

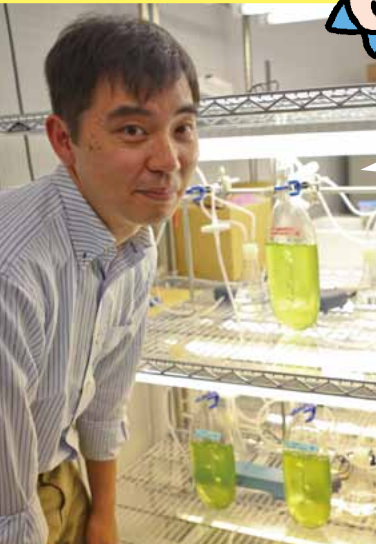


生物多様性を守れませんか？

生物多様性を守る

コケの力で金属のリサイクルを進めて、
環境と生物の多様性を守ります。

次に訪ねた井藤賀 操さんは、
コケの専門家です。
井藤賀さんは、鉛や金をたくさん蓄積する
コケを発見しました！
そのようなコケを利用して、
環境と生物の多様性を守ろうとしています。



井藤賀 操さん

撮影：STUDIO CAC

東京オリンピックのメダルに コケでリサイクルした金・銀・銅を！

2020年に東京でオリンピック・パラリンピックが開かれることが決まりましたね！みなさんの中には、選手として出ることを目標に定めた人もいるでしょう。私も東京オリンピックを目標にすることにしました。選手としてではありません。オリンピックといえばメダル。そのメダルの一部に、コケを利用してリサイクルした金・銀・銅を使ってもらうことをめざします。

「それって、生物多様性を守ることと関係ないのでは？」と思うかもしれませんが、いいえ、大いに関係あるんです。

生物多様性を守るのに必要なことは何でしょうか。生物は、地球のさまざまな環境で生きていけるように多様に進化しました。地球のあらゆる場所が同じような環境だったら、生物は多様に進化しなかったでしょう。

生物多様性を守るには、地球の多様な環境を守ることが必要なのです。今、生物多様性が失われつつあるのは、人間の活動による環境の汚染や破壊に

よって、環境の多様性が失われていることが、大きな原因だといえます。さらに、石油や石炭などの化石燃料を燃やしてエネルギーを得ることで、大量の二酸化炭素が大気中にたまり、地球温暖化が起きています。その急な気温の上昇に、多くの生物はたえられないだろうと心配されています。

ですから、環境の汚染や破壊を防ぐこと、しかもそれを、地球温暖化が起きないようにエネルギーをあまり使わないで実現することが求められています。それが生物多様性を守ることにつながります。

そのために、紙やペットボトルをリサイクルするように、金属もリサイクルすることがとても重要です。金属をふくむ鉱石をとるには鉱山をほる必要がありますが、そのとき、たくさんのエネルギーが使われ、環境が破壊されたり汚染されたりすることがあります。

「都市鉱山」という言葉を聞いたことがありますか？日本は資源のない国だといわれます。しかし、都市から出る大量のゴミの中には、金属をたくさんふくんだ電気製品などがあります。そこから金属をリサイクルできれば、大量のゴミは都市鉱山となります。日本には、実はたくさんの金属資源があるのです。自然の鉱山からではなく、都市鉱山からエネルギーをあまり使わずに金属を取り出してリサイクルすれば、環境と生物の多様性を守ることにつながります。

鉛を蓄積するヒョウタンゴケ

金属をリサイクルするには、特定の金属を蓄積させる必要があります。私は鉛や金をたくさん蓄積するコケを発見しました。太陽光でそのようなコケをたくさん増やしながら金属を蓄積させることで、エネルギーをあまりかけずに金属をリサイクルする技術を開発しようとしています。

まず、どのように鉛や金を蓄積するコケを発見したのか、紹介しましょう。話は2003年にさかのぼります。私は、ゴミを燃やした灰から植物を使って有害な鉛を取り除く研究プロジェクトに参加していました。でも、なかなかうまくいきません。灰をふくんだ土にいろいろな植物を植えて育ててみましたが、どれもかれてしまうのです。あるとき、プロジェクトのリーダーの先生が、「灰があってもかれない植物ってないのかな？」と、ぼそっとつぶやきました。そこで私は、「コケなら生えるものがあります」と答えました。



福岡県のゴミ処理場に生えていたヒョウタンゴケとその原糸体



やく おく
約40億年前に海で生まれた生物は、長い間、海で進化を続けました。やっと植物が陸上に進出したのは、4億年ほど前です。そしてコケは、ほかの植物とはいち早く分かれて、独自に進化しました。ほかの植物が生きられないような厳しい場所でも、生えることができるコケがあります。400年間、氷に閉じこめられていても、生き返ったコケもあるそうです。

私は大学生のときから、コケの研究を続けてきました。いつもスプーンと容器を持ち歩き、めずらしいコケを見つけると採取しています。福岡県に住んでいたとき、ゴミ処理場に生えているヒョウタンゴケを見つけ、採取して保存していました。

そのヒョウタンゴケは、灰があってもかれないのです。私は、そのコケが、灰にふくまれる有害な鉛を蓄積する能力があるのかどうか調べることにしました。コケは、胞子から芽を出して「原糸体」という子ども段階になり、やがて私たちがよく見かける大人段階のコケになります。私はヒョウタンゴケの原糸体を水の中で育てながら、そこに灰の抽出液を入れてみました。すると、その抽出液にふくまれていた鉛が、きれいに除去されたのです。

ヒョウタンゴケを調べてみると、おどろくべきことがわかりました。乾燥させて重さを量ると、なんとヒョウタンゴケの重さの70パーセントが鉛だったのです！ コケ以外にも鉛などの金属を蓄積するものが知られていますが、蓄積できる重さは自分の重さのせいぜい十数パーセント。ヒョウタンゴケは鉛を蓄積する能力がずばぬけて高いことがわかったのです。

■ ヒョウタンから金！

2008年に研究プロジェクトは終わりましたが、ヒョウタンゴケの能力に

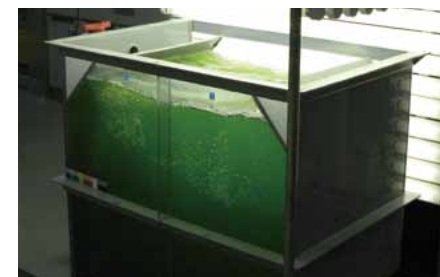
きょう み きぎょう あらわ
興味を持ってくれた企業が現れました。その企業と、ヒョウタンゴケを利用して、工場などから出る排水から鉛などの有害な金属を取り除いて、水をきれいにする技術を共同で開発することになりました。そこで私は、ヒョウタンゴケがほかの金属も蓄積するかどうか調べることにしました。さまざまな金属の溶液をつくり、その中にヒョウタンゴケを入れて調べました。あるとき、金の溶液を試したときです。もちろんコケは緑色。それが金の溶液を入れると、赤色に変わったのです。「いったい何が起きたんだ!？」とびっくりしました。実は、金は細かいつぶの状態では赤色に光るのです。ヒョウタンゴケは乾燥させた重さで11パーセントも金を蓄積しました。コケは水をきれいにするだけでなく、金のリサイクルにとても役立ちそうです。

さらにさまざまな種類のコケが、水銀やスカンジウムという金属を蓄積することもわかりました。

水銀は生物にとても大きな被害をあたえることから、水銀の使用を世界的に規制するための「水銀に関する水俣条約」が、2013年10月に採択されました。たとえば発展途上国の一部の人たちは、金の鉱石から金だけを取り出すときに水銀を使うので、健康に被害が出ています。有害な水銀を使わない技術や水銀を取り除く技術を開発することが求められています。

一方、スカンジウムは、性能の高い製品や材料に使われる「レアメタル」の一種です。スカンジウムとアルミニウムの合金は軽くて強度が高いため、飛行機の部品や野球のバットなどのスポーツ用品に利用されています。

コケを、水銀を取り除いたりスカンジウムをリサイクルしたりすることにも利用できるかもしれません。



ヒョウタンゴケに蓄積した金

水の中で原糸体をたくさん増やす装置
写真では室内の照明の光により光合成をさせていますが、エネルギーをあまり使わないようにするには、屋外で太陽の光で増やす必要があります。そのための研究も進めています。
(DOWAホールディングス㈱との共同研究)

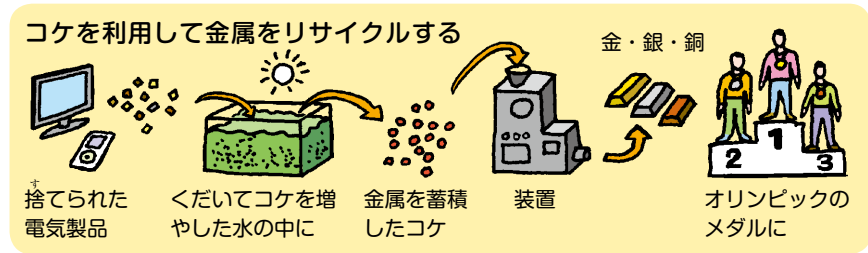
■人工的に進化を速めて、新しい能力を持つコケをつくる

私たちは、人工的に進化を速める理研の技術も利用して、新しい能力を持つ多様なコケをつくり出す実験も進めています。「進化を速めるだって！ そんなSF小説のようなことができるの？」という声が聞こえてきそうですね。できるだけ簡単に説明しましょう。

進化は、遺伝子の情報が書きかわることで起きます。理研には、重イオンビームというウランのような重い物質のビームをつくり出す世界最高性能の装置があります。その重イオンビームをコケに当てると、遺伝子の情報が書かれたDNAという物質がちぎれてしまうことがあります。でも、たいていは元どおりの情報に修理されます。でも、たまに修理をまちがえて遺伝子の情報が書きかわった「突然変異体」が生まれます。実は、そのようなことは私たちの体でも自然に起きていて、太陽光の紫外線などによってDNAがちぎれることがあります。自然に起きていることを、重イオンビームを使ってたくさん起こして、突然変異体をつくるのです。これまでに理研では、新しい色のサクラや、おいしいお酒をつくる新しい酵母をつくり出しています。

私たちもその重イオンビームを使って、ヒョウタンゴケの突然変異体をつくる実験を行いました。そして、リサイクルにとっても役立つ性質を二つ獲得した突然変異体をつくることができました。一つは、大人にならずに原糸体のままでいる性質です。金属をリサイクルするには、原糸体を水の中でたくさん増やしなから、金属を蓄積させていきます。でも大人になると、水の中でたくさん増やせません。この変異体は大人にならないので、原糸体のまま増え続けて、たくさんの金属を蓄積することができます。

もう一つは、水の中でしずんでたまりやすい性質です。水の中でコケに金属を蓄積させたあと、水からコケを分ける必要があります。そのとき、今ま



では遠心分離器という回転させる装置を使っていました。でもそれには電気代がかかります。しずんでたまりやすいコケならば、その電気代がかからずに、金属をリサイクルすることができます。



さまざまな環境に生えるコケ

■銀を蓄積するコケを探す

銅を蓄積するコケはすでに知られています。金・銀・銅の中で、銀を蓄積するコケだけがまだ見つかっていません。

銀をふくむ鉱石の近くで生えているコケを探してみたいと思います。でも、銀を蓄積するコケはなかなか見つからないかもしれません。銀は細菌を殺す葉の成分などとして、私たちの身近な製品にも使われています。さすがのコケも銀は苦手だと思います。そこで、銀を蓄積する突然変異体を、重イオンビームでつくる実験もしてみたいですね。

そして、2020年の東京オリンピック・パラリンピックのメダルの一部には、コケを使ってリサイクルした金・銀・銅を使ってもらいたいと思っています。日本の環境技術を強くアピールできるでしょう。

■なぜ、コケはそこに生えているのか？

微生物にもさまざまな金属を蓄積する種があります。そして微生物を利用して金属をリサイクルする研究を進めている研究者がたくさんいます。でも、それをコケでやろうとしている研究者は、世界でも私だけです。コケを応用する研究は始まったばかりなのです。

コケの中には、ある葉っぱの表側にしか生えない種もあります。なぜその種がその場所に生えているのか、それにはちゃんと理由があります。私は、そのなぞを解く研究がおもしろくてしかたありません。そして、そのなぞを解くことが、コケの能力を知り、生物の多様な能力を利用して生物多様性を守ることにつながります。みなさんも、身の回りのどんな場所にコケが生えているか、探して観察してみてください。