



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。

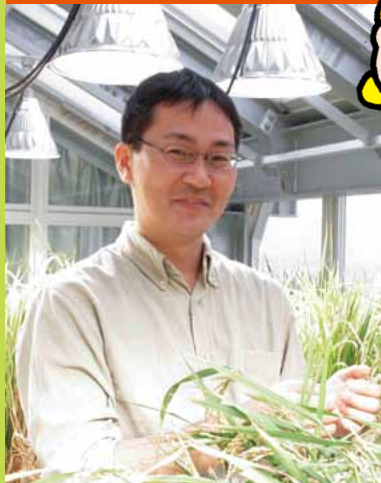

理化学研究所（理研）では、そのような人類全体の大問題を解決する科学・技術を生み出すために、さまざまな研究を行っています。

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

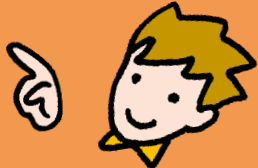
## 食糧問題を解決できますか？



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す。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わります。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、こ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。

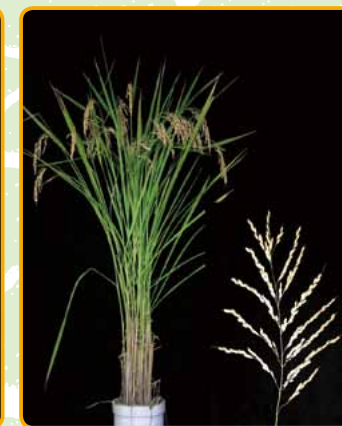
ハバタキでは、つぶができる穂でサイトカイニンを分解するタンパク質があまり働きません。サイトカイニンは分解されず、細胞分裂が活発になるこ



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て、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。