

植物のしくみを解き、活かす

文・漆原次郎

篠崎 和子 (東京大学大学院教授)
しのざき かずこ



1954年(昭和29年)5月26日生まれ。植物が低温や乾燥といったさまざまな環境ストレスに対応しながら生きていくしくみについて研究してきた。解き明かしたそのしくみを使って、厳しい環境でもじゅうぶんに収穫できる作物をつくるための研究もしている。

植物は、低温、高温、乾燥、それに塩といったさまざまな環境ストレスにさらされながらもじっとして生きている。そこには、どんなしくみがあるのだろう。篠崎和子さんは、植物を見つめつけ、環境ストレスにうまく対応する植物のしくみを解き明かしてきた。さらに、解き明かしたことを活かして、厳しい環境にも耐えて育つ作物をつくりだし、世界の人びとが食べもので困ることのない未来のために貢献しようとしている。

子どものころから研究者をめざして

篠崎さんは、群馬県の大胡町(いまの前橋市)で生まれ育った。田畑や野山が多くあり、友だちと走りまわっていたという。生きものが好きで、四季ごとに花が咲くのを待ちわびたし、野山の花をつんで押し花もつくった。

夢もあった。研究者になることだ。「小学校の文集にも、『研究者になってイネの品種改良をしたい』と、いまの私もびっくりするようなことを書いています」と言う。大学では生物を中心に学べる学科に進み、「研究者になるにはどうすべきかと、ひたすら考えていました」。

大学院に進み、東京工業大学の畑辻明先生の研究室に入ると、先生がともに研究をしていた国立遺伝学研究所の三浦謹一郎先生のところにも通った。篠崎さんは畑研究室での人工的合成法を利用しながら、三浦研究室でメッセンジャーRNAという物質についてはたらきを解いていった。

「大学院での5年間は、自分は研究者に向いているのか確かめる時間でした」。こうではないかと考えたことを実験で確かめるおもしろさを感じたし、優れた論文を書くこともできた。

その後、名古屋大学の杉浦昌弘先生の研究室で初めて植物の遺伝子の研究をおこない、さらに研究を発展させたいと思い、植物分子生物学の道に進むことを決めた。

環境ストレスに耐える植物のしくみを解き明かす

1987年（昭和62年）、篠崎さんは夫の^{かずお}一雄さん、3才になる子ども、それに篠崎さんのお母さんとアメリカへ^{わた}渡った。ニューヨークにあるロックフェラー大学への^{りゅうがく}留学を、一雄さんとともに果たしたのだ。

歴史を感じる外見のフレクスナー・ホールに入っている研究室の^{とひら}扉を篠崎さんは^{たた}叩いた。シンガポール出身の生物学者ナム・ハイ・チュア先生の研究室だ。チュア先生からは「どちらかを」と二つの研究テーマを^{しめ}示された。植物が花をかたちづくるしくみについての研究か、植物の体の中でつくられる「^{あぶしんさん}アブシシン酸」のはたらき方やしくみについての研究だ。「アブシシン酸の研究をしたいとすぐ答えました。農業にも役立つと思ったからです」。

アブシシン酸は、植物ホルモン、つまり、植物がみずからの体の中につくり出し、ごくわずかな量で体にはたらきかける物質のひとつだ。植物は、乾燥が続いたりして環境からストレスを受けるとアブシシン酸をつくりだす。当時より、アブシシン酸は、植物が環境ストレスに耐えるときの^{はんのう}反応にかかわると考えられていた。だが、その詳しいはたらきやしくみは謎のままだった。これを解き明かせば、科学が前に進む。さらに、解き明かしたことを活かして環境ストレスに強い作物をつくれば、農業にも役立てられるかもしれない。

アブシシン酸が生じると、植物の^{さいぼう}細胞の中で、環境ストレスに^{おうとう}応答する遺伝子をはたらく。そのしくみを篠崎さんは^{さぐ}探ろうとした。研究で^{あつか}扱ったのはイネだ。乾燥によってアブシシン酸が生じると、RAB16という遺伝子をはたらし出す。乾燥に対して、イネが耐えようとする反応のひとつだ。では、アブシシン酸が生じてからRAB16遺伝子をはたらくまでの道のりとはどんなものだろう。

遺伝子をはたらくとき、それより前に、遺伝子の近くにある「プロモーター」とよばれる部分の中にある「シス配列」と名づけられた短い部分をはたらくことが知られている。シス配列の役目は、遺伝子をはたらくために合図を出すことだ。RAB16遺伝子をはたらくためのシス配列は、それまで謎のままだった。篠崎さんは実験をしているうちに「ACGTGGC」という部分こそがシス配列だと気づいた。篠崎さんにとって初めての大きな発見だ。大学でこの発見のことを研究者たちに話すと、後日、ある研究者が^{ろんぶん}論文で発表してしまったという！

「ちょっと^や悔しい思いもありました。いろいろ勉強しましたね」と篠崎さんは笑う。

このシス配列は「ABRE」という。日本に帰ってくると、篠崎さんはABREがシス配列としてはたらくときABREと結びつく「^{てんしゃちょうせついん}転写調節因子」というべつの部分の正体を探ることにした。これがわかれば、アブシシン酸が生じてからストレスに^{おうとう}応答する遺伝子をはたらくまでの道のりがより明らかになる。ここで篠崎さんが扱った植物はシロイヌナズナだ。この草には、かわいらしいことのほかに、研究者に愛される理由がある。わずか2か月ほどでつぎの世代をつくるため、実験した結果がすぐにわかるのだ。それに、この植物がもっている遺



シロイヌナズナ。イネなどとともに「モデル植物」のひとつ。

伝子全体(ゲノム)のサイズが小さくて扱いやすい。篠崎さんはシロイヌナズナと向き合っ、ABRE と結びつく転写調節因子を探ることにした。そして2000年に、シロイヌナズナから世界で初めて取り出すことができた。この転写調節因子を「AREB」と名づけた。

アブシシン酸がかかわらない道すじもあった！

研究を進めている中で、篠崎さんはべつの大切なことにも気づいた。「環境ストレスが生じると、アブシシン酸が生じて遺伝子をはたらくのとちがう道すじではたらき出す遺伝子があるとわかったのです」。

それまで多くの研究者は、「アブシシン酸が生じるからストレスに応答する遺伝子をはたらく」と考えていた。ところが、アブシシン酸がかかわらない道すじもあるみたいだ。篠崎さんはRD29という遺伝子に注目した。この遺伝子をもとにつくられるLEAというタンパク質は、植物の細胞が水を失っていくところに現れて細胞を守ってくれる。この遺伝子がどのようにしてはたらき出すかがわかれば、アブシシン酸とはべつの道すじもはっきり見えてくる。

そこで篠崎さんは、RD29 遺伝子のプロモーターのシス配列に当たる部分を、「ここは関係ある」「ここは関係ない」と狭めていきながら探していった。すると「TACCGACAT」という配列が残った。シス配列をつきとめたのだ。篠崎さんはこれを「DRE」と名づけた。さらに、DREに結びつく転写調節因子も探し、「DREB1」「DREB2」という二つをつきとめた。DRE、それにDREB1やDREB2がかかわるこの道すじでは、低温のほか、乾燥や塩といったストレスに応答する遺伝子をはたらく。

アブシシン酸がかかわらない道すじを植物が備えているのはどうしてだろう。それは、アブシシン酸をはたらくのを待たずとも、植物がすぐ環境ストレスからわが身を守れるようにしておくためだ。

「植物は『ここから逃げよう』と考えたり動いたりしません。でも、しくみがあるのです。そのしくみで、自分の体の中でたくさんの遺伝子をはたらかせ、さまざまなタンパク質をつくり、身を守っている。弱そうに見えるけれど、植物ってすごく強いんですよ」。

植物の強さを農業に役立てる

植物の強さを、私たちに食べものをもたらししてくれる作物を育てることに活かさないだろうか。環境ストレスに耐える作物ができれば、低温、高温、乾燥、塩分が多いといった厳しい環境の中でも、その作物は元気に育ってくれるはずだ。

篠崎さんは、メキシコ、コロンビア、シリア、インド、フィリピンなど、世界じゅうの農業にたずさわる研究所や研究者から問い合わせを受けた。「ストレスに強い作物をつくるため、ともに研究をしませんか」と。そのひとつひとつに篠崎さんは応じていった。

環境ストレスによく耐える、強い作物をつくるには、ストレスに応答する遺伝子を植物の体に入れて組み換えればいい。イネについては、篠崎さんが見つけたDREB1をイネの体に入れた「DREB1 イネ」が新たにつくられた。従来のイネであれば枯れてしまうような乾燥の中でも、DREB1 イネは生きのびることができた！



従来のイネとDREB1イネ。9日間、水やりを止め、その後、水を注いで13日間育てた。従来のイネは枯れたが、DREB1イネは生存した。

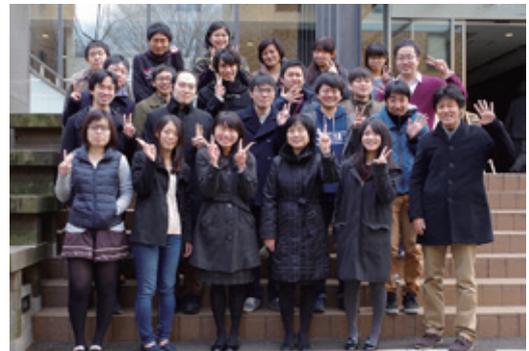
DREB1は、乾燥のほか、低温や塩にも強さを示すことがわかっている。DREB1を組みこんだ作物は、イネのほかにコムギ、ダイズ、ラッカセイなどでもつくられ、研究が進んでいる。

いっぽう、DREB2を植物に入れてみると、やはりDREB1とおなじく乾燥によく耐えた。だが、低温に対してDREB2はさほど強さを示さない。篠崎さんは、DREB1やDREB2に結びつくシス配列をあらためて調べた。篠崎さんが先に見つけていたDREつまり「TACCGACAT」の部分だ。すると中心の「CCGAC」は共通しているものの、そのまわりは結びつく相手がDREB1かDREB2かでちがってくるということがわかった。そのちがいから、DREB2はDREB1にはない環境ストレスに対する強さを示すこともわかった。それは高温に対する強さだ。DREB2がはたらくことで、植物は、高温に耐えるために「熱ショックタンパク質」などもつくりだすことを篠崎さんはつきとめた。

環境のさまざまなストレスに対して強さを示すDREB1、DREB2。さらにAREBも乾燥や塩のストレスに強いことがわかっている。これらをさまざまな植物に組み入れて育て、強い作物として活かすための実験が、いま世界でおこなわれている。

植物の身のまわりの変化の感じ方のおおもとを知りたい

篠崎さんはいまは東京大学に研究室を構えている。若い人たちに「新しいことに挑んでほしい。そして研究を楽しんでほしい」と望みながら、みんなで研究を進めている。



東京大学の研究室メンバーとともに。

2017年にも発見があった。DREB2が乾燥や高温のときにだけはたらくしくみを解き明かしたのだ。ふだんの環境では、酵素というハサミのような役目の物質がはたらいてDREB2をバラバラにしている。だが、乾燥したり高温になったりすると、DREB2の一部が覆い隠され、酵素から逃れられる。するとDREB2がバラバラにならずにはたらし、植物は乾燥や高温に耐えるということがわかった。

「これからは、植物が身のまわりの変化をどう感じとっているのか、そのしくみのおおもとのところを知って、全体像を見ることができればと思っています」。

篠崎さんの研究が進み、植物の生きるしくみをより明らかにすることができれば、ストレスに強いだけでなく、たくさん実をつけるような作物ができるかもしれない。そうなれば、世界の人びとは食べものをいまより安定して得られるようになるだろう。

篠崎さんは、植物がもっているしくみのたくみさをずっと見つめてきた。そしていまなお、植物のすごさに驚き、感動している。

「研究では、こうではないかと仮説を立てて、植物と向き合います。でも、植物はいつもその仮説をはるかに超えているのです。生命とは、それだけすばらしいものなのですね」。