



左から大崩さん、横山さん。

安友康博

一見すると、昆虫たちは気まぐれに花を訪れているように見えるが、そうではない。決まった種の花だけを訪れ、そこで幼虫や自分の餌となる蜜や花粉をもらい、その代償として花粉を自らの体にこすりつけて同じ種の別の個体の花に花粉を運び、受粉を媒介している。植物の多くは、特定の昆虫を雇い、報酬として蜜や花粉を与える代わりに自分の花粉を運んでもらうことで、次世代に命を繋いでいるのだ。

植物が花粉を受粉させることを「送粉」といい、花粉を媒介する生物を「送粉者」という。花の形や大きさ、色、香りなどの形質は、送粉者に合わせたものであることが多く、例えば、夜行性の生物に送粉を頼る花は、送粉者を視覚で誘うことができないので地味なことが多く、代わりに強い香りを放って嗅覚で誘引する傾向にある。また、鳥に送粉を頼る花は、鳥が見分けやすい赤色をしていることが多く、くちばしが挿入しやすい形になっている。同じ送粉者をもつ場合には、同種でなくても花の形質が似通うことがあり、逆に、近縁種であるにもかかわらず送粉者

キスゲ属の花は、送粉者に合わせて進化したのか？

福岡県立小倉高等学校（平成 17 年度 SSH 指定校）

季節は春。厳しい冬を耐えた植物たちがさまざまな花を咲かせている。よく見ると、どこからともなく、ハチやハエ、チョウなどが現れて、花々を訪れている。小倉高校の大崩貴之さんたちは、花の色や香りが、花を訪れる昆虫と深い関係にあることを、夏に咲くキスゲ属の花を用いて明らかにした。

が異なるために形質が異なることもある。

このように、送粉者に適応してあらわれる形質群を「送粉シンドローム」という。福岡県立小倉高等学校のSS生命科学研究会（大崩貴之さん、藤田 諒さん、横山 稜佑さん、板垣 諒さん）は、ユリに似た花を咲かせるキスゲ属の花を用いて、「花卉の色」が「香り、開花時間」とどのように関連しているかを調べた。研究成果は2007年8月に開催された平成19年度スーパーサイエンスハイスクール（SSH）生徒研究発表会で紹介され、「独立行政法人 科学技術振興機構理事長賞」を受賞した。

形質群の異なるキスゲとハマカンゾウ

花を咲かせる被子植物は全陸上植物の実に9割を占め、そのうちの8割以上が、送粉を生物に頼っているといわれる。例えば、アブラナや桜、桃、バラなどは、いずれも昆虫に送粉を頼る「昆虫媒花」である。残りの2割弱には、針葉樹林で見られる「風媒花」などがある。風媒花は、その名のとおり、風によって送粉される花

の総称で、風が通りやすく同種が高密度に分布する中緯度地域などでみられる。

キスゲ属は、東アジアに約10種が生息するとされ、8～9月に赤や黄色の花を1日だけ咲かせる。大崩さんらが用いたのは、赤くて香りの弱い花を朝に咲かせるハマカンゾウと、薄い黄色で強い香りを放つ花を夜に咲かせるキスゲである。両者は互いに交配可能な近縁種でありながら、その色も、香りも、咲く時間帯もまったく違う。

「朝に咲くハマカンゾウはチョウやハナバチが送粉するのに対し、夜に咲くキスゲは夜行性のスズメガが送粉します。送粉者に適応した結果、近縁でありながらも対照的な形質に至ったと考えられます」と大崩さんはコメントする。

キスゲとハマカンゾウを交配

九州大学理学部では、キスゲ属の進化や多様性についての研究を続けており、ゲノム解析によって花の色に関わる遺伝子の変異などを突き止めてきた。「私たちも、九州大学理学部生物学科の矢原徹一先生にご指導いただいで、独自のキスゲ属の研究を始めることにしたのです」と大崩さん。

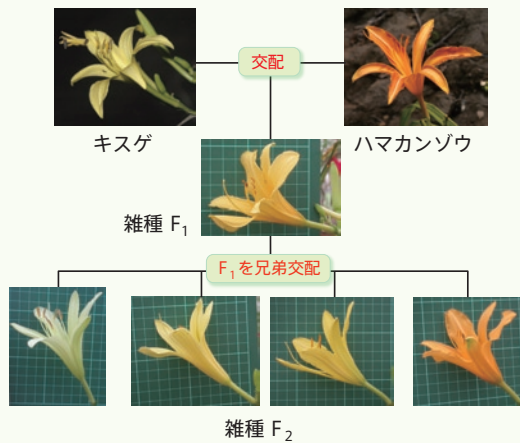
検討を重ねた結果、SS生命科学研究会ではハマカンゾウとキスゲの花の色に着目し、それぞれの雑種が、ハマカンゾウタイプの特徴（朝咲き、送粉者がチョウ、匂いが弱い）を受け継いでいるのか、キスゲタイプの特徴（夜咲き、送粉者がスズメガ、匂いが強い）を受け継いでいるのかを調べて、花の色とほかの形質群にどのような関係があるのかを検討すること

生物担当の田吹教諭が語る「大崩さんの研究魂」

「考察能力が高く、素直に人の意見を取り込んで自分の考えの幅を広げていくことができる人物」。小倉高校で生物を担当する田吹由美教諭は、大崩さんをこのように評価する。大崩さんは、第19回国際生物学オリンピックの最終選考10名にも選ばれており、学校での勉強や研究で忙しいなか、専門書を開いて勉強を続けている。将来は古生物学や進化学を学びたいというが、すでに生物学の知識が豊富で、授業

で行う実験では先生の助手を務めるほどだという。

「大崩君との出会いは私自身の財産でもあります。世界の生物学の発展のために大切に育てていかなければ」と田吹教諭。このところの科学研究は、実学や応用ばかりに目が向きがちだが、大崩さんはじめ班員のみなさんには「なぜだろう」という純粋な好奇心とワクワク感をもち続けて研究を継続してもらいたい。



左図は、キスゲとハマカンゾウの交配実験。雑種第一代 (F₁) の花は両種の間色となり、F₁ どちらを交配した第二代 (F₂) では、黄色から赤っぽい色まで、さまざまな色の花がみられた。



左の写真は、40℃にも達する真夏のビニールハウス内で実験をこなす班員。暑さと戦いながら、根気よくデータを取り続けた。

にした。すでに述べたように、ハマカンゾウの花は鮮やかな赤色なのに対し、キスゲは薄黄色である。「いずれの種も、小倉高校卒業の先輩が九州大学で育てて研究を行っており、互いに交配が容易で、得られた雑種の花の色が肉眼で観察しやすいと考えたからです」。大崩さんは、そう話す。

交配実験を始めるにあたり、まず、キスゲとハマカンゾウの花色の違いが、確かに遺伝的な相違によってもたらされていることを確かめた。両種の葉からDNAを抽出し、アントシアニンという花弁の赤色色素の合成経路に関わる4種の遺伝子 (*chs*, *3gt*, *ldx*, *dfr*) の塩基配列を解読したのである。「その結果、合成経路の上流部に位置する *chs* には塩基配列のわずかな違いが確認されたものの、アミノ酸の違いはないことがわかりました。また、下流部に位置する *3gt* と *ldox* は塩基配列の違いや欠失が確認され、アミノ酸にも違いがみられました (*dfr* は配列解読が困難だった)。つまり、上流の遺伝子機能はキスゲもハマカンゾウも同じですが、下流遺伝子群の動きが異なり、こうした差が花弁の色の違いをもたらしていると予測できました」と大崩さん。

続いて2種を交配し、得られた雑種 (F₁) どちらをさらに重ねて交配する実験を行ったところ、雑種第2代 (F₂) ではさまざまな色をもつ花が咲いたという。大崩さんは、そのうちの132個体の色を1つ1つ観察して「うす黄色のキスゲ色」、「オレンジの中間色」のいずれに相当するかを記録していった (今回は、ごくわずかしかが得られなかった赤いハマカンゾウ色の雑種は考察しなかった)。「得られたデータを解析したところ、

キスゲ色の雑種はキスゲに似た特徴を受け継いでいることがわかりました」。大崩さんは実験結果をそう分析する。

3つの形質群は連鎖していた？

大崩さんらは、一連の実験を始めるにあたり、「植物は送粉者に合わせて進化を遂げ、キスゲとハマカンゾウにみられる送粉シンドロームは、生殖を効率よく行うために進化した結果であろう」との仮説を立てた。「植物は植物なりに、積極的に送粉者に選択されるように進化した」というのである。

得られたデータを、パソコンを駆使して解析したところ、キスゲ色の雑種は、キスゲの特徴 (夜咲き、薄い花弁の色、強い匂い) をセットで受け継いでいることがわかった。大崩さんらは「キスゲの特徴をもたらす色、香、開花時間の3形質の遺伝子は連鎖している」と考え、「この連鎖は、送粉者によって何らかの作用が植物に働き、植物が必然的に進化した結果である。すなわち、仮説は正しいのではないかと結論づけた。

たしかに、3形質が連鎖して遺伝すれば、効率よく生殖を行うための複数の形質がバラバラにならずにすむ。例えば、「赤い色」をもつ花が夜咲いても、夜は色が識別できないし、匂いを頼りに行動する夜行性のスズメガには何の意味もなさない。また、昼間に「強い匂い」を放っても、色を目印に集まるチョウには無意味である。

仮説をさらに検討するために

現在の生物学では、進化はゲノム中で組み換えや重複、変異がおきた結果、偶然

にもたらされるとする「中立説」が有力であることを考えると、大崩さんらの仮説と結論は、やや大胆にも思える。また、進化において「必然」や「積極的」といった言葉がどのように定義されるのかについての検討も必要だと思われる。

とはいえ、植物が現在の姿かたちに至るには、昆虫の存在が欠かせなかったことは広く認められており、送粉者と花の形質群に着目した点は高く評価できる。現存するハマカンゾウの特徴を得た個体と、キスゲの特徴を得た個体が、生存に有利だったために生き残れたことは確かだが、それぞれの種が、いつ、どのようにしてチョウやスズメガを送粉者に採用したのか、両種の共通祖先の花がどのような形質群だったのかなど、第一線の研究者にとっても解明のむずかしい課題が多くあり、今後の解明が待たれている。

大崩さんらは、花と茎の角度や花の開き具合のデータも記録しており、キスゲの特徴をもつものとハマカンゾウの特徴をもつものとは、これらの形質にも違いがみられることを突き止めている。今後は、独自の仮説をさらに詳しく検討するために、花の色以外の形質群を支配する遺伝子を特定したいとしている。

大胆な理論を提唱するには、それを裏づけるに足るデータが必要である。大崩さんらは、そのことを肝に銘じて、汗だくになりながら記録をとり、時にウトウトしながらパソコンに向かったという。実験によって確かめることのできない「進化」を相手に、どうアプローチするのか。今後の成果に期待したい。 ■

執筆：西村尚子 (サイエンスライター)