

種のなくなったバナナや柿

果物^{くだもの}とは何でしょう。農林水産省は果物のことを「果樹」と呼んでいますが、「概ね2年以上栽培する草本植物及び木本植物であって、果実を食用とするもの」と決めています。植物・園芸学では、木本植物の木の実^みは果物（果樹）、草本植物の草の実^みは野菜と分類します。今回扱うバナナは草本植物（多年草）ですので野菜、柿は果物（果樹）になります。ただし、イチゴ、メロン、スイカ、バナナ、パイナップルなどは野菜ですが、農水省も食生活の実態^{じたい}などに合わせて『果実的野菜』と呼んでいます。バナナの樹に見えるものは葉がいくつも重なった偽茎^{ぎけい}と呼ばれるものです。

(1) 種のない果実や果実的野菜

今回のテーマの一つは‘種ができない’果物です。生物は細胞分裂を繰り返して生育していきます。遺伝子の載ったひも状の物質を染色体と呼びます。父親と母親から1セットずつの染色体を受け継ぐので、多くの生物は2組1セットの染色体を持ちます（2倍体）。雄株と雌株による生殖の際には、まず染色体を複製して2度の細胞分裂を行い、染色体数が半分の生殖細胞を形成します。受精すると元の染色体数に回復します。これを減数分裂（図1）と呼びます。しかし、突然変異によって3組1セットの染色体を持つ（三倍体：図2）生物がつくられることがあります。バナナも本来は普通の二倍体の植物ですが、突然変異によって三倍体のものができたのです。すると、奇数の組の染色体では、子どもに分ける染色体をちょうど半分に分けることができず、花粉や卵細胞が正常につくられません。つまり、その結果、種子^{しゅじ}を作ることができなくなってしまう（種子不稔性^{しゅじふねんせい}）のです。これが種なし植物のできる理由です。三倍体の植物は、成長には支障がないので、体は正常につくられ、外見はほかの二倍体の植物と同じです。三倍体や四倍体では細胞・器官・植物体全体が大きくなる傾向があり、農作物の遺伝的改良（育種）に利用されています。また、突然変異による受精することなく果実を形成する現象（単為結果性）も知られています。完全な種子はできませんが食用になる果実では珍しいことではありません。この性質を持つ果実を選択的に育てたり、植物ホルモンを使って人為的に単為結果を誘発させることとしています。バナナ、ブドウ、モモにこの品種があります。三倍体は魚の養殖（サクラマスやニジマスなど）などにも利用しています。ふつうは成熟すると卵を作るために栄養が取られてしまうため、肉質が落ちてしまいます。しかし、三倍体の魚だと卵をつくらなため、肉質が落ちることなく、エサ代の費用効率が良く、どんどん成長してくれるのです。

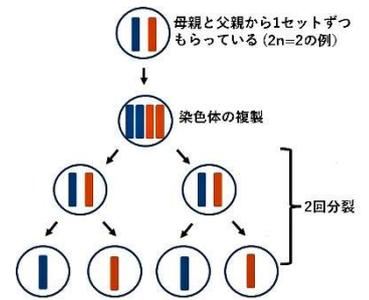


図1 減数分裂（二倍体）

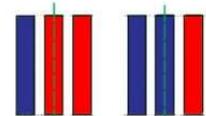


図2 三倍体（うまく等分に分裂できない）

(2) バナナ (banana)

バナナはバショウ科バショウ属 *Musa* spp. で高さ数メートルになる「木」になりますが、草本（い

わゆる草)です。日本では「芭蕉」と呼ばれました(松尾芭蕉の俳名の由来)。そのため野菜と言えます。木のように見えるところは葉鞘*が幾重にも重なりあっているもので仮茎(偽茎)と呼ばれます。茎は地下にあって短く横に這い、茎のような先端からは、長楕円形の葉(葉身)が大きく伸びてきます。

*葉鞘:葉の基部が鞘状になって、茎を包む部分です。稲にもあります(会報 no.51 参照)



図3 バナナ (URL1を改)

バナナの花を見られたことのある方は、図4のような赤紫色の垂れ下がった筆先のようなものを異様に感じられたのではないのでしょうか。これは苞ほうと呼ばれるものです。畑へ植付けてから半年ほど経つと現れ、次第に垂れ下がってくるそうです。苞は薄皮が重なり合っているようなもので、この中に花があります。苞ほうが外側に1枚はがれると白い花が顔を出します。図4を見ると、苞葉の根元に白い櫛状くしじょうのものが見えますが、その櫛の歯の1本1本が花です。この1つ1つの花の中に雄しべ、雌しべがあります。図4左下の拡大図を見ると曲がっている所から根元の付近がわずかに緑っぽい色になっています。そこが食べる部分となる'バナナ'になります。つぎつぎと苞がめくれて花があらわれ、最初は下向きに実をつけます。その後、太陽の光に向かってだんだん上に曲がって成長していきます。これを繰り返すことで、図4のようにバナナが下に向かって実っていくのです。全部実らせると実は小さくなってしまいうそうです。



図4 バナナの花 左下は拡大図

下を向いた紫色の筆状のものが苞、白い櫛状のものが花、めくれた苞の付け根に近い花の付け根のわずかに緑っぽい部分が食用所用部分 (URL2)

ちなみに、赤紫色の苞はバナナハートと呼ばれ、生産地の人々は野菜として利用するそうです。

バナナの前種には種があります(図5)。私たちが普段食べるバナナには種はありませんが、種の名残は見られます。図6を見ると小さな黒いツブツブが見えますが、これが種の名残りです。



図5 原種の前種(URL3)



図6 バナナの断面(黒い粒が種の名残)



種ができませんので、果実を収穫した後、根元に出てくる吸芽きゅうがを育てて次世代をつくります。バナナは多年草で、実をつけると地上部分は枯れてしましますが、地下部分は生きており、根茎から新しい芽(吸芽)を出すのです。3倍体の株からは3倍体の芽が出ます。

日本で食べるバナナはほとんどが海外からの輸入物です。「ミカンコミバエ」などの害虫の侵入を防ぐため、未熟な濃緑色のバナナを輸入し、日本国内で熟させて、色が黄色に変わったものが店頭に出されます。ご存じのように、食べごろはスウィートスポット（シュガースポット）と呼ばれる褐色の斑点が出たころです。

ちなみに、大正後期に台湾からの輸入が拡大し、門司市に大量のバナナが荷揚げされました。輸送中に熟してしまったバナナをいち早く換金するために露天商などが売りさばいたのが「バナナのたたき売り」の始まりだそうです。かつてはバナナは高級な果物でした。

(3) カキ

柿も種なしのものがよく売られています。普通の種ありの柿は六倍体です。種がない「平核無」は九倍体で、倍数性が奇数であるため、きれいに減数分裂ができず種ができません。

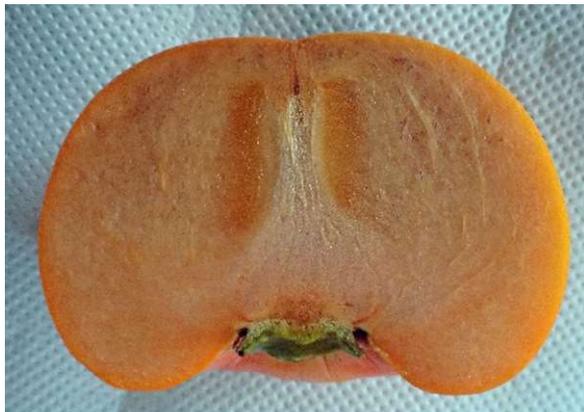


図7 種なしの富有柿



図8 種ができた（単為結果）？富有柿

図7では種ができたであろう場所がわかりますね。図8は種なしの柿を購入したものの一つに見られたものです。偶然、種の断面が見られましたが、胚乳だけで、普通の種のなかに見られる子葉や幼根はほとんどわかりませんでした。種は図9で見られる放射状の部分にできます。いくつできるかはばらつきがあるようです。種があるかないかは果頂部がくぼんでいるのが「種なし」(図10)、盛り上がっているのが「種あり」だそうです(図10の柿には種はありませんでした)。



図9 柿の横断面
種は放射状の8カ所の部分にできます



図10 種なしの甘柿
果頂部がくぼんでいます

収穫後も柿は呼吸し続けますが、その約6割をへたが行っています。柿は果皮ではなく、へたに気孔があるからです。へたを下にして置くと、呼吸量が制御されて新鮮さがキープされるそうです。

さて、柿でよく出る話に甘柿か渋柿かあります。未熟な柿の果実は動物などから種を守るために渋味成分をもっています。渋みの有無（渋みを感じるか否か）はタンニンというポリフェノールの一種が水溶性か不溶性かで決まります。

しかし、タンニンのもつ味から渋みを感じるのではありません。ヒトの口腔内は唾液腺などで作られるムチンとよばれるたんぱく質（高分子糖タンパク質）によって、口腔内の表面にぬるぬるした層を作り保護されています。タンニンはこのムチンを中心とした舌や口腔粘膜のたんぱく質と反応（複合体を形成）して、このぬるぬるした層を取り除いてしまうため、口腔内の粘膜から滑らかさがなくなり、濁いて引き締まったように感じます。この状態が渋いと感じるそうです。このようなタンニンによる変性作用のことを「収れん作用」と呼びます。

タンニンには水溶性（加水分解性タンニン）と不溶性（縮合^{しよくごう}*型タンニン）のものがあります。前者は酵素や、酸、アルカリによって容易に加水分解されます。グルコースなどの糖類を核とした構造をしており、水に溶けやすい特性があります。後者は、複数のカテキン（ポリフェノールの一種）から生成され、容易には加水分解出来ず、水に溶けにくい性質を持ちます。タンパク質と強い相互作用があるため、渋味をより感じやすく、ぶどうの皮やイチゴ、紅茶などに含まれています。

縮合*：複数の分子から簡単な分子（水・アルコールなど）を分離（脱離）してくっつく（新たな化合物をつくる反応）ことです。

甘柿も幼果の時には渋みがありますが、収穫時にはタンニンが水溶性から不溶性に変化するため渋みがなくなります。渋柿もアルコールや炭酸ガスを使って渋抜きすることで不溶性に変化して甘くなります。渋味のもとである縮合型タンニンが水に溶ける形から、アセトアルデヒドと結合して水に溶けない形となると、人間の舌では渋みを感じなくなります。果実は収穫後も果皮を通じて呼吸しています。この呼吸を妨げられると果実内に、アセトアルデヒドが蓄積されます。アルコール脱渋や二酸化炭素による渋抜きはこの原理を利用しています。干し柿は、皮をむくことで果実の表面に薄い膜ができて酸素を通さなくなるため、無気呼吸（嫌気呼吸）が起こり、エタノールが発生し、これがアセトアルデヒドに変化し、タンニンと縮合するという仕組みです。渋柿をブヨブヨに熟すまで放っておくと最終的には甘くなります。種が成熟して、渋が不溶性に変化し、甘くなることで鳥などに食べさせ、遠くに運んでもらい子孫を増やすことに利用しています。

甘柿と渋柿の見分け方についてWebサイトでは、形が、平たい四角をしているのが甘柿、縦長で先が少し尖った形をしているのが渋柿と紹介されていました。もちろん品種が多く一概には言えないようです。

「タンニン」という名は「皮をなめして革に変える（tanning）」に由来しています。皮革の加工で原料の皮から不要なたんぱく質（コラーゲン）を除いてコラーゲンの構造を変化させます。これによってコラーゲンの変化と乾燥時に生じるコラーゲンの収縮を減少させ、コラーゲンに耐熱性、耐薬品性、耐腐敗性、耐水性、柔軟性などの特質を与えます。人類が皮を利用し始めた頃、動物の死骸が森の中の落ち葉に埋もれた水溜りに漬かっている物は、肉は腐っているが皮は腐っていなかったようです。これは、落ち葉や木切れからタンニンが水に溶け出し、一種のタンニン鞣^{なめ}しが行われたものと考えられ、これが植物タンニン鞣しの最初とされています。

主な参考引用文献

URL1：<https://ameblo.jp/t4k9a8j7a11/entry-12807540656.html>

URL2：<https://wmt-seizan.com/2017/01/26/flower-6/>

URL3：<https://otonanokagaku.net/issue/seed/vol06/index.html>