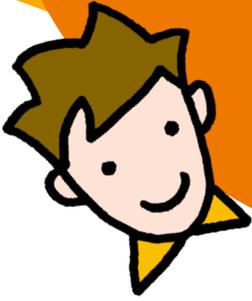


未来の環境を受け取る子どもたちから  
理研の博士3人への質問



# 食糧問題を 解決できますか





世界には、いったい、どれだけの人がいるか知っていますか？ 2011年、世界の人口はついに70億人をこえました。20世紀の初めごろの人口は、16億人と推計されていますので、100年で4倍以上に増えたことになります。2050年にはさらに20億人以上増えて、90億人をこえると予想されています。そこで、食べ物が足りなくなってしまうかもしれない、と心配されています。

人口増加以外にも食べ物が足りなくなる原因があります。気候変動により砂漠がどんどん広がったり、家や工場が増えたりすることで作物をつくる農地が減っていること、作物をつくるのに必要な土が田畑から流れ出ていること、農業のために使う地下水などがどんどん減っていること、などです。

「でも、日本は雨も多くて、砂漠も広がっていないから、だいじょうぶ」と、思う人がいるかもしれませんが、私たちの食卓に上る食べ物の多くは、海外でつくられ、輸入したものです。世界中で食べ物が不足するようになれば、私たちの暮らしも大きな影響を受けるはずですよ。

また、忘れてならないのは、今でも世界では9億人以上の人々が、生きていくのに必要な食べ物を得られていないことです。世界の7人に1人は飢えて苦しんでいるのです。今よりも食糧が不足すれば、飢えて苦しむ人たちの数はさらに増えてしまいます。

このように食糧問題は、21世紀に解決しなくては行けない大問題の一つです。もちろん食べ物は安全が第一。食糧問題を解決するには、安全な食べ物をたくさんつくる必要があります。

理化学研究所（理研）では、そのような人類全体の大問題を解決する科学・技術を生み出すために、さまざまな研究を行っています。

食糧問題を解決できますか？——理研の3人の博士を訪ねて、質問してみ

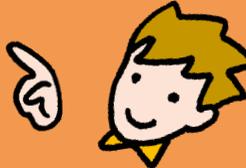
## 食糧問題を解決できますか？



少ない肥料でも  
お米がたくさんとれる  
イネをつくります。



まず訪ねたのは、榊原 均さんです。  
榊原さんは、植物の成長のしくみを調べて、  
少ない肥料でもたくさんのお米が  
とれるイネをつくることを  
めざしています。



さかきばら ひとし  
榊原 均さん

## ■ 21世紀型の「緑の革命」を目指す

みなさんは、どんなお米が好きですか？ コシヒカリやひとめぼれなど、いろいろな品種がありますね。

食糧問題を解決するために生み出された品種もあります。第二次世界大戦（1939～1945年）の後、世界中で人口が急に増えて、食糧不足がとて心配されました。それを解決するため、1960年代に新しい品種のイネやコムギがつくられ、とれる作物の量（収穫量）を増やすことができました。それは「緑の革命」と呼ばれています。「緑の革命」は、飢えからたくさんの人々の命を救いました。

なぜ、収穫量を増やすことができたのでしょうか。植物が成長するには栄養分が必要です。その中でも欠かせないのが窒素です。

植物が利用できる形の窒素は、土の中にはそれほどふくまれていません。そこで、作物を大きく育てるために、窒素を含む肥料を田畑にまくのです。しかし、たくさんのお米がとれるように窒素肥料をたくさんあたえると、草

がどんどん高く伸びてしまいます。お米が実る穂は、草の先の方にできますね。草の背丈(草丈)があまり高くなってしまうと、風でイネが倒れやすくなり、お米がとれにくくなってしまいます。それはコムギでも同じです。

「緑の革命」では、たくさんの窒素肥料をあたえても草丈があまり高くない品種のイネやコムギがつくられ、倒れにくくなることで収穫量を2倍に増やすことができました。

20世紀の「緑の革命」は、たくさん窒素肥料をあたえることで、たくさんの作物が収穫できるようにしたのです。しかし、窒素肥料の値段は安くはありません。貧しい国では窒素肥料を買うお金に困っている人たちもたくさんいます。窒素肥料をたくさん使う分、作物の値段も高くなってしまいます。作物の値段が高くなるのが原因で、戦争が起きてしまうこともあります。そもそも窒素肥料をつくるには、たくさんのエネルギーが必要です。作物に吸収されなかった窒素が水にとけて川や海に流れこむと、水を汚す原因になります。

窒素肥料を減らして作物を育てることができれば、食糧問題だけでなく、環境問題やエネルギー問題の解決にもとても役立つのです。少ない窒素肥料でもよく育ち、たくさんのお米がとれる新しい品種をつくる。それが私たちのめざしている21世紀型「緑の革命」です。

## ■なぜ窒素をあたえると植物は成長するのか

窒素肥料をあたえると、植物は大きく成長する——そんなことは常識。よく知っているよ！とみなさんは思うことでしょう。でも、そのしくみは実はよくわかっていないのです。その謎を探る研究に、私は学生のころからずっと取り組んできました。

私たちは食べ物をたくさん食べると太りますが、手や足の数が増えたりしませんよね。でも、植物は窒素などの栄養分をたくさん吸収すると、葉をたくさんつくります。植物は栄養によって形が大きく変わるので。

葉をたくさんつくる指令をする物質として、サイトカイニンという植物ホルモンが知られています。その植物ホルモンは細胞分裂や光合成を活発にさせる指令を出すことも知られています。そして植物が窒素を吸収するとサイトカイニンが増えることは、昔の研究者が報告していました。しかし窒素栄

養とサイトカイニンが本当に関係しているのか、よくわかっていませんでした。

そこで私は、窒素とサイトカイニンの関係をくわしく調べることにしました。そして2004年、植物が窒素を吸収すると、サイトカイニンをつくる最初の段階で重要なタンパク質が、さかんに働き始めることを発見しました。窒素とサイトカイニンが確かに関係していることを証明したのです。

## ■植物ホルモンの働き方をコントロールする

一方、名古屋大学の芦荻基行さんは、イネのつぶの数を決めるしくみを調べていました。そして、そこでもサイトカイニンが重要な役割をしているらしいことがわかりました。私たちは昔からの知り合いで、私がサイトカイニンの研究をしていることを芦荻さんは知っていました。そこで私たちはいっしょに研究することにしました。

その研究では、コシヒカリとハバタキというイネの品種を比べました。ハバタキは、コシヒカリよりもつぶの数が多いという性質があります。なぜ、つぶの数にちがいが生まれるのか。それは、サイトカイニンを分解するタンパク質の働き方のちがいが原因だとわかりました。

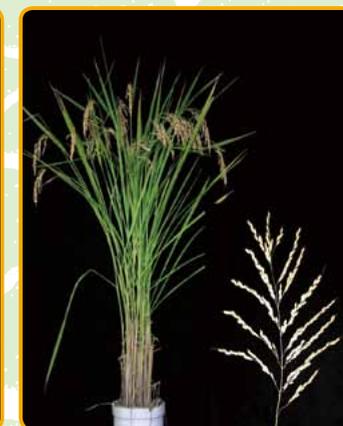
ハバタキでは、つぶができる穂でサイトカイニンを分解するタンパク質があまり働きません。サイトカイニンは分解されず、細胞分裂が活発になるこ



コシヒカリ



ハバタキ



つぶの数が多くなった  
コシヒカリ

とで、つぶがたくさんできます。一方、コシヒカリではそのタンパク質が働いてサイトカイニン<sup>サイトカイニン</sup>を分解してしまいます。細胞分裂はあまり活発にならず、つぶの数がハバタキより少なくなるのです。

サイトカイニンを分解するタンパク質があまり働かないようにしたコシヒカリをつくと、ハバタキと同じくらいつぶの数が多くなりました。

つまり、サイトカイニンがつぶの数を決めている植物ホルモンであることを、私たちは発見したのです。それは2005年のことでした。

実は、1960年代に「緑の革命」でつくられたイネやコムギの背丈が高くないしくみがわかったのは、2002年ごろのことです。イネもコムギも、草丈を高くするジベレリンという植物ホルモンがうまく働いていませんでした。

サイトカイニンやジベレリンのような植物ホルモンの働き方をコントロールすることで、たくさんのお米がとれるイネができるはずです。

私はさらにほかの研究者ともサイトカイニンの研究を進め、2007年にはサイトカイニンがつくられる最終段階で重要なタンパク質を見つけました。

サイトカイニンはイネだけでなく、さまざまな植物で働いています。サイトカイニンの働き方をコントロールする方法を探る研究は、さまざまな作物の収穫量を増やすことにも役立つはずです。

## ■少ない窒素をうまく吸収するタンパク質を発見！

では、少ない窒素肥料で育つ作物をつくるにはどうしたらよいのでしょうか。私たちは2012年、土の中の窒素がとても少ないときに、「NRT2.4」というタンパク質が、窒素を植物の中へ運ぶ役目をすることを発見しました。窒素がたくさんあるときは、別のタンパク質「NRT2.1」と「NRT2.2」が主に働いて窒素を運ぶのですが、窒素が少ないとNRT2.4が根にたくさんつられて働かします。

作物は窒素肥料がたくさんまかれた田畑で長年育てられてきました。そのため、窒素が少ないときに重要なNRT2.4がうまく働かなくなっている可能性があります。すると雑草との窒素の奪い合いに負けてしまいます。

作物でもNRT2.4をきちんと働かせて、雑草に負けずに少ない窒素をきちんと吸収する。そして窒素を取りこんだならば、サイトカイニンをた

## 少ない窒素をうまく吸収するタンパク質NRT2.4



NRT2.4が働いている

NRT2.4が働いていない

窒素が少ない状態でNRT2.1とNRT2.2を働かなくしても、NRT2.4が働くことで植物は成長できます（左）。しかしNRT2.4も働かない場合には成長できません（右）。

くさんつくり、それがうまく働くようにする。そうすれば、少ない窒素肥料でもよく育ち、たくさんのお米がとれるイネができるはずです。そのような21世紀型「緑の革命」を起こすには、窒素とサイトカイニンの関係についてさらにくわしく調べていく必要があります。

## ■だれにもわからない謎にいどむ

小学校から大学の初めのころまでの勉強では、すでにわかっていることを学びます。学ぶ内容も教室のみんなと一しょです。一方、研究では、勉強したことをもとに、ほかの人とはちがうテーマを見つけ、だれにもわからない謎にいどみます。窒素と植物の成長のように、当たり前のことでも、そのしくみがよくわかっていないことがたくさんあります。

世界でだれもわからなかった謎が解けたときのわくわく感。それを一度体験すると、研究がおもしろくてやめられなくなります。私はこれからも植物の謎を探る研究を楽しみがなら、21世紀型「緑の革命」をめざしていきたいと思います。

## 食糧問題を解決できますか？



しらす けん  
白須 賢さん

病気にかからない  
作物を  
つくります。

次に訪ねたのが、白須 賢さんです。  
たくさんの粒が実るイネがつくれたとしても  
それが病気に弱ければ、お米を収穫できません。  
白須さんは、植物が病原菌から  
体を守るしくみを調べて、  
病気にかからない作物をつくろうとしています。

### ■ 8億人分の作物が病気で失われている

みなさんの中に、かぜをひいている人はいませんか？ かぜをひいても、暖かくして栄養のあるものを食べていれば、かぜは治ってしまいますよね。それは私たちの体に、かぜなどの病原菌から体を守る「免疫」というしくみが備わっているからです。

体中をめぐる病原菌が侵入していないかパトロールする免疫細胞があり、病原菌を発見すると、ほかの免疫細胞と協力して病原菌を攻撃します。

植物の体にも、カビや細菌、ウイルスなどの病原菌から体を守る免疫に似たしくみがあります。植物では、それぞれの細胞に体を守るしくみが備わっています。

私たちは、いろいろな作物を食べていますね。それらの作物は病原菌にとっても“おいしい食べ物”です。世界全体では、8億人のおくの人たちが1年間に食べる量と同じだけの作物が、病原菌の感染によって病気にかかり、失われているといわれています。

私たちは、植物が体を守るしくみを調べて、病気にかからない作物をつくることを目指しています。それは食糧問題の解決にとっても役立つはずですよ。

### ■ 植物が病原菌から身を守る三つのしくみ

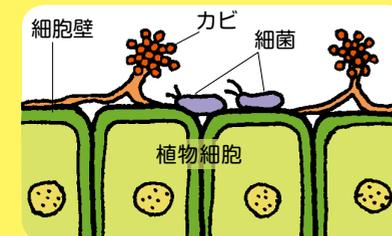
では、植物が病原菌からどうやって体を守っているのか、くわしく見ていきましょう。そのしくみには三つの段階があります。

ここでは、植物の細胞を家にたとえてみます。どろぼうの侵入を防ぐために、みなさんならどうしますか？ まず、家に入ってこないように壁をつくるでしょう。植物も、細胞を細胞壁と呼ばれるかたい壁で囲んで、病原菌が入ってくるのを防いでいます。それが第一段階のしくみです。

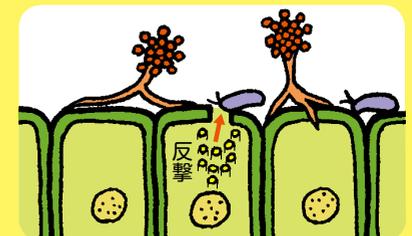
もし家の壁をやぶって、どろぼうが入ってこようとしているのを見つけたら、どうしますか？ 中まで入ってこないように物を投げつけたりするでしょう。植物も細胞壁をやぶって侵入してくる病原菌を見つけると、それをやっつける物質を投げつけます。それが第二段階のしくみです。

それでも防げず、病原菌が完全に細胞の中に入ってきました。さて、その細胞はどうすると思いますか？ 自分は死んで、ほかの細胞に感染が広がるのを防ぐのです。自分の家にどろぼうが入ってきたとき、家ごとこわすことでどろぼうをやっつけて、町中の家が次々とどろぼうにおそわれるのを防ぐのです。それが第三段階、最後の手段です。

#### 植物が病原菌から身を守るしくみ



第一段階  
細胞をかたい壁（細胞壁）で取り囲み、病原菌が中へ入ってくるのを防ぎます。



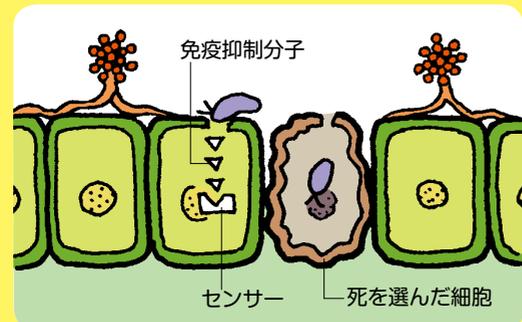
第二段階  
細胞壁をやぶって侵入してくる病原菌を見つけると、それをやっつける物質を投げつけて反撃します。

## ■病気にかからない作物をつくる

私たちが、病気にかからない作物をつくるために特に注目しているのが、第三段階のしくみです。

病原菌は植物の細胞の中にそのまま入ると、植物からさまざまな物質を投げつけられて反撃を受けてしまいます。そこで侵入する前に、そのような反撃を無効にする分子（免疫抑制分子）を注入します。植物はその免疫抑制分子をセンサーでとらえて、病原菌が侵入してきたことを知り、細胞に死ぬように指令を出して、感染を防ぎます。ですから、そのセンサーは、植物が病気にかからないために、とても重要な働きをしています。

### 植物が病原菌から身を守るしくみ



#### 第三段階

病原菌は植物の細胞の中へ入る前に、反撃を無効にする免疫抑制分子を注入します。それを植物のセンサーがとらえ、その細胞が死ぬことで、ほかの細胞への感染を防ぎます。

たとえば、ある種類の病原菌は、イネには感染するけれど、ジャガイモには感染しません。それはなぜでしょう？

“イネは好きだけど、ジャガイモはきらいなので侵入するのはやめておこう”と、病原菌には好ききらいがあるからでしょうか。

たぶんそうではなく、“イネもジャガイモも好きだけど、ジャガイモのセンサーには見つかってしまい、うまく感染できないんだ”とくやしがっているのだと思います。

ですから、その病原菌に感染しないイネをつくるには、その病原菌を見つけるジャガイモのセンサーがイネでも動くようにすればいいのです。

すでに、特定の病原菌を見つける新しいセンサーが働くようにした作物が

販売されています。ところがそれらの作物は、最初はその病原菌にかからない効果があっても、数年たつと効果がなくなってしまうことがあります。

それは新しいセンサーが1種類しか働いていないからだと考えられます。1種類のセンサーでは、病原菌が注入する免疫抑制分子を1種類しかとらえられません。病原菌も生きていくために必死です。新しいセンサーに見つからないように別の免疫抑制分子を注入して、なんとか植物に入り込もうとくふうします。でも、特定の病原菌を見つけるセンサーが5種類くらい働いていれば、その病原菌の侵入を見のがさず、病気にかからない効果がずっと続きます。

植物は病原菌を見つけるためのセンサーを数百種類も持っています。そして、植物の種類ごとに持っているセンサーの種類は異なります。それぞれの植物がどのようなセンサーを持ち、どの種類の病原菌を見つけているか、ほとんどわかっていません。

それさえわかれば、このカビにはこのセンサー、こちらの細菌にはこのセンサーと、どんな種類の病原菌でも見つけることのできる“最強の組み合わせのセンサー”を働かせることで、病気にならない作物をつくることのできるはずですよ。

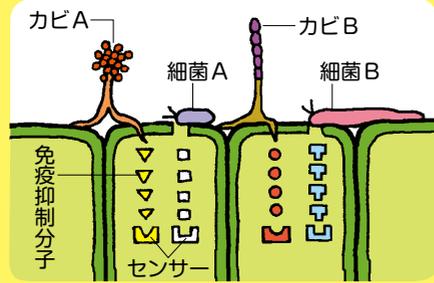
実はこの数年間で、その研究にとっても役立つ技術が大きく進展しています。みなさんもディー・エヌ・エー（DNA）ということばを聞いたことがあるでしょう。そこに生物がつくる分子の情報が書かれています。そのDNAに書かれた情報をとても速く読み取ることができるようになったのです。

私たちはいま、イチゴに大きな被害をあたえるカビのDNAに書かれたすべての情報を読み取り、そのカビが植物に注入する免疫抑制分子を探しています。そのカビはアブラナ科の植物には感染しません。アブラナ科の植物は、そのカビが注入する免疫抑制分子を見つけるセンサーを持っているから、感染しないのだと考えられます。

たとえば、アブラナ科の植物のDNAを読み取り、そのセンサーを5種類くらい見つける。そしてそれらのセンサーをイチゴでも働かせることができれば、そのカビに感染しないイチゴができるはずですよ。

病原菌の種類はたくさんありますが、作物に大きな被害をあたえる病原菌の種類は限られています。このような研究を続けていけば、いずれは“最強

## 病気に罹らない作物



どんな病原菌が侵入してきても見つけ出す“最強の組み合わせのセンサー”が働けば、作物は病気に罹らなくなります。

の組み合わせのセンサー”がわかり、病気に罹らないさまざまな作物をつくることできるようになると思います。私たちは、それを目指して研究を続けています。どんな病原菌が侵入してきても見つけ出す“最強の組み合わせのセンサー”が働けば、作物は病気に罹らなくなります。

## ■アフリカの食糧不足の原因「ストライガ」

植物を攻撃するのは、病原菌だけではありません。植物から水分や栄養分を横取りして育つ「寄生植物」があります。理研に来る前に、私はイギリスの研究所で9年間、研究をしていました。そこで知り合ったアフリカ出身の研究者から、ピンク色の花をさかせる寄生植物「ストライガ」(8ページの写真)の話の話を聞きました。

ストライガは、特にアフリカの乾燥した地域で、トウモロコシやイネなどの作物に寄生して、大きな被害を出しています。日本の本州2個分ほどの農地で被害が出ていて、アフリカの食糧不足の主な原因の一つとなっています。

私は、そのストライガの研究が世界でほとんど行われていないことを聞き、びっくりしました。そして日本に帰ってきてから、理研でストライガの研究を始めることにしたのです。

ストライガはなぜ、それほど広い地域で大きな被害をもたらすのでしょうか。1株のストライガは、とても軽くて小さい種を10万個も付けます。それらたくさんの種が、風によって広い地域に運ばれます。地面に落ちた種は、寄生できる植物がやってくるまで何十年もずっと“ねむったまま”待ち続けることができます。そしてすぐ近くに寄生できる植物の根が来たときに“自覚めて”発芽し、相手の根に自分の根をつないで水分や栄養分を横取りして成長します。ストライガに寄生された植物は枯れてしまいます。

## ■ストライガを見つけるセンサーを探す

このストライガの被害をどうやったら食い止めることができるでしょう。ストライガに寄生されない植物もあります。その植物はストライガが根をつなごうとするのを見つけて、しっかり反撃しているのだと思います。

ストライガが根をつなぐとき、やはり免疫抑制分子を注入して植物に反撃されるのを防ぐはずです。ストライガに寄生されない植物は、その免疫抑制分子をセンサーでとらえていると考えられます。

私たちはいま、ストライガのDNAに書かれた情報を読み取っています。その情報をたよりに、ストライガの免疫抑制分子を探します。そしてストライガの免疫抑制分子をとらえる植物のセンサーを見つけて、それを働かせることで、ストライガに寄生されないイネやトウモロコシをつくることのできる、と私は考えています。

実はいまでもストライガの分子を調べて、生物としてのしくみをくわしく研究しているのは、私たちをふくめて世界でも五つぐらいの研究室しかありません。でも、ストライガのDNAの情報を読み取れば研究がしやすくなり、もっとたくさんの研究者がストライガ研究の仲間になってくれるはずです。

## ■植物の戦いの歴史をDNAの暗号から読み解く

陸上に初めて植物が登場したのは4億年以上も前のこと。その植物の祖先は、もっと古い時代から海で暮らしてきました。そんな大昔から、植物と病原菌の戦いはずっと続いてきたのです。

その歴史を調べると、植物と病原菌が生き残りをかけて、いろいろなくふうをしてきたことがわかり、とても感心します。

その戦いの歴史は、植物や病原菌のDNAに刻まれています。そのDNAの情報を読み取る技術がとても速くなり、情報がどんどん増え続けています。でもDNAの情報は暗号のようなもので書かれているので、その意味を読み解かなければいけません。

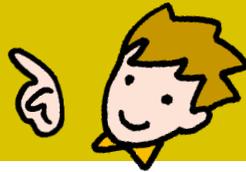
私たちは、植物と病原菌の戦いの歴史を、DNAに書かれた大量の暗号から読み解き、病気に罹らない作物をつくらうとしているのです。

## 食糧問題を解決できますか？



安全な農薬をつくってきました。

最後に訪ねたのは、理研で長年、安全な農薬をつくる研究をしてきた有本 裕さんです。それは、どのような農薬なのでしょう。



ありもと ゆたか  
有本 裕さん

撮影：STUDIO CAC

### ■安全な農薬とは？

理研で安全な農薬をつくる研究が始まったのは、1960年代後半のこと。私は1970年に理研に入り、その研究をずっと続けてきました。

農薬とは、病原菌や害虫、雑草から作物を守る薬のことです。しかし農薬を使っても、カビや細菌、ウイルスなどの病原菌によって、世界全体では8億人分の作物が失われています。さらに、害虫によって8億人分、雑草によっても8億人分の作物が失われています。病原菌や害虫、雑草によって合計24億人分の作物＝食糧が失われているのです。

もし、農薬を使わなかったらどうなるのでしょうか。今までの24億人分に加えて、さらに24億人以上の食糧が失われてしまう、と予測されています。

食糧問題を解決するには農薬が必要です。でも食べ物は安全が第一。農薬も安全でなくてははいけません。食糧問題を解決するには、安全な農薬で安全な作物をたくさんつくる必要があるのです。

では、安全な農薬とは、いったいどのようなものなのでしょうか。

日本では厳しい検査を受けて合格した農薬だけが販売されています。でも、今は安全だと思われていても、長年使われているうちに、思いもよらない危険性がわかってくることがあります。予想外、想定外のことは、長年使い続けなるとわからないものです。

そもそも私たちの体にとって絶対に安全な物質はありません。たとえば、塩や砂糖のような食品も、100パーセント安全だとはかぎりません。たくさんの塩や砂糖を食べ続けると病気になってしまいます。でも、塩や砂糖は昔からとり続けているものなので、どれくらいの量をとると危険なのか、よくわかっています。いちばん大事なポイントは、長年食べ続けてきた食品には予想外の危険性はほとんどない、ということです。

### ■長年食べ続けてきたものが安全！

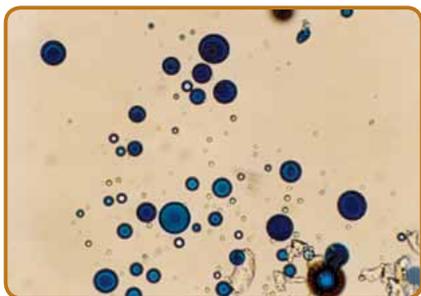
私たちは、どうすれば安全な農薬をつくることができるのか考え続けてきました。そしてようやくたどり着いた答えが、長年食べ続けてこられたものが安全だ、というものです。そして、長年食べ続けてきたものを農薬として使うという新しい考え方を「セーフ (SaFE)」と名づけて、研究を始めました。

まず、ミカンにふくまれる苦み成分が、病原菌を攻撃する抗菌効果があるかどうか調べました。その苦み成分は水に溶けないので重曹水に溶かしました。念のために重曹だけでも試験しました。すると苦み成分ではなく、重曹の方に抗菌効果がありました。重曹は、みなさんの家でも料理などで使っているでしょう。ふくらし粉や胃ぐすりの成分として、長年とり続けてきたものです。その重曹を使って安全な農薬をつくることにしました。

重曹を使った農薬は、苦労の末、1982年に販売する直前まで進みました。では、値段はどうでしょうか、とみんなで会議をしていたときです。「重曹農薬を使ったイチゴの葉が茶色になっています」と連絡が入りました。重曹農薬が作物に悪影響をあたえることがわかったのです。もちろん販売は中止。私たちは目の前が真っ暗になりました。

### ■4年間の苦労の末、大成功

それまでの試験では、作物に悪影響が出ていなかったのに、なぜイチゴの葉に被害が出てしまったのか。すぐにその原因を調べました。そのイチゴは乾燥



水溶液の中にできた重曹の液滴

した場所で育てていました。そのような場所で重曹をとかしたうすい溶液の農薬をまくと、水分が蒸発して重曹の結晶が葉の上に残ります。それが夜露にとけてとても濃い重曹の溶液となりました。それがイチゴの葉を茶色にしてしまったのです。

私は、この現象を防ぐ方法を見つけるために、重曹にいろいろな薬品を混ぜる実験を繰り返しました。そのうちに、重カリという物質にも抗菌効果があることがわかりました。重カリもアメリカやヨーロッパでは食品に加える物質で、また薬品として長年使われてきたものです。重曹に加えて重カリの実験も進めました。

600種類くらいの薬品を重曹や重カリに混ぜる実験を繰り返しましたが、どれももうまくいきません。もうその実験を始めてから4年が過ぎようとしていました。さすがに、もうあきらめようかな、と考えていたころです。

いつものように必要な量の重曹を試験管に分けると、予定より1本余りました。捨ててしまうのはもったいないので、近くにあった薬品をとりあえず混ぜてみました。それが、大当たり！ だったのです。

水溶液の中に、小さな油の膜で包まれたかたまり（液滴）ができたのです。その中に濃い重曹の液が閉じこめられました。重カリでも同じことが起きました。それまでは重カリを200倍までうすめた水溶液でカビに対する抗菌効果が出ましたが、なんと1000倍にうすめても抗菌効果が現れるようになりました。

水溶液全体としてはとても濃度がうすくなったので、作物に被害をあげる可能性がとても低くなりました。ただし、その水溶液の中には重カリの液滴があります。その液滴では重カリの濃度がとても高いので、カビに対する抗菌効果が出るのです。

## ■ついにセーフ農薬の第1号が商品に

私たちは重カリを主成分とする農薬の開発を進め、「カリグリーン水溶剤」という名前の商品として、1993年に販売されました。「カリグリーン水溶剤」は、うどんこ病を引き起こすカビ（うどんこ病菌）などに抗菌効果があります。

商品にするには、もちろん企業の人の協力が必要です。理研のような研究所や大学で生み出した研究を実際に商品にするのは、とてもたいへんなことです。特に農薬は国の厳しい安全検査に合格しなければいけません。またその農薬を多くの農家に買ってもらい利益が出なければ、企業はその農薬を販売し続けることはできません。

特に「カリグリーン水溶剤」は、長年食べ続けてきたものを農薬として利用するという、まったく新しい考え方の農薬です。そのような新しい農薬を農家の人たちが本当に使ってくれるのか、企業の人も心配しました。そんなときには、自分たちの研究成果をきちんと説明して理解してもらい、仲間としていっしょに夢中になって取り組んでくれる企業の人がいなければ、絶対に商品にはなりません。「カリグリーン水溶剤」も、そのような企業の人たちがいたからこそ、商品にできたのです。

重曹農薬がイチゴに被害を出した失敗から、10年以上の努力が実りました。「カリグリーン水溶剤」を実際に手にしたとき、本当にうれしかったことを今でも覚えています。

さらにうれしいことに、「カリグリーン水溶剤」は現在でも世界中の農家の人たちに使い続けてもらっています。アメリカのカリフォルニア州では、有機栽培ワイン用のブドウを育てている農家のほとんどが「カリグリーン水溶剤」を使っています。そこで使われる農薬には、世界で最も厳しいレベルの安全審査があります。それに「カリグリーン水溶剤」は合格したのです。日本でイチゴやキュウリづくりに使われています。

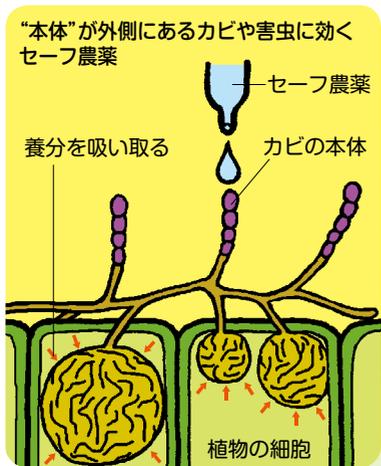
## ■セーフ農薬、完成へ

「カリグリーン水溶剤」が販売されて、とてもうれしかったのですが、すぐに

うどんこ病に感染した葉は白くなります。「カリグリーン水溶剤」をぬった「RIKEN」の部分だけ、うどんこ病が感染しないで緑色の文字に見えています。



「カリグリーン水溶剤」の効果



もっとたくさんのセーフ農薬をつくる必要があることに気づきました。「カリグリーン水溶剤」では、防ぐことのできない病原菌もあります。害虫も大きな問題です。そのため、作物を育てるときに、「カリグリーン水溶剤」以外の、従来の化学農薬じゆうらいも使われています。私たちは、化学農薬を使わずに、セーフ農薬だけで作物をつくれるようにすることを次の目標もくひようにしました。

うどんこ病菌は、“本体”が植物の外側にあり、“根っこ”を植物の中につ

こんで養分を吸い上げます。その本体に「カリグリーン水溶剤」が効いて、うどんこ病を防ぐことができます。

害虫のダニも、植物の外側から“口”だけをつっこんで植物の養分を吸い上げます。私たちは、1000種類ほどの食べ物をダニにふりかけて効果を調べました。そしてついに、ケーキをふわふわにさせるために加えるものがダニに効くことを見つけました。それを主成分とする農薬を開発し、2001年に「アカリタッチ乳剤」という名前で発売されました。

現在では、もうすぐ発売予定のものもふくめて6種類のセーフ農薬をつくり、17種類の病原菌や害虫から作物を守ることができるようになりました。

私たちはいま、アブラムシ用のセーフ農薬をつくろうとしています。さらに強敵きやうてきのアサミウマという害虫こんちゆうがありますが、それは昆虫に食べてもらうことで作物を守ることができます。そうすれば、ビニールハウスの中では、イチゴやキュウリ、メロン、ナスなどさまざまな作物を、従来の化学農薬を使わずにセーフ農薬だけでつくることができます。セーフ農薬は完成かんせいに近づきました。

## ■次の夢へ

もちろん、セーフ農薬はビニールハウスかこに囲まれていない田畑でも効き目があります。先ほど紹介したカリフォルニア州のブドウ栽培も屋外です。しかし、屋外で雨風によってやってくるカビや害虫の中には、セーフ農薬では防ぐこと



これまでにつくった6種類のセーフ農薬と、開発中のアブラムシ用セーフ農薬

のできないものがあります。ビニールハウスで雨風や害虫しんにゆうの侵入を防げば、それらのカビや害虫から作物を守ることができるので、セーフ農薬だけで作物をつくれるのですが……。

私は、セーフ農薬では防ぐことのできないカビについてもなんとか対策たいさくを立てたいと思っています。先ほどお話ししたように、セーフ農薬は、カビなどの“本体”が植物の外側にあり、“根っこ”を植物の中につっこんで養分を吸い上げるタイプに効き目があります。しかし、本体まで植物の中に侵入してくるタイプには効き目がありません。

カビが病気を起こすときには必ず植物に侵入します。私は、カビがどのような仕組みで植物に侵入するのかわかっています。もしかしたら、カビの種類はちがっても侵入する仕組みには共通きゆうつう点があるかもしれません。その共通の仕組みをじゃまする農薬をつくれれば、1種類の農薬だけで、セーフでは防げないすべてのカビから作物を守れるかもしれません。そんな新しい夢に向かって、研究を続けています。

実際の研究では、成功せいこうよりも失敗することのほうが多くなります。特に、セーフ農薬のような、今までになかった新しい考え方のものをつくる研究は、失敗れんぞくの連続です。「カリグリーン水溶剤」をつくる時、4年間も失敗ばかりしていたことをお話ししましたね。だれかが成功したことに改良を加えるような研究は、計画どおりに進むかもしれませんが、本当に新しい研究はなかなか成功しないものです。

ただし、私は長年研究を続けてきて強く思うのですが、たとえ失敗ばかりでも、本当に自分がおもしろいと思うことで夢を追い続けるのは、とても楽しいものです。みなさんも、新しいことに、ぜひ挑戦ちやうせんしてみてください。

■参考資料 ●「安全な農薬で食糧問題に貢献する」『理研ニュース』2006年4月号（研究最前線）  
●「SaFE農薬、完成へ」『理研ニュース』2012年1月号（特集）

『環境報告書 2012』別冊

未来の環境を受け取る子どもたちから  
理研の博士3人への質問

## 食糧問題を 解決できるか？

### ● 発行

独立行政法人 理化学研究所 総務部庶務課

〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

電話／048-462-1111（代表）

Eメール／eco-jimu@riken.jp

### ● 取材協力

榑原 均 グループディレクター

横浜研究所 植物科学研究センター 生産機能研究グループ

白須 賢 グループディレクター

横浜研究所 植物科学研究センター 植物免疫研究グループ

有本 裕 特別招聘研究員

社会知創成事業 イノベーション推進センター 有本特別研究室

● 構成・文：立山 晃（フォトンクリエイト）

● イラスト・デザイン：岩崎邦好デザイン事務所



環境報告書 2012

<http://www.riken.jp/kankyohokokusho/2012/>