

生物多様性を守れませんか？

生物多様性を再生する

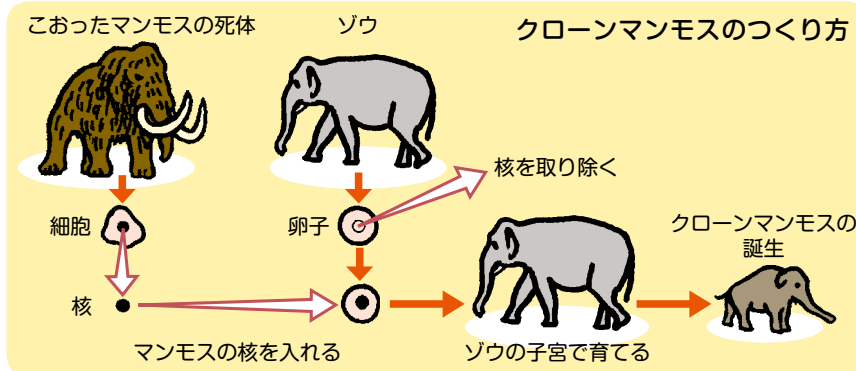
クローン技術でマンモスを再生させます。

最後に訪ねたのが若山照彦さんです。若山さんは、マンモスのように絶滅してしまった動物を再生させて、生物多様性を守ろうとしています。

わかやまてるひこ 若山照彦さん

■ こおったマンモスの死体からクローンをつくる

みなさんはマンモスを知っていますか？ 1万年くらい前に絶滅してしまったゾウの仲間です。では、「クローン」という言葉を聞いたことはありますか？ SF小説が好きな人なら知っているかもしれませんね。遺伝子の情報がまった



く同じ生物のことです。私も小学生のころSF小説が大好きで、クローンという言葉を知りました。それで生物に興味を持ち、生物学者になったのです。

私は、そのクローン技術を使ってマンモスを再生させたいと思っています。簡単にその方法を説明しましょう。

シベリアには、マンモスの死体がこおった状態で土にうもれていることがあります。その死体から細胞を、そして、その細胞から遺伝子の情報が納められた「核」を取り出します（左の図）。そもそも動物の体のはじまりは、精子と卵子が結合してできる受精卵です。たった1個の受精卵が、遺伝子の情報に従って次々に分裂して細胞の数を増やし、皮膚や神経、血液などさまざまな種類の細胞になりながら、体を形づくっていきます。

マンモスの仲間のゾウから卵子をもらい、そこにある核を取り除き、代わりにマンモスの死体から取り出した核を入れます。それをゾウの子宮で成長させれば、死体のマンモスとまったく同じ遺伝子の情報を持ったクローンマンモスが生まれます。

実は、体をつくっているさまざまな種類の細胞では、多くの遺伝子がスイッチの入らない状態になっています。皮膚の細胞なのに、神経の細胞だけで必要な遺伝子が働いたら困るからです。ところが、体の細胞から取り出した核を卵子里に入ると、すべての遺伝子のスイッチが入る状態になります。卵子には、このように遺伝子の状態を“初期化”する能力があるのです。クローンの技術は、その卵子が持つ自然の能力を利用するものです。

■ できないことをできるようにする

「でも、死体からとってきた細胞の核から生物が生まれるなんて、無理じゃないの？」と、みなさんは思うでしょう。多くの科学者もそう考えていました。しかし私たちは、2008年に、16年間こらせたマウスの死体の細胞から核を取り出して、クローンマウスをつくることに成功したのです。

そもそも、哺乳類では、体の細胞の核を使ってクローンをつくることは無理だと、長い間考えられていました。ところが1996年、イギリスの科学者がヒツジのクローンをつくり出すことに成功し、「ドリー」と名付けました。研究者になったばかりだった私は、その報告を知って、とても嬉しい思いをしました。なぜなら私は、ドリー誕生に使われた技術などを身につけていたの



16年間、こおらせたマウスの死体から生まれたクローンマウス（左）

に、教科書に無理だと書かれていたのでできないと信じこみ、やってみようとしなかったからです。

ドリーが誕生しても、マウスでは体の細胞からクローンをつくることは無理だと考えられていました。ドリーのくやしさを、私はそれに挑戦し、1998年に世界で初めて体の細胞からクローンマウスをつくることに成功しました。その後も私は、“できないことをできるようにする”ことに挑戦し続けてきました。

■ クローンマンモスの難しさ

では、クローンの技術でマンモスを再生させることはできるのでしょうか。クローンをつくるには、死体の細胞から傷がついていない核を取り出す必要があります。それが難しいのです。生きている体ならば、細胞は細胞膜に包まれています。薬品などをかけて細胞をばらばらにして、核を取り出すことができます。しかし、死体では細胞の膜がやぶけていたりするので、薬品を使うと、核まで傷ついてしまうのです。

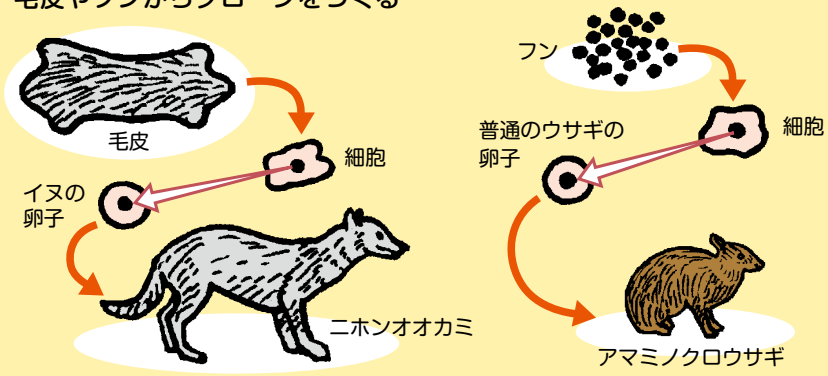
私は、前に近畿大学の人たちが発掘したマンモスの死体の一部を分けてもらい、核を取り出そうとしましたが、うまくいきませんでした。

たとえ核が取り出せたとしても、成功するまでには何回も実験を行う必要があります。私が世界初のクローンマウスをつくるのに、1万匹くらいのマウスに協力してもらいました。そのあと、クローンマウスをつくる技術は大きく発展しましたが、クローンマンモスをつくるには、1000頭くらいのゾウの協力が必要でしょう。核を卵子に入れても、それがクローンの赤ちゃんまで育つのは、100回のうち数回と低い確率です。マウスは受精卵から赤ちゃんが生まれるまで20日ほどなので、失敗してもすぐわかります。一方、ゾウは22カ月です。30倍以上長いので、その分、実験に時間がかかってしまいます。

■ 毛皮からニホンオオカミを再生する

1000頭のゾウに協力してもらい、クローンマンモスの実験をすぐに始める

毛皮やフンからクローンをつくる



のは難しいので、私たちはクローンの技術を発展させて、別の絶滅動物を再生させる研究を進めています。

たとえばニホンオオカミです。残念ながら絶滅してしまいましたが、その毛皮は残されています。そこから核を取り出して、オオカミの仲間のイヌの卵子に入れてクローンをつくり、ニホンオオカミを再生させるのです。

その技術を開発するために、マウスの毛皮をつくり、そこから核を取り出してクローンマウスをつくる実験を行っています。核を取り出して卵子に入れるところまでは成功しました。しかし、4日目くらいで成長が止まってしまいます。遺伝子が傷ついているからでしょう。卵子には、小さい傷なら遺伝子を治す能力があります。毛皮の核からクローンをつくる実験を何回もくり返せば、そのうちのいくつかは卵子の力で遺伝子の傷が治り、赤ちゃんにまで成長するかもしれません。もし、卵子で治せないほど遺伝子が傷ついている場合には、傷を治すほかの方法を考えます。

■ フンからアマミノクロウサギを再生する

アマミノクロウサギは数が少なくなり、絶滅が心配されています。クローンの技術を使って、そのような動物の数を増やすための実験も行っています。

数の少ない動物の体を大きく傷つけることはできません。理研バイオリソースセンターの小倉淳郎さんたちは2013年、たった1滴の血液の細胞から核を取り出し、クローンマウスをつくることに成功しました。アマミノクロウサギ

などの動物をつかまえることができれば、1滴だけ血液をとってクローンをつくるができるでしょう。

私たちは、動物をつかまえることができなくても、クローンをつくることをめざしています。「手品みたいな話だな」と思うかもしれませんがね。その種明かしはフン。そう、ウンチです。フンにはその動物の腸などの細胞がふくまれています。そこから核を取り出してクローンをつくるのです。

そのために、マウスのフンから細胞を見つけ出す実験を続けてきました。そして、その細胞から核を取り出すことに成功しました。ところが、核がかたくなっていて、そのまま卵子に入れても成長できない状態でした。これからは、その核をやわらかくして卵子に入れる実験をやってみるつもりです。まだ世界でだれもやったことのない実験です。そういう実験をするのが楽しいのです。

■ 宇宙版ノアの方舟

みなさんは、「ノアの方舟」を知っていますか。洪水が来る前にたくさんの種類の動物を舟に乗せて助けたという、聖書の話です。大災害から生物多様性を守ったのです。実際に地球では、過去に何度か多くの種類の生物がとどえてしまった大量絶滅が起きました。たとえば約6500万年前、大きな隕石が地球に衝突して、恐竜をはじめたくさんの生物が絶滅したと考えられています。

これからも、そのような大量絶滅が起きる可能性があります。隕石衝突などから避難できる場所は、地球上にはありません。そこで、宇宙に避難させる「宇宙版ノアの方舟」が実現できないか、と私は考えています。さまざまな種の卵子や精子を月の地下などに保存するのです。

実は今、国際宇宙ステーションを使って、宇宙版ノアの方舟につながるような実験を進めています。2013年8月、私たちが乾燥させてこおらせたマウスの精子を、国際宇宙ステーションへ運んでもらいました。その精子は3回に分けて地球にもどってきます。まず第1弾は2014年の前半にもどる予定です。さらに打ち上げから1年後、2年後にももどってきます。それらの精子を卵子に入れて受精卵にし、きちんと赤ちゃんが生まれるかどうか確かめます。

1998年に私は、地上の実験ではありますが、乾燥させてこおらせたマウスの精子を卵子に入れて、赤ちゃんを誕生させることに成功しています。しかし宇宙では、宇宙線というエネルギーの高い粒子が飛び交っていて、遺伝子を

傷つけてしまうことがあります。そのような宇宙で保存した精子でも、子どもができるかどうか確かめるのです。

私は、国際宇宙ステーションを使った次の実験をJAXA（宇宙航空研究開発機構）の人と相談しています。重力のとて小さい宇宙で、哺乳類の受精卵がきちんと成長するかどうか確かめる実験です。すでにメダカやイモリの実験はありますが、哺乳類ではだれもやったことがありません。

でも、その実験には特殊な技術が必要なので、宇宙飛行士にはたのめません。そこで、「私を宇宙に連れて行ってください」とJAXAの人にお願ひしたのですが、断られました。残念！ 実は、私は宇宙飛行士になるのが昔からの夢、試験を受けたこともあるのです。落ちてしまいましたが。

しょうがないので、実験の大部分を自動で行える装置をつくっています。その装置でマウスの受精卵を4～5日間育てます。それをこおらせて地上に持ち帰ってもらい、遺伝子の働きに異常がないかどうかを調べます。

すでに私たちは、無重力状態をほぼ再現する地上の装置で、マウスの受精卵を育てる実験を行いました。すると、赤ちゃんとお母さんを結ぶ胎盤に異常がありました。胎盤は、お母さんの子宮の中で子どもが育つところで、哺乳類だけのものです。

もしかしたら、地球のさまざまな生物の中で、哺乳類だけは重力のある地球でしか子どもを残せないのかもしれませんが。本当にそうなのか確かめる実験を、ぜひ国際宇宙ステーションでやってみたいのです。

■ 未来の技術で生物多様性を守る

2001年から、私は理研で研究を進めてきました。そして2013年4月、山梨大学に実験室をつくり研究を進めています。理研との研究は続けますが、これからは主に山梨大学の若い学生たちと研究を行う予定です。とても楽しみです。

子どものころSF小説が大好きだったという話をしましたね。今、クローンや宇宙版ノアの方舟の研究をしているのも、その影響かもしれません。みなさんもSF小説を読んで、夢のような技術を見つけて、それに挑戦してみてもどうでしょう。“できないことをできるようにする”ことは大変ですが、楽しく、やりがいがあります。そして、そのような未来の技術をつくることで、地球の環境と生物の多様性を守る取り組みに参加してほしいと思います。