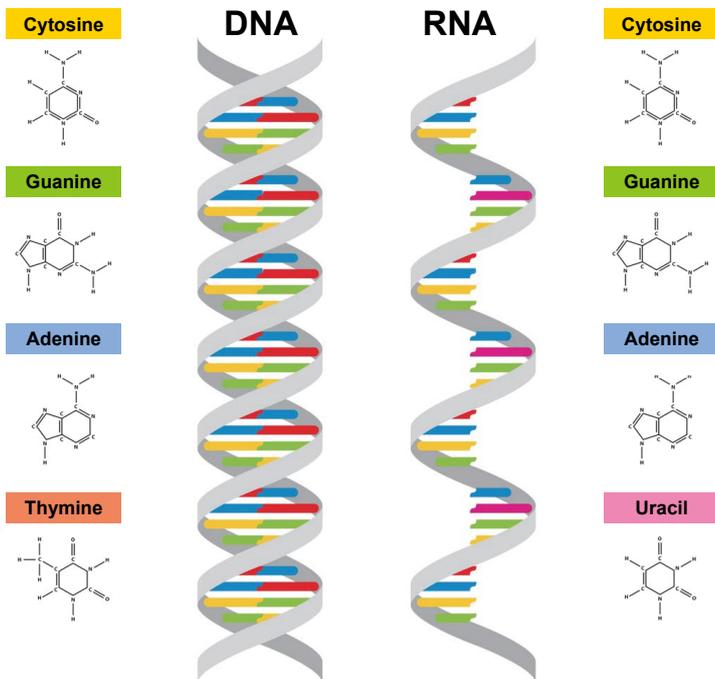


特集



Part 1

ゲノム編集の基礎知識

Part 2

育種の高度化・効率化をめざす研究の動向

Part 3

育種技術をめぐる世界と日本の動き

Part 4

わたしはこう考える

現在、世界中で新たな育種技術としてゲノム編集技術が脚光を浴び、日本においても、近年次々と研究成果が挙げられている。一方、遺伝子組換えと同じような議論も生まれてきた。新しいものが世に出て人の役に立つのは、開発する側の技術「シーズ」と、使う側の潜在的な「ニーズ」が結びついたときだ。育種技術が進化するほど、生産者はこれからの農業にどんな作物が必要なのか発信する立場になるだろう。今回は、ゲノム編集をはじめとする技術を踏まえ、農業において育種をどう捉えるべきか専門家や生産者の意見を特集した。（取材・構成／平井ゆか）

# ゲノム編集 育種新時代への備え

# ゲノム編集の基礎知識

## 用語解説

### 遺伝的な形質の基はDNAの塩基配列



#### DNA

デオキシリボ核酸の略。生物の細胞の核の中にある染色体は、ヒストンというタンパク質とDNAが巻きついたもの。DNAは二重らせん構造。イラストのグレーの部分は糖とリン酸でできており、黄、緑、青、赤の部分は塩基でできている。

#### 塩基配列

塩基の並び方。DNAの塩基は、C：シトシン、G：グアニン、A：アデニン、T：チミンの4つある。常にCとG、AとTがペアで並ぶ。このDNAの塩基配列が遺伝情報を担う。イネの塩基配列は約4億3,000万対ある。

#### RNA

リボ核酸の略。RNAは、DNAの遺伝情報を基に、アミノ酸を結合させ、タンパク質を合成する役割を担う。

#### 遺伝子

DNAでできている遺伝情報の1つの単位。

#### ゲノム

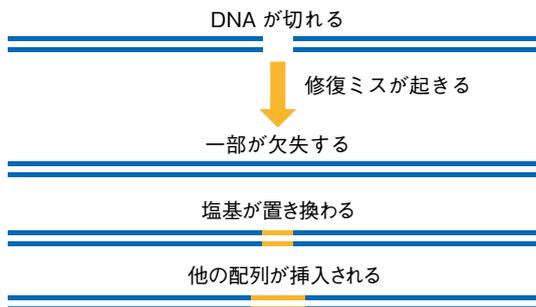
すべての遺伝情報。

#### DNAマーカー

個体の性質の違いを表す特定の塩基配列で、品種や個体を識別する目印となる。

## 従来育種法——膨大な時間がかかる

### 突然変異育種



※図の2本線は、いずれも二重らせんのDNAを示す

本来、自然界でもDNAが切れることによって突然変異が起きる。DNAは切れると自然に修復されるが、まれに修復ミスが起き、一部の塩基が欠失したり、置き換わったり、他の配列が挿入されることによって変異する。突然変異育種は、ガンマ線や粒子線ビームなどによる放射線照射や、化学物質や培養などにより突然変異を誘発する。ただし、確率は10万～100万分の1と低く、たとえばナシ黒斑病耐性のあるゴールド二十世紀の育種には28年を要した。

### 交配選抜

2個体間で受粉または受精を行ない、数万～数十万個の個体のなかから目標とする品種を選ぶ作業を繰り返す。最終目標の新品種ができるまで5～50年かかる。

## ゲノム編集の特徴

ゲノム編集は、DNAの狙った場所を変異させる技術。スクレアーゼ核酸分解酵素によって、DNAの一部を切り取って、ある性質を消し去ることはかなり注目されがちだが、切り取った後に、塩基配列を変えたものを入れ込むこともでき、ある性質を強くしたり弱くしたりすることもできる。

大きな特徴は、CRISPR/Cas9などのスクレアーゼによって、狙う確率が非常に正確になったということである。ただし、確率は100%ではないので、検証は必要である。

原理は突然変異育種と同じである。ただし、放射線照射や化学物質による突然変異育種では、特定の場所を狙い撃ちできないため、後から目標とする特性に近いものを拾ってくるという方法である。

### 塩基配列に加え 遺伝子情報の解読も必要

スクレアーゼで狙い撃ちするには、塩基配列の解読が必要である。加えて、ある塩基配列がどういう働きをしているのか分かって初めて、狙い撃ちすることが可能。つまり、塩基配列に加え、あらかじめ遺伝子情報の解読しておくことが必要だ。

たとえばイネはすべての塩基配列が解読されているが、どこがどんな働きをしているかというのは、すべては解読されていない。徐々に解読されているので、分かっているとこころは狙い撃ちすることができる。

### 遺伝子組換えとの違いは 異種遺伝子を入れないこと

ゲノム編集は、その個体の中で自

## ゲノム解析による育種法——時間を大幅に短縮

### DNAマーカー選抜

たとえば、親品種に耐病性を持たせる場合、2つの品種のDNAマーカーを特定して遺伝子を受け継ぎやすいように交雑し、DNAマーカーで個体を選抜する。育種が短期化できる。

### ゲノム編集

#### ● 自分の遺伝子を改変する

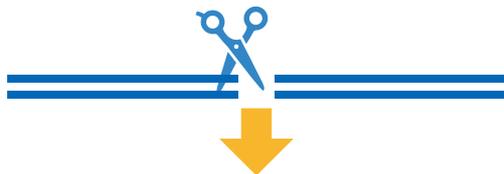
例) 病気に強い遺伝子など



人工的につくったヌクレアーゼというツールを使い、塩基配列の一部を切断して突然変異を誘発し、遺伝子を改変する技術。狙った場所を高い確率で正確に切断できるのが大きな特徴である。原理は突然変異育種と同じ。また、ヌクレアーゼをつくる時、遺伝子組換え技術を使用するが、交配した次の世代に異種の遺伝子は残らない。

ヌクレアーゼとは、核酸のDNAやRNAを分解する酵素の総称である。CRISPR/Cas9（クリスパー・キャスナイン）、TALEN、ZFNなどがある。遺伝子組換えで使う制限酵素もそのひとつ。現在、最も注目されているCRISPR/Cas9は、Cas9タンパク質と、ガイドRNAで構成されている。Cas9タンパク質はDNAの塩基配列を切断する働きをし、ガイドRNAはCas9タンパク質を特定の位置に文字どおりガイドする働きをする。

ヌクレアーゼ（CRISPR/Cas9）でDNAを切る



突然変異育種と同じように変異を起こす

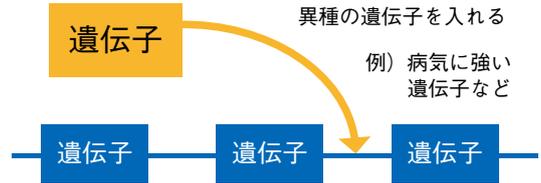
ゲノム編集では複数の遺伝子を一度に改変できる



ガイドRNAを複数同時に使うことにより、多収・耐病性・ストレス耐性・良食味などを一度に、また6倍体の麦も一度に改変できる。

※図の2本線は、いずれも二重らせんのDNAを示す

### 遺伝子組換え技術



組換えDNA技術とも言う。ある生物の有用な遺伝子を持つDNAを「制限酵素」で分離して、改良したい生物のDNAに組み入れ、新たな性質を加える技術。育種では、異種が持つ耐病性などの特性を持つ品種に改良ができる。植物に寄生するアグロバクテリウムという細菌を用いる「アグロバクテリウム法」や、金属粒子にDNAを付着させて細胞に打ち込む「パーティクルガン法」がある。

#### 解説●富田房男氏 北海道大学名誉教授……………

分の遺伝子を変化させるので、異種の遺伝子を入れない。一方、遺伝子組換えは、自分の中の遺伝子を変えたものを取り入れることもできるが、異種を入れることが多い。したがって、遺伝子組換えより、ゲノム編集のほうが一般社会においては抵抗が少ないことが期待される。ただし、ヌクレアーゼをつくる時、遺伝子組換え技術を使う。また、たとえば除草剤のラウンドアップ耐性を持たせようとする場合

合、ゲノム編集では、その個体のDNAの塩基配列のどこを変えたらラウンドアップ耐性を持つタンパク質になるのか正確に分かっていない。それを調べるには大変な時間がかかる。そのため、ラウンドアップ耐性を持つ作物から、該当する遺伝子を持ってきて入れるという遺伝子組換えのほうが、遺伝子の情報を解読するための時間がかからない。ラウンドアップ耐性に限らず、他の特性についても同じことが言える。

# 育種の高度化・効率化をめざす研究の動向

## 現状と可能性を探る

ゲノム編集の研究が活発になってから数年。他の遺伝子技術も含めて研究は進んでいるが、日本ではまだ一般栽培できる段階には至っていない。遺伝子改変が育種にどんな恩恵をもたらすのか。最近の研究をピックアップした。



ここでは、昨今、急速に発展しているゲノム編集をはじめ、育種に関する技術の研究例の一部を挙げる。これらの技術が活かされれば、伝統的な育種とは比較にならないほどの短期間でできるため、品種改良の可能性は大きく広がることになる。

育種にかかる時間の制約を外して考えたとき、どんな性質を持った作物がこれからの農業にふさわしいのか、また顧客に求められているのか、農業経営の現場から発信していくのは農業者自身になるだろう。

ゲノム編集は、2013年にCRISPR/Cas9が発表されたのを機に脚光を浴び、日本でもこの技術を使った研究や、周辺技術の研究成果が次々と報告されている。これまでに研究されてきたイネをはじめ、さまざまな作物のDNA塩基配列解読に加え、作物ごとにそれぞれの配列が作物の性質にどう影響するのかを解析する研究が進められている。ただし、イネを含め、どの作物もすべての配列が解析されているわけではない。さらに解析が進むにつれ、目的に合った品種改良の技術として確立していくだろう。

一方、ゲノムの研究が進むにつれ、遺伝子組換え技術も進展している。ここでは挙げていないが、家畜や水産物のゲノム研究も進んでいる。さ

らに新たな技術も開発されており、一つひとつの技術を区分けすることが難しくなっている。なお、遺伝子組換え作物は、規制のもと、現物を手にすることができず、ゲノム編集は規制

のあり方を含めて議論中であり、実用化に至っていない。いずれの技術も研究に終わらず、消費者と生産者が、技術の恩恵を受けられるような日が来ることを期待する。

### 遺伝子組換え

	取り組み
スギ花粉米  農研機構 17年10月 (継続研究) (写真1)	スギ花粉症の症状改善効果についての臨床研究を実施する東京慈恵会医科大学および大阪はびきの医療センターに、スギ花粉米を提供。スギ花粉米（ポリペプチド含有米およびペプチド含有米）の用途開発とその実用化を加速するため、一定の条件のもと、研究利用する大学や民間企業等に提供し、オープンイノベーションを推進することとしている。
複合病害抵抗性イネ  農研機構 17年4月 (継続研究) (写真2)	17年4月20日に遺伝子組換えイネ（複合病害抵抗性イネ）の栽培実験計画書を公表し、5月13日に一般説明会を開催した。5月31日には隔離圃場において、梓水田への田植えと畑への播種を行ない、第一種使用等（P21「カルタヘナ法」参照）による栽培を開始。



写真1：スギ花粉米の機械による収穫  
(農研機構提供)



写真2：隔離圃場でのイネ栽培、移植14日目  
(農研機構提供)

ゲノム編集

作物の品目ごとに編集技術の確立が進んでいる

作物	研究グループ (研究発表時)	目的	手法	成果	研究者による 今後の可能性と展望
ジャガイモ	大阪大学 理化学研究所 神戸大学 北農研 (16年7月)	天然の毒素 (ソラニン、 チャコニン) を含まないジ ャガイモの作 出	有毒物質の生合成に関 わる遺伝子をヌクレア ーゼTALENを用いて 破壊。	ソラニンなどの毒 素含有量が激減。 正常に生育、塊莖 を収穫。	萌芽の抑制、高脂 血症予防や認知症 発症遅延などに効 果のある有用成分 を増強。
リンゴ	徳島大学 農研機構 岩手大学 (16年8月)	リンゴのゲノ ム編集技術の 確立	植物の色素カロテノイ ド生合成酵素の遺伝子 をCRISPR/Cas9に よるゲノム編集で変異 させた。細胞が白化す ることを視覚的に解析 できる。	リンゴのゲノム編 集技術の確立は世 界初。高い効率で 変異させることが できた。	リンゴの持つさま ざまな遺伝子機能 の解析に役立つ。
アサガオ	筑波大学 農研機構 (17年8月)	アサガオのゲ ノム編集技術 の確立	紫色の花と茎を持つ品 種をモデルに、色素ア ントシアニンを合成す る酵素の遺伝子を CRISPR/Cas9で不 活化させた。	花が白色に、茎が 緑色へと変異。標 的とした遺伝子配 列以外の遺伝子変 異は認められなか った。次世代種子 から育ったのも白 花緑茎。	アサガオの色素以 外の多くの遺伝子 について、ゲノム 編集技術を用いた 機能解析を展開す る。
トマト	筑波大学 (17年8月)	健康機能性成 分として注目 されている GABAを多く 蓄積するト マトの作出	グルタミン酸から GABAを合成する酵 素GADに着目。通常 状態でGADは「ふた」 で覆われており、 GABAは合成されな い。そこで、CRISPR/ Cas9を用いて「ふた」 の切断除去を試みた。	GABAの蓄積量は 野生型のおよそ15 倍にあたる5mg/ 100gFWに達した。	食用として流通し ているトマトの親 系統へ本技術を適 用し、育種技術と して利用すること も可能。
キク	農研機構 (17年3月)	ゲノム編集技 術を利用した キクの性質改 変	キクは6倍体で栄養 繁殖性であるため、同 じ機能を持つすべての 遺伝子への変異導入が 必要。そこで、複数個 の蛍光タンパク質遺伝 子が導入されたキクを 作出し、キクの複数個 の内在遺伝子に見立て てゲノム編集を行なっ た。	これまで困難であ った高次倍数性かつ栄 養繁殖性植物のキク のゲノム編集による 性質改変に、世界で 初めて成功した。	
大豆	北海道大学 横浜市立大学 農研機構 (17年10月)	大豆のゲノム 編集技術確立	CRISPR/Cas9を利用。	国内で初めて、CRISPR/Cas9を利用して 大豆をゲノム編集する技術を確立。	

## 基礎研究

## 育種の効率化にもつなげる基礎技術開発

作物	研究グループ (研究発表時)	目的	手法	成果	研究者による 今後の可能性と展望
イネ	東京農工大学 農研機構 (16年7月)	倒伏抵抗性 を持つイネ 品種の開発	コシヒカリ(稈は細いが外側 にある皮層繊維組織が厚くて 丈夫)と、インド型の多収品 種タナカリ(稈は太いが皮層 繊維組織が薄い)を交配し、 それぞれ戻し交雑をすること によって、太さや厚さなどの 稈の性質をコントロールする 領域を絞り込み。	イネの強稈性に関わ る形質(稈の太さや 背の高さなど)をコ ントロールするゲノ ム領域を高精度に特 定。	世界のイネ、小麦品 種の倒伏抵抗性の改 良に取り組み予定。 スーパー台風に負け ないイネの品種開発 に貢献する。
サツマイモ	かずさ DNA 研 究所/農研機構 九州沖縄農研 センター/ほか 中国・韓国の行政・研究組織 (17年3月)	栽培品種と 野生品種の 塩基配列の 違いを解析	サツマイモは、ひとつの細胞によく似た6組のゲノム を持つ同質6倍体という複雑な染色体構造をしている ため、ゲノム解析が難しい。 栽培品種のゲノム上にある野生種の塩基配列と野生種 の違いを解析し、ゲノム上に配置した。		育種に必要な DNA マーカーの整備を進 められることから、 優れた新品種の育成 が効率的に行なえる ようになると期待。
イチゴ	トヨタ自動車 農研機構 (17年3月)	イチゴの品 種改良効率 化	トヨタが独自に開発した DNA マイクロアレイ技術をベース に、イチゴの遺伝情報を高精度 に解析する技術を開発。	重要病害(うどんこ 病、炭疽病)に強い 個体、および「四季 成り性」を有する個 体を選抜することが できる DNA マーカー の開発に成功。	病害抵抗性や四季成 り性の選抜に要する 期間を通常の2分の 1に短縮でき、栽培 面積も3分の1で済 むなど。
イチゴ	かずさ DNA 研 究所/千葉県農 林総合研究セン ター (13年11月)	食用イチゴ の全ゲノム 解読	国内外の研究機関と共同で、 食用イチゴ(オランダイチゴ) と4つの近縁野生種のゲノム 配列を解読。	食用イチゴのゲノムは8組のゲノムセットを 持つ高次倍数性であり、世界で初めて高次倍 数性の生物種のゲノムの解読に成功したこと になる。	

## 新手法

## 進化を続ける技術

技術	研究グループ (研究発表時)	特徴	背景	成果	研究者による 今後の可能性と展望
Target-AID	神戸大学 筑波大学 名城大学 (17年3月)	脱アミノ化反応機 構を採用している ため、DNA を切ら ずにシトシン塩基 からチミン塩基に 書き換えることが できる。	遺伝子を切る CRISPR/ Cas9 に代わる技術と して開発。Target-AID を植物用に最適化し、 イネやトマトの品種改 良への応用可能性につ いて調査した。	Target-AID を利用 して、受粉しなくて も実がなる「単為結 果性」を持つトマト を開発した。	単為結果性トマトで は授粉作業や着果促 進剤が不要となり、 農作業の効率化や低 コスト化が期待され る。
iPB 法	農研機構 カネカ (17年11月)	植物の芽の先端の 生長点にある未分 化細胞層に遺伝子 を導入し、そこから 生まれる生殖細胞 を通じて次世代 の個体を得る。	小麦などの国産主要品 種では、培養や個体再 生の効率が低いため、 遺伝子導入が非常に難 しかった。	小麦の海外品種 Fielder を用いて開 発。実用品種への遺 伝子導入でネックと なっていた細胞培養 や再分化のプロセス が不要で、「春よ恋」 にも Fielder と同程 度の効率で遺伝子導 入が可能である。	ゲノム編集にも応用 可能で、現在 CRISPR /Cas9 による小麦実 用品種のゲノム編集 に取り組んでいる。 また iPB 法はトウモ ロコシ、大豆などの 作物にも応用可能と 考えられる。

# 育種技術をめぐる 世界と日本の動き

## 特許・シェア競争と 規制のはざままで

### Part3

世界の穀物生産は、いまやGMO（遺伝子組換え作物）が大きなシェアを占める。輸入穀物に頼る日本では、間接的ではあれ多数のGM食品が食卓に上がっているはずだ。ゲノム編集による作物も、いずれ出回るだろう。ここでは遺伝子組換えとゲノム編集の過渡期に臨する国内外の動きを追った。

かつてバイオテクノロジーの分野で世界をリードした日本は、一時盛んだった遺伝子組換え技術の研究が、反対の動きを受けて中断した。

世界では、1994年に米国で遺伝子組換え技術を使った作物が実用化された。以降、遺伝子組換え作物は世界に広まった。2000年には、国連で遺伝子組換え生物による生物多様性への影響を防止するカルタヘナ議定書が採択された。

日本でもカルタヘナ法のほか、関連法の整備が進められてきた。しかし、現在市場に輸入作物は出回っているが、いまだ農業技術として実用化されていない。

一方、日本ではイネのゲノムの研究に力が注がれてきた。1991年、農林水産省主導でイネゲノム研究プログラムが開始。さらに98年、「全塩基配列の完全解読」「イネ有用遺伝子

遺伝子組換えによる作物の  
世界の収穫面積



世界の穀物  
および大豆の  
収穫面積 (参考)



日本では2017年2月16日現在、厚生労働省と内閣府食品安全委員会によって、ジャガイモ、大豆、テンサイ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、アルファルファ、パパイヤの8作物310種類について、遺伝子組換え食品の安全性が確認されている。

## 遺伝子組換え農作物の 安全性評価に関する法令

### ①カルタヘナ法

遺伝子組換え生物と他の生物との交雑による生物多様性への影響を防止することを目的としている。2000年に国連でカルタヘナ議定書が採択され、03年にカルタヘナ法が成立した。日本では04年にカルタヘナ議定書が発効されている。カルタヘナ法では、遺伝子組換え農作物の輸入、流通、栽培や、遺伝子組換え生ワクチンの動物への接種を「第一種使用等」として、生物多様性に影響が生じないか否かについて事前に審査を受けなければならない。

### ②食品衛生法

遺伝子組換え食品等を輸入・販売する際には、必ず安全性審査を受ける必要がある。無審査原材料に用いた食品等の製造・輸入・販売は禁止。

### ③飼料安全法

安全性審査が終了した遺伝子組換え飼料や飼料添加物でなければ、国内での流通や使用は認められない。

の単離および機能解明」「DNAマーカーを用いた効率的選抜育種技術の開発」が開始された。

また、10の国と地域が参加する国際イネゲノム塩基配列解読プロジェクト(IRGSP)にて、イネ品種「日本晴」の12本の染色体の塩基配列解読が行なわれた。2004年12月、完全解読が終了し、イネゲノムの95%の塩基配列が明らかになった。これを受けて、イネの塩基配列情報をムギ類のゲノム解析などに活用するための研究に発展した。

## ●世界の「5年」 シェアと特許をめぐる激戦

この数年、世界の大手バイオの再編が相次ぎ、品種開発の競争も激化すると見られている。すでにダウ・ケミカルとデュポンが統合してデュポン・バイオニアとなり、中国化工

集団がシンジェンタを買収した。ドイツの化学品メーカーBASFはバイエルの農業関連事業の一部を買収し、モンサントが大きなシェアを占める遺伝子組換え技術による農業市場に参入すると見られている。

育種技術においては、12年にCRISPR/Cas9が開発されたのを機に、この技術を使ったゲノム編集の研究が活発化した。

米国では16年、CRISPR/Cas9を使ったゲノム編集技術により褐色になりにくい白色マッシュルームが開発された。米農務省(USDA)は、これを規制の対象外とした。同じく16年には、デュポン・バイオニアがCRISPR/Cas9により育種したコーンを発表し、5年以内に米国の農業者向けに商品化する予定だという。

米国のほか、中国でもゲノム編集による育種の研究が活発で、15年に

年表：ゲノム解析による育種技術関連の主な出来事

年	日本	世界
1973		組換え DNA 技術確立
1979	科学技術庁「組換え DNA 実験指針」を制定	
1983		OECD が科学技術政策委員会におけるバイオ安全対策の検討開始
1986	名古屋大学グループがタバコ葉緑体の全ゲノムの塩基配列決定、京都大学グループがゼニゴケ葉緑体の全ゲノムの塩基配列決定	
1989	農水省「農林水産分野等における組換え体の利用のための指針」の制定	
1991		OECD、組換え DNA 技術を製造プロセスに利用したかではなく「製品ベース（プロダクトベース）の安全性評価」の原則を確認
1994	厚生省が初めて遺伝子組換え微生物（キモシン）の安全性を確認	米国で遺伝子組換えトマトの販売許可
1996	かずさ DNA 研究所がシアノバクテリアの全ゲノム構造解明。光合成生物として世界初 厚生省が大豆、ナタネなど7種の遺伝子組換え食品の安全性を確認	米国で遺伝子組換え作物の商業栽培が本格化
2000		生物多様性条約特別締約国会議再会合にて、生物多様性条約バイオセーフティ（カルタヘナ）議定書を採択
2001	改正 JAS 法により遺伝子組換え食品の表示義務化。食品衛生法が改正され、遺伝子組換え食品の安全性審査の法的義務づけ	
2003	カルタヘナ議定書国内担保法、食品安全委員会発足	カルタヘナ議定書の発効（17年12月5日現在で170カ国およびEU、パレスチナが締結）
2004	農水省主導のイネゲノム解読国際プロジェクト、主要作物の全ゲノム構造を解明 カルタヘナ議定書の発効	
2015	新たな育種技術研究会（農水省）報告書にて、ゲノム編集技術などの新たな育種技術（NPBT）の実用化案を報告	

出典：バイオサイエンスデータベースセンター、農林水産省、外務省の資料を基に編集部が作成

はヒトゲノムの臨床試験が話題となった。欧州では17年、欧州特許庁（EPO）が、ドイツのメルク社の医療における CRISPR 技術の特許を認めた。

CRISPR/Cas9 は、いまや農業と医療の世界的シェアを左右する可能性を持つ存在となっている。スイスの特許調査会社 IPStudies の発表によると、17年10月時点で、CRISPR/Cas9 に関連する特許群の申請が、じつに1880件以上にのぼったと伝えている。

CRISPR/Cas9 の基本特許は、その知的財産権をめぐる裁判が続いて

いる。米国特許商標庁（USPTO）が、ブロード研究所（マサチューセッツ工科大学とハーバード大学）にあると判断したが、カリフォルニア大学が異議を唱えた。

裁判は決着がつかないものの、ライセンス提供の動きは進んでいる。ブロード研究所とデュポン・パイオニアは、17年10月、共同で農業における CRISPR/Cas9 のライセンスを世界規模で提供すると発表した。IPStudies 社は、このことについて、CRISPR/Cas9 の事実上の特許プール（注）だとしている。

欧州特許庁は18年1月、ブロード

研究所の特許出願を要件が満たされていないとして無効にした。

## ●日本の「いま」 研究は進むも規制は検討中

世界の動きを背景に、内閣府では「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」を掲げ、そのひとつとして、13年、「新たな育種技術（NPBT）研究会」が立ち上げられた。技術については、事例（Part3参照）に挙げたような研究や開発が進められている。

CRISPR/Cas9 の基本技術については、ブロード研究所が日本におい

て国際特許を出願し、17年までに一連の特許が成立しており、今後、ライセンスが提供されることになる。

一方、法的整備については、研究会が「研究段階においてはカルタヘナ法に基づく適正な管理が必要。最終的に商品化する品種は、外来の遺伝子が残っていないと確認できれば、規制から除外される可能性がある」と報告している。

ただし、農産物の貿易の観点から、ゲノム編集への態度を決めかねている欧州など外国勢の判断を見ながら、規制のあり方については検討中という段階だ。

注：複数の企業や研究機関の特許権を集めて一括でライセンスを提供する仕組み

## 新たな育種技術「ゲノム編集」

# わたしはこう考える

ゲノム編集が何をもたらすのか、もたらすべきなのか。いまは議論の途中にある。生産者は品種開発に対してニーズを伝えるべきだろう。新技術研究者、開発企業、生産者、それぞれの立場からゲノム編集と育種について意見を寄せてもらった。

## 研究に対する規制は要らない 農業者に新技術を使わせないのは大きな間違い

富田 房男氏 北海道大学名誉教授

——富田先生は、長年、遺伝子組換え技術に携わってこられましたか、どのような研究をされてきたのですか。

富田 私は、民間企業の協和発酵に27年間、北海道大学の教授を13年間務め、現場と大学で、遺伝子組換えの微生物を使用したアミノ酸発酵や

**富田 房男**（とみた・ふさお）  
1937年、北海道生まれ。北海道大学・カナダのマックマスター大学大学院分子生物学博士課程修了。62年、協和発酵工業(株)に入社。同社つくば研究所所長を務める。89年、北海道大学教授に就任。2003年、北海道大学名誉教授。専門分野は応用菌学、工業微生物学、微生物バイオテクノロジーなど。受賞歴は、02年日本農芸化学会功績賞、15年国際会議開催貢献賞、ほか。



核酸発酵（を利用した製品）の生産や、植物の研究などに携わってきました。また、長年、国の産業構造審議会の化学・バイオ部会組換えDNA技術小委員会の委員も務め、遺伝子組換え微生物の法制化、カルタヘナ法の法制化に当たってきました。

### どの育種技術にも 国による規制は不要

——遺伝子組換え農作物の安全性評価には、生物多様性影響評価のカルタヘナ法、食品としての安全性の規制である食品衛生法、飼料としての安全性を規制する飼料安全法があります。遺伝子組換えやゲノム編集で育種された農作物の安全性評価について、法律面ではどんなご意見をお持ちですか。

富田 食品となる作物については、食べた人の安全性、環境面での安全性の2つが大きな問題になります。食べた人にとって安全かどうかというのは、PL法があるので、つくった会社の責任であって、国が規制するものではあ

りません。現在、遺伝子組換えした作物をつくると、食品安全委員会に申請することになっています。これが国の規制です。

——環境面の安全性については、どうお考えになりますか。日本では、遺伝子組換えについて、2004年にカルタヘナ議定書を発効しました。ゲノム編集について、カルタヘナ法は必要ですか。

富田 まず、ゲノム編集について、国による安全性の規制は不要だと思っています。遺伝子組換えは異種の遺伝子を入れるため、生物多様性影響評価のためのカルタヘナ法に則った規制がありますが、その視点で考えると、ゲノム編集は、自分の中の遺伝子を変える技術ですから、規制は絶対不要です。

——遺伝子組換えに関するカルタヘナ法については、どのようにお考えになりますか。富田先生は、民間企業で微生物を使った遺伝子組換え製品を生産されていましたが、その民間企業でのご経験を踏まえてお話しくだ

さい。

**富田** 遺伝子組換え生物があちこちに繁茂すると生物多様性への影響があるという環境の問題になるので、国際的なカルタヘナ議定書ができ、日本でも導入しました。

しかし私は、ゲノム編集では異種の遺伝子を入れないので環境面の安全性評価は不要だと考えています。遺伝子組換えについては、環境面への影響はつくった企業の責任です。その理由をお話ししましょう。

従来、突然変異育種による品種改良が行なわれてきました。遺伝子組換えもゲノム編集も、突然変異育種と原理は変わりません。狙い撃ちが間違いないことができるようになり、成功率が上がった突然変異だからです。もし規制するならば、突然変異育種も規制しなければなりません。

私は民間企業で、遺伝子を組換えた微生物を使用したアミノ酸発酵や核酸発酵に、最初から携わっていました。当時、微生物の遺伝子組換えについては、微生物が外に漏れることによつて環境に影響しないように慎重に考えていました。あるいは、生産する人たちに危害を与えるなどの影響がないか検討しました。

つまり、つくった企業の責任で行なわれるべきで、国が規制するものではないと思います。

## プロセスとプロダクトを分けて考える

——食べるうえでも環境面でも、安全性の検証は大事ですが、それは国が規制するのではなく、企業が責任を持つて行なうものだということですね。どの育種も、安全性への考え方は同じということでしょうか。

**富田** そうです。交雑にしろ、突然変異育種にしろ、遺伝子組換えにしろ、ゲノム編集にしろ、すべてテクノロジーです。育種の手法、プロセスの問題です。

テクノロジーになぜ規制をかけなければならぬのでしょうか。テクノロジーを規制するということは、科学の進化を止めることになります。昔は交雑から始まり、突然変異の技術に変わり、ゲノム編集という技術が生まれました。さらに、他の遺伝子を一部入れる遺伝子組換えもできると考えて然るべきです。どの育種も突然変異というDNAを変える「手法」です。

遺伝子組換えの場合、異種のタンパク質が発現するので、食べたときのアレルギー性など安全性を検証しなければなりません。

つまり、育種の技術は手法、プロセスです。でき上がった作物は、プロダクトです。プロダクトは、PL法があるので、PL法に基づいてつくった企

業の責任になります。プロセスとプロダクトは分けて考えればよいのであって、この技術は安全、この技術は危ないという手法を区別するべきではありません。

日本は科学技術立国です。新しいものをいろいろ試していくというプロセスの研究は非常に大事だと思えます。そのなかから新たにできたものは、プロダクトとして売ろうとする会社の責任で使えば良いのです。一般市民の方は、心配だったら、どんどんその製品に文句を言えばよいわけです。その前の、プロセスを問題にするのは、もうやめてはどうかと思います。

## 感情論をやめ、科学技術で進歩しよう

——安全性の検証は国が規制するのではなく、企業が責任を持つて行なうものだといいことですね。遺伝子組換えやゲノム編集に対して、反対する声があります。どのようにお考えになりますか。

**富田** 私は、いままで遺伝子組換え微生物などの研究は間違いはなかったと思っています。微生物研究のときは、遺伝子組換えに対する反対はありませんでした。なぜかというところは、遺伝子組換えに対する反対はありませんでした。なぜかというところは、日本は科学技術で進歩しなければならぬという考えがあったからです。それが裕福になったためか、変

わつてきました。

科学技術というのはたしかに使い方によつて、ダイナマイトのように役に立つという側面と危険という側面があります。しかし、科学技術によって日本は進歩してきました。これからもそうでなければならぬということをも、もう一度振り返ってほしいと思います。

科学技術をよく理解せずに、感情論が支配するという風潮が多いことは、非常に困った問題だと思っています。遺伝子組換え作物の問題は、そのひとつです。

食糧自給率が40%以下になった時点で、農業の技術に対して反対することとはできないはず。遺伝子組換えの作物を否定し、海外から輸入を止めれば、日本はたちまち飢餓状態になるでしょう。

——世界では、育種などの技術がどんどん進化しています。日本はどうでしょう。

**富田** 現在は、ある意味、中国にも抜かれています。追いつけ追い越せという時代をくぐってきた人間としては、非常に残念な状況です。かつて日本は、バイオテクノロジーでは最先端を走っていました。日本における、遺伝子組換え微生物による物質生産の技術は世界一でした。一時期、大きな成果を上げていました。



**山根精一郎** (やまね・せいいちろう)  
1947年、東京都生まれ。76年、東京大学農学博士号取得後、日本モンサント(株)アグロサイエンス事業部入社。2002年、代表取締役社長就任。17年に退職後、(株)アグリシーズを設立。

それが、遺伝子組換え技術を作物に応用しようとしたとき、反対の声や、主要農作物種子法によって、苦い経験をしました。企業に勤めていたとき、

細胞培養でイネの育種をしようとしたが、国の規制でできませんでした。今年、ようやく主要農産物種子法が廃止されますが、当時、廃止

されていれば、いまごろは良い作物がたくさんあったことだろうと思います。いつまでも農業者に新しい技術を

使わせないというのは大きな間違いです。日本は、科学技術立国ですから、農業も科学技術で進歩させていってほしいと思います。(文/平井ゆか)

# 技術自体を議論してもネガティブになるだけ できた作物を見て評価すべし

## 育種技術で 後れをとった日本

——モンサントは除草剤のラウンドアップを開発し、その技術を有効に使うために、遺伝子組換えによるラウンドアップ耐性のある作物を育種されてきました。その特徴や効果を教えてください。

山根精一郎氏 株式会社アグリシーズ

山根 ラウンドアップを発表したのは1970年、遺伝子組換えの研究は80年代から始めました。96年からラウンドアップ耐性の大豆、ワタ、ナタネ、トウモロコシが商業化されました。現在、遺伝子組換えによる作物は、世界28カ国、1800万人の農業生産者が栽培しています。ラウンドアップ耐性の大豆の場合、米国では90%以上、ブラジルでも90%以上、アルゼンチンでは100%の農業生産者の方が使っています。従来、除草剤を2回か3回散布したり、機械で除草したりしていたのが、ラウンドアップを1回散布するだけで済むようになりました。不耕起栽培にも対応できるので、畑作地帯での耕起による表土の流亡を防ぎます。また、害虫抵抗性の作物の場合、

殺虫剤を散布しなくても防除できます。したがって、生産性と収量が上がり、農業生産者の方の収益が増えます。収量が増加したことによって、大豆1ha当たりの収益が約3600円増えているとの推計もなされています。環境面でも、農薬の使用量も削減されますし、不耕起栽培では土壌中の温室効果ガスの発生を抑制できるといった効果もあります。——世界に広まる一方で、日本では反対の動きを受けて遺伝子組換えの研究をやめたことについて、どうお考えになりますか。

山根 遺伝子組換え作物の議論は、1994年ごろから始まりました。私は、モノがないのに技術の議論だけするとポジティブな議論にはなら

ないと思います。メリットが見えないところで議論すると、人間の心理としてネガティブになります。

米国でなぜ遺伝子組換え作物が広まったかというと、農業生産者が雑草に困っていたとき、雑草防除を一発で解決するのを見たからです。

日本で遺伝子組換え作物がうまくいかなかったのは、日本で開発されていた遺伝子組換え作物でそのようにはつきりしたメリットが実際になかったからだと思います。

日本では、できるだけ国産を振興しようとしています。ですから、米国の遺伝子組換え作物に反対していれば、国産が少しでも伸びるだろうという考えがあったと思います。

世界の農業生産者は、遺伝子組換え作物によるメリットを得ています。日本の農業は生産性や収益の向上などの面で大きなマイナスになっていると思います。

## 遺伝子組換えのときと 同じ状況になる心配

——遺伝子組換え作物に携わってき

たお立場として、ゲノム編集などの新たな育種技術をどのように捉えていますか。

**山根** 育種は、農業の生産性を上げたり、人間に必要な栄養素をつくり出したりするためのひとつの技術です。従来の技術と遺伝子組換え、ゲノム編集は分けるものではなく、同じ育種的手段として捉えればよいでしょう。ゲノム編集は、遺伝子組換え技術を使いますが、最終的に外来遺伝子が作物に残らない技術です。

その技術自体が良いか悪いかという議論ではなく、遺伝子組換えでもゲノム編集でも、できた作物が安全なのかどうかを評価する必要があります。

日本の法律上では、食品は「遺伝子組換えに由来する食品」となっているため、遺伝子組換えであるとも言えます。また、カルタヘナ法では外来遺伝子が残っているものが対象ですので、遺伝子組換えはカルタヘナ法の対象です。

一方、ゲノム編集による最終作物は外来遺伝子が残っていないので対象にならないという話になりますが、その整合性をどう取るかは政府の判断になるでしょう。育種の事業者は、最終的にできた作物が安全かどうか確認ができるからこそ、どんどん新しくして良い品種をつくっていくこと

ができるのです。

—— 遺伝子組換え作物のように、日本がゲノム編集などの新しい育種技術で世界に後れをとらないためには、どうしたらよいと思いますか。

**山根** これから進めていくには、新しい技術を否定するのではなく、どう活用していくかを考えることが大事だと思います。

いま私が心配しているのは、日本ではゲノム編集でも遺伝子組換え作物のときと同じような状況ができてつあるのではないかとということです。実際の作物がないところ

で技術の議論をする、突然変異で起きることと同じなのにもかかわらず、1塩基切るとか、2塩基切るとか、遺伝子をいじっているとか、人間がするべきことではないとか、そういう無駄な議論になっています。

突然変異が受け入れられてきたのは、収量が多いとか、良い特性があるとかという要素があったからです。

米国で、ゲノム編集による茶色に変色しないマッシュルームが出

遺伝子組換え作物による効果（世界28カ国、1,800万人）

増加した収量 (1996～2015年累計)	トウモロコシ	3億5,770万t
	大豆	1億8,030万t
	ワタ	2,520万t
	ナタネ	1,060万t
増加した収入／ha（米国）	トウモロコシ	8,000円
	大豆	3,600円
	ワタ	1万6,000円
	ナタネ	4,700円
農業使用の削減量（1996～2015年累計）		61.9万t
削減率		8.1%
農業所得の増加金額（2015年単年）		1兆7,050億円
CO <sub>2</sub> 排出量の削減量（2015年単年）		2,670万t

日本モンサント提供：CO<sub>2</sub>排出量の削減量は、自動車1,200万台のCO<sub>2</sub>年間排出量に相当、金額は米ドルを2016年の為替レートで日本円に換算

ましたが、そのマッシュルームが安全なのかどうかを評価すればよいのです。ゲノム編集技術として、安全か、安全ではないかという議論はすべきではありません。

良いものをつくって、こんな良いものができたんですよと言ったら、多くの方は、そんないいものがないのかと感じてくれると思います。突然変異育種や遺伝子組換えやゲノム編集など、いろんな技術を使うかどう活用して、どんなものをつくるのか、大事なことです。

## 中小企業でも使える育種の仕組みづくり

—— 世界では、農業メーカーや育種メーカーが合併し、大資本になっています。育種技術が大企業の寡占になるのではないかと懸念について、どうお考えになりますか。

**山根** まず、大規模化イコール悪とは言えません。経営資源が集中すれば、研究・開発の力が大きくなり、新しい技術を開発することができず。そして、その技術を誰でも使えるようにすることが寡占から社会を守ることに必要だと思います。

米国では、ラウンドアップ耐性作物が90%以上のシェアがあっても、大豆の種子会社が200社ぐらいあり、品種は2000ぐらいあります。つまりラウンドアップ耐性の技術による利益をみんなが享受しているということです。

誰が技術を開発して、誰が使い、誰が生産するのか、ライセンス契約がきちんとされていて、津々浦々使われるようになれば、みんながワインウインの関係になることができます。

ゲノム編集の場合、大学が開発した技術を企業が使わせてもらうというのと同じです。大学や研究所や民間企業が切磋琢磨して開発したアイデアを、みんなが使えるようにする

のが大事なことです。

——誰でも使えるようにするため、何か課題はありますか。

**山根** 安全性評価の規制が厳しいと、消費者に安心感を与えますが、厳しすぎると中小企業が入りにくい産業になります。規制に対応するための研究や膨大なデータ集積ができる大企業しか育種できないからです。大企業しかできない安全性評価を課しているのは技術が育種家のものになったとは言えません。

ゲノム編集も、遺伝子組換えと同じよう規制がかれば、中小の種苗会社が入ることができなくなるでしょう。私は、それが本当に正しいのかどうか検討する必要があると思います。農業生産者や消費者のニーズをわかっている中小の種子企業がゲノム編集をできるようにして、効率よく農業生産者と消費者が必要な品種を提供していくことが大切だと思います。

——4月から主要農作物種子法が廃止されますが、国が穀物を管理してきたので、とくにコメの民間育種は少ないのが現状です。民間で新しい技術を使った穀物の育種をしていくための課題はありますか。

**山根** 穀物の育種は、これまで国や県がお金をかけて、毎年品種を出してきましたが、それらはあまり普及

していません。民間は売れないものはつくれません。野菜は民間育種でタネさんは一生懸命ニーズに取り組んで世界で地位を築いています。国や県は、自分たちでやろうとしないで、生産現場のニーズに合った育種を民間ができるように促進していくことのほうが大事だと思います。

民間で育種をするに当たり、もし遺伝子組換えのハードルが高いということであれば、ゲノム編集を使うようにすればよいでしょう。ただし、ゲノム編集に関して、現段階ではまだ民間企業の取り組みが日本では遅れており、このままだと遺伝子組換えと同じように世界に取り残されてしまいます。いまは国や大学が一生懸命やっていますが、民間の研究がもっと活発にならないければなりません。大学で研究したことをベンチャー企業や種苗メーカーが引き継いでいくとか、大学内の企業が進めるとか、そういう流れができればよいと思います。

問題は、育種でつくった品種をどうやって農業生産者に使ってもらうかというところにあります。昔の奨励品種制度から、現在は産地品種銘柄まで各県で栽培できる品種の枠が広がりましたが、そのような栽培品種を国や県が決めるような規制はや

めてよいと思います。

農薬の場合、日本では効果試験をして国の判定を受けなければなりません。しかし、米国では安全性は国が管理しますが、効果は会社が責任を持ちます。効果がないものを売つたら会社が訴えられ、損害賠償が発生します。イネの品種改良でも、開発した企業がその優位性を証明すればよいことで、本来、品種に関して国のお墨付きは不要なものだと思います。

### 生産性の向上を真剣に考えるとき

——現在、山根さんはアグリシーズとして、遺伝子組換え作物の普及やコメの民間育種に取り組まれています。その内容をもう少し詳しく教えてください。

**山根** ひとつは、日本で遺伝子組換え作物を栽培できるような環境づくりをしようとしています。北海道でテンサイの生産者が雑草で困っていますので、ラウンドアップ耐性のテンサイの栽培試験ができるようにサポートする活動をしています。また、スギ花粉症で困っている人のために、食のコミュニケーション円卓会議の活動に加わり、遺伝子組換えのスギ花粉米を実用化する道づくりに取り組んでいます。

もうひとつはモンサント時代から取り組んでいたコメの民間育種を継続しています。「とねのめぐみ」が乾田直播でその品種としての優位性を発揮できるということを生産者の方に見ていただきたいと思っています。そのほか、海外の中小企業が育種した遺伝子組換え農産物の輸入品の安全性認可取得のサポートをしています。

——まさに、実際のモノを見せることによって、使う人の判断を仰ぐということですね。いまは移植栽培が多い「とねのめぐみ」を乾田直播で生産するのはなぜですか。

**山根** 生産性の向上のためです。現在、日本の農業界で、農業にとって生産性の向上が本当に大事なことだということを理解して行動している方が少ないと思います。生産性向上の技術として、ドローンや自動運転のトラクターなどが出てきており、それはそれで大事な技術だと思えますが、やはり農業は土と種がなければなりません。生産性向上のために、その土と種をどうしていくのか、何が必要なのか、真剣に考えるときに来ていると思います。真剣に考える人たちが集団で意見を出していけばよいと思います。

たとえばお米のコシヒカリは60年以上昔の品種ですが、世界中どこも

60年以上前の品種が6割のシェアを占めているところはありません。もつと病気に強いもの、もつと機械で

刈り取りやすいもの、そういう要請に応じて民間の会社が品種改良しているからです。

育種で生まれた新しい品種や、さまざまな農業技術を、農業生産者が選び、利用することができる自由が

あることが、本来あるべき日本の農業の姿だと思います。

(文/平井ゆか)

## ジャガイモ農家が 遺伝子技術に期待すること

小野寺 靖 北海道北見市

私は北海道北見市の専業農家です。加工用ジャガイモを13haほど栽培しています。品種はオホーツクチップ、トヨシロ、男爵薯、スノーデンです。近年、近隣の市町村では、たいへん不安なことが多く起きていま

す。ジャガイモシロシストセンチュウが発生するなど、これまでの農業や耕種的な改善や防除などでは解決できないことが発生しているのです。そこで私が大いに期待しているのが、遺伝子操作による品種改良です。

私が昔から期待してきた遺伝子組換え技術と、最近注目されている遺伝子編集(ゲノム編集)という技術ですが、農業者の私には大きな違いはわかりにくいものです。

よく「ゲノム編集は遺伝子組換えとは違って安全だ」という方々もいますが、どこが違うのでしょうか。どちらも交配を行わない、遺伝子の操作です。安全か危険かどこで判断するのでしょう。

遺伝子組換え作物はすでに20年以上の実績があり、私たちの食卓にもたくさん上がっています。ゲノム編

集の作物は、まだ食べていません。

私は遺伝子組換えもゲノム編集も大同小異だと思えます。遺伝子組換えは、テンサイや大豆などで、除草剤耐性という大きな実績があります。これにより、農業現場では完全な除草ができ、重労働とくに夏の炎天下でのたいへんな作業から解放されました。このような作業は、女性やお年寄りが担うことが多く、熱中症などの危険を伴います。

ただ、このような素晴らしい技術も、日本では利用されていません。日本の農業試験場では、利用に向けた栽培試験などいっさい行なわれておらず、また計画もないようです。私は、利用に向けた試験研究をお願いしていますが、まったく取り合ってくれません。

ゲノム編集では、このようなことがないように期待します。

私はこの技術で、何とか、ジャガイモシロシストセンチュウ抵抗性品種をつくり出してほしいと思います。まずは、現在利用している品種に早急に抵抗性遺伝子を入れ、次にその技術で、さらにレベルの高い品種を

つくってほしいと思います。疫病や軟腐病、打撲の影響、貯蔵しやすさ、除草剤耐性などにおいて、いままでの技術ではできなかったことをぜひ達成していただきたい。

このようなことは日本では無理なのかとも思います。なぜなら、100年前にできた男爵薯をしのぐ品種はいまだにできていないからです。先に述べたように遺伝子組換えの技術も研究されておらず、この国では無理かと思えます。北海道で栽培しているテンサイのように、外国に委託するか、外国品種の導入を考えるべきです。

ジャガイモシロシストセンチュウのようなさまざまな問題は、いま起きているのです。私たち農業者は、一日も早く対応しなければなりません。このままでは100年経っても同じでしょう。



小野寺 靖  
(おのでら・やすし)

1961年、北海道生まれ。北海道立農業大学校卒業後、20歳で就農。北海道北見市常呂町福山で、加工用ジャガイモを生産。食のコミュニケーション円卓会議に参加し、遺伝子組換えのテンサイの生産についての議論に参加しているほか、国内への遺伝子組換え作物の導入のための活動をしている。

編集部注：ジャガイモシロシストセンチュウ(Gloiodera pallida) ジャガイモなどナス科植物に寄生し、特にジャガイモ生産で甚大な被害を及ぼす。2015年8月、北海道網走市内の圃場において、このセンチュウが我が国で初めて確認され、17年には大空町でも確認された。

# まだ消費者にツケを払わせるつもりか

ヒール・ミヤイ 北海道長沼町（本誌連載中）

みなさんは家庭菜園が好きですか？ 我が家の家庭菜園はしっかりと播種前に除草剤を使い、生育中も多くの野菜に殺虫剤として登録がある住友化学のSMチオンを家族にも知らせず散布するので、虫食いはあまり見かけない状態で食卓に上ります。

家族や従業員のヘルプでたった一坪を草取りするのに30分もかかるのと、GM（遺伝子組換え）野菜にしてラウンドアップ散布したーい！

と文句が出るので、農薬を使わず化学肥料も使用しないで、忍耐から程遠い苦痛を生み、不快感を電気も使わないで増幅させ、生産性の向上に寄与せず、反日、反米を主張する民族……そんな農業には興味は持てない。

そこで登場したのがゲノム編集技術を使った農作物への利用だ。アメリカ人のノーベル賞候補が考えた、高校生でもできると言われるCRISPR/Cas9技術は裁判の判決後の行方がかりだ（特許権をめぐ

り係争中）。日本では広島大学の山本卓先生のTALENは技術的にCRISPR/Cas9よりも難しいと言われるが、民間への技術移転がスムーズに行くように考えておられるようで、日本での裾野への広がりが期待できるだろう。

多分、今回の特集で専門家の方たちがゲノム編集について書かれてい

るだろうから、私は生産者の目線から発言してみたい。現在、ゲノム編集でできた農作物は行政による安全性審査はない、と理解している。GMはその作物以外の遺伝子を用いるなどの理由から、世界中の行政により安全性審査が行なわれている。しかしゲノム編集は、別の作物の遺伝子を組み込んだりしない。たとえば、大豆から大豆に行なわれる。もちろん法的にもGMではないし、調べてもGMの反応は出ないので、既存育種と同じであるとも言えるらしい。

そうなるか次のような現象が起こる。ゲノム編集技術を使い、特定除

草剤（ラウンドアップ、タツタダウン、バスタ等）に抵抗性がある大豆ができた場合、生産者が意図して知っていても、無知・無垢で知らなくても、既存の大豆とゲノム編集でできた大豆は区別ができないことになる。安全性はGMのときと同じで、既存の作物と同等の評価になる。だから安全なことを議論するな、と言いたい。

もっと極端な言い方をしたら、流通、販売等と農作物の農薬使用量を半減する契約をして、実際は農薬を約束より10%多く使用して残留農薬を検査しても、10%農薬が多く検出されるわけではない（すべてではないが）。

では、このゲノム編集でできた農作物かどうかの判断は誰がすることになるのか。いままでも日本人が日本人を信用しない民族性からして100%性善説を受け入れることはないから、ルール作りの話は持ち上がるだろう。

種子を流通させなければ、現在のGMのように勝手に国家を飛び越えたり、隣接する農家に移動することはないだろうが、現在においてゲノム編集農作物は既存の作物と区別がつかないのだから、一度種子が農家の手に渡れば過去の経験から爆発的に広がるのは間違いないだろう。それは許される行為なのか？

特に小豆、大豆、テンサイ栽培では除草作業とそのコストが莫大であるのに、GM作物は生産者のメリットであり、流通、販売、消費者には関係ないと言われていることは大間違いだ。

北海道では、手間がかかる、除草が大変、働く人がいない、人的コストが麦より大きいなど、作りづらい農作物の面積は減少傾向だ。

事実、空知地方の水田転作畑でジャガイモは見かけないし、長沼のテンサイ栽培は1975年の導入時期と比較して100分の1の面積になった。十勝、網走の畑作地帯でもカルビーが困るくらいジャガイモの面積は減少気味だ。誰がなんと言おうと、消費者の考えと現場の生産がかけ離れていては誰かが、ウソを言うことになる。

そのウソをなくすためにも新しい技術や考え方を積極的に取り入れないといけない。

生産者が喜んで作る農作物を作らせないと、現在の生産者にGMを使わせないと同じく、そのツケは日本の消費者が払うことになるのは当然である。

編集部注：TALEN=CRISPR/Cas9よりもゲノム配列の狙った場所を削除、置換、挿入することができる遺伝子改変技術のひとつ。