

太陽の光を受けとめる葉

文・漆原次郎

寺島 一郎

てらしま いちろう

1957年（昭和32年）5月28日生まれ。植物の葉っぱがどのようなつくりをしていて、太陽の光をどのように吸収し利用しているかを調べ、そのしくみを明らかにした。いまは、他の研究者たちとともに、地球上でどんどん濃くなっている二酸化炭素が植物にどのような影響をあたえるかについても研究している。



みどりの植物は、太陽の光を、みずからの栄養に変えて育っていく。その光を受けとめているのが、たくさん葉っぱだ。では、葉っぱたちは、当たった光をどのように吸収して、栄養に変えているのだろうか。寺島さんは、森や草原のような大きなものに対する見方を、1枚の葉っぱという小さな世界にもちこんで、葉っぱが光を利用するしくみを調べてきた。

植物学への進路を決めた原襄先生との出会い

寺島さんは福岡県の筑豊地方で生まれた。幼いとき佐賀県に引っ越し、中学時代までをそこで過ごした。「生物や植物への興味はそんなになかったのです。音楽はとても好きでした」と話す。中学3年のとき、寺島さんが所属していた吹奏楽部が県の大会で優勝し、九州全体の大会に出るため船でみんなと沖縄県まで行った。このできごとがよい思い出という。

鹿児島県にあるラ・サール高校で高校生活を過ごすうちに、寺島さんは公害の問題を気にかけるようになった。公害とは、企業や人の活動によって自然や環境が汚されてしまうことだ。ふるさとの街の道ばたの水路が汚れている。「なんとかしないと。どうすればよいだろうか」と考え、公害の問題を解決するときに使われる化学に興味をもつようになった。

寺島さんのお父さんはお医者さん。高校の多くの友だちが目指していたのもお医者さん。その中で寺島さんは、化学を勉強して世に役立つことをしたいと考え、東京大学を受験し、合格した。

東京大学の学生たちは、入学してから2年生の途中まで、専門的に研究するための学科を決めずに、いろいろな先生のいろいろな講義を受ける。どんな学科に進もうかと考えながらいろいろな講義を受けているうちに、寺島さんは、植物学を専門にしている原襄先生の講義をととてもおもしろく感じるようになった。まじめな顔で「植物では枝葉の問題が大切だ」な

どと話す原先生のことがとても好きになり、先生が書いた植物学の教科書も繰り返し読んだ。「そこで、2年生のとき、進路のことなどを相談しようと、原先生の研究室に行ってみたくです。先生はコーヒーをいれてくださり、ゆっくりとお話してくれました」

学科を決めるときになった。寺島さんは、やはり公害の問題に関心があり、土のことを研究する土壌学に進もうかという気持ちもあった。原先生にあらためて相談してみると、「基本的なことを学んだらいい。植物学ならいろいろな分野の先生がいるよ」と言われた。このアドバイスで、寺島さんは理学部の植物学科に進もうと決めた。「医者きその父も、基礎分野をきちんとやることは大切だと、よろこんでくれました」。

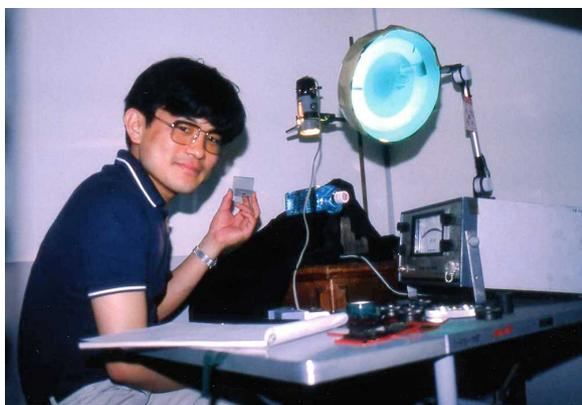
植物たちの光の使い方を1枚の葉っぱに当てはめる

寺島さんは、理学部植物学科の佐伯敏郎先生の講義を受けた。佐伯先生は1953年（昭和28年）、同じ東京大学の植物学者だった門司正三先生とともに、森や草原の植物たちが、どのように太陽の光を利用して育っているかを知るための方法を生み出した人物だ。

「佐伯先生は、講義でご自身の研究成果について教えるときは、いつもよりも誇らしそうに見えました」。その研究成果は「門司・佐伯の理論」とよばれるものだ。植物たちには、背が高く太陽の光を受けやすいものもあれば、背が低くて太陽の光がなかなか届かないものもある。そこで、植物たちの光の利用のしかたを知りたい場所で、地面から20センチメートルずつなどの高さで植物を刈り取り、それぞれの高さにどれだけの葉っぱや茎があるのかを調べる。これにより、光の届きやすい高いところでの植物の光の使い方や、光の届きにくい地面のほうでの植物の光の使い方を知ることができる。門司先生と佐伯先生は、植物がどのように光を使っているのかを示す理論式も導いた。大きな森の光利用も、背の低い芝生の草原の光利用も、この式を使って簡単に表すことができる。

佐伯先生の講義を聴いたり、原先生の教科書を読んだりする中で、寺島さんにはひとつの考えが浮かんでいた。「一枚の葉についても、おなじようなことがいえないだろうか。一枚の葉は薄いけれど、空に近い部分と、地面に近い部分とでは、光の受けとめ方がちがうのではないか」。

森や草原という大きなものを見つめることと、一枚の葉っぱという小さなものを見つめることが結びついた瞬間だった。



葉の表面のほうと裏面のほうでの光の散らばり方を調べるための装置を自分でも作った。1983年。

寺島さんは佐伯先生の研究室の一員になった。理化学研究所にも通い、赤、青、緑などのさまざまな色の光の強さを測ることができる分光光度計という装置を使わせてもらった。葉っぱの光の受けとめ方を調べるためだ。

私たちの肉眼では見えないけれど、1枚の葉っぱを顕微鏡で見ると、表面に近いほうでは、円柱のようなかたちをした細胞が柵のようにきれいに並んでいる。いっぽう、葉っぱの裏面に近いほうでは、細胞のかたちは複雑になる。これらの細胞一つひとつに葉緑体という緑色の

つぶつぶが並んでいる。

寺島さんは葉っぱのつくりを分光光度計や顕微鏡を使って調べた。すると、1枚の葉っぱの表面のほうと裏面のほうでは、光の受けとめ方がちがうことがわかった。葉っぱに光が当たると、光は葉っぱの表面に近いほうではわりとスムーズに進んでいく。そして光がその葉っぱの裏面に近いほうまで進むと、今度はいろいろな方向に散らばっていく。葉っぱは裏面のほうまでちゃんと光を行き渡らせ、そこで光を散らばらせることでその多くを吸収しているのだ。

「葉の表面側と裏面側で、光の吸収のしかたに大きなちがいがあることがわかりました。これを見つけたときはうれしかった」

さらに寺島さんは、葉っぱは表面のほうと裏面のほうとで、どのように光合成をしているのかを調べることにした。光合成とは、植物が光のエネルギーを使って、二酸化炭素や水から栄養を作り出すこと。植物だけができる技だ。

ハウレンソウの葉っぱで調べてみると、1枚の葉っぱの裏面に近いほうの葉緑体では、光を集めるための「アンテナ」が表面に近いところの葉緑体より多いことがわかった。葉の表面のほうはいつも強い光を浴びているので、かんたんに光合成をすることができる。けれども、葉の裏面に近いほうでは光がさほど届かないため、工夫しないと光合成をすることができない。そのためアンテナがたくさんあるのだ。

こうして寺島さんは、1枚の葉っぱの表面から裏面にかけての光の受けとめ方の変化と、葉緑体の光合成のしかたの変化には関連があることをつきとめた。

「葉の表面側は強い光を受けるのに適したしくみに、また裏面側は弱い光を受けるのに適したしくみになっているわけです。植物はよくできているなどと思います」

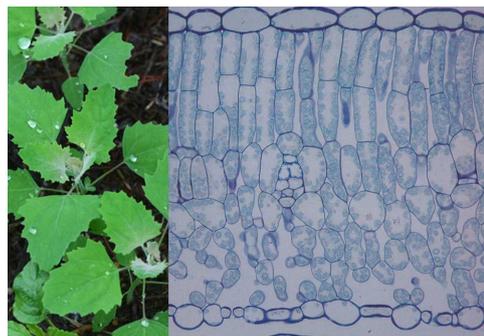
葉の色が緑なのは緑の光を上手に使うため

多くの植物の葉っぱは緑色をしている。様々な色の光からなる太陽光のうち、赤や青の光を葉っぱはよく吸収するけれど、緑の光の一部を吸収しないではね返す。はね返された緑の光が私たちの目に飛びこんでくるため、私たちには葉っぱの色は緑に見えるのだ。

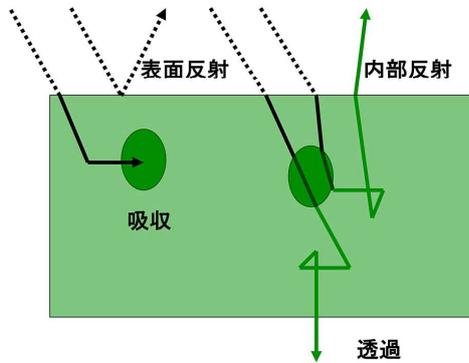
でも、もし葉っぱができるだけむだなく太陽の光を使おうとしたら、緑の光もすべて取りこんだほうがよいはず。その場合、はね返す光がないので、葉っぱは真っ黒になる！ でも、実際の葉っぱの色は黒ではなく、緑。どうして緑なのだろう。

寺島さんは、太陽光のうち、どの色の光が葉っぱのどの部分で光合成によく使われるかを調べた。すべての色が含まれている白い光に、さらに赤などの調べたい光を足した光を葉っぱに当て、光合成のしかたがどうなるかを調べてみたのだ。

すると、赤や青の光は、葉っぱの表面あたりで使われていることがわかった。いっぽう、緑については、はね返されなかった光が、その葉っぱの内側まで進んでから、あちこちに散



シロザという草と、その葉っぱの断面。断面の表のほう（上側）は円柱のような細胞がきちんと整列しているが、裏のほう（下側）は細胞のかたちがばらばらになっている。細胞の中に葉緑体がならんでいる。断面の写真は、矢野覚士博士提供。



太陽の光を葉が受けたときの吸収と反射のしかた。写真は太陽の光を受けるヤブツバキの葉っぱ。

らばっていた。

「葉っぱは、緑の光をはね返すだけでなく、中に取り入れてたくさん使っているのです」

ではどうして葉っぱは黒でなく緑になるのだろうか。葉緑体には、二酸化炭素を栄養物にする役目をもつ「ルビスコ (Rubisco)」という酵素タンパク質がある。葉全体の葉緑体にあるルビスコをはたらかせて二酸化炭素を固定するためには、光を、葉っぱの裏面やすみずみまでまんべんなく行き渡らせる必要がある。そのために、葉っぱは、表面あたりだけでは吸収しきれない緑の光を、葉っぱの内側まで送り込んで使っているのだ。吸収されにくいから送り込むこともできるが、どうしても一部ははね返ってしまうので、葉っぱは緑色に見える。

「葉っぱが緑色をしているのは、緑の光も上手に使うとした結果なのです」

濃くなった地球の二酸化炭素葉っぱへの影響を研究する

植物がどのように光や二酸化炭素を使って育っていくかを寺島さんは研究してきた。そんな寺島さんはいま、地球上の二酸化炭素が濃くなっていることを気にかけている。

私たち人間の活動などで、いま地球では二酸化炭素がこれまでのいつの時代よりも速い速度で濃くなっている。二酸化炭素が濃くなると地球を温暖化させるとよくいわれるが、それだけではない。100 万年以上もほとんど一定の濃さの二酸化炭素の中で生きてきた植物にもよくない影響を起こすのだ。

「ご飯を食べて満腹になってから、さらにどんぶりのご飯をあたえられて、さあ食べて大きくなりなさいと言われてもできないでしょう。植物もおなじです」

二酸化炭素が濃いままだと、光合成をうまくすることができなくなり、育ちづらくなる植物もあるという。「二酸化炭素が濃くなる状態はしばらくは続くでしょう。濃い二酸化炭素を上手に使えるような植物を私たちの手で生み出していこうとしています」。

寺島さんはこの問題に取り組むため、様々な研究者たちと手を組んで、植物が濃い二酸化炭素にどう反応するのかを調べている。「研究の成果が、農学や林学などの分野にも活かされていくことを期待しています」。

研究チームでは代表役を務めてきた。「チームには、とても小さな視点で植物を調べる研究者もいれば、とても大きな視点をもつ研究者もいます。そうした研究者をつなぐような位置に、私がいたということだと思います」。

森や草原の植物たちが光をどう使うかという大きな視点を、1枚の葉っぱという小さな世界にもち込んだ寺島さん。「植物を研究するとき、小さな視点からだけでなく大きな視点からも植物のことは見られるような研究者を育てたいと思っています」。