

農林水産技術こども新聞

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1 農林水産省 農林水産技術会議事務局 <http://www.affrc.maff.go.jp/>

AI (人工知能) にお任せ

おいしいトマトの収穫



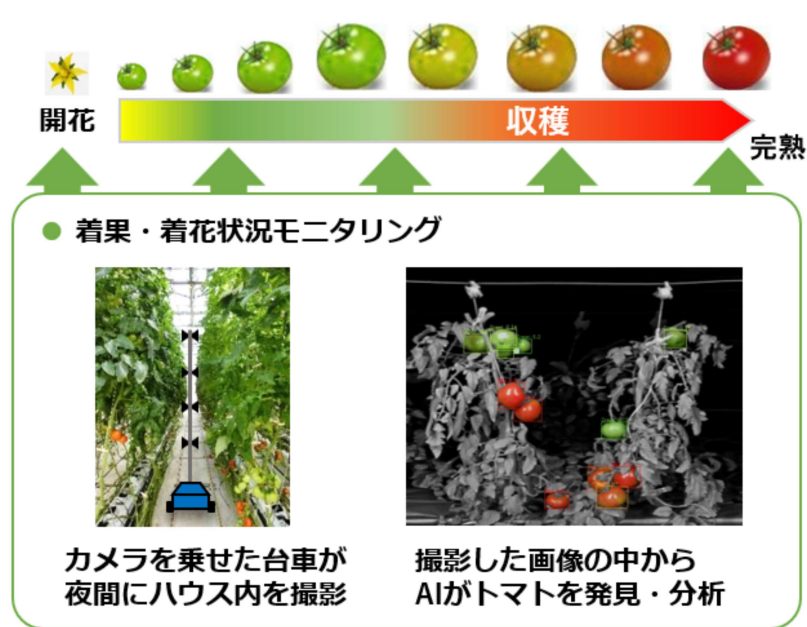
▲農研機構植物工場に実る、色も大きさもさまざまなトマト
＝農研機構提供

茨城県つくば市の農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）の農業技術革新工学研究センターを訪れ、AIを利用したトマトの収穫についてお話をききました。研究センターのハウスの中は、トマトの株が

八百屋さんやスーパーの野菜売り場には一年を通して真っ赤に熟したおいしいそうなトマトがならんでいます。私たちが食べるトマトのほとんどは国内産で、ビニールハウスやガラス温室、屋外の畑で育てられています。農家は育て方を工夫したり、収穫の時期を考えたながら栽培しています。この育て方や収穫時期の判断に、経験や勘だけでなく、もうすぐAIが使えるようになりそうです。

はひとつひとつ違います。トマトを育てる農家の人は、株や茎の様子や実っているトマトを毎日、観察しています。毎日の変化を知ることが、農家にとって大切なことです。いつ頃、どのくらいの量が収穫できるか知るためです。しかし、ハウスや畑が広く大きくなればなるほど、その作業が増えていきます。大きなハウスでは何万個もの実がなるので、農家が全てのトマトを確認するのは、とても時間のかかる仕事です。そこで、農業技術革新

● トマトの開花から収穫までの変化 画像：農研機構提供



工学研究センターの内藤さんは、農家の人のかわりにロボットを使ってハウス全体をくまなく観察し、収穫

のかわりに画像を分析して

研究員の内藤裕貴さんと着果モニタリングロボット＝農研機構 AIはとても優秀ですが、AIをうまく働かせるためには、たくさんのデータ（写真）を集めることがとても大切です。農業の現場でデータをどのようにして集めるかを含め、研究開発を行っています。



「着果モニタリング」という技術は、AIの技術を応用したものです。と、内藤さんが教えてくれました。「カメラでトマトを撮影

判断するには、AIに「学習」させる必要があります。収穫に適したトマトのいろんな状態の画像や収穫できないトマトの画像データをAIに与え、学習させておくと、自分で判断できるようになります。AIは画像から判断することが得意です。

「着果モニタリングロボット」はまだ試作品ですが、実際に農場で使用され、改良が進められています。このように、AIを活用することにより、トマト栽培をはじめ、農業のいろいろな分野で作業が楽になっていくことが期待されています。

トマトは人気者！

トマトは生産量も多く、平成28年度の統計では国内で74万3千トンも収穫されています。国内の産地のベスト3は熊本県、北海道、茨城県です。

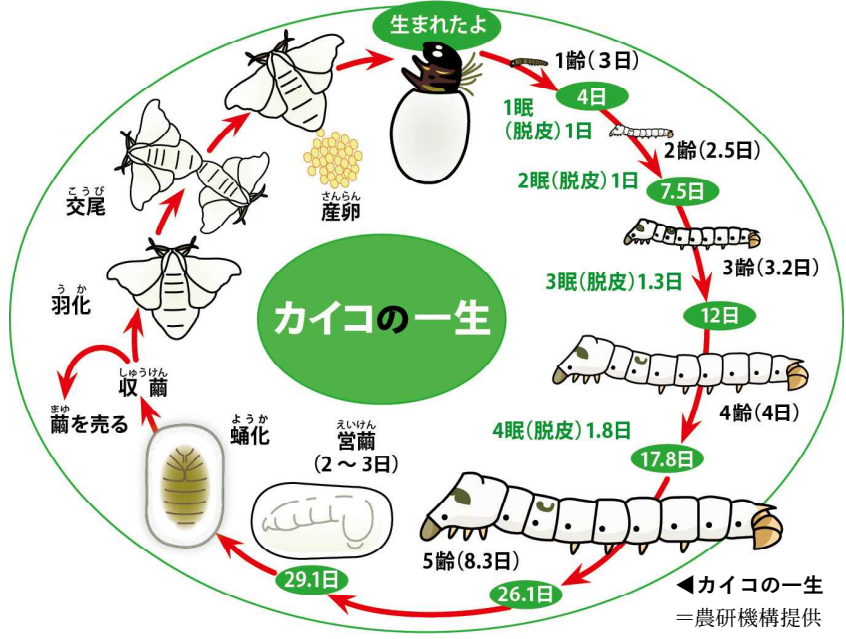
このほか韓国やニュージーランドからもトマトを毎年7千トン程度輸入しています。またトマトケチャップなどに加工された製品をイタリアなどから毎年20万トン程度輸入しています。トマトは人気野菜の代表です。



資料：農林水産省「平成28年度 野菜生産出荷統計」

役立つカイコ

繭や糸のナゾを明らかに



人間とのつきあいが、とても長いカイコ。その歴史は、今から五千年以上も前の中国で始まります。中国で、カイコの祖先のクワコという野生の蛾を飼いはじめました。幼虫がつくる繭からとれる絹糸を利用するためです。このクワコを人が飼いやすいように、糸をたくさん取れるように人が長い年月をかけて、品種改良を重ねてつくりあげてきたのがカイコです。

そのカイコを中心にいるいろいろな昆虫に関する最先端の研究を行っている、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）生物機能利用研究部門を訪問し、お話を伺いました。

「カイコは蝶や蛾の仲間です。カイコの祖先は、クワコという野生の蛾で、自由に空を飛ぶことができますが、カイコは、成虫になっても飛べないので逃げ出すことはありません。また、カイコの幼虫は、自分でエサのある場所まで行けないので、人がエサを与えたり、世話をしなければ生きられないんです。野外では生息することができない昆虫なのです。」と、カイコの特徴を教えてくださいました。

この特徴をいかして、たくさんのカイコを育て、幼虫に繭をつくらせる農家を養蚕農家といいます。

カイコは卵からかえった後、4回脱皮し、繭をつくらせます。繭の中で幼虫は蛹になり、成虫になる準備をします。カイコのエサは基本的に「桑」という木の葉です。幼虫のころは食欲がきわめて旺盛です。特に繭をつくる直前の5齢後期には、体重が生まれたときの1万倍になるほどよく餌を食べます。このため、養蚕農家にとってカイコのエサやりは大変な作業です。何度も桑の葉を摘み、カイコの

ところには運ばなくてはならないからです。現在では桑の葉のほかに、油をとったあとの大豆などを原料とする人工飼料が開発され、「昆虫工場」で一年中飼育するための研究が進んでいます。

カイコは口から吐き出した糸で自分の体をおおって繭をつくらせます。繭から引き出した直径0.02ミリのメートルほどの極細の繭糸を数本そろえたものを「生糸」といいます。これを薬品で処理し、表面についているタンパク質を取り除いたものが「絹糸」です。絹糸は美しく、つやつやとしています。しかも、引っ張る力で比べると、同じ太さの鉄線よりも強いと言われています。



画像：農研機構提供

農研機構の瀬筒さんたちは、これまでの太さの半分の細さで、表面のこぼりが少ない超極細糸を吐くことができるカイコをつくり出しました。この超極細のシルクでつくったドレスは、普通のシルクでつくったドレスよりもつやつやかでなめらかな肌ざわりです。しかも、布



にするとやわらかく、ドレスのヒダもきれいにつくれます。「これは、遺伝子組換えという技術を使って、超極細の糸を吐くカイコをつくらせたんですよ。」

農研機構では、これまでわからなかったカイコの仕組みや繭、糸の成分を明らかにし、遺伝子組換え技術を使って、新たなカイコをつくり出しています。クラゲやサンゴなどの光るタンパク質の遺伝子をカイコに組み込んで、黄緑色や赤、オレンジ色などに光る糸をつくることに成功しました（↓次面左下写真）。

この技術を活用して、薬をつくるカイコの研究を進めています。「カイコに薬をつくらせようんです。」と瀬筒さん。カイコに薬の成分となるタンパク質の遺伝子を組み込むと、繭をつくる時に、薬の成分を含む糸を吐き出すカイコができます。この技術で、すでに病気の検査をする薬がつくられています。

まだまだ可能性のあるカイコ。これから人のくらしに役立つカイコの研究開発は続きます。

繭や糸のナゾを明らかに

いろいろな種類のカイコ（幼虫）と繭

画像：農研機構提供



▲虎蚕
メラニン色素により縞模様になる



▲姫蚕
斑紋がない



▲暗色
全体が黒ずむ



▲白繭
クワ由来の色素が含まれていないので白くなる



▲黄繭
クワ由来の色素が含まれており黄色くなる

人のくらしに

カイコの繭糸は、糸の芯になる“フィブロイン”とそれを保護する“セリシン”というタンパク質でつくられています。この2つのタンパク質が化粧品や薬、傷を保護する絆創膏などに利用できることがわかってきました。人間の皮膚によくなじむ成分でできていて、アレルギーを起こしにくいという利点もあります。これまで、どんなものが開発されているのか教えてもらいました。

化粧品をつくる

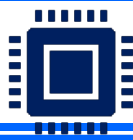


セリシンは人の肌によくなじみ、長時間にわたって水分を維持し続けることがわかっています。この特徴を利用して、肌が過敏な人のためにセリシンを利用した化粧品がつくられています。また、人間の体でつくられるコラーゲンと同じ成分を遺伝子組換えカイコの細胞でつくりました。実際に、カイコの繭から取り出したコラーゲン成分を利用した化粧品が販売されています。

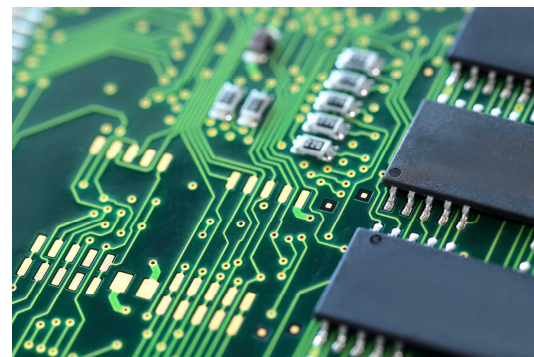


◀カイコの繭から取り出したコラーゲン成分を利用してつくられた化粧品
＝ネオシルク化粧品提供

電子素材をつくる



フィブロインの粉を高い温度や圧力で処理することによって、電気を通しにくい性質を持つ素材をつくることができます。これをコンピュータや電化製品に欠かせない、電子部品の基板などに利用することが考えられています。



遺伝子組換え技術

私たち人間を含め、すべての生物は自分の子孫を残すために、生物の設計図である「遺伝情報」を持っています。遺伝情報は生物を構成する一つ一つの細胞内にあるDNAの配列として書かれていて、これを「遺伝子」と呼びます。遺伝子は、生物の体をつくるために必要な、タンパク質をつくらせる働きなどをしています。そこで、ある生物の遺伝子に別の生物の遺伝子を挿入したり、ある生物の一部の遺伝子を別の生物のものに置き換えたりすることによって、元の生物が持ついなかった性質や機能を持った生物をつくることができます。現在、カイコの遺伝子組換え技術を利用して、新しい機能を持った絹糸をつくったり、他の方法ではつくるのが難しかった有用物質を生産する研究開発が進められています。一部はすでに実用化されています。

カイコの繭糸は、糸の芯になる“フィブロイン”とそれを保護する“セリシン”というタンパク質でつくられています。この2つのタンパク質が化粧品や薬、傷を保護する絆創膏などに利用できることがわかってきました。人間の皮膚によくなじむ成分でできていて、アレルギーを起こしにくいという利点もあります。これまで、どんなものが開発されているのか教えてもらいました。

絹糸は昔から、手術で傷をぬい合わせる「縫合糸」として使用されてきました。人間の体にとってもなじみやすいからです。この特徴を利用して、人工血管や傷を保護する医療用のガーゼや絆創膏をつくる研究が進められています。



▲医療用ガーゼ＝農研機構提供

医療用素材をつくる



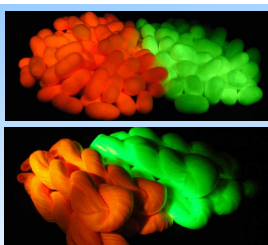
フィブロインは水には溶けませんが、特殊な薬品を使うと水溶液にすることができ、凍らせておくと容器に入れて乾燥させたり、形や厚み、固



▲シルク製の人工血管＝農研機構提供

さの違ういろいろな材料になります。うすく湿ったフィルム状にしてもなかなかやぶれないため、やけどなどの傷を保護するシートに利用できると考えられています。

また、スポンジ状にしたものに軟骨の細胞を入れ、傷ついた軟骨にあてておくと、元のように軟骨が再生されるという実験も行っています。



▲遺伝子組換えにより発光タンパク質を含む繭（上）と生糸（下）
＝農研機構提供

生物機能を活用した

新しいモノづくり、はじまる



▲ボビンに巻き取ったミノムシの糸＝農研機構提供

「糸をつくるのは、カイコだけじゃないんですよ。」と、農研機構生物機能利用研究部門の吉岡さんが教えてくれました。

「昨年、農研機構と医薬品メーカーの興和株式会社は、ミノムシから糸を取る技術を開発したと発表しました。虫がつくる糸のなかでは、クモの糸が最も強いと言われていましたが、ミノムシの吐く糸は、クモの糸やカイコの糸をこえる強さを持っていることがわかりました。世界最強でしょう。」

研究に使ったミノムシは、オオミノガの幼虫です。カイコやクモと同じように、タンパク質でできた糸を吐きます。実験の結果、切れにくさなど、クモの糸よりも約2倍以上の強さを持っているそうです。

研究員の吉岡太陽さん＝農研機構

カイコやミノムシの他にも多くの昆虫が糸を吐きます。

どんな虫が、どんな目的で糸を吐くのか調べてみると面白いですよ！



夏休みの自由研究におすすめ

おいしいトマトが一年中食べられるのは、どうしてかな？調べてみよう

糸を出す虫はどんな虫かな？調べてみよう

カイコの歴史を調べてみよう

みなさんは、地球温暖化ということばを聞いたことがありますか？世界中の平均気温が高くなって、南極の氷が溶け、海面が上昇するなど、問題になっています。いろいろな理由が考えられますが、その原因のひとつとして、人が石油や石炭などを使いすぎ、空気中の二酸化炭素が増えすぎたことが考えられています。

石油は燃料として使うだけでなく、化学繊維やプラスチックなどをつくる時にたくさん使われます。この糸がゴミとして燃やされると、二酸化炭素を出すと、石油を使えば使うほど、空気中の二酸化炭素が増えてしまいます。これ以上、二酸化炭素を増やさないために、世界中で、いろんな取組をしています。

その取組のなかで注目されているのが、繊維やプラスチックなどを石油のかわりに動植物や微生物の機能を使ってつくるという研究です。

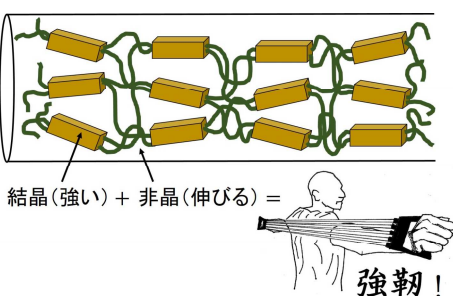
カイコがつくる糸から、化粧品や薬などをつくることもそのひとつです。



▶ミノムシ（オオミノガの幼虫の巣）＝農研機構提供

さらに、ミノムシをたくさん飼うことができる技術も開発しています。強く丈夫で、しかも軽いミノムシ糸。ほかの材料を混ぜて建物をつくるための材料や自動車の部品などをつくるための材料として利用でき、それが期待されています。

ミノムシの糸の特徴



▲ミノムシ糸の構造
結晶と非晶（結晶でない部分）の繰り返し＝農研機構提供

- ① ミノムシの糸は、クモの糸よりも、弾性、強度、タフネス（丈夫さ）などの点で上回っています。
- ② ミノムシから、1本の長い糸を取ることに成功しています。
- ③ 熱にも非常に高い安定性を持っています。
- ④ 樹脂と複合することができ、非常に強い材料が出来上がります。
- ⑤ ミノムシは人工繁殖や大量飼育などの方法が研究されています。
- ⑥ ミノムシを殺さずに生きたまま糸をとることができます。