが拓く新しい果樹の育種

## ■ 甘ガキを見分けて広がるカキの品種開発

尾上 典之

最近、甘ガキの新品種が続々と登場していることを皆さんご存知でしょうか。カキの消費を盛り上げるため、農研機構ではDNAマーカーを使った甘ガキの品種改良に取り組んでいますので、その概要を紹介したいと思います。

カキ品種‘太天’

甘ガキと渋ガキの子供は、ほとんどが渋ガキ

カキには甘ガキと渋ガキがあります。どちらも実の小さいうちは果実に渋みがあります。この渋みの原因物質はタンニンで、食べると口の中のタンパク質と結合して渋みを感じます。果実の発育中、渋ガキではタンニンがたまり続けますが、甘ガキでは途中でタンニンがたまらなくなるため、秋の成熟期までには渋みがなくなります。果実にタンニンがたまり続けるかどうかはASTと呼ばれる遺伝子で決まることが分かっています。タンニンがたまらない甘ガキ性は遺伝的に「劣性」という性質をもつため、甘ガキ遺伝子のみを持つときだけ甘ガキ

になり、渋ガキ遺伝子一つでも持つと渋ガキになってしまいます(図1)。



図1 カキの甘渋性と甘ガキ・渋ガキ遺伝子組成の関係



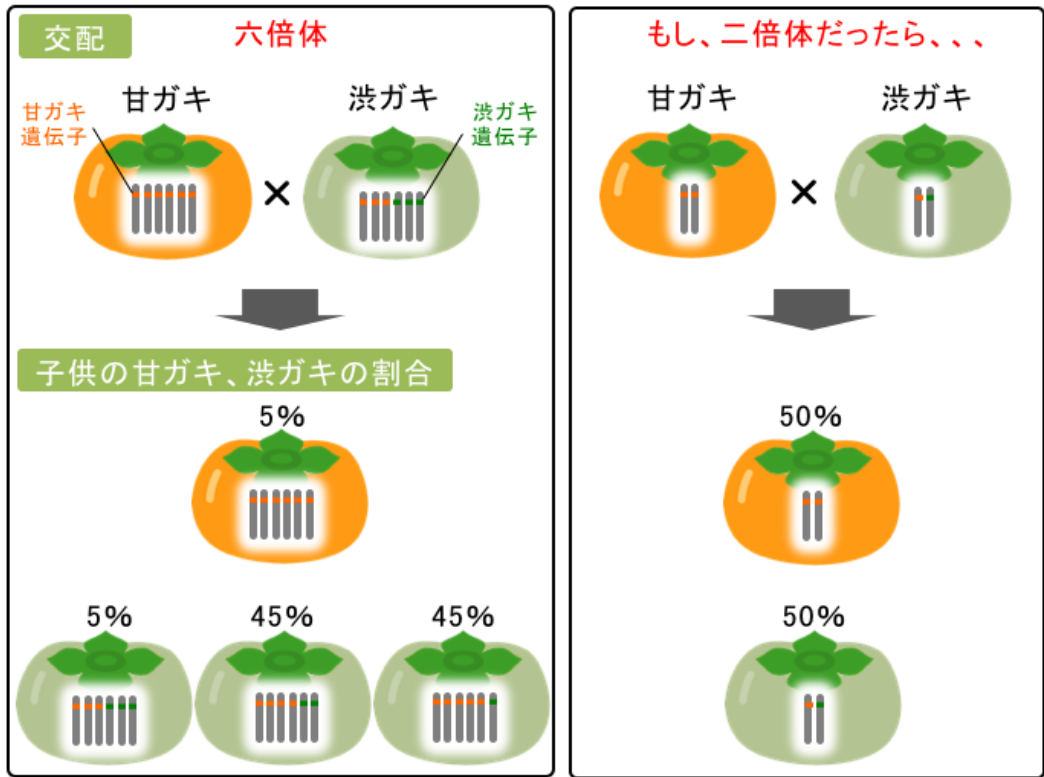


図2 六倍体と二倍体における甘ガキの子どもの出現率の違い

カキは普通の植物より遺伝子セットが多い

ここで甘ガキを品種改良するうえで問題となる、カキの

倍数性について説明したいと思います。我々ヒトを含めて多くの生物は、体を作る設計図である遺伝子のセットを、母親由来の1組と父親由来の1組の計2組(＝二倍体)持っています。ところが、カキは遺伝子セットを6組(＝六倍体)も持っています。図2のように、六倍体であるカキでは、甘ガキと渋ガキの遺伝子を半々もっている渋ガキと、甘ガキの交配から生まれた子からは、たった5%しか甘ガキが出ません。カキがもし二倍体であれば、50%が甘ガキになるので、六倍体のカキで

甘ガキの子供を作るのがいかに難しいかが分かります。

### 甘ガキを見分けるDNAマーカー

甘ガキの品種改良では交配で得た種を播いて多くの子供を育てますが、従来は全ての子供を果実がなるまで育て、その中から甘ガキだけを選抜して、渋ガキを捨てていました。甘ガキと渋ガキの子供からはほとんど甘ガキが出てこないのです、結局捨てることになる多くの子供を長い期間育てることになり非効率でした。そこで、私たちは京都大学及び近畿大学との共同研究により、発芽してまもない幼苗の葉のDNAを分析するだけで、将来甘ガキと渋ガキのどちらが実るか分かるDNAマーカーを開発しました(図3)。

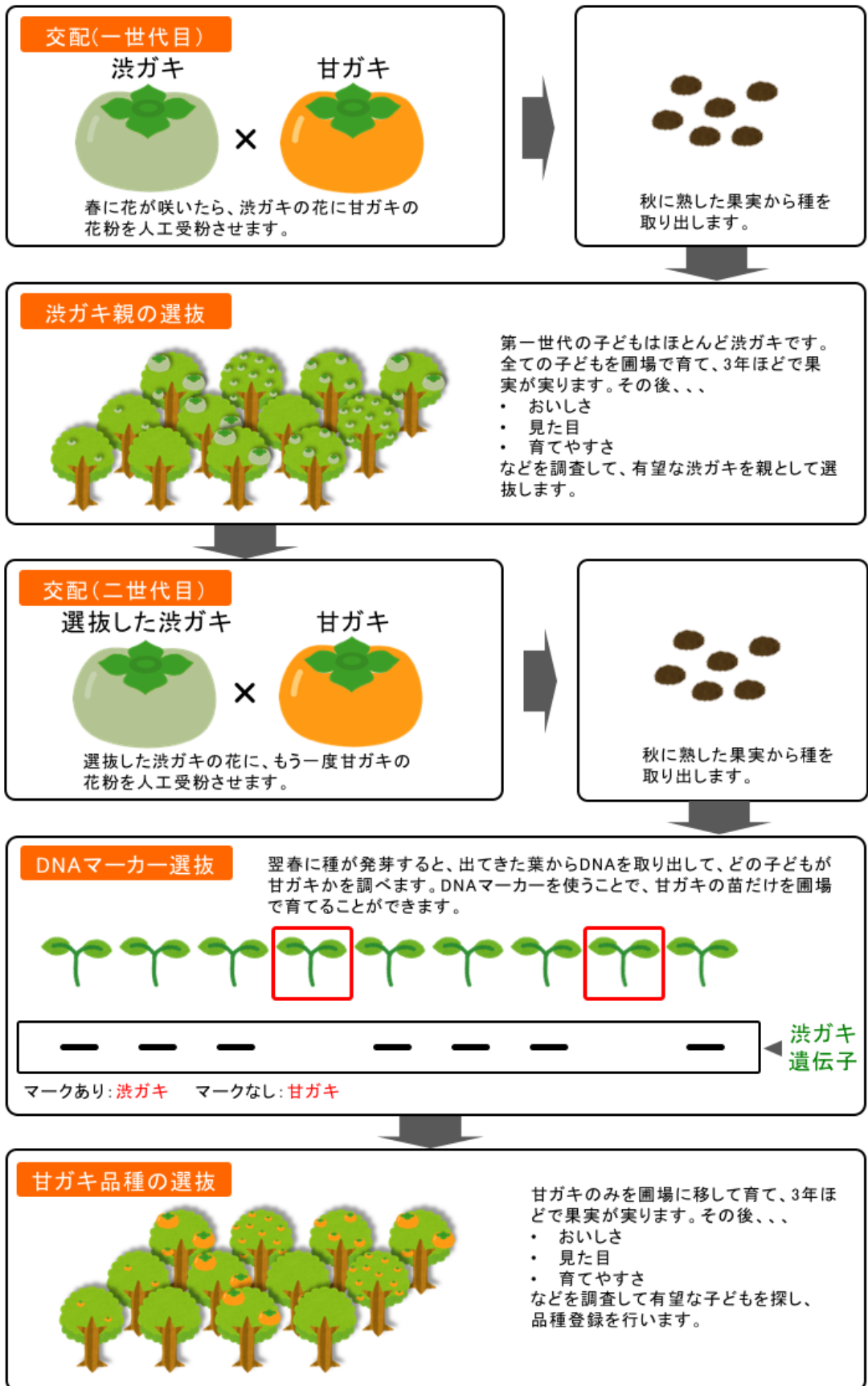


図3 DNAマーカーを用いた甘ガキの品種改良

このDNAマーカーを使えば、られません。一方、渋ガキは甘ガキと判定された個体だけ甘ガキから遠縁ですので、それを育てれば良いので、品種改良を避けることができ、旺盛な良の大幅な効率化が可能です。

### 美味しくたくさん実がなる甘ガキを目指して

カキは千品種以上ありますが、そのうち甘ガキはわずかで、ほとんどは渋ガキです。

甘ガキ同士は掛け合わせから甘ガキのみが生まれますが、甘ガキはお互いが近縁なため、近親交配によって虚弱な個体が生まれ易くなります。虚弱な個体では果実が十分採れないため、カキ農家は収入を確保できません。果実がどんなに美味しくても、栽培が難しく収量が少ない品種であれば、農家の方に栽培してもらえないので、みなさんの元届け

生育を示してたくさん果実が

なる個体が得られる期待が高まります。そこで、農研機構

では渋ガキに甘ガキを交配して得た渋ガキに、再度甘ガキを交配する戦略をとっています(図3)。甘ガキと渋ガキ

を交配した第一世代では、甘ガキの子供はほとんど出ませんが、その子供にもう一度甘ガキを交配すると、次の世代では15〜20%程度甘ガキが得られます。この戦略と甘ガキを見分けるDNAマーカーとを組み合わせることで、より効率的な甘ガキの品種改良が可能となりました(図3)。甘ガキの品種改良に渋ガキを積極的に利用することで、美

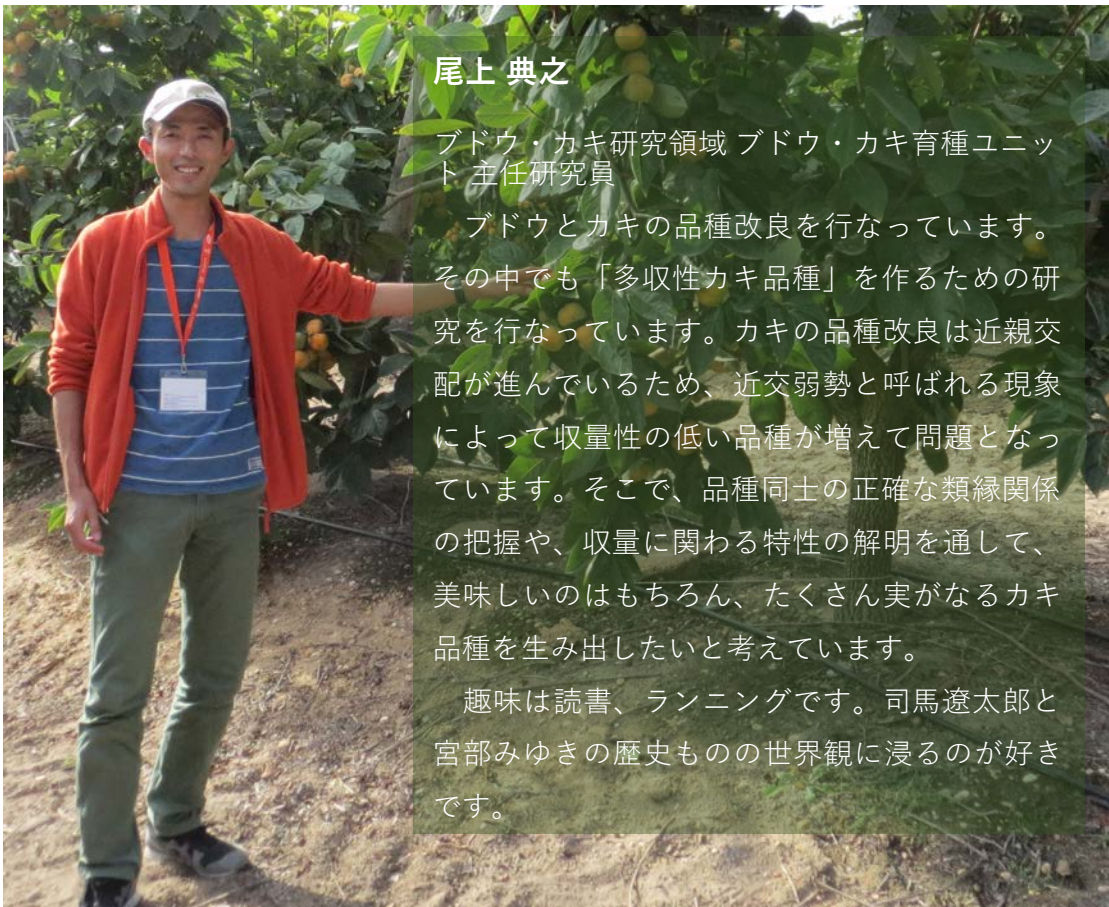
味しいと同時にたくさん実が採れる品種の開発を進めて、みなさんの食卓にこれまでにない美味しい甘ガキを届けたと思います。

### 尾上 典之

ブドウ・カキ研究領域 ブドウ・カキ育種ユニット 主任研究員

ブドウとカキの品種改良を行なっています。中でも「多収性カキ品種」を作るための研究を行なっています。カキの品種改良は近親交配が進んでいるため、近交弱勢と呼ばれる現象によって収量性の低い品種が増えて問題となっています。そこで、品種同士の正確な類縁関係の把握や、収量に関わる特性の解明を通して、美味しいのはもちろん、たくさん実がなるカキ品種を生み出したいと考えています。

趣味は読書、ランニングです。司馬遼太郎と宮部みゆきの歴史ものの世界観に浸るのが好きです。



# カチャカチャTIPS

(果物とお茶の質問コーナー)

【質問】

「国光」、「紅玉」はどこで生まれたリンゴなの？

【回答】 企画管理部 企画連携室 果樹連携調整役 和田 雅人

【回答】

「国光」や「紅玉」、「旭」、「祝」といった品種名を覚えている方もいらっしゃると思います。これらの品種も名前から日本生まれの品種であると思われるかもしれませんが、実は18〜20世紀に米国やカナダで生まれた品種です。もともとの名前はそれぞれ国光 = Ralls Janet、紅玉 = Jonathan、旭 = McIntosh、祝 = American Summer Pearmain<sup>TM</sup>、「ジヨナゴールド」、

「ゴールデンデリシャス」など、明らかに外国生まれと分かる名前の品種もありますが、なぜ「国光」や「紅玉」は漢字名で定着しているのでしょうか。それは明治政府による

農業の大改革が一因となっています。明治政府は、欧米からリンゴ、西洋ナシ、ブドウ、モモ、オレンジ等の果樹の導入と生産を奨励しました。明治8年から内務省勸業寮が全国の各府県に外国から輸入したリンゴ苗木の配付を開始し、栽培を奨励しました。その結果、各地域でそれぞれの気候



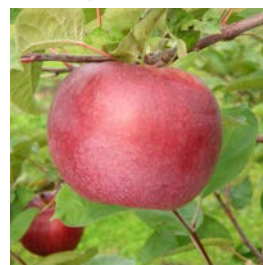
「紅玉」(こうぎょく)  
'Jonathan'



「国光」(こっこう)  
'Ralls Janet'



「祝」(いわい)  
'American Summer Pearmain'



「旭」(あさひ)  
'McIntosh'

にあった様々な外国生まれの品種が栽培されるようになりましたが、苗木の頒布時に正確に品種名が伝えられなかったり、各地域にどの品種を配布したかなどの記録が残されていなかったため混乱を招き、各地で別個の和名が付けられるようになりました。例えばRalls Janetは「雪の下」、「晩成子」、「霜潜」など、Jonathanは「千成」、



正岡子規

「満紅」、「縦無」などと名付けられました。それらの和名は、品種の特性をとらえていて、当時の人達の視点がかかる貴重なものだと興味深く感じます。ただし、同じ品種を別の和名で呼ぶ弊害もあり、1900年（明治33年）帝国蘋果名称一定会（蘋果は、和リンゴと区別する西洋リンゴの名称）によって品種名が統一され、Ralls Janetは「国光」にJonathanは「紅玉」に落ち着きました（リンゴ品種大観「日本における品種の変遷」）。

ほぼ同じ時期、病床にいた正岡子規の「仰臥漫録」の10月10日にリンゴについて記述があります。正岡子規は、弟子が見舞いに持ってきた何種類かのリンゴを食べ、こんな感想を記述しています。「満紅、最もうまき者なりと（原文のまま）」。

まだ「紅玉」という名前は一般的ではなかったのですが、これで正岡子規が「紅玉」を好んでいたことが分かりますし、旧暦の10月半ばなら、「紅玉」は果肉が柔らかくなって膨らませると、歴史上の人物も少しだけ身近に感じられます。「紅玉」や「国光」という名前が、いつ頃から一般に使われるようになったのか、その推移も興味深いものです。なお、「ジョナゴールド」「ゴールデンデリシャス」は、より遅く日本に導入されたため名称はオリジナルのままとなっています。

### 編集後記

今年の秋はペット同伴OKのコテージ風ホテルに泊まって、八ヶ岳山麓から霧ヶ峰、美ヶ原に抜けるビーナスラインへ、紅葉を求めてドライブに出かけました。カラマツ、シラカバなどが色づき、草もみじの車山山頂からは八ヶ岳、日本アルプスなどの山々が見渡せました。この時期に信州へ出かけるもう一つの目的は、道の駅で新鮮な「紅玉」を安く仕入れることです。「紅玉」で作るリンゴジャムやアップルパイは甘味と酸味のバランスが絶妙で香りが高く、本当に美味しく仕上がります。「紅玉」の隣に、小ぶりで果皮が薄く、丸かじりに適した品種として長野県果樹試験場が育成した「シナノピッコロ」が売られていました。もちろん買いました。丸ごと食べられるブドウの「シャインマスカット」も買いました。青空の山頂でかぶりつく新鮮な「シナノピッコロ」と「シャインマスカット」は最高の味わいでした。実は、「紅玉」の丸かじりも知る人ぞ知る逸品です。犬にもお裾分け。しっぽ振り全開でガブリ。これからの果物は丸かじりがトレンドになるかもしれませんね。（ヨッシー）



Fruit & Tea Times No.11 果樹茶業研究部門ニュース第11号（平成30年12月 発行）

編集・発行：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門  
 事務局：企画管理部 企画連携室 TEL 029-838-6447  
 住所：〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1 <http://www.naro.affrc.go.jp/nifts/index.html>

