

遺伝子組換え植物

について知ってください

目次

はじめに	2
安全と安心	3
人類と農業	4
品種改良	5
バイオテクノロジー	6
組換え植物の誕生	7
実用化	8
雑草との戦い	9
BTトキシン	10
規制について	11
国内消費	12
表示の実情	13
栽培上の問題点	14
不安の理由	15
今後	16



はじめに ▶このパンフレットを作った理由

10年ほど前、ごく親しい人から「何と言われても遺伝子組換え食品は食べない」と言われ、複雑な気持ちになりました。なぜなら、その人（だけでなくおそらくすべての日本人）は、すでに日常的に遺伝子組換え食品を口にしていたからです。ここでいう遺伝子組換え食品とは、遺伝子組換え植物を原料に用いた食品です。現在（2013年）、日本が輸入している主要農作物の重量比にして半分程度が遺伝子組換え技術を利用して作られた品種です。これらの農作物は家畜飼料にも多く使われるので、すべてを私たちが直接食べるわけではありませんが、日本の現在の食生活は遺伝子組換え植物抜きには成り立ちません。

大量に遺伝子組換え植物を消費している一方で、ある調査によれば日本では7割の人が遺伝子組換え植物に不安を抱いています。食品としての安全性を心配している人もいれば、環境への影響を心配している人もいます。私は学生時代から現在まで遺伝子組換え植物を研究に使っています。その観点から言えば、私は遺伝子組換え植物についての専門家と言えるかもしれません。「遺伝子組換え食品は食べない」と言われたとき、私はその理由を聞くことをしませんでした。「嫌なもの、嫌」といった感情的な答えが返ってくると予想したからです。そして、世の中の見渡すと「嫌だ」、「不安だ」と一般の人（ここでは、遺伝子組換え植物の専門家でない人を指します）が感じるのは無理もないと思いました。同時に、大量に消費しておきながら、「嫌だ」、「不安だ」と多くの人が感じる社会に違和感を覚えました。すでに大量に食べているから安心だというつもりはありません。もし遺伝子組換え植物が健康や環境に悪いものなら、私たちは真剣に避ける努力をした方がよいでしょうし、悪いものでなければ、いたずらに不安を感じる必要はありません。

その後、私は一般の人に「遺伝子組換え植物」について知ってもらおう試みを始めました。多くの場合、不安を抱く最大の原因は情報不足だと考えたからです。この10年ほどの間、私は多くの一般の人に「遺伝子組換え植物」について話をし、その人たちの考えを聞くことができました。これらの機会は私にとっても非常にためになりました。専門家と一般の人では問題のとらえ方が大きく異なり、「遺伝子組換え植物」についての不安や疑問の多くは、私が専門とする科学的な問題に起因するのではないことがわかりました。一言で答えるのが難しい疑問も少なくありませんでした。例えば、「絶対に安全なのか?」、「なぜ開発する必要があるのか?」、「自然への冒とくではないか?」、「食料が支配されるのではないか?」、「子孫への影響はないか?」、「遺伝子組換えは完成された技術か?」などといった疑問です。私は遺伝子組換え植物を実験に使いますが、食品や法律、経済の専門家ではないので、こうした疑問について自分でもよく考え、勉強しなければなりません。科学者の間でも議論しましたが、メディア、行政、消費者団体、生産者（農家）、開発企業、高校教員、遺伝子組換えに反対している人、など多くの人たちと対話する機会を多く持つことができました。こうした人々の中には、遺伝子組換え植物のある側面については、私より「専門家」である人もたくさんいました。

私が提供する情報をもっと多くの人に伝えてほしいというご意見をいただくことが少なくありません。遺伝子組換え植物に関する詳しい情報はインターネットや書籍を調べれば知ることができますが、わかりやすい情報は必ずしも多くありませんし、忙しい多くの人たちが、自分で調査し情報を整理することに時間を費やすのはたいへんだと思います。そこで、一般の人に知っていただきたい「遺伝子組換え植物」に関する情報のポイントをこのパンフレットにまとめました。少しでも「遺伝子組換え植物」に関心を持っていただくきっかけになることを願っています。専門家から見ると、説明が不十分な点も多いと思いますが、一般の人とのコミュニケーションのツールに使っていただきたいと考えています。

ちなみに、10年前に遺伝子組換え食品は食べないといった知人は、現在では、どうすれば一般の人が遺伝子組換え植物に関する適切な情報にアクセスできるかについてアドバイスをくれます。

2013年3月 小泉 望

一般の人に知っていただきたいポイントをまとめました。平易な表現を心がけましたが、スペースが限られ、論点が多岐に渡るため、補足説明が必要かもしれません。もっと詳しく知りたい方は、最後に挙げたおすすめの本をご覧ください。補足と息抜きにコラムや写真を入れました（遺伝子組換え植物と直接関係ないものもあります）。多くの方に原稿をチェックしていただきましたが、適切でない表現があれば、ご指摘いただければ幸いです。チェック、アドバイス、写真提供をいただいた方、レイアウト、グラフの作成を手伝っていただいた共同研究者の皆さんに深く感謝します。



✦ 問合せ先 ✦

〒599-8531 堺市中区学園町1番1号
公立大学法人 大阪府立大学
生命環境科学研究科 応用生命科学専攻

小泉 望

電話：072-252-1161（大学代表） 内線：4660

このパンフレットは筑波大学形質転換植物デザイン研究拠点共同研究により作成されました。

安全と安心、絶対安全（つまりゼロリスク）

▶ 本題に入る前に安全について少し考えてみましょう

安全・安心という言葉をよく耳にしますが、安全と安心は違う概念です。安全は客観的、科学的に評価できますが、安心は主観的な心の持ち方です。実際には安全なものであっても、安心できない、つまり不安を抱くことは少なくありません。特によく知らないものに、私たちは不安を感じます。「幽霊の正体見たり枯れ尾花」ということわざがありますが、正体がわかればこわくないのに、得体（えたい）の知れないものに不安を感じるのには本能として正しいそうです。危険「かもしれない」情報に注意しなければ、場合によっては命にかかわるからです。一方で、枯れ尾花をいつまでもこわがる必要はないでしょう。

ここで、(なるべく答えを見ずに)以下の2つのクイズに挑戦してみてください。

❖ クイズ1

Aという物質は次のような性質を持っています。

酸性雨の主成分である。温室効果を引き起こす。ひどいやけどの原因となりえる。窒息死を引き起こすかもしれない。多くの物質の腐食やさびを進行させる。電気事故の原因となり、自動車のブレーキの効果を低下させる。工業用の溶媒、冷却材として使われる。原子力発電所で使われる。防火剤として使われる。末期がん患者の悪性腫瘍から検出される。各種の残酷な動物実験に使われる。農薬の散布に使われる。各種のジャンクフードに添加されている。地形の浸食を引き起こす。

さて、Aの使用を法律で禁止すべきでしょうか？

❖ クイズ2

Xという元素は次の性質を示します。

非常に反応性の高い金属で、水に固体を投げ込むと反応熱で溶融し爆発する。空気中で生じる酸化物は、アルカリ性が高く素手で触れると皮膚をおかす。

一方、Yという元素は次の性質を示します。

常温常圧では特有の臭いを有する黄緑色の気体で強い毒性を持ち、人類初の本格的な化学兵器として使われた。有機物と反応すると発がん性が疑われる多数の物質を生じる。

2つの元素からなるXYという化合物の食品への添加を認めても良いでしょうか？



クイズの答え

2つのクイズは一種のジョークです。クイズ1はアメリカで考えられたものに少し変更を加えました。物質Aは水です。クイズ2の元素Xはナトリウム、元素Yは塩素で、化合物XYは塩化ナトリウムつまり食塩です。この2つのクイズは、問いかけの方法（あるいは情報提供のあり方）によって、不安を感じる例です。

飛行機は安全な乗り物でしょうか？

飛行機が安全かと聞かれたら、どう答えますか？完全に安全とは言えないでしょうが、それでは飛行機は危険な乗り物でしょうか？飛行機が事故を起こすリスク（危険性）はゼロではありませんが、ベネフィット（利点）も多いので、多くの人が飛行機を利用します。つまり、リスクとベネフィットを考えながら私たちは生活しています。多くの人は安全かどうかを聞きたがりますが、絶対安全（つまりリスクがゼロ）と答えることは簡単ではありません。食品に関してもゼロリスクはありえません。食塩も取りすぎると健康に良くありませんし、多くの食品に天然の発がん物質が含まれます。



人類と農業のかかわり ▶人類の歴史と農業は非常に密接に関係しています

遺伝子組換え植物によって食料問題が全て解決できるというつもりはありません。遺伝子組換え植物が登場した背景を考える上で、人類の歴史と農業のかかわりについて知ってください。

■ 世界人口と穀物生産

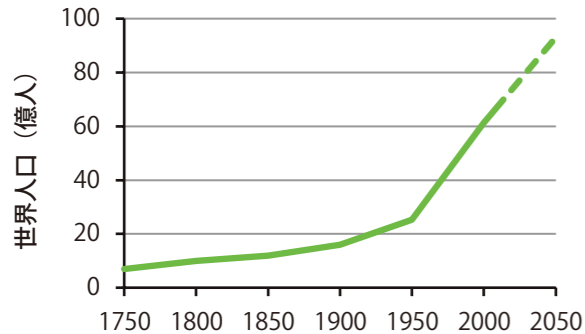
世界の人口は、20世紀半ば以降急速に増え始め、2011年には70億人を超えました。地球はすでに定員オーバーとも言われていますが、今後も人口は増えて2050年には90億人前後に達すると予想されています。現状で、十分な食料が生産できていて、食料問題は分配の問題だという人もいます。しかし、人口と穀物生産量が密接に関連していることは間違いありません。世界の人口は、1960年には約30億人でしたから、50年間で2倍以上に増えました。この間、世界の穀物生産量も2倍以上に増加しました。人口増加が地球にとって良いことかどうかは議論の余地がありますが、穀物生産が人口増加を支えてきたのは間違いありません。興味深いことに、この50年間、世界の農地の面積はほとんど変化していません。つまり穀物生産が増加したのは、単位面積当たりの生産量（単収）が増加したからです。それでは、なぜ、単収が増加したのでしょうか？



■ 農業技術の進歩

穀物の単収が増加したのは、農業技術が進歩したからです。具体的には、機械化が進み効率的な農業が可能になったことや、灌漑設備が整い水の管理が進んだといった工学的な技術の進歩があります。また、化学肥料や農薬の開発も農業生産にはとても大きな役割を果たしました。特に1900年代の初めに、窒素肥料を化学的に合成できるようになったことは、穀物生産量の増加にたいへん大きな役割を果たしました。また、さまざまな農薬の開発も、害虫や病気の被害から農作物を守るのに大きな役割を果たしました。一方で、これらの化学物質の過度な使用による環境への負荷が懸念されることから、最近では環境負荷を軽減した農法の取り組みも増えています。こうした、工学的、化学的な技術の進歩に加えて、生物学に基づく技術の進歩として品種改良が挙げられます。

世界人口の推移



国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集」に基づき作成

■ レンゲ畑と窒素固定

今では見かけることは少なくなったかもしれませんが、春になると田んぼにレンゲが咲く風景が見られます。レンゲは肥料（緑肥）として使うために栽培されます。窒素は植物の成長にとっても重要な元素ですが、多くの植物は空気中の約80%を占める窒素ガスを直接利用することはできません。レンゲなどのマメ科植物は根粒菌という土壌中の細菌の助けを借りて空気中の窒素をアンモニア態として固定し、利用することができます。稲刈り前後の田んぼにレンゲの種をまき、田植えの前に鋤き込むことで、イネが利用できる窒素を田んぼに供給できます。1900年代初めに、化学的に空気中の窒素ガスをアンモニアに変換する技術（ハーバー・ボッシュ法）が開発され、化学窒素肥料が作られるようになりました。この技術の実用化により、作物生産量は劇的に増加しました。



品種改良（育種）

▶人類はその歴史の中で植物の性質を変えてきました

現在、私たちが目にする農作物や家畜のほとんどは自然にあったものではありません。人類は、植物や動物の性質を自分たちにとって都合のよいように変えてきました。そして、私たちの生活が豊かになりました。作物や家畜の性質を変えることを品種改良あるいは育種と呼びます。



■ 栽培化と品種改良

私たち日本人の食卓に欠かせないお米（イネ）にはさまざまな品種があります。コシヒカリやササニシキという品種名を多くの方が聞いたことがあるでしょう。しかし、人類が農業を始めた時からコシヒカリやササニシキがあったわけではありません。おそらく8000年ほど前に今の中国で、イネの祖先（野生イネ）が栽培されるようになったと考えられています。現在、私たちが目にする栽培イネと野生イネには大きな違いがあります。例えば、野生イネの穂に実る種子（お米の粒）は、熟すると地面に落ちてしまいます。この性質を脱粒性といいます。野生の植物の多くにとって、種子を遠くにまで運び子孫を広げるために脱粒性は重要な性質ですが、種子がこぼれ落ちる脱粒性は人間が農業を行う上では都合の良い性質です。脱粒性を失ったイネは突然変異の結果、偶然見つかったものと考えられます。数千年の農業の歴史において、品種改良は計画的に行われたのではなく、多くの場合、自然突然変異により農業生産に都合の良い性質を持つものを見つけ出し、それを伝えることだったと考えられます。

有名なメンデルの法則は1900年に広く認められました。つまり、今から100年少し前に遺伝の原理が明らかになり、それ以降メンデルの法則に基づいた計画的な品種改良（育種）が行われるようになりました。異なる性質を持つ品種どうしを交配（交雑）させることで、新しい性質をもつ品種や優れた性質を合わせ持つ品種を作り出すことが行われるようになりました。交配による品種改良は今もさかんに行われています。品種改良は高度な農業技術です。日本の品種改良のレベルは高く、おいしいお米や果物がたくさん開発されています。例えば、りんごの「ふじ」は世界的にもたいへん優れた品種です。

品種改良は生物の性質を決める遺伝子の組み合わせを変えることも言えます。品種改良の可能性を広げるには、多様な遺伝子を使うことが効果的です。メンデルの法則が発見された当時、遺伝子の本体は分かかっていませんでしたが、1944年、エイブリーらの実験により遺伝子の本体がDNA（次ページ参照）であることが証明されました。つまり、DNAの多様性が重要であると考えられるようになりました。離れた場所に生えている植物間のDNAの多様性は大きいと考えられるので、DNAに多様性を与えるために自然には交雑しないような遠く離れた場所の植物を交雑させたり、植物に放射線を照射したり、変異剤を与えたりしてDNAに変異を与えることが行われるようになりました。例えば病気に強いなし品種の「ゴールド二十世紀」の育成には放射線照射が利用されました。

■ 緑の革命

1940年から1960年にかけて、収量の多い小麦やイネの品種改良が進みました。新しく開発された品種は、草丈が低いと多くの窒素肥料を与えても倒れにくいという性質をもっていて、窒素肥料の投入により多収が可能となりました。その結果、20世紀半ば過ぎから、メキシコや東南アジア等の国々で穀物生産が飛躍的に増加し、多くの国が穀物輸入国から輸出国へと転じました。この農業の変革は「緑の革命」と呼ばれ、中心的な役割を果たしたボーローグは多くの人命を救ったという理由で、1970年にノーベル平和賞を受賞しました（緑の革命については、従来の農業体系を破壊したといった批判も少なくありません。この議論は、郊外型のショッピングモールによって、昔ながらの商店街がさびれてしまうといった問題と似ているかもしれません）。

■ トマトとイタリア料理

トマトなしのイタリア料理を想像することは難しいかもしれません。しかし、トマトはジャガイモと同様、南米（アンデス）原産で、コロンブスの新大陸発見より前にヨーロッパにトマトはありませんでした。野生のトマトには毒性の強いアルカロイドが多く含まれていて、ヨーロッパでトマトが食べられるようになったのは18世紀以降とされています。少なくともレオナルド・ダ・ビンチやミケランジェロはトマトを食べていないでしょう。日本でもトマト（特にミニトマト）の品種改良はさかんで、次々と新しい品種が店頭姿を見せています。



遺伝子組換え植物の今後

遺伝子組換え植物が食料問題や環境問題を直ちに解決できるわけではありません。緑の革命が多くの国の農業生産の増加に貢献する一方で従来の農業体系の破壊をもたらしたと批判されるように、遺伝子組換え植物の実用化がすべての人に恩恵を与える訳ではありません。新しい技術は、常に古い技術を駆逐する可能性をはらんでいます。CDが普及したことで、レコードは衰退しました。電子書籍が増えると、印刷業界は仕事が減ります。除草剤耐性雑草の出現のように、遺伝子組換え植物には問題点もあります。インターネットの普及により個人情報が簡単に流出するなど、新しい技術はしばしば新たな問題を引き起こします。それでも、これらの技術は多くの人が便利だと思うので普及しました。

日本にいと遺伝子組換え植物の利便性を感じる人は少ないかもしれませんが、世界の多くの国の農業現場に遺伝子組換え植物は導入され、生産者の支持を得ています。現状では、除草剤耐性、害虫抵抗性の複数の遺伝子を持つ品種（スタック品種）が主流ですが、耐乾燥性品種などの商業栽培も始まります。栄養価を高めた遺伝子組換え植物も開発されていて、ビタミンA欠乏症の改善を目的としたゴールデンライス（コラム参照）の商業栽培も近いとされています。日本でも遺伝子組換え植物の可能性に関心を示す生産者（農家）はいますが、現状では栽培は困難です。日本のように、輸入や消費はしていても栽培に慎重な国は少なくありません。多くの場合、政治的、社会的混乱に対する懸念が理由です。EUは米国等の農作物を排除するために政治問題化しているという指摘もあります。日本では特に食品目的の遺伝子組換え植物のイメージが悪いので、国産農作物は（遺伝子組換えでないから）安心だというアピールにつながると考えている人も少なくないでしょうし、現時点ではそうかもしれません。

今では常識と思われていても過去には大きな論争があった発見や技術は、人類の歴史を見れば少なくありません。当初、地動説を信じる人はほとんどいなかったでしょうし、ワクチン接種も最初は受け入れられませんでした。「嫌なものは、嫌」と感じることを否定することはできませんし、今の社会で暮らしていれば自然にいただく感情かもしれません。遺伝子組換え植物をめぐる論争がどのような結末を迎えるかはわかりませんが、偏りのない客観的な情報が多くの人に届く社会になることを願っています。

ゴールデンライス

アフリカやアジアの一部の国々では、ビタミンA欠乏症は深刻な栄養失調の1つです。年間数十万人の子供が、ビタミンA欠乏症が原因で失明すると言われています。ビタミンAはニンジンなどのβカロチンを多く含む緑黄色野菜を食べることで摂取できますが、多くの国で十分に野菜が供給されていません。これらの国ではコメが主食であることから、βカロチンを作るコメ（ゴールデンライス）が遺伝子組換え技術により開発されました。このコメなら、1回の食事で1日に必要なビタミンAの半分程度が摂取可能です。ゴールデンライスの商業栽培は数年以内にフィリピンで始まると言われていています。遺伝子組換え技術に対する反対活動が無ければ、ゴールデンライスは、もっと早くに商業栽培されていたでしょう。



おすすめの本

遺伝子組換え植物についてもっと知りたいと思われたら、以下の書籍が参考なるかもしれません。

- ❖ **バイテクの支配者：遺伝子組換えはなぜ悪者になったのか（翻訳本）** 東洋経済新報社 2003年
米国のジャーナリストの視点から書かれたノンフィクション。反対運動の経緯が良くわかります。
- ❖ **遺伝子組換え作物 —世界の飢餓とGM作物をめぐる論争（翻訳本）** 学会出版センター 2005年
国際農業機関の食糧問題の専門家による分析。反対運動が世界の食料問題に与える影響を考察しています。
- ❖ **救え！世界の食料危機 ここまで来た遺伝子組換え作物** 化学同人 2009年
私も執筆しており手前味噌ですが、日本の科学者が個々の組換え作物について平易に解説しています。
- ❖ **有機農業と遺伝子組換え食品 明日の食卓（翻訳本）** 丸善 2011年
米国の有機農業の専門家と植物遺伝学者の夫妻による共著。日常生活を通してさまざまな論点が分析されています。
- ❖ **遺伝子組み換え食品との付き合いかた —GMOの普及と今後のありかたは？—** オーム社 2011年
バイオテクノロジーに詳しく官僚の経験もある著者が問題点や日本の現状を新しいデータに基づき解説しています。