

昆虫工学 研究室

遺伝子組み換えで
養蚕の可能性を
拡張する



小谷英治 教授
[応用生物学系]

[経歴]
1995年04月-
京都工芸繊維大学 助手
2007年04月-
京都工芸繊維大学 助教
2008年01月-
京都工芸繊維大学 准教授
2018年01月-
京都工芸繊維大学 教授

[研究分野]
分子生物学、昆虫生理・生化学、
昆虫の遺伝子組み換え



研究室探訪

昆虫工学研究室

[研究概要]
カイコの遺伝子組み換えにより、
絹糸腺での遺伝子発現を操作することで、
有用な性質を持つカイコを作ることを
目的としています。
さらに、そこから得られた
繭糸や絹糸腺を用い、
細胞増殖抑制能を持つ
培養基材の創出といった
医療分野への応用を目指します。

京都蚕業講習所をルーツに持つ京都工芸繊維大学では、
カイコに関する研究・技術が脈々と受け継がれてきました。
昆虫工学研究室も、その流れをくむ研究室の一つです。
日本の蚕業が衰退に向かう中、遺伝子組み換え技術を用いて
カイコに新たな価値を付与する研究に取り組んでいます。

これまでにない 新しい繭を

「大学時代から京都工芸繊維大学でカイコの研究をしていました。卒業して教員になってからもずっとカイコ一筋。もう30年近く研究を続けています」。そう語るのは、昆虫工学研究室の小谷英治先生。遺伝子組み換え技術を用いて、これまでにない特性を持ったカイコを生み出す研究を行っています。「研究の一つとして、繭の価値を高めるために、繭の中で重要なたんぱく質を生産するカイコをつくり出しています。例えば、細胞の増殖や分化に関わるサイトカインというたんぱく質。カイコの繭自体が大量のたんぱく質を生産する能力を持っているので、その中でサイトカインをつくるようにすれば、ヒトの細胞培養をコントロールできる糸が生み出せます。この研究は、新たなバイオマテリアルの開発につながります」と小谷先生は話します。

先生が考える繭の利用方法はまだ他にも。「繭の糸の成分は、大きく分けると『フィブロイン』『セリシン』と呼ばれる2種類のたんぱく質でできています。私は遺伝子組み換えによってこれらのたんぱく質の生産をコントロールし、より利用価値の高い繭をつくり出しています。例えば、ピエリシン-1Aというモンシロチョウ由来のたんぱく質を、フィブロインをつくる場所で発現させる。すると、フィブロインをつくる能力が阻害され、セリシンだけができる繭が得られます。セリシンは糊状でコラーゲンに似た性質を持っており、再生医療や細胞培養に役立てることが可能です。もちろん普通の繭からでもセリシンは取れますぐ、この手法を用いれば、より効率的に、壊れていないきれいなセリシンが取れます。反対に、セリシンがつくれないよう操作を行うと、フィブロインだけ、生糸だけでできた繭が得られます。普通の繭から生糸をつくるには高温水で煮たり、アルカリ処理をしたりしてセリシンを落とさなければならないのですが、この繭であればそうした作業は必要ありません。また、処理による変性も起きないので、加工しやすいフィブロイン材料になり、人工関節や人工皮膚といった生体材料への利用が考えられます」。さらに、これらの技術を応用すれば、フィブロインもセリシンもつくれないカイコ、つまり糸を吐かないカイコが生み出せると言います。「糸を吐かないよう

にすると、糸の成分、栄養分をたくさん蓄えたさなぎになります。昆虫食として将来人間が利用できるようになるかもしれません。また、私は家畜や家禽に食べさせる餌にしたいと考えています。それもただの餌ではなく、ウイルス病のワクチンを含ませて、食べるだけで病気を予防できるエディブルワクチンとして使ったら面白いと思います。糸を吐かないことによるメリットは、栄養価だけでなくもう一つあります。餌としてさなぎを使うためには普通は繭から切り離さないといけないのですが、乾燥させて茹でて、糸を引いて裸になるとさなぎは死んでしまいます。かといって、生きたままさなぎを出そうすると手作業で繭を一個ずつ切らなければならず、大変な労力がかかります。そうした点で、糸を吐かないカイコはまさにエディブルワクチンにうってつけと言えるんです。とあるベンチャー企業では、カイコのさなぎでコロナウイルスのワクチンをつくる取り組みも進んでいるとのこと。カイコが持つ可能性の高さに驚かされます。

技術と粘り強さが 求められる研究

普段の研究室の様子はどのようなものなのでしょうか。研究の進め方について、小谷先生は次のように話してくれました。「遺伝子組み換えを行うためには、特殊な配列の『プラスミドDNA』と、遺伝子を運ぶ役割を持った『ビギーバック』と呼ばれるものをカイコの卵に入る作業が必要になります。カイコの卵は1mm程度なのですが、それをスライドガラス上に並べ、胚が発生している場所に微細な注射器で一つひとつ注入していくのです。非常に高い技術が求められる作業のため、学生もすぐにはうまく行かず、成功するまでには数ヵ月かかりますね。そして、うまく注入できた卵のうち20~30%ほどが孵化してくれて、そのカイコのうち約5~10%が目的の遺伝子を持った子孫を産んでくれます。ここまで1回のライフサイクルで約45日かかるのですが、そこからさらに3代交配を重ねて、やっと望みのカイコが得られます。実験結果が出るまでにとても時間がかかる研究で、かなりの粘り強さが必要です。その分、うまくいった時の感動は大きいですね。自分だけのオリジナルのカイコができる点に喜びを感じます。また、繭の価値が上がっていぐのをつぶさに感じられるところもこの研究の魅力です。



Fig.1——活発な研究活動に取り組む

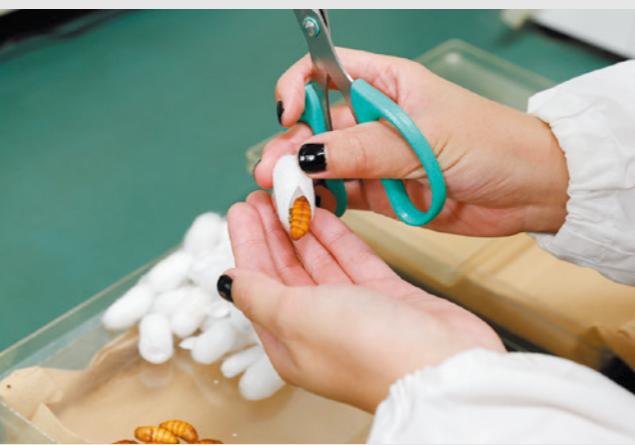


Fig.2——カイコの繭とさなぎ。貴重な遺伝子組み換えの産物で、大切に扱う



Fig.3——カイコ卵への遺伝子マイクロインジェクション—高度な職人技が要求される

『こうすれば、もっとこういう風にも使えるのでは』と、繭の利用法についてどんどん考えを広げていくことができ、応用研究に通じる面白さを実感できます

失敗を恐れない姿勢が 重要な発見につながる

研究とともに取り組む学生たちに対して、小谷先生が指導面で意識している点とは。「研究に関して、それぞれの自発性や発想など、個性を尊重すること大切にしています。自分でしっかり

考えて、『こんなことをやってみたい』と言ってくれる学生が多いので、そんな新鮮なアイデアを大事にして、伸ばしてあげたいと思っています。上下の関係ではなく、一緒に学んでいるつもりでやっていますね。私自身、研究で行き詰まっている時に学生が状況を打破してくれたという経験もあるので、学生の意見や提案はしっかりと受け止めるようになっています」。そんな学生たちへのメッセージとして、先生は次のように語ってくれました。「失敗を恐れずに、思い切ったことをやってほしい。駄目だと思っているところに、お宝が眠っている場合が

あります。そうしたチャンスを逃さないように、できるこには何でも挑戦していいほしいです」小谷先生ご自身も、挑戦の姿勢を持ち続けています。研究の今後の展望について、こう話してくださいました。「今後は、繭の利用の研究にももっと本腰を入れていきたいですね。これまで繭をつくるところに軸足を置いてきましたが、加工・利用の方向性も見定めていきたいと考えています。一緒に取り組んでくれる企業などを見つけて、描いてきたイメージの実現に向けて進んでいきたいと思います」