

はじめに

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、農業分野における生命科学の研究開発を進め、農業技術の発展やこれまでにない新たな生物産業の創出を目指して、植物、動物、昆虫のゲノム研究や、遺伝子組換え技術やゲノム編集技術などを用いた産業利用のためのバイオテクノロジーの研究を行っています。

その中心的な研究に農作物、昆虫（カイコ）、家畜の遺伝子組換え技術があります。この技術は、すべての生物はDNAを設計図としてタンパク質を作り、そのタンパク質が生命活動を支えているという基本現象を利用したものであり、これまでの伝統的な品種改良技術と本質的には変わらないものです。しかし、技術の先進性が高いために、本質が十分に理解しにくいこともあり、社会的には安全性などを心配している方もいることが報道されています。

この冊子では、「遺伝子組換え農作物」について、開発の現状と将来的な展望、安全性評価の仕組み、世界における利用状況を紹介し、不安と思われる疑問などについてお答えいたします。

バイオテクノロジー：生物学（バイオロジー）と技術（テクノロジー）の合成語。生命工学などと言われます。

目 次

はじめに

I. 遺伝子組換え技術とは	1
II. 農研機構で研究開発されている遺伝子組換え農作物	2
耐病性作物（ <i>WRKY45</i> 高発現イネ）	
健康機能性農作物（ノボキニン蓄積米、スギ花粉米など）	
葉緑体形質転換植物	
ゲノム編集	
III. 民間企業が商品化している遺伝子組換え農作物	5
除草剤耐性作物	
害虫抵抗性作物	
ウイルス耐性作物	
青紫色のカーネーションと青いバラ	
IV. 遺伝子組換え農作物の安全性について	
遺伝子組換え農作物の安全性評価の流れ	7
安全性評価のための施設	8
遺伝子組換え農作物の生物多様性影響評価のポイント	9
遺伝子組換え食品の安全性評価	10
V. 世界における遺伝子組換え農作物の利用状況	11
VI. 日本の食料事情	13
VII. 日本における遺伝子組換え農作物の社会受容	16
VIII. 今後、開発・利用が期待される遺伝子組換え農作物	17
ゴールデンライス	
環境ストレス耐性作物の開発	
バイオレメディエーション	
IX. こんな不安があるけど大丈夫？	18
さいごに	25
さらに知りたい方のために	25

I. 遺伝子組換え技術とは

遺伝子組換え技術は、ある生物の有用な遺伝子を別の生物に導入することにより、新しい性質を生物に付与する技術です。

遺伝子組換え技術は、すでに私たちの生活に深く関わり大いに役立っています。例えば、ヒト由来のインスリンやホルモン剤など人工合成が困難で、非常に高価であったタンパク質医薬品が遺伝子組換え技術により大量生産されています。また、衣料用洗剤の酵素なども遺伝子組換え技術を用いて作られています。これら遺伝子組換え技術を用いて製造された製品の日本での市場規模は、2020年の市場規模は3兆3,000億円となり、今後もタンパク質医薬品を中心にバイオテクノロジー市場は伸びていくと推測されています。

農林水産分野においても、農業の生産性を向上させるため、除草剤耐性、害虫抵抗性、ウイルス耐性農作物などがすでに開発されています。さらに、食品としての機能性を高めたり、動植物を医薬品や様々な物質を作らせる生産工場に利用したり、さらに汚れた環境をきれいにするような、新しい視点からの遺伝子組換え技術の研究開発が進められ、一部実用化もはじまっています。

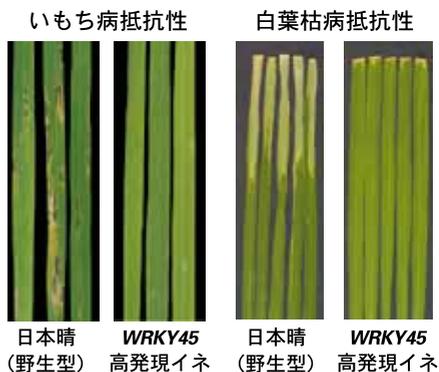
遺伝子組換え技術は、ますます深刻化が予想される世界の食料問題の解決をはじめ、地球温暖化や自然環境の悪化、水資源の枯渇など、今後、人類が直面する様々な問題を解決する技術の1つとして、大きな期待が寄せられています。

遺伝子：親の特徴（形質）が、子から孫へ伝わることを「遺伝」といい、その形質は遺伝子によって決まります。遺伝子は、4種類の塩基（A,T,G,C）という化学物質の並んだものでできており、その並び方によってどのようなタンパク質ができるかが決まり、様々な形質が発現します。

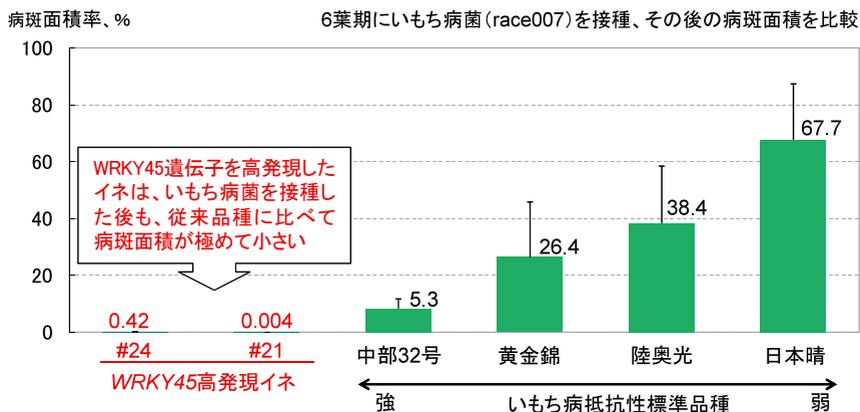
II. 農研機構で研究開発されている遺伝子組換え農作物

■耐病性作物（WRKY45高発現イネ）

2007年に、いもち病や白葉枯病など、複数の病気に対して高度な耐病性を誘導する遺伝子（WRKY45）を発見しました。また、この遺伝子がよく機能するように改変して遺伝子を再度イネへ導入することで、様々な病気に抵抗性を持つイネを作出することに成功し、2012年より野外試験栽培がはじまりました。この遺伝子の利用により、病気予防に使う農薬を大幅に減らすことや、収量の安定化や環境負荷の低減、栽培コストの削減など、さまざまな面から期待が寄せられています。また、この技術は他のイネ科作物（コムギ、トウモロコシなど）への応用も期待されています。



いもち病抵抗性の比較



■健康機能性農作物（ノボキニン蓄積米、スギ花粉米など）

近年、食品における健康志向の高まりから、様々な機能性を持つ食品が注目されています。農研機構でも様々な健康増進効果を持つと期待される作物を開発しています。例えば、血圧や血清コレステロール値を調整する機能が報告されている機能性ペプチドを蓄積したコメなどを開発し、日本人の主食であるコメの持つ性質をうまく利用して、日常の食生活を通じて健康増進に貢献できないかと研究開発を進めています。



（左）スギ花粉米のは場。環境影響評価などが行われている。
（右）スギ花粉米の穂、見た目は従来のイネと変わらない。

また、日本人の3人に1人が悩まされていると云われるスギ花粉症については、ヒトの体にスギ花粉に対する「慣れ」を引き起こす「スギ花粉米」を開発しています。ヒトの免疫作用には、「経口免疫寛容」と云って、口から入った食品など、からだの維持に必要な成分には過敏な免疫反応（アレルギー反応）を起こさないという現象があります。スギ花粉米は、スギ花粉のアレルゲンを安全な形に改変し、改変アレルゲンが米粒に大量に蓄積するように設計された遺伝子組換えイネです。スギ花粉米を、例えば、ご飯として一定期間食べ続けると、その間にスギ花粉のアレルゲンが食物として取り込まれるため、経口免疫寛容（体の慣れ）が成立すると期待しています。

■葉緑体形質転換植物

通常の遺伝子組換え植物は核に遺伝子を導入しますが、葉緑体形質転換では1つの細胞あたり100個程度ある葉緑体に遺伝子を導入します。これにより、大量のタンパク質を作ることができ、植物をタンパク質生産工場として利用することが可能です。農研機構生物機能部門では、微生物由来殺虫性タンパク質（Cry43Aa1）を効率よく生産することができるタバコを開発して、農薬生産への利用を目指し、2014年から野外試験栽培が行われました。なお、一般に葉緑体に導入された遺伝子は、花粉飛散による遺伝子拡散はほぼ起こりません。



写真左：非遺伝子組換えタバコ(左)と葉緑体形質転換タバコ(右)
写真右：平成26年6月、隔離ほ場への葉緑体形質転換タバコの定植の様子

■ゲノム編集

近年、目的遺伝子の狙った塩基配列のみに変異を起こさせる「ゲノム編集」という遺伝子改変手法が目覚しく発展し、作物の品種改良にも応用されようとしています。その作物が本来持っている遺伝子に変異を起こさせるために、遺伝子組換え技術により、特定の配列を認識するタンパク質とDNA切断酵素の複合体を細胞内に作らせて狙った遺伝子配列を切断します。結果、従来 of 突然変異育種より正確に目的遺伝子のみを改変して、その働きを制御することなどが可能となり、新しい形質の作物を得ることができます。作物のゲノム情報と遺伝子組換え技術を有効活用することで、効率よく突然変異を起こさせる手法として注目されています。

Ⅲ. 民間企業が商品化している遺伝子組換え農作物

■除草剤耐性作物

雑草が繁茂すると作物の生長が抑制され、収量も減少します。そこで、効率的な雑草防除を行うために、特定の非選択性除草剤（植物の種類を選ばず枯らす効果のある除草剤）耐性作物が開発されました。これにより、雑草防除に最も効果のある時期に除草剤を散布することができ、



除草剤耐性ダイズの栽培の様子

左：除草剤散布前

右：除草剤散布後17日目

また、雑草防除のために土を耕す必要もないため、土壌流失を防ぐことができ、環境への負荷を軽減することができます。「除草剤耐性作物」と聞くと大量に除草剤が使われると思われる方もいますが、実際には除草剤の使用量は少なくなります。

■害虫抵抗性作物

害虫の被害による減収は農業生産上の大きな問題となっています。害虫を防除するために、様々な殺虫剤が利用されていますが、遺伝子組換え技術によって、特定の害虫にのみ効果を示す殺虫成分（Btタンパク質）を植物体内で作らせることにより、害虫の被害を受けにくいトウモロコシやワタが開発され、世界的に利用されています。なお、この殺虫成分は特定の害虫にしか効果が無く、人畜には無害です。



非遺伝子組換えトウモロコシ(左)は食害痕からカビ等が発生し、商品価値が無くなる。右は害虫抵抗性トウモロコシ。

■ウイルス耐性作物

ウイルス病は、一度感染すると薬剤散布などで防除することはできません。そのため、病気にかからないように管理するか、ウイルス病に強い品種を育成する必要があります。ハワイ島では、ウイルス病によりパパイヤに壊滅的な被害が発生しました。あらゆる手段を用いてウイルス抵抗性品種の育成を試みた結果、最終的に遺伝子組換え技術により抵抗性品種が育成されました。2011年12月より日本にも輸入され、販売されました。



左：遺伝子組換えパパイヤ
右：非遺伝子組換えパパイヤ

■青紫色のカーネーションと青いバラ

ヨーロッパに「花嫁が青いものを身につけると幸せになれる（サムシングブルー）」という古い言い伝えがあり、日本でも結婚式には、青い花の入ったブーケが人気です。しかし、青色のカーネーションがなかったため、遺伝子組換え技術によって



青紫色のカーネーション

青い色素を作らせる性質を持たせ、今までになかった「青紫色のカーネーション」が開発され、平成9年から国内で販売されています。現在は青いバラの開発にも成功し、平成21年11月に発売されました。この青いバラは日本国内初の遺伝子組換え植物の商業栽培事例となります。



青いバラ

(写真：サントリー株式会社提供)

IV. 遺伝子組換え農作物の安全性について

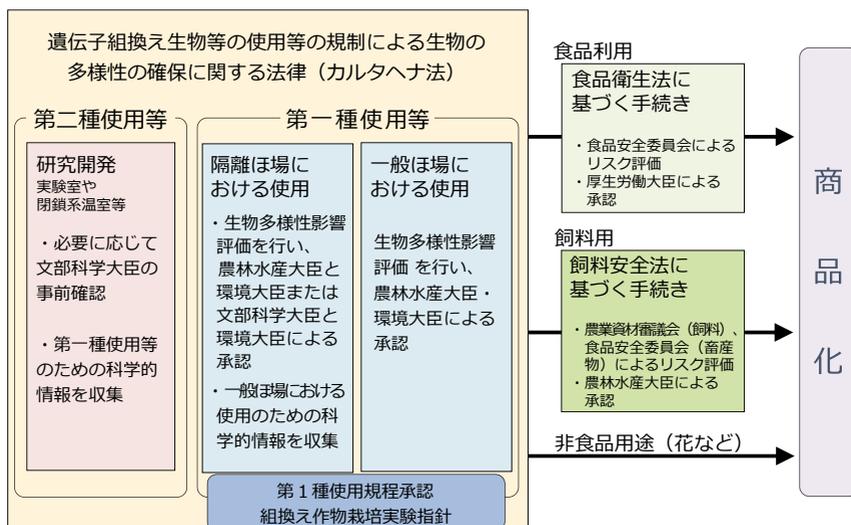
◆ 遺伝子組換え農作物の安全性評価の流れ

遺伝子組換え技術を利用して開発された組換え体は、それを利用する前に厳しい安全性評価を受けることが義務づけられています。

遺伝子組換え農作物を商品化するためには、栽培した場合に周辺生物に与える影響（生物多様性への影響）に関してはカルタヘナ法、食品としての安全性は食品衛生法、飼料としての安全性は飼料安全法に基づき、安全性を確認することになっています。

遺伝子組換え農作物の安全性評価の流れは下図のようになっています。また、各段階で用いる施設は次のページに示しました。

遺伝子組換え農作物の安全性評価



◆ 安全性評価のための施設



閉鎖系温室

- 1) 窓がないか窓を完全に閉め切った温室
- 2) 温度は空調機で制御
- 3) 植物や土等を廃棄するときには、生きた遺伝子組換え生物が外部で生育・増殖しない措置をとる



特定網室（非閉鎖系温室）

- 1) 窓は開閉可能であるが窓には1-2mm程度の網をはめ込み、昆虫による花粉飛散を防ぐ
- 2) 植物や土等を廃棄するときには、生きた遺伝子組換え生物が外部で生育・増殖しない措置をとる



隔離ほ場

- 1) 周囲をフェンスで囲む
- 2) 洗い場を設ける



隔離ほ場

(場内の焼却炉及び洗い場)



◆ 遺伝子組換え農作物の生物多様性影響評価のポイント

遺伝子組換え生物を環境に放出した時に、野生動植物への悪影響がないことを、以下の点について非遺伝子組換え農作物と比較し確認します。

1) 生態系へ進入して周辺野生植物を駆逐しないか

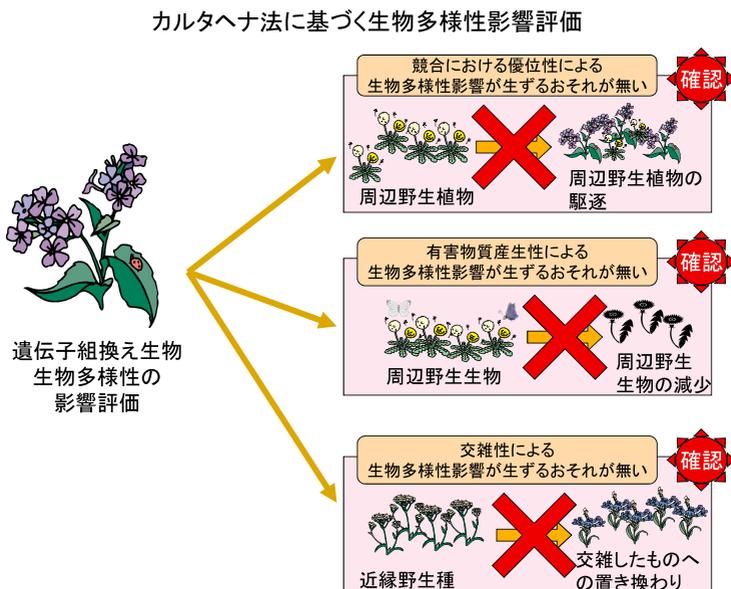
評価項目：生育特性、生態的特性、種子の休眠性及び発芽率、生育初期における低温または高温耐性 など

2) 有害物質を生産するようになり、周辺野生生物を減少または消失させないか

評価項目：有害物質の生産性、土壌微生物相への影響 など

3) 交雑により近縁野生種が組換え遺伝子を持ったものに置き換わらないか

評価項目：花粉の稔性、種子の生産量、交雑率 など



◆ 遺伝子組換え食品の安全性評価

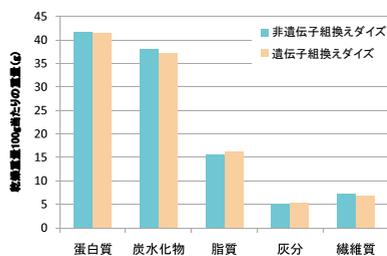
遺伝子組換え食品を商品化する前に、以下のような評価をします。

1) 遺伝子組換え食品の安全性評価は、遺伝子を組み換える前の元の非遺伝子組換え農作物と遺伝子組換え農作物で、栄養成分やアレルゲン（アレルギー物質）に差異があるかどうかを比較します。

2) 導入した遺伝子が作る産物（タンパク質）が、新たなアレルゲンになっていないかを調べます。そのため、既知のアレルゲンや毒性物質との構造的な同一性がな
いかを、アミノ酸配列で比較します。

3) 新たに作られたタンパク質がアレルゲンになる可能性があるかないかを、さらに通常の調理での加熱処理や、人工胃液・人工腸液等で容易に分解するかを確認します。その結果、容易にアミノ酸に分解するタンパク質であれば、アレルゲンやタンパク毒にならないと判断され、「安全」と判断されます。

遺伝子組換え食品の安全性評価
(除草剤耐性ダイズ)



Padgett et al. (1996) J. Nutr. 126: 702-716より引用、修正加筆

導入遺伝子の作るタンパク質の安全性評価
<有害性やアレルギー誘発性>

遺伝子(DNA) → RNA → タンパク質

○既知のタンパク毒性物質や食物アレルゲンと構造相
同性がないか？(アミノ酸配列で比較)

○人工胃液・人工腸液や加熱処理で速やかに分解さ
れるか (アミノ酸に分解されれば毒性は示さない)

導入遺伝子の作るタンパク質の安全性評価
<人工胃液による分解性試験>

除草剤耐性ダイズで作られる
微生物由来タンパク質(OP4-EPSPS)の分解の様子

反応時間、秒 0 5 10 20 30 60 90



タンパク質は100℃、5分間煮沸した後、人工胃液とともに37℃で
0～90秒間反応させた。

図中、黒いバンドがタンパク質の存在を示すが、20秒間反応させ
るとバンドが見えなくなり、OP4-EPSPSタンパク質が分解された
ことが分かる。

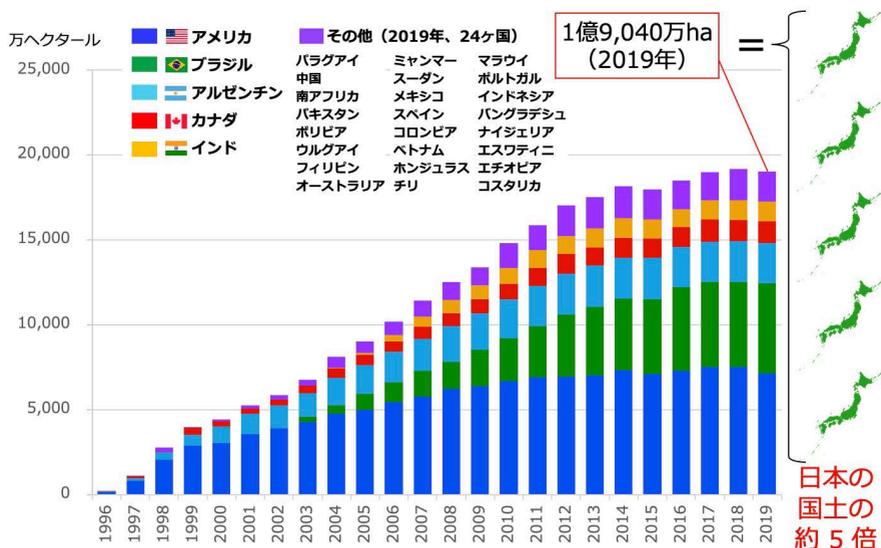
Okunuki et al.(2002) J. Food Hyg. Soc. Japan 43(2): 68-73より引用、一部修正加筆

V. 世界における遺伝子組換え農作物の利用状況

ISAAA（国際アグリバイオ事業団）の報告書（2020年）によれば、2019年に遺伝子組換え農作物（食品・飼料・繊維原料に用いられる農作物）を商業栽培しているのは米国、ブラジル、アルゼンチンをはじめ、カナダ、インド、パラグアイなど29カ国になります。

これらの国々の栽培面積を合計すると 1 億9,040万ha（日本の国土の約 5 倍）になります。遺伝子組換え農作物は1996年から本格的に商業栽培が開始されましたが、その当時の栽培面積は170万haですから、20年間で約100倍以上に広がったことになります。

遺伝子組換え農作物栽培面積の推移（国別）



国際アグリバイオ事業団（ISAAA）“Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2019”（2020年）より作成
 国別の栽培面積では、米国が7,150万haと断然多く、次いでブラジル（5,280万ha）、アルゼンチン（2,400万ha）、カナダ（1,250万

ha)、インド (1,190万ha) となっています。2018年からはインドネシアやアフリカのエスワティニでも栽培が開始されました。これらの発展途上国での栽培面積が増加傾向にあり、2012年以降世界全体の遺伝子組換え農作物の商業栽培面積の半分以上を占めるまでになりました。

作物別に見ると、遺伝子組換えダイズの栽培面積が約9,190万haで最も多く、次いでトウモロコシが約6,090万ha、ワタの約2,570万ha、ナタネの約1,010万haと続きます。

近年、遺伝子組換え品種同士を交配させ、除草剤耐性と害虫抵抗性、あるいは数種の異なる除草剤に対する耐性を合わせ持つ品種（スタック品種）の普及が目立っています。

遺伝子組換え農作物に関する世界の動きのなかで、特に注目されるのはヨーロッパ連合（EU）です。1998年以来、新たな遺伝子組換え農作物の認可を行わず、極めて慎重な立場を取っていましたが、2004年に食用トウモロコシを認可し、許可停止状態に終止符を打ちました。スペイン、ポルトガルにおいて遺伝子組換えトウモロコシが栽培されています。現在、EUではイギリス、デンマーク、オランダをはじめ多くの国々で、有機農業や慣行農業と遺伝子組換え農作物栽培との共存の枠組みをつくり、遺伝子組換え農作物を利用するための現実的な施策を検討しています。

今後は、有機農業や非遺伝子組換え農作物を用いた慣行農業を行いたい人の権利とともに、遺伝子組換え農作物を栽培したい農家の権利を認める「共存」のための取組みが、世界的に重要になると考えられます。

VI. 日本の食料事情

近年、日本での自給率の低さ（カロリーベース）が話題となっていることから、私たちの豊かな食生活が海外からの輸入に頼っている事はご存じかもしれません。

主食のイネ（米）こそ国内で自給できていますが、天候不順などで不作になると備蓄米だけでは不足することが考えられます。現に、1993（平成5）年にはそれが現実となり、「平成の米騒動」とも呼ばれるパニックが起きました。



穀物類（飼料を含む）については、自給率はおおよそ28%にすぎません。ダイズは、味噌、しょうゆ、豆腐、納豆など日本の伝統的な食品の原料ですが、その自給率は毎年5～10%です。トウモロコシはコーンスターチやコーン油などの原料となると同時に、多くは牛や豚、鶏などの家畜の飼料になりますが、自給率はゼロです。もし海外の産地でダイズやトウモロコシの不作が続けば、ダイズ製品や油などはもちろん、日本国内の畜産業にも影響を及ぼします。日本はこれら穀物のほとんどを海外から輸入しており、輸出国の中心は米国です。米国ではすでにどちらの穀物も遺伝子組換え品種が大半を占めており、日本の食料事情を支えるものとなっています。

では、日本ではどのくらいの遺伝子組換え農作物を利用しているのでしょうか？

遺伝子組換え農作物の輸入量に関するデータはありませんが、輸入量を推定することはできます。ダイズを例に取ってみると、2018年の米国における遺伝子組換えダイズの栽培面積は、全体の約94%です。ブラジルも全ダイズ栽培面積の約97%で遺伝子組換えダイズが栽培されていると報告されています。一部では遺伝子組換えでないダイズが分別されて輸入されていますが、大部分は分別せずに輸入されていますので、もし、米国やブラジルで遺伝子組換えダイズが作付けされている比率と同じ割合で輸入されているとすると、日本には約300万トン（2018年）程度の遺伝子組換えダイズが輸入され、利用されていることになります。トウモロコシ（下表とグラフ）やナタネ、ワタを含め、近年は毎年1,700～1,800万トンの遺伝子組換え農作物が輸入されていると推測されます。

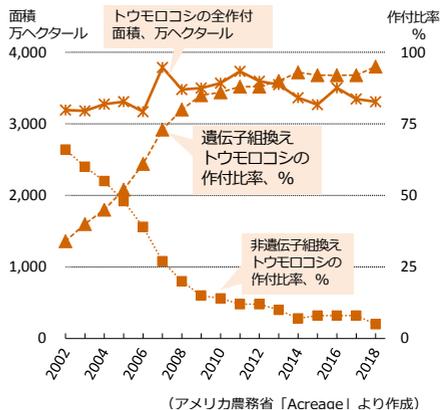
日本のトウモロコシの主要な輸入相手先と最大輸出国における栽培状況の推移(2018)

日本への輸入状況（2018年）

生産国	輸入量 万トン	シェア
アメリカ合衆国 (93.4%)	1,451.5 (1,355.7)	91.8%
ブラジル (88.9%)	79.8 (70.9)	5%
その他	50.4	3.2%
合計	1,581.7 (1426.6)	100.0%

赤字は前年の各生産国でのトウモロコシの全作付面積に対する遺伝子組換えトウモロコシの作付面積比率および遺伝子組換えトウモロコシの推定輸入量。
財務省貿易統計、ISAAA報告書より作成。

最大輸出国・米国における栽培状況の推移



(アメリカ農務省「Acreage」より作成)

日本の食卓を支えている海外の穀物ですが、近年では南アフリカやオーストラリアの天候不順（干ばつ）、中国やインドなどの生活水準の上昇による穀物（特に飼料）需要の増加、バイオ燃料需要の増加のために価格が上昇し、私達の食卓にも影響が出ています。日本で

も2007年にトウモロコシやダイズ、小麦などの価格が急上昇し、小麦粉や麺類、食用油やバターといった食品の値上げがこの数年間続いています。



降雨不足で荒れ果てた
オーストラリアの小麦畑

主要穀物の国際価格の推移



もし今後、世界規模で凶作が生じた場合、食料の輸入大国である日本への影響は予測しがたいものがあります。農林水産省が発行している「不測時の食料安全保障マニュアル」によると、食料輸入が止まり、国内の生産だけで日本国民を養おうとした場合、一日の食事は下図に示したように、2,020kcalの供給カロリーと、昭和20年代後半の水準になってしまいます。

国内生産のみで2,020kcal供給する場合の一日の食事のメニュー例

朝食				+		
	茶碗1杯 (精米75g分)	蒸かしいも (じゃがいも2個・300g分)	ぬか漬け1皿 (野菜90g分)		うどん (小麦粉53g/日分) 2日に1杯	牛乳 (牛乳33g/日分) 6日にコップ1杯
	焼きいも2本 (さつまいも2本・200g分)	蒸かしいも (じゃがいも1個・150g分)	果物 (リンゴ1/4・50g分相当)		みそ汁 (みそ9g/日分) 2日に1杯	たまご (鶏卵7g/日分) 7日に1個
夕食						
茶碗1杯 (精米75g分)	焼きいも1本 (さつまいも1本・100g分)	焼き魚1切れ (魚の切り身84g分)	納豆 (ダイズ33g/日分) 3日に2パック	食肉 (肉類12g/日分) 9日に1食		

調味料(1日分):
砂糖小さじ6杯、油脂小さじ0.6杯

農林水産省 いざという時のために～不測時の食料安全保障について～ より引用、修正加筆

現在、凶作に備えて耐乾燥性農作物などの開発が世界的に進んでいます。

VII. 日本における遺伝子組換え農作物の社会受容

これまで述べたように、安全性が確認された遺伝子組換え農作物を大量に利用することで、現在の私たちの食生活は成り立っています。しかし、遺伝子組換え技術は比較的新しい技術であると同時に、技術についての情報が消費者に伝わるよりもずっと早いスピードで産業における利用が広がったことなどから、「これから先、何か取り返しのつかない悪い事が起こるのでは？」と不安を感じる意見を多く耳にします。

一方、私たちはスーパーなどの店頭に並んでいる製品に危険な食品はないであろうという“常識”が働き、遺伝子組換え原料使用の有無についてはあまり気にせず、安くて品質の良いものを選んで購入している現実もあります。

最近の調査結果では、遺伝子組換え食品に対して不安と感じる人が減少している傾向も示されています。これは、遺伝子組換え農作物に対する正しい情報が認知され、日本でも市民の受容度が向上してきている兆しかもしれません。

遺伝子組換え食品を不安に感じる人の経年変化



Ⅷ. 今後、開発・利用が期待される遺伝子組換え農作物

■ゴールデンライス

東南アジアをはじめとする多くの発展途上国において、食料不足による栄養失調などの問題が生じています。ビタミン不足もそのひとつで、特にビタミンA欠乏症の未就学児童は世界で2億5千万人もいるといわれ、失明、死亡に至る人も多くいると報告されています。ゴールデンライスは、ビタミンAの合成に関わる遺伝子を導入した米です。食べると体内でビタミンAに変わるβカロテンを多く含み、黄色い色をしていることが、名称の由来です。近年、東南アジアの各国で栽培がはじまると言われています。



写真：国際イネ研究所 (IRRI)
ホームページより

■環境ストレス耐性作物の開発

農業生産は、病害虫や雑草以外にも低温や高温などの環境ストレスによっても影響を受けます。このため、様々な環境ストレスに対して耐性を持たせる研究が進められています。また、世界的に砂漠化が進み、農耕地が減少しています。砂漠では乾燥とともに塩害が問題になるため、耐乾燥性と耐塩性を付与するための研究も進められています。中国では近年、遺伝子組換え技術で開発された害虫抵抗性樹木（ポプラ）が多く植林されており、森林の再生や砂漠化の防止に貢献しています。

■バイオレメディエーション

微生物や植物の力を借りて環境を浄化することを、バイオレメディエーションといいます。

これに遺伝子組換え技術を応用し、カドミウムやダイオキシンなどの物質に汚染された農地や工場跡地、湖沼などを、効率的に浄化する植物の研究が進められています。また、細菌（大腸菌など）がリンを取り込む能力をバイオテクノロジーによって高め、排水中のリンを取り除く方法の開発が進められています。細菌が取り込んだ大量のリンは、肥料など、別の用途でリサイクルできる可能性もあります。

IX. こんな不安があるけど大丈夫？

こんな不安があるけど大丈夫？	
こんなことが不安…	大丈夫！
環境や生物多様性に悪影響はないの？	カルタヘナ法により、周辺の生物を駆逐しないことなどを確認しています。（9ページ参照）
遺伝子組換え農作物って新しいタンパク質が作られるそうですが、安全性に問題ないのでしょうか？	遺伝子組換え農作物で新しく作られるタンパク質がアレルギーを引き起こさないことは十分に確認されています（10ページ参照）。
遺伝子組換え農作物を長期に食べて大丈夫でしょうか？	タンパク質は十分に分解するとアミノ酸になるので、長期に食べても問題ありません。すでに20年以上にわたり遺伝子組換え農作物が広い面積で栽培され、食用や飼料として利用されていますが、健康被害などは報告されていません。
除草剤耐性の農作物を栽培すると大量に除草剤が使われて環境への悪影響があるのでしょうか？	最も効果的な時期に除草剤を使用できるので、除草剤の使用量は減少します。また、農家は不必要な除草剤散布はしません。
遺伝子組換え農作物は危ないという報道が多いのですが、安全と言う情報がありません。本当に大丈夫でしょうか？	「安全」より「危ない」というニュースの方が人目を引くため、「危ない」という情報が多かったようです。最近では冷静な報道が多くなっています。
遺伝子組換え農作物の試験栽培であっても、風評被害が起こることが心配です。	これまで遺伝子組換え農作物の試験栽培等による風評被害は起こっていません。今後とも起こさないように、積極的な情報提供と共存のための取り組みが重要であると考えます。

遺伝子組換え食品を、長い間食べても大丈夫ですか？

私たちは遺伝子を毎日食べています……そういうと奇妙に聞こえるかもしれませんが、遺伝子はどのような生き物の細胞にもあり、

日ごろ私たちが食べている肉や野菜にも、多くの遺伝子があります。これらの食品を食べてもなんの異常も起こらないように、遺伝子を食べても、まったく問題はありません。

私たちが食べ物を食べると、そこに含まれている遺伝子やタンパク質は、胃や腸で分解されます。これは従来の食品も、遺伝子組換え食品も同じです。また、これまで安全性が確認された遺伝子組換え食品では、導入された遺伝子で作るタンパク質は、胃や腸で速やかに分解されることが、食品安全委員会の審査によって確認されています。タンパク質がアミノ酸に分解されれば消化器官から体内に吸収され、栄養分として利用されることから、長い間食べ続けても体に悪影響を及ぼす可能性はないとされています。

また、米国科学アカデミー（US National Academies of Science）は、2016年5月17日に、遺伝子組換え農作物に関する大規模調査の結果、危険な食べ物であることを示す証拠は見つからなかったと報告しました。

遺伝子組換え食品で、アレルギーを起こす心配はありませんか？

アレルギーは、その原因となる物質（アレルゲン）によって引き起こされるショック症状です。人によって湿疹がでたり、気分が悪くなったりと、さまざまな症状がみられます。食品アレルギーの場合は、そのなかに含まれる特定のタンパク質がアレルゲンとなります。

遺伝子組換え食品の審査では、導入された遺伝子により新たに作られるタンパク質について、まず、すでに知られているアレルゲンと比較することで、アレルゲンとなる可能性を予測します。さらに、人工胃液や腸液、加熱処理により容易に分解されることなどを確認します。タンパク質がアミノ酸に分解されれば、アレルゲンになりません。これまで、アレルギー性の審査にパスしたものは、導入遺伝子の作るタンパク質が容易に分解されることが確認されており、アレル

ギーを起こす心配はありません。1996年から遺伝子組換え食品は流通していますが、アレルギーが増加したという報告はありません。

害虫に強い作物を、私達が食べても大丈夫ですか？

生物農薬としての実績をもつバチルス菌の遺伝子を利用して、遺伝子組換えによって作られたのが害虫に強い作物です。バチルス菌（バチルス・チューリンゲンシス）の頭文字から、Bt作物とも呼ばれています。このBt作物の持つ「害虫に強い成分」は、私たち人間や動物が食べても、まったく心配のないものです。なぜなら、このタンパク質は、害虫の消化管にある受容体と結びついてはじめて、効力を発揮できる仕組みになっていますが、人間や動物ではこの受容体がありません。また、Btタンパク質は酸に弱いので、人間や動物が食べると、胃液の酸で容易に分解されてしまいます。その安全性は、食品安全委員会の審査により確認されています。

なお、Btタンパク質を含むバチルス菌体は有機栽培でも利用が認められている生物農薬です。

遺伝子組換え飼料をエサとした、動物の肉や乳、卵は安全ですか？

現在、日本に輸入されている遺伝子組換えトウモロコシやダイズの多くは、家畜用のエサとしても利用されています。食品安全委員会で遺伝子組換え食品の安全性を審査するだけでなく、飼料としての安全性の審査も行われています。

遺伝子組換えトウモロコシなどのエサを家畜が食べると、導入された遺伝子も、新たに作られたタンパク質も、人間の場合と同様に胃や腸で分解され、家畜の体内に残ることはありません。農林水産省では、牛、豚、鶏を対象にして、遺伝子組換えの飼料を与える試験を行いました。その結果、家畜の発育や健康状態、乳牛の出す乳量、鶏の産卵率などには影響がみられないと報告されています。ま

た、組み込まれた遺伝子や作られたタンパク質が、肉や乳、タマゴに影響を与えることがないことも確認されています。

 **外国では、蝶の幼虫が影響を受けたという報告があるそうですが...**

1999年に米国のコーネル大学の研究者が、「害虫に強いトウモロコシの花粉をオオカバマダラという蝶の幼虫に与えたところ、44%が死んだ」という報告を行いました。内容が衝撃的だったため、遺伝子組換え農作物が昆虫に与える影響を懸念する声が多くあげられ、同時に、各国の研究機関で事実確認のための検証が行われました。



その結果、この実験にはいくつかの疑問点があることが分かりました。例えば、自然界では、オオカバマダラの幼虫はトウモロコシ（イネ科）ではなく、トウワタ（ガガイモ科）の葉を食べます。また、トウモロコシの花粉の飛散する時期は1週間から10日程度と短く、その時期は、オオカバマダラの幼虫が成長する時期とはかなり異なっています。

従って、米国の研究者の実験は、自然界では起こりえない条件下で行われたことが判明しています。農林水産省の検討結果でも自然条件下で直ちに影響があるとはいえないとしています。また、各国における様々な検証結果から、実際にはオオカバマダラなどの蝶への影響はほとんどないことが確認されています。

米国では遺伝子組換えトウモロコシの栽培が1996年から行われていますが、オオカバマダラが減ったという報告はありません。

花粉が飛んで遺伝子が雑草に移る心配はありませんか？

遺伝子組換え農作物のなかでも、除草剤の影響を受けない作物については、花粉が飛んで雑草に遺伝子が移ったときの影響を懸念する声があります。しかし、現在米国をはじめとした国々で栽培されている除草剤の影響を受けないダイズなどは、特定の除草剤にだけ耐性を持つ酵素の遺伝子を組み込んだもので、どんな除草剤にも枯れないというわけではありません。

このため、除草剤の影響を受けない作物がその近縁種の雑草と交雑したとしても、その雑草の自然環境における生命力や繁殖力が強くなるわけではなく、人間の手におえなくなることはないと考えられます。

遺伝子組換え品種の農作物を栽培する農家は、高価な種子を毎年購入しなくてはならないと聞きますが…？

海外の農家は高いお金を出して遺伝子組換え品種の種子を買わされている、という指摘もありますが、どんな品種の種子を購入するかは農家が自由に選択しています。種子代が高価であっても、使用する農薬代や農薬散布に用いる機械の燃料代などの経費が節約できて、これまで害虫被害等で出荷できなかった分の収穫物が出荷できるようになるなど、農作業全体を見て利益が増える場合があります。また、農薬散布の回数が減るために、作業時の農薬曝露の健康リスクを抑えることも可能です。このように、農業経営全体としてメリットが出るならば、農家は遺伝子組換え品種を選びます。

また、インドのワタ農家では女性たちが農作業を行っていましたが、遺伝子組換えによる害虫抵抗性ワタの栽培により十数回行っていた農薬散布回数を減少させることができました。さらに、それまで農作業に割いていた時間を副業に充てることで収入が増え、結果的に生活が豊かになったという現実もあります。

このようなことが、発展途上国での遺伝子組換え農作物栽培面積の増加につながっていると考えられます。

カナダのナタネ農家のシュマイザー事件の真相は？

カナダ・サスカチュワン州のナタネ農家のシュマイザー氏の農地にあるナタネが、ほとんど除草剤耐性の遺伝子組換えナタネであるという事が判明し、特許侵害として裁判になりました。勝手にナタネの花粉が飛んできて知らない間に遺伝子組換えナタネが増えたと主張しましたが、裁判ではシュマイザー氏が意図的に遺伝子組換えナタネを増殖して栽培していたことが分かりました。この事件をきっかけに、遺伝子組換え農作物によって農家が企業に支配されると批判する人もいますが、カナダの最高裁の判決が示すまでもなく、お互いの知的財産権を尊重することは、企業だけでなく全ての人たちが行うべきことです。

除草剤耐性トウモロコシを食べたラットにガンが多発したという論文が発表されたそうですが？

2012年にフランスカーン大学のジル・エリック・セラリーニ教授らが、遺伝子組換え除草剤耐性トウモロコシを2年間ラットに食べさせたところ、非遺伝子組換えトウモロコシを食べたラット群よりも高い率で寿命が短くなり、ガンや内臓の障害も多く発生した、という論文を発表しました。

大きな腫瘍を持ったラットの写真が衝撃的であり、セラリーニ教授が映画に出演、その中でこの研究結果についてコメントするなどしたため、国内外で話題になりました。

しかし、EUの食品安全の公的機関（EFSA）や日本の食品安全委員会などにおいて、多くの研究者が論文を精査したところ、研究に用いたラットは元々腫瘍ができやすい系統であったことや、実験

に用いたラットの数が不足していること、統計分析に必要なデータが揃っていないことなどから、この論文の結論では、遺伝子組換えトウモロコシの食品としての安全性に新たな懸念が生じているとはいえない、という結論になりました。

2019年世界のダイズの栽培面積の約78%が遺伝子組換えダイズです。そしてその多くが食用油を搾った後に牛や豚などの家畜飼料として用いられていますが、家畜の子供に影響を及ぼす等の問題は生じていません。



遺伝子組換え農作物はこれからの食料危機を救えるのですか？

世界人口は2050年には96億人に達すると言われていますが、その人口を賄えるだけの食料を確保することは非常に難しい現状にあります。食料、特に穀物の増産は急務と考えられます。

穀物を増産するにも、農地は世界的に減少傾向にあり、肥料となるリンの資源枯渇も問題となっています。さらに地下水の枯渇、干ばつ、塩害など、いわゆる“砂漠化”も進んでいます。これらの状況を考慮すると、1つの方法として、農作物に少ない肥料で効率良く、たくさんの収量を上げられる形質や、乾燥に強い形質、塩分が多い土地でも生育する形質等の有用な形質を付与した品種を作出することが必要と考えられます。

それには品種改良が必要となりますが、遺伝子組換え技術を利用した品種改良では、交配や突然変異を利用した品種改良では付与が難しい形質を付与することが可能で、品種改良の可能性を広げることができます。

このようなことから、遺伝子組換え技術は食料危機を解決する1つの方法として注目されています。

さいごに

この冊子を通じて、農研機構の活動、そしてバイオテクノロジーをより身近に感じていただければ幸いです。もっと研究所の活動や遺伝子組換えのこと、さらに広くバイオテクノロジーについて知りたいと思われた方もいるかもしれません。最後に、詳しく情報を得たい人のために、便利なホームページや参考図書を紹介しておきますので、ご活用ください。

また、私たちは、遺伝子組換え技術の情報提供のみならず、遺伝子組換えイネを間近で見ただけのような、見学を受け付けています。機会がありましたら、ぜひお立ち寄りください。

今後も研究の成果やさまざまな情報を国内のみならず国際的にも発信し、私たちの研究開発した技術を紹介していきながら、科学と産業の発展に貢献していきたいと考えています。

さらに知りたい方のために

さらに詳しいことや新しい情報は、以下に紹介するホームページや参考図書で確認することができます。

<研究機関>

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

<https://www.naro.go.jp/>

生物機能利用研究部門 遺伝子組換え関連情報

<https://www.naro.go.jp/laboratory/nias/gmo/index.html>

<行政機関>

農林水産省 農林水産技術会議 遺伝子組換え技術の情報サイト

<https://www.affrc.maff.go.jp/docs/anzenka/GM1.htm>

環境省 日本バイオセーフティクリアリングハウス (J-BCH)

<http://www.biodic.go.jp/bch/>

厚生労働省「遺伝子組換え食品ホームページ」

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/identshi/

文部科学省 ライフサイエンスの広場

<https://www.lifescience.mext.go.jp/>

内閣府 食品安全委員会遺伝子組換え食品等専門調査会

<http://www.fsc.go.jp/senmon/identsi/>

<各種機関>

NPO法人 くらしとバイオプラザ21

<http://www.life-bio.or.jp/>

一般財団法人 バイオインダストリー協会

<https://www.jba.or.jp/pc/>

NPO法人 国際生命科学研究機構

<http://www.ilsijapan.org/>

一般財団法人 食品産業センター

<https://www.shokusan.or.jp/>

バイテク情報普及会

<https://www.cbijapan.com/>

参考図書

面白バイテクゼミナール／北野大、日野明寛、田部井豊監修

旭屋出版（平成16年3月）

はやわかり遺伝子組換え／浜本哲郎著 広文社（平成15年3月）

遺伝子時代の基礎知識／東嶋和子著 ブルーバックス（平成15年11月）

遺伝子組換え食品／日本農芸化学会編 学会出版センター（平成12年6月）

シリーズ21世紀の農学－遺伝子組換え農作物の研究／日本農学会編 養賢堂（平成18年4月）

- やさしいバイオテクノロジー 血液型や遺伝子組換え食品の真実
を知る／芦田嘉之 サイエンスアイ新書（平成19年1月）
メディア・バイアス＜あやしい健康情報とニセ科学＞／松永和紀
光文社新書（平成19年4月）
アグリバイオビジネスーその魅力と技術動向／美濃部侑三監修
シーエムシー出版（平成20年12月）
救え！世界の食糧危機 ここまで来た遺伝子組換え作物／日本学術
振興会・植物バイオ第160委員会監修 科学同人（平成21年3月）
分子生物学に支えられた農業生物資源の利用と将来／田部井豊、
佐藤里絵、石川達夫編著 丸善（平成23年3月）
有機農業と遺伝子組換え食品 明日の食卓／椎名隆、石崎陽子監
訳 丸善出版（平成23年6月）
空飛ぶ豚と海を渡るトウモロコシ 穀物が築いた日米の絆／三石
誠司著 日経BPコンサルティング（平成23年12月）
誤解だらけの遺伝子組み換え作物／小島正美編 エネルギー
フォーラム（平成27年9月）

食と農の未来を提案するバイオテクノロジー

— 農研機構の研究活動 —

改訂版：平成17年9月、平成18年6月
平成19年8月、平成20年3月
平成21年4月、平成22年7月
平成23年6月、平成24年5月
平成25年8月、平成26年7月
平成27年5月、平成28年9月
平成29年7月、平成30年12月
令和元年10月 令和4年6月

作成・発行：国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）
企画戦略本部新技術対策課

〒305-8517
茨城県つくば市観音台3-1-1
電話：029-838-7138

インターネット・メールからの問い合わせ：
<https://www.naro.go.jp/inquiry/>
www@naro.affrc.go.jp



NARO

農研機構

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構