

命のリング

文・漆原次郎

黒岩常祥

くろいわ・つねよし

1941年(昭和16年)12月13日生まれ。細胞が分裂するときに細胞の中で繰り広げられる現象を観察してきた。中でも、他の研究者がほとんど注目してこなかった葉緑体(色素体)やミトコンドリアの分裂や遺伝に目を向け、そのしくみを明らかにする研究をしてきた。研究を進めるために、みずから顕微鏡を作ることもある。いまは、これらのしくみを分子レベルで解くために、植物の全設計図であるゲノム(DNA)の全遺伝情報を読み解く研究もしている。

植物や動物には、生き物として共通する基本的なしくみがあるはずだ。黒岩常祥さんは、すべての植物のみどりのもとである葉緑体が分裂・増殖するのに必要な“装置”があることを発見した。

“観ること”と“作ること”が好きな少年

黒岩さんは東京の都心で生まれ育った。休みになると、友だちとよく外堀へ釣りにでかけたり、虫や鳥などを探して靖国神社や千鳥ヶ淵をかけまわったりした。また堀の水をとってきてはおもちゃの顕微鏡で小さな生物を観ていたという。東京の中心にも自然はけっこうあるのだ。

「僕は、“観ること”と“作ること”がとても好きでした」と、黒岩さんは話す。戦争のつめあとが残る街で、がらくたの山から“宝もの”を見つけ出したり、秋葉原に歩いて出かけては小さな機械の部品を買い集め、ラジオや電気機関車の模型を作ったりした。子供のころは活動的で、手先が器用だったこともあり、柔道家に憧れ、彫刻家になることを夢見た。しかし高校生のころ、結核にかかり長い療養生活をおくることになり、将来を悲観していたそう。一年遅れて高校に戻り、将来の道を考えていたある日、ふと子供のころ、毎日のように生き物と触れあい顕微鏡を観ていて楽しかったことを思い出した。その中で、生き物が成長するときにはひとつの細胞がふたつに、その細胞がまたふたつに増えていくが、これには生物に共通のしくみがあるのではないかと考え、そこでこの細胞分裂のしくみを研究する生物学者になろうと思った。



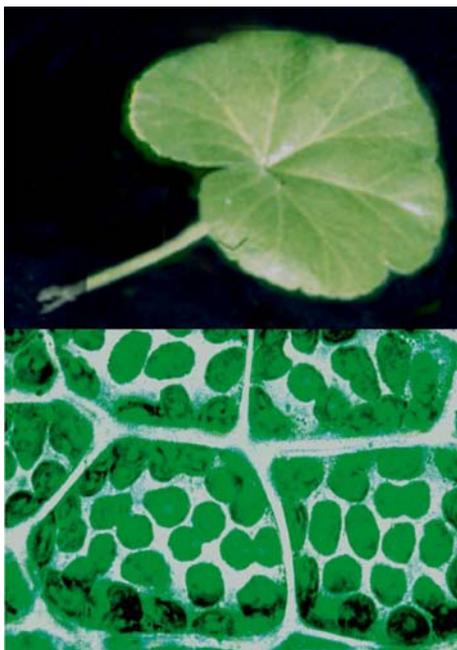
細胞には3種類の核がある

黒岩さんは、1965年(昭和42年)、細胞分裂の研究で世界的に有名な団勝磨先生がおられる東京都立大学理学部に入学した。授業や実習で団先生から、研究を進めるにはその研究に適した「生物材料の選択」と「研究方法の開発」が必要であると教わった。臨海実習では、細胞が大きいために細胞分裂を観察しやすいウニ卵を使った。黒岩さんは、ウニ卵が分裂してふたつに分かれていくときのくびれ面が気に入り、スケッチに「これは何だ」とメモを残した。「他の学生は、細胞が分裂しながら形ができてゆく様子に目を向けていました。僕は細胞が増える基本的なしくみに興味をもっていたので、分裂のときのくびれに注目したのです」。いっぽう、すべての生き物の細胞には、中心に細胞核というものが含まれている。細胞核には生き物の設計図といわれるDNAがタンパク質と結合してまとめられていて、細胞分裂のときには分裂し、ふたつの細胞にひとつずつ分配される。

黒岩さんは東京大学の大学院に進み、細胞と細胞核の増えるしくみの研究を行い、その後、研究所勤務を経て、岡山大学理学部に移った。このとき扱い始めた生き物は、真正粘菌というアメーバの仲間だ。私たち人間よりずっと古くから生きのびてきた小さな生き物で、細胞核の分裂がいつに起きるので核分裂を観察しやすい。

粘菌を顕微鏡で眺めていたある日のこと、黒岩さんは壊した細胞の破片の“ごみ”の中に、小さな棒状の形をした何かを見つけた。黒岩さんが目にしているものは細胞核に似てDNAのようなものを含んでいる。でも細胞核は別にある。黒岩さんはぴんときた。「これは、細胞核の周辺にあるミトコンドリアの核ではないか」。

ミトコンドリアは植物・動物を問わず、あらゆる生物の細胞に含まれる、エネルギーを作り出す細胞小器官だ。人間が誕生するよりもはるか昔、細菌が、ある細胞の中に入りこんだのが、いまのミトコンドリアだといわれている。だからミトコンドリアにも設計図としてのDNAがあるが、こちらはむきだしの状態でおかれていると思われていた。だが、黒岩さんはこの常識にとらわれなかった。



観察された棒状の構造は、ミトコンドリアDNAが、細胞核と同じようにタンパク質と結合してつくっている核構造だ。そう信じ、自分の手で顕微鏡を改良し、それを証明した。さらに黒岩さんは、植物の光合成をおこなう葉緑体のDNAも核構造をつくっているのではないかと考えた。

葉の緑色のもとになる葉緑体は、太陽の光のエネルギーを受けて、私たち動物にとって欠かせない酸素と栄養を作り出してくれる。私たちが出す二酸化炭素を吸収し、温暖化を防いでくれるのも葉緑体だ。葉緑体も、大むかしは別の単純なつくりのラン色細菌という生き物だったと考えられている。

黒岩さんは、ミトコンドリアの核の発見から、「葉緑体DNAもタンパク質と結合して核構造をとるのでは」と考え、それも証明した。その結果、細胞は、3種類の核、つまり細胞核、ミトコンドリアの核、そし

て葉緑体の核があることを明らかにしたのだ。「他の人がやってきた研究を進めるのも大切ですが、誰もやっていない分野の研究を切り拓くのも大切。僕は、ミトコンドリアの核を発見した機会に、これまでやってきた細胞核の研究の延長として、誰もやっていないミトコンドリアや葉緑体の分裂・増殖や遺伝のしくみを研究しようと思ったのです」。

リングのはたらきで葉緑体が分裂

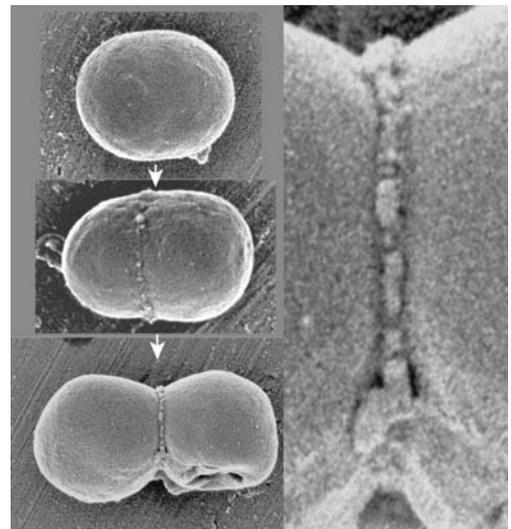
生き物の基本は“増える”こと。そうであれば、ミトコンドリアも、色素体も、細胞核と同じく、核が分裂しているはずだ。この分裂のしくみを詳しく見てみたい。

しかしながら、粘菌や高等動植物では、細胞に含まれるミトコンドリアや葉緑体の数が多く、分裂を観察するのが難しい。細胞が誕生して間もない原始的な生物であれば、細胞内の細胞核、ミトコンドリア、葉緑体の数が少ないものがあるに違いない。地球がいまよりはるかに熱くてきびしい環境だった大むかし、生物は温泉のような熱い環境の中で生きていた。そこで黒岩さんは、まず群馬県草津温泉でとれる“シアニジウム”という藻類を使って研究を始めた。さらに単純な形の藻類がイタリアにいることを知り、このナポリ産の“シゾン”を分離して、改良した顕微鏡で詳しく分裂を観察した。

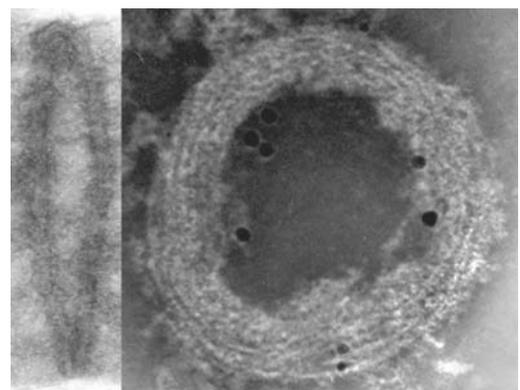
顕微鏡をのぞいてみると、シゾンの葉緑体が核分裂して、しばらくすると葉緑体の真ん中あたりがくびれだす。分裂開始だ。くびれを電子顕微鏡でよく見ると、細い“リング”が形成され、葉緑体の中央を少しずつ締め付けていく。最後には、ぷっちん。葉緑体がふたつにわかれた。葉緑体のくびれを作り、分裂を行っている装置の正体がこのリングであることを黒岩さんは発見した。

「原始の生き物にこのリングがあるのなら、他の植物の葉緑体にもリングがあるはず」。黒岩さんはそう考え、他の様々な植物を観察し、分裂リングを見つけた。海藻も、草木も、地球上のすべての植物の葉緑体は、このリングの働きで分裂していることがわかった。黒岩さんはさらに、ミトコンドリアも同じようなリングによって分裂していることも明らかにしている。

この不思議な現象はなぜ起きるのか。「細胞核が、細胞内に取り込んだ葉緑体やミトコンドリアの増殖を制御するためではないでしょうか」と、黒岩さんは話す。葉緑体もミトコンドリアも最初は別の生き物だった。もし、細胞の中の葉緑体やミトコンドリアが生き物の名残で勝手に分裂したら、細胞はその暴走を止められないかもしれない。そこで細胞核は、葉緑体やミトコンドリアにリングをはめることにしたというわけだ。リングがな



葉緑体の中央に分裂リングが形成され、葉緑体がくびれていく様子(左)と拡大図(右)。



葉緑体から取り出した分裂リング。“命のリング”は細い繊維の束であることがわかる。

ければ、いまのような生物の世界になっていなかったかもしれない。「リングは、すべての生き物の命のもとになる生命線なのです」。

消されるお父さん側の DNA

分裂増殖した葉緑体やミトコンドリアの DNA(遺伝子)については、もうひとつ謎^{なぞ}があった。卵細胞と精細胞^{じゅせい}が合体する受精のときに、細胞核では、お父さんとお母さんの両方の DNA が子に受けつがれるのに、葉緑体やミトコンドリアの DNA はお母さんのものしか子に受けつがれないのだ。これは「母性遺伝^{ぼせいいでん}」とよばれ、その理由として「お母さんのもつ卵細胞が非常に大きく、たくさんのミトコンドリアをもつものに対して、お父さんのもつ精子^{せいし}は小さく、その中のミトコンドリアが少ないため」と説明されていた。しかし、黒岩さんは、この説明が正しいなら卵細胞と精子が同じ大きさの藻類のオスとメスの受精では、母性遺伝は起こらないはずだと考えた。そこで、それぞれ親からきた葉緑体 DNA の受精後の動きを観察した。すると、お父さんからきた葉緑体の DNA のみが消える光景が顕微鏡下に広がった！「お父さん側とお母さん側の細胞が受精したとたん、お父さんからきた DNA のみがぱっと消えたのです。本当に美しい瞬間^{しゅんかん}でした」。受精のとき、オス由来の DNA のみが選択^{せんたく}的に見えなくなることは、多くの藻類や高等植物の葉緑体でも起きていた。同じことは粘菌や高等動物のミトコンドリアでも起きていた。謎に包まれていた葉緑体やミトコンドリアの母性遺伝のしくみが分子レベルでわかってきたのだ。

基本的なしくみから応用が生まれる

黒岩さんの発見は、地球上のすべての植物や動物のしくみに当てはまる。根本的なしくみがわかれば、それを様々な植物に当てはめることができる。黒岩さんは、葉緑体やミトコンドリアの分裂や遺伝のしくみをさらに詳しく調べるため、シゾンの全設計図であるゲノム(DNA)情報を世界ではじめて 100^{パーセント} % 読みとった。きびしい環境の中で生き延びてきた生き物の設計図をうまく利用すれば、気候変動にも負けないようなイネや野菜をつくることもできるだろう。

「温暖化、砂漠化、酸性雨、どんな状況でもみどりを増やしていかなければなりません」と、黒岩さんは話す。基本的な生き物のしくみを発見した黒岩さんの研究は、いま、様々な分野^{はってん}で発展しようとしている。