

遺伝子組み換え作物の現状 食の安全性と遺伝子組み換え技術

独立行政法人 農業生物資源研究所 遺伝子組み換え研究推進室長 田部井 豊さん

実施日 2007年3月28日

研究所概要

農業の生産性の向上や、新たな農産物の創出、新生物産業を目指した研究開発。現在、バイオテクノロジーを中心とする基礎的・先導的な研究および技術開発に取り組んでいる。

インタビューの趣旨

生活に身近な「食」という観点から、普段の生活でも目にする事の多くなった「遺伝子組み換え」の現場取材してきました。従来の作物と遺伝子組み換え作物を比較することで見えてきた、さまざまな可能性や問題を紹介します。



農業生物資源研究所の育成実験施設

■遺伝子組み換え作物の登場

——遺伝子組み換えの研究が進められてきた背景と、これまで田部井先生が関わられてきた研究についてお聞かせください。

私は1985年に農林水産省の研究機関に入りました。ちょうど、遺伝子組み換え作物が登場し始めた頃です。この当時は、細胞融合の研究が盛んでした。この細胞融合は、異なる植物同士の細胞を融合させて、片方に発生していた形質をもう片方の植物に入れるというものです。確かにいろいろな可能性はあるけれど、細胞融合ではAという作物とBという作物のすべての遺伝子が混ざってしまいます。すべての遺伝子が入るということは、不要な遺伝子も入ってしまうということになり、そのため育種（生物のもつ^{いくしゅ}遺伝的形質を利用して改良し、有益な品種を育成すること）がしにくくなることもありました。しかし、遺伝子組み換えでは、病気に強いなどの必要な形質だけを植物に組み入れることができます。品種改良においては非常に有効だろうと、容易に想像できました。また、さまざまな植物の遺伝子を使えることも大きなメリットです。このようなことから、遺伝子組み換えの技術はより重要だろうということになり、1988年頃から農林水産省でも遺伝子組み換えの研究が本格的に始まりました。

その当時私は、ウリ科野菜の育種の研究チームにいました。ウリ科野菜とは、キュウリ、メロン、スイカ、カボチャなどです。これらの野菜は生産量も多いため、特に重要な分

野でした。しかし、ウリ科の組織培養^{ばいよう}はすごく遅れていて、組織から個体を細分化することすらも難しかったんですね。細分化形をつくりながら遺伝子組みかえを導入する方法などの研究を進めていきました。

何度か研究所の異動や出向をしながら、病気に強いキュウリを作る研究や、それら新種植物の環境に対する安全性の評価。イネが倒れにくくなるよう茎を短くするなど、草型を改良する研究などに携わりました。研究に加えて、遺伝子組みかえ作物の社会的な需要を増進するため、安全性を説明するような講演も行っています。そこでは、遺伝子組みかえ食物を不安に感じている消費者に出会います。一般の消費者のなかには、遺伝子組みかえ作物から花粉が飛んで、遺伝子がまき散らされることを不安に思う人もいます。花粉が飛んで遺伝子が拡散することは、植物そのものの性質ですから、ある意味では仕方がないことです。しかし、遺伝子によっては、まき散らされて困るものもあるでしょうし、たとえ安全であっても遺伝子組みかえは嫌だという人にとっては、遺伝子が飛んできたら困りますよね。そういうことにも応えるための研究として、花粉ができない植物をつくる研究もしています。

植物の細胞質に遺伝子が入っても、基本的に花粉には遺伝子が移行しません。ですから、葉緑体に遺伝子を入れるという技術を開発しています。そうすると、花が咲いて花粉ができて、そこには、組みかえによって導入された遺伝子が入っていないことになります。この技術は世界的にもかなり難しく、イネではまともな成功例がほとんどありませんが、この研究所では成功するようになってきています。

カナダで除草剤耐性のナタネがつくられていて、その種が日本に入り、種がこぼれて野生化しているといわれています。カナダのナタネが交配して、日本のナタネにどのくらい浸透していくか、という研究もしています。

さまざまな側面からこの研究の必要性や、品種改良としての可能性を感じ、この技術の研究をさらに進めたいと感じています。

■医薬品としての実用化へ

——現在はどうのような遺伝子組みかえ作物を研究していますか。

研究所で研究を進めている中で、今一番進んでいるものとしては、花粉症を緩和するお米です。メカニズムとしては、花粉アレルギーの原因となるタンパク質の一部をお米の中に持たせるようにして、それを食べることで体を花粉に慣れさせていくというものです。私たちは毎日いろいろなタンパク質を食べていますが、ほとんどアレルギーを起こしませんよね。これは、腸に腸管免疫回路^{ちようかんめんえきかいろう}というものがあって、腸管を通ると、「これは食べ物として体の敵ではない」という判断をするからだそうです。これを利用して、花粉症緩和米をこの回路を通り抜けさせて、体にこれは敵ではないと反応させます。すると花粉が体に



シャーレの中でカルスと呼ばれる細胞のかたまりから発芽させる様子



密閉実験中、遺伝子組み換えのイネについて解説を受ける

入っても、アレルギーが起こらなくなります。このようにして、花粉症を起こさない、あるいは緩和、予防することができるのではないかと試みをしています。ネズミでの実験は成功しています。一ヶ月間花粉症緩和米を与えたネズミと、そうでないネズミを比較しました。花粉症緩和米を与えたネズミのIG抗体（免疫グロブリン抗体。過剰に反応するとアレルギーの原因となる）を花粉症緩和米が与えられていないネズミの1/3に抑えることができたのです。

組みかえ体としても、たくさんものものがつくられています。けれど、商品化されているものはまだありません。花粉症緩和米も、医薬品か食品という議論がありましたが、今では医薬品ということで進めるべきだという厚生労働省での判断があり、相談しながら実用化に向かっています。

■現状との葛藤

——遺伝子組みかえ作物を研究する上での苦労などをお聞かせください。

遺伝子組みかえでは、技術的に何段階かに分かれて問題があります。最初の段階で大事なものは、対象となる植物がきちんと違う植物の遺伝子を入れられる仕組みをもっているか、ということです。ウリ科でもそうだったように、お米に遺伝子を入れることも難しかったのです。うまく遺伝子を導入できるかは、品種によっても違います。コシヒカリは難しかったですね。その次に重要なのは、必要な遺伝子を取り出せるかということです。遺伝子組みかえというと、簡単に遺伝子をもってきて、それを入れているようなイメージがあると思います。しかし、きちんと機能する遺伝子を取り出すこと自体が、とても難しいことなのです。一つの遺伝子を取り出すのに10年くらいかかる時代もありました。遺伝子の意味や働きを調べて、確認が取れるまでにも時間がかかります。

農業生物資源研究所が2001年に設立されてから、最初の5年間の大きな成果はイネゲノムの全塩基配列解読です。どの遺伝子がどのような働きをするのかが解明されることで、遺伝子組みかえに関する研究が進めやすくなるのです。他の植物の全塩基配列の解読も進めています。この研究はそこから先の研究の基礎となるところなので、慎重に進める必要があるのです。

解読ができれば植物に遺伝子を入れて、除草剤や害虫に強



一つ一つシャーレに細胞のかたまり(カルス)を植えつける作業の様子



密閉施設での実験が終わると、今度は隔離された屋外農場での実験が始まる

い植物をつくりますが、遺伝子組みかえ植物は、実験段階でも注意を払います。実験を終えた植物だけでなく、実験に使用した土や鉢、水など使用したものは全て基本的に高圧熱湯処理をして、生きた組みかえ細胞が外に出ないようにします。また、根っこの部分は組みかえ体とはみなされませんが、遺伝子導入に使った生物が残っている可能性があるため、この部分も処分します。培地をつくる時も無菌状態にします。培地には栄養分が入っているから、殺菌しておかないとすぐにバクテ

リアやカビが発生してしまうんです。もちろん遺伝子導入も無菌状態で行います。

こうして長い時間と手間をかけてできた新種の安全性をきちんと評価して商品化することが、次の問題になります。普通に交配して品種改良したものや、放射線照射による突然変異体などは、そのまま品種登録ができます。しかし、遺伝子組みかえの場合は、事前に危険性がないことを実験によって何度も確かめていきます。遺伝子組みかえ植物の安全性評価の仕組みが確立されており、これにのっとって安全性評価を進めます。

こうして安全性が確認された種を実験室内部ではなく、外で栽培してもいいという許可をするのが、「遺伝子組みかえ生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」、一般的には「カルタヘナ法」といわれる法律です。この許可がとれた植物はまず閉鎖系温室で栽培されます。実験室でできたものを初めて外の土に植えるのです。チェックを受けたあと、特定網室で外気に晒して栽培します。それを経て、隔離圃場^{ほじょう}に移し、自然に近い環境のもとで栽培します。隔離圃場はフェンスで囲まれ、トラクターなどを洗う場所もきちんと設けられています。遺伝子組みかえ植物が外にでないよう、きちんと管理しているわけです。外部での実験をクリアし、食品や飼料として利用できるメドが立ったら、また別の法律での認可を取らなくてはなりません。一つの遺伝子組みかえ作物を作り出すには、膨大な時間とお金がかかるのです。

商品化した後にも問題があります。日本の消費者の多くは、遺伝子組みかえ作物を使いたいか使いたくないかという、使いたくないというほうが多いですよ。社会的に受け入れられるための活動が重要だと感じます。

2005年の資料によると、一年間に1200万tの遺伝子組みかえ飼料が使われています。それを家畜が食べ、私たちはその家畜の肉やその加工食品を食べているわけです。この10年間、遺伝子組みかえ体は世界的につくられています、何も起こっていません。もし本当に問題があるならば、もう起こっていると思うんですよ。

■可能性は無限

——遺伝子組換え作物を栽培するメリットについて教えてください。

遺伝子組み換え作物は、環境問題にも役立っています。例えば、オーストラリアでは今、100年に一度の大干ばつに見舞われていますよね。世界的に見ても、砂漠が増えて、水不足になってきています。イネのように水田でつくるものはいいんですけど、小麦のように畑でつくるものは、今まで以上に乾燥した環境の中で育成しなければならなくなってくる。そこで、世界的には、乾燥に強いものを遺伝子組み換えでつくろうという流れになっています。特に小麦は、主食とされる地域も多いわけですから、そのまま食料問題につながっていくわけです。環境にやさしいエネルギーとして注目されているバイオエタノールは、遺伝子組み換え技術を使って低価格で作ることができます。バイオエタノールの問題点は、コストが高すぎて現在のガソリンの精製と比べると格段に高くなってしまいます。コストを下げるには、原料となるトウモロコシなどを安く、大量に手に入れるしか方法はない。この点でも、遺伝子組み換えは期待されています。

例えば、世界的には栽培されている害虫抵抗性のトウモロコシを使うと、アワノメイガなどの鱗翅目（チョウやガのこと）に対して、殺虫剤をまく必要がなくなるんです。殺虫剤がいらなくなると手間がかからなくなるのであれば、こういう作物を作りますよね。日本と違いアメリカは、地平線まで続くようなトウモロコシ畑を相手にしていますから、一回農薬をまくにも飛行機を使うので、莫大なコストがかかります。遺伝子組み換えトウモロコシを使うことで、一回でも農薬をまかなくて済むのでコストダウンできるようになるのです。

また、トウモロコシやダイズに多いのですが、除草剤耐性の遺伝子組み換え作物というものもあります。これは、ある時期に一度除草剤を撒けば、雑草だけが枯れて、作物だけが残るものです。土地を耕して土を柔らかくしたり、肥料を混ぜたり、雑草防除をしたりするのが普通ですが、除草剤耐性の遺伝子組み換え作物を使えば、雑草防除をする必要がなくなるのです。不耕起栽培（農地を耕さないで栽培すること）を行えば、土が柔らかくなりすぎないので風や雨で土が流れません。アメリカでは土壌流出が、重大な環境問題としてあります。これが防げるというだけで使う価値があるんです。

もちろん遺伝子組み換えで期待されることに、農作物の収穫量の安定ということがありますが、それ以上に付加価値を持った植物を作り出すことが出来るという点があげられます。例えば、現在、健康機能性を付与したものを研究・開発しています。先程お話しした花粉症を緩和するお米、コエンザイム Q10 を強化したお米などがそうですね。これらはどうがんばっても従来の交配、育種ではできません。今までにできないことが出来るというのが、この技術の特徴ですね。

将来的なことですが、高血圧を防ぐ血圧降下米とか、血統が高いときに食べるとインスリンの分泌を促進するような物質が入っている糖尿病対策米も考えられています。さらに進むと、骨粗しょう症やアルツハイマーの予防ができる可能性もありますね。

他にも直接食べる機能を求めるだけでなく、医薬品を植物につくらせようという研究もされています。最近ですと、HIVエイズの抗体をタバコに作らせるという話もあります。今までの医薬品は微生物につくらせて、タンクで培養していました。もし植物でつくれるならば、「タンクで温度を管理して攪拌して、栄養分を与えて…」ということ太陽の光でできることになります。CO₂削減に結びつきますし、エネルギーの面からもメリットがあると思います。

さらにその先で考えられているのは、環境修復をする植物です。たとえばダイオキシンを吸収して分解するとか、分解はできなくても、その土地の重金属を吸収して、その植物を刈り取ることによってその土地をクリーンにするとか。吸収して持ち出すだけなら非組みかえ体を使った研究でもありますが、遺伝子組みかえによってさらに吸収効率を上げようとしています。

私自身がやっているのは、ウリ科植物にダイオキシンを吸収させる研究です。ウリ科植物は、結構ダイオキシンの吸収率がいいんですね。そこで、キュウリのダイオキシン吸収率をさらによくする。さらに吸収したダイオキシンを分解するための酵素の遺伝子を導入して、どんどん分解してしまう。そういうものを実験的につくっています。植物には非常に多くの可能性があるんです。

■遺伝子組みかえによるデメリット

——遺伝子組みかえ作物の栽培で、植物ならではのデメリットはありますか？

注意すべきことがあればきちんとお伝えします。私は、あまりデメリットがあると思えないんですが、感情的に反対する人への説明は置いておいて、あえて気をつけることをお話ししますね。

医薬品や工業原材料をつくるための遺伝子組みかえ植物、つまり非食用のものでは、万が一それを食べてしまったときに安全かどうかという問題があります。口にしてしまった場合に、本当にそれが安全かどうか。医薬品として強い効果を発揮するものであれば、摂取しすぎたら毒になります。「毒にも薬にもなる」という言葉があるくらいですしね。口に



研究施設には広大な実験農場がある

したときに安全でないものが、例えば野外で他の作物と交雑（遺伝的に異なる系統や品種同士で交配すること）して、それが食品として消費者の元へ届くようになったら、問題ですよね。栽培をコントロールすることが必要だと思います。交雑させないために徹底して他の植物との距離をおいたり、実験室の中だけでの栽培を許可したり。今後、非食用の遺伝子組みかえ作物の利用は管理することが重要になってくると思いますね。

あと、よくいわれていることに外資系企業による遺伝子組み換え植物の種子の独占があります。遺伝子組み換え植物の特許を外資系企業に抑えられていることに対して、反感を持っている人たちがいます。しかし、これはデメリットや、遺伝子組み換え植物固有の問題というわけではないと思います。特許を持っているのは、外資系企業に先見性と予算の投資があったからです。特許は植物に限らず、工業製品でも存在しますよね。企業が新しい技術を開発、発見することへのインセンティブ（やる気を起こさせるような刺激）を特許という形で与えています。特許の性質上、20年経てばみなが使えるようになります。日本企業も、様々な分野で特許を取得しています。研究を進めるためにはインセンティブがあったほうがいいでしょう。ですから私は、反対できないと思っています。



密閉実験施設では様々な組み換え作物が育てられている

■組み換え作物の理解を求めて

——今後、消費者に受け入れられるための課題を教えてください。

経験からいくつか考えられることをいうと、まずは飲食料の品質や生産方法を保障するJAS法による店頭商品への表示義務が逆効果をもたらしている気がします。「遺伝子組み換えではない」というのが「たばこの吸いすぎに注意しましょう」と同じようにとらえられてしまって、危ないから遺伝子組み換え作物を使わないようにしようという誤解を生んでいます。遺伝子組み換えはよくない、遺伝子組み換えでないほうが良いと認識されてしまっています。

遺伝子組み換え作物の表示が義務付けられるのは、遺伝子組み換え作物の使用の可能性がある場合と、使用が明らかな場合です。あくまでも選択の権利を与えるために表示しているはずなのに、これが誤解を生んでいるので、この部分を変えていければと思っています。

この10年間、遺伝子組み換え体は世界的に作られていて、日本人は年間1200万tも食べていますが、特に問題は起こっていません。この事実はみなさんに伝えているのですが、なかなか理解が得られていないのです。

私は機会があると、遺伝子非組み換え作物の使用の表示を「任意」ではなく、遺伝子組み換え作物を使っていなかったら「書かない」に変えてほしいと思っています。けれど、法律改正にも関わるものですから、なかなかうまくいきませんね。

結局、安全を続けることが、安心につながると思うんです。遺伝子組み換え作物をつくりたいという人と、遺伝子組み換え作物は嫌だという人、双方の権利が守られるような仕組みが必要になってくると思います。遺伝子組み換えはよくわからない、とにかく不安だ、という人に情報をきちんと与えて、議論して、理解してもらいたい。それでも嫌だという

人がいたら、いいという人と嫌だという人が共存できるような仕組みが必要だと思います。

生産性のメリットがあるから遺伝子組み換え作物をつくりたいという人が、きちんとつくれるような仕組み。野放しでつくるのではなく、きちんと周りとの距離をあるとか、組み換えが嫌だからといってつくっていない人に、実害が出たらどう保障するのか、ということを含みます。共存のルールができることは、ある意味では安心にもつながると思います。

■身近な問題としてとらえる

——消費者の方にメッセージをお願いします。

正確な情報を消費者の方には理解してほしいですね。そのためには、このような情報を必要なときにすぐにアクセスできるようにしなくてはなりません。消費者にとって農林水産省というと、なんとなく敷居が高く、問い合わせなどもしづらいかと思います。それでも、今ではインターネットが発達してきているので、消費者の目につきやすいところに分かりやすく情報を公開し、「遺伝子組み換え」と検索したときに、安全性に関する情報など、必要としているものがパッと出てくるようにする努力が必要ですね。情報の発信源として、非常に強力なツールになると思いますね。

エネルギー問題や食糧問題は、身近に感じられないかもしれませんが。技術的なことは難しいとも感じるでしょう。けれど近い将来、必ず私たちに迫ってくる問題です。正しい知識をもって問題に向かい合ってほしいと思います。そのための情報を私たちは発信していきたいと思います。