

第293回くらしの植物苑観察会 令和5年8月26日(土)

「ゲノムに記されたアサガオの歴史」

仁田坂 英二 (九州大学大学院理学研究院)

最近、ゲノム(genome)という言葉がニュース等で見聞きするようになったと思います。これは、遺伝子(gene)に総体を表す ome を足してできた造語で、ある生物を構成する全ての遺伝子のことです。コムギのゲノム解析で有名な木原均先生(1893-1986)は、The History of the Earth is recorded in the Layers of its Crust; The History of all Organisms is inscribed in the Chromosomes. (地球の歴史は地層に、生物の歴史は染色体に記されてある)と述べておられ、これは遺伝学や遺伝子研究のスローガンともなっています。染色体を構成する物質である DNA は 4 種類、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の 4 種類の物質(塩基)が無数に並んだ構造をしており、このうちの 3 つが 1 組となって、タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の 1 つを指定します。つまり、ある生物の塩基の並び方(塩基配列)を読み取ることができればその生物を構成するタンパクの構造を含めた遺伝子の働きや歴史が分かるのです。しかし、この塩基配列はヒトで、 3×10^9 塩基対(30億個)、アサガオでもその 1/4 と膨大な数存在するため、現在のように、比較的廉価で読めるようになるには多くの時間を要しました。塩基配列の解読方法にはこれまで 3 回の大きな技術革新があり、これは半導体製造技術の発展に伴う、コンピューターや CCD カメラの性能向上など電子産業の発展とも密接な関係があります。

アサガオの遺伝子研究において、これまでは江戸時代に起源を持つ、牡丹や獅子などの個別の変異とそれに対応する遺伝子について塩基配列の解析を行ってきましたが、場合によっては 1 つの遺伝子を調べるのに数年は要していました。ところが、その生物を構成する全ての遺伝子の配列決定にかかる経費も、近年、急激に下がったことから個々の遺伝子について塩基配列を調べるよりも一度に全部を調べた方が手取り早いという研究手法に変わってきました。私がアサガオの代表を務めている、文部科学省のプロジェクト(NBRP)において、既存のほとんどの変異を含む代表的な 100 系統のゲノム解読が行われました。系統毎の塩基配列を比較することで、これまで変異と対応がついていなかった遺伝子も一気に明らかになり、アサガオの遺伝子研究は非常に興奮に満ちた時代を迎えています。

100 系統以上の全ゲノム配列の比較によって、日本のアサガオ系統の由来についても興味深い事実が明らかになりました。これまで、アサガオの変異の大部分は、トランスポゾン(動く遺伝子)によって起こっているため、本来、転移が抑制されているトランスポゾンが、何らかの理由で動き出した系統から生じたと考えられてきました。歴史記録では、備中松山藩(現在の岡山県高梁市)で、トランスポゾンが動いている植物によく見られる、絞り花の「松山朝顔」が他の変異に先駆けて出現しています。日本の各所に広まった記録もあることから、この子孫から文化文政期の多



「花壇朝顔通」(文化12年(1815))
(個人蔵)に載っている時雨紋
(雀斑)、立田の「ハッ橋」。日本
産アサガオの始祖でもある「松山
朝顔」も同じ花模様である。

様な変異が生じたと考えられていました。トランスポゾンとは色々な遺伝子に挿入し、その機能を壊してしまうことから変異を起こしますが、別の場所に飛び出す際、元入っていた場所にも数個の塩基(痕跡)を残していきます。そのため、現在その変異を持っていないように見えてもゲノムを調べることで、過去その変異を持っていたかがわかります。今回、その痕跡が絞り花の遺伝子(*a3=DFR*)に存在するか調べたところ、現在の絞り花とは違う場所にトランスポゾンの挿入があるものや過去入っていた痕跡があるものが多数見つかりました(日本産変異系統123系統中119系統)。意外なことに、壊れると紫色の花になる遺伝子(*PR*)にも変異や変異の痕跡を持つものが、123系統中116系統存在していました。また、他の既知の変異遺伝子にはこのように高い頻度で変異やその痕跡を持つものはありませんでした。つまり、ほとんどの日本のアサガオ系統は、紫色で絞り花の株から由来しているのです。当時の色の見立てと現在のものが一致するとは限りませんが、絞り花の松山朝顔(採葉使記1758)より先に、トランスポゾンの挿入変異である、紫(大和本草1708)や薄紫(花壇綱目1681)、木立(花壇地錦抄1695)の記録があります。現在、一般の方はアサガオの青花と紫花をあまり区別していないかもしれませんが、色のバリエーションが少なく、青と白花くらいしかなかった当時、紫色の花は珍重されたのでしょうか。この紫色の花ではすでにトランスポゾンの転移が活性化しており、その子孫から生じた1本の絞り花が松山朝顔だったのではないのでしょうか。これまで松山朝顔の有色部分は青ないしは瑠璃色だと思っけていましたが、紫色だったのではないのでしょうか。そして松山朝顔はその珍しい色や模様から全国に広がり、その子孫から現在でも保存されている多様な変異が生じたと考えています。

トランスポゾンが飛び出した際に、痕跡を残すという特性は変異の由来などを推定する上でも便利な特性です。例えば、牡丹咲のアサガオは種子を結ばない(不稔)出物ですが、江戸時代に生じた当初は親木で保存する方法も確立していなかったと思われ、どのようにして保存できたのかが疑問でした。しかし、遺伝子の配列解析の結果、牡丹咲きは、種子を結ぶ八重咲きに由来していることが明らかになっています。つまり、まず八重咲きが生じて、種子が保存され、それを栽培しているうちに、より強い八重咲きである牡丹が生じました。これは種子を結びませんでした、きょうだい株のタネをまくとまた牡丹が生じ、牡丹も保存されたのです。このような経験を通して、他の出物でも、きょうだい株(親木)の種子をまくと再現することが栽培家の間で知られるようになったのだと思われまます。

このようにゲノムを読み解くことで、歴史資料だけでは知り得なかったアサガオの歴史が次第に明らかになっています。観察会では、他にも全ゲノム配列から明らかになった、アサガオの興味深い色々な事実について説明したいと思います。

この発表は文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)、白澤健太先生(かずさDNA研究所)、星野敦先生(基礎生物学研究所)との共同研究に基づいており、深く感謝をいたします。

.....

次回予告 第294回くらしの植物苑観察会 令和5年9月23日(土・祝)

「日本の文化・歴史の中の半自然草原」

大津 千晶氏(千葉県立中央博物館 教育普及課 研究員)

13:30~15:30 くらしの植物苑 東屋 申込不要 定員30名