2022/5/12 (木) 易しい科学の話

遺伝子組み換え食品

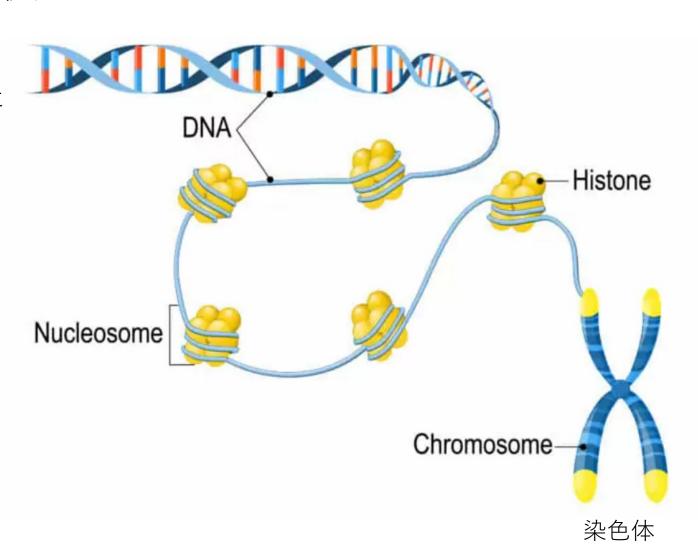
すべての生物は、細胞の核の中に 二重らせん状のDNAをもっている

DNAがひも状にまとまったものが 染色体である。

遺伝情報は、染色体を構成するDNAの中に書かれていて、その部分を遺伝子という。

染色体の数は、生物によって違う。

| 七面鳥 | (82本) |
|--------|-------|
| ニワトリ・犬 | (78本) |
| じゃがいも | (48本) |
| チンパンジー | (48本) |
| 人間 | (46本) |
| 桜 | (32本) |
| 猫 | (38本) |
| カエル | (26本) |
| 米 | (24本) |
| キュウリ | (14本) |



CHROMATIN

糸状のクロマチンが 集まって染色体に なっている Chromosome Nucleosome e • Histone

Double helix

ヒストンが集まって 糸状のクロマチンが できている。

DNA は、ヒストンという 蛋白質に巻き付いている。

遺伝子とは

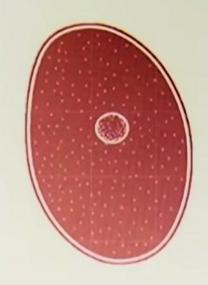
遺伝子組み換え食品とは (yamagata-u.ac.jp)

- 全ての生物の構成単位は細胞で、その中には核があり、核の中には染色体が入っている。
- この染色体に、遺伝の基本単位、すなわち「遺伝子」が含まれている。
- 遺伝子の本体は「DNA (デオキシリボ核酸)」という物質である。
- DNAはA(アデニン)、T(チミン)、G(グアニン)、C(シトシン)と呼ばれる 4 種類の物質(塩基)がたくさんつながり、1本の鎖のような形をしている。
- この塩基の並び方が一種の暗号になっており、例えば、G-T-Cという並び方は、「グルタミン」というアミノ酸を意味する。
- このように、塩基3個の並び方が1つのアミノ酸に対応しており、この暗号どおりに、 アミノ酸をつなげていくと、最終的に蛋白質ができあがる。
- 蛋白質は生物の発生・分化・成長等の調節をしたり、酵素などとしてく。

生物 1 細胞

▲動物と植物の細胞のつくり

動物



植物





共通:核、細胞質、細胞膜 など

植物:葉緑体、液胞、細胞壁

DNAが作った染色体は、細胞の なかにある核の中に入っている。

動物と植物では、細胞の中身が違っている。

動物の細胞の中には、核と細胞質がある。

植物の細胞の中には、核のほかに葉緑体と液胞がある。

植物の細胞膜には細胞壁もあり動物のものより強固である。

しかし、遺伝情報は、核の中の DNAに書かれているのは、動物 も植物も同じである。

精子や卵子の遺伝情報は減数分裂よって作られる。

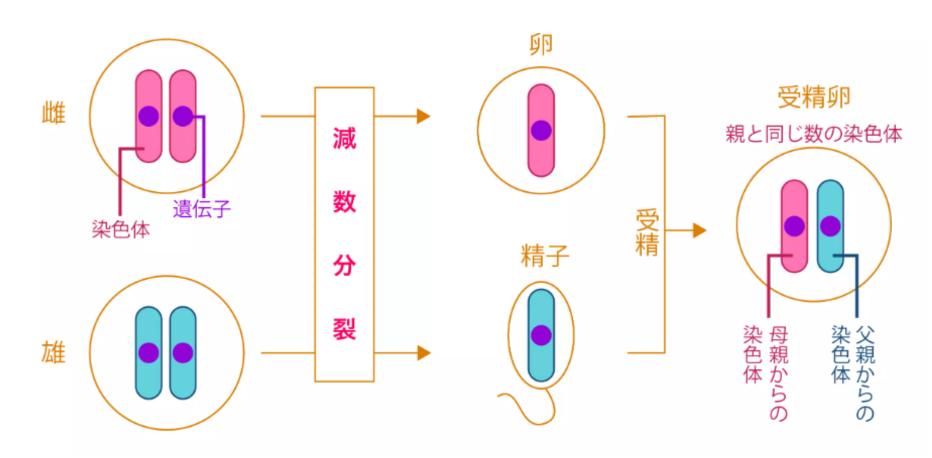
- 精子や卵子のことを生殖細胞と呼ぶ。
- ・父も母も基本的に1組2本で23組合計46本の染色体を持っている。
- 生殖細胞を作る時には、この46本の染色体が23本ずつ2つに分裂する。これを減数分裂と言う。
- 受精すると、両親の男性の23番染色体はXとYの組み合わせ。それが分裂によって分けられるので、精子は23番がXのものとYのものが半数ずつできる。女性の23番はXとXの組み合わせなので、分裂してできる卵子の23番も必ずXとなる。

受精

- 新しい生命の誕生は、動物も植物も受精によっておこる。
- 受精は、卵子と精子が結合すること。
- 卵子や精子は、減数分裂によってできた二重らせん状のDNAの半分が入っている。
- ・受精によって、両親からもらったDNAが新たな2重らせん状のDNAを作る。つまり、新しい生命は、父と母の遺伝情報を持つDNAを半分ずつ持っている。
- その遺伝情報のどちらが実際に働くかは、優性な遺伝子の方が出現する。

精子や卵子のことを生殖細胞と呼ぶ。

父も母も基本的に1組2本で23組合計46本の染色体を持っている。 生殖細胞を作る時には、この46本の染色体が23本ずつ2つに分裂する。これを減数分裂と言う。



二重にあるDNA上の遺伝情報のうちどちらが働くか? (優性 劣性)

- 二重にある遺伝情報は、受精でそれぞれ両親から受け継いだもの。 そのうち実際に使用されるほうが優性で、使用されないほうが劣性 である。(優れているから優性、という意味ではない)。
- 優性劣性の例をあげると、
 - 一重まぶた、二重まぶた・・・・二重が優性
 - 髪の色・・・・・・・・・濃い色のほうが優性
 - 目の色・・・・・・・・・濃い色のほうが優性
 - 血液型・・・・・・・・・・・Oが劣性。AとBが優性でAとBの間には 優劣がない。

イヌの身体の大きさに関与する 遺伝子が特定された(米国)

犬は、種類によって個体の大きさが大きく異なる動物である。

様々な大型犬種(アイリッシュ・ウルフハウンド、セントバーナード、グレートデーン等)のDNAを比較することにより、犬の大きさの違いの遺伝的な根拠を調べた。その結果、IGF-1 という一つの遺伝子に変異があることが判明した。IGF-1 遺伝子は「インスリン様成長因子 1 (insulin-like growth factor 1)」というタンパク質ホルモン 3 をコード 4 している遺伝子であり、研究を行った全犬種にわたって、その遺伝子の変異と身体の小ささとに極めて強い関連性がみられた。

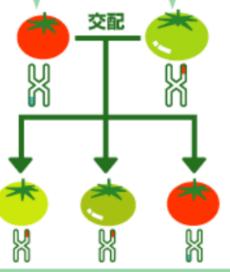


植物でも、良い性質をもった ものと、普通のもののDNAを 比較することにより、どの遺 伝子が良い性質をもたらして いるかがわかる。

(従来の交配による育種)

病気に弱い

病気に強い



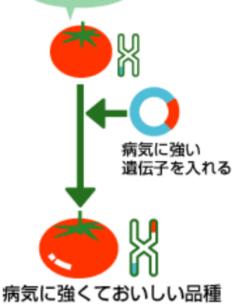
いろいろなものができるので、 病気に強くておいしい品種ができ るまで、交配と選抜の繰り返し



0-0

遺伝子組換えによる育種

病気に弱い



従来の育種と遺伝 子組換えによる育種 を比較するとこのよ うになります。 DNAの情報を読み取ることができなかった時代には、交配により、良い品種ができる物を作ってきた。時間がかかる方法だった。

現在は、良い品種の遺伝情報が書かれている DNAを、それまでの品種のDNAに部分的に 置き換える。

例えば、おいしいトマトだったが、病気に弱いトマトのDNAの部分を、おいしくないが病気に強いトマトの遺伝子を含むDNAを入れ替えると、病気にも強くおいしいトマトができる。

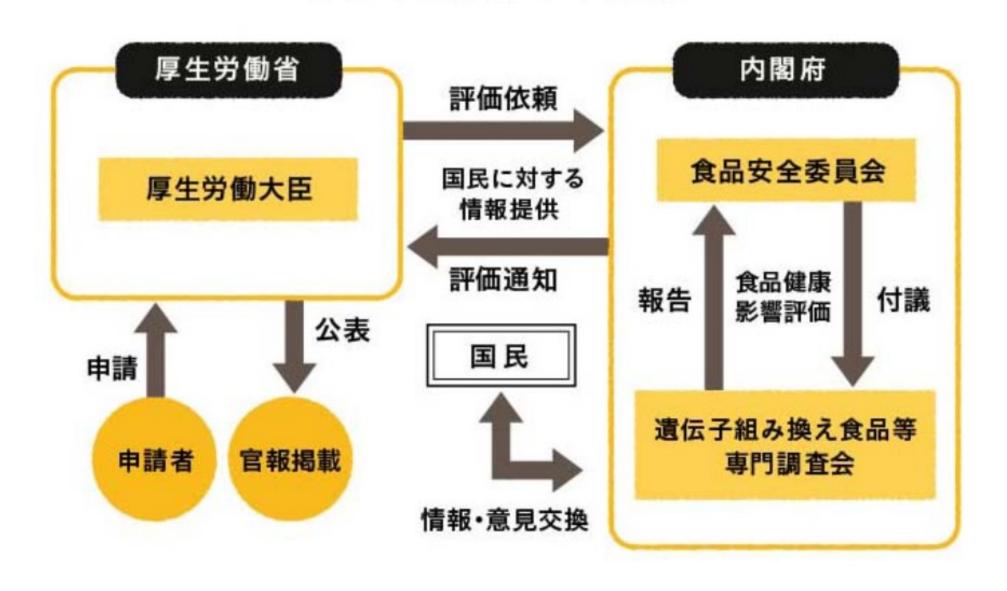
どうして「遺伝子組み換え」をするの? そのメリットは?

- 「遺伝子を組み換える」と聞くと、なんとなく不安な気がしてしまうが、この技術を使うことで、さまざまな問題解決が期待されている。
- そのひとつに、世界の食糧不足問題がある。
- 地道に交配を繰り返して改良していく従来の方法では、新しい品種を生み出すまでに長い時間がかかるが、遺伝子組み換え技術であれば、新しい特性をもった作物を短期間で効率よく生み出すことができる。
- 痩せた土地でもちゃんと育つ穀物、害虫に強いフルーツ、除草剤に負けない野菜など、「こういう品種があればもっと生産量が増えるのに」という問題を短時間でクリアできるので、食糧不足の解消や生産性の向上につながるメリットがある。

では、デメリットはあるの?

- それは、健康と環境に対する影響への不安。
- 遺伝子組み換え食品を食べると、アレルギーを引き起こすのではないか、人体に害を与えるのではないか、という不安がある。
- 厚生労働省は、厳しい審査をパスし、安全性が確認された農作物や食品のみが市場で販売されるので、健康被害の可能性は極めて低い、と発表している。(厚生労働省HP「遺伝子組換え食品Q&A」より)
- また、環境に対する影響も心配の声もある。
- 遺伝子組み換えをした作物を育てると、もともとその環境の中にいた植物や動物に有害な影響を与えるのではないか?といった不安。
- こうした懸念は、この技術が登場した当初から現在まで根強く残っており、今でもさま ざまな議論がなされている。そうした不安を取り除くために、安全性審査はすべて国が 管理し、食品衛生法のもとシビアなチェック体制がしかれている。

安全性審査の流れ



食べ物以外の遺伝子組み換えの応用は?

- <医療>
 - 医薬品
 - -抗生物質(ペニシリン、ストレプトマイシンなど)
 - -バイオ医薬(ワクチン、抗体やタンパク質、核酸など)

<農薬>

- ・天敵農薬などの生物農薬
- <環境・生活>
 - ・バイオ燃料(バイオエタノール、バイオディーゼルなど)

 - ・生分解性プラスチック(ポリ乳酸など)・洗剤用酵素(タンパク質分解酵素など)
 - ・排水処理(微生物による有機物の分解処理)

生物農薬

病害虫や雑草の防除に利用される微生物や天敵など、生きた生物の特性を利用した農薬。

例えば、植物についた害虫アブラムシを食べるテントウムシも生物農薬のひとつ。

・従来の化学農薬に比べて、人畜や環境に対する安全性が高いといわれている。

バイオエタノール

サトウキビやトウモロコシなどの資源作物である「バイオマストを原料に発酵させて生産されるエタノールのこと。

化学合成によっても製造できるが、この「バイオマス」から、 発酵法により生産されるものをバイオエタノールという。

•「バイオマス」は、大気中から二酸化炭素(CO2)を吸収する 光合成を行うため、燃焼などによりCO2が発生しても、大気中 のCO2の総量は増えないとみなされる。

遺伝子を書き換える技術は、

クリスパーキャス9という方法

2020年にノーベル化学賞を受賞

遺伝子を自由に書き換える クリスパーキャス9によるゲノム編集のイメージ ガイド役(RNA)がはさみ(キャス9酵素)を DNA内の標的遺伝子に誘導 ガイド(RNA) (キャス9酵素) DNA はさみが標的遺伝子を切断し、 その遺伝子固有の機能を停止させる(ノックアウト)。 3 切断した箇所に 新しい遺伝子を挿入することもできる(ノックイン) PIXTA

拡大画像表示

2020年のノーベル化学賞 ゲノム編集技術

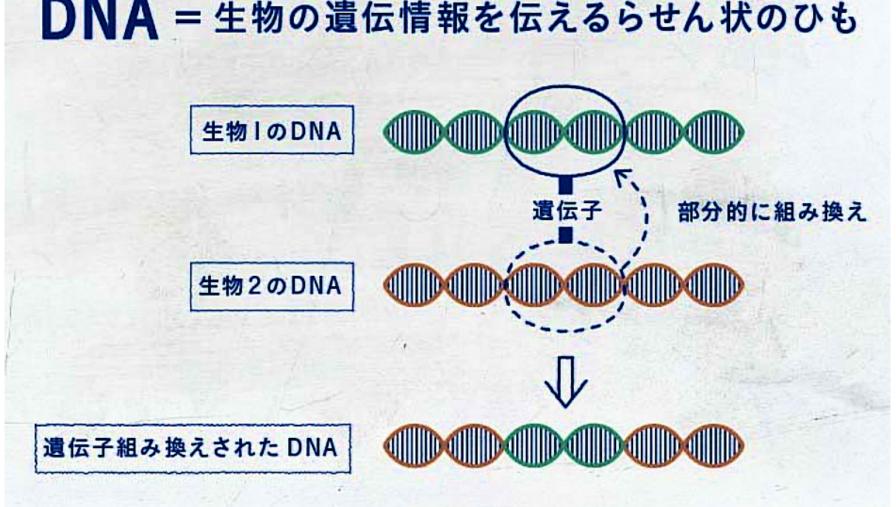


受賞者

エマニュエル・シャルパンティエ所長(左側の人) (ドイツ、マックス・プランク感染生物学研究所) ジェニファー・A・ダウドナ教授(右側の人) (アメリカ、カリフォルニア大学バークレー校)

遺伝子の部分的な組み換え

DNA = 生物の遺伝情報を伝えるらせん状のひも



エレクトロポレーション法

- 電気を使って遺伝子を取り入れるのが、 エレクトロポレーション法。
- まず、植物細胞の固い細胞壁を酵素で溶かして取り除き、プロトプラストと呼ばれる裸の状態の細胞にして、遺伝子が入りやすいようにする。
- 次に、このプロトプラストに、短時間の電気刺激(電気パレス)をかけて穴をあけ、ここから取り入れたいDNAの断片を入れることにより、役に立つ遺伝子を改良したい植物に組み込むことができる。



パーティクルガン法

- 10年ほど前に、アメリカのコーネル大学で開発された方法。
 - 金やタングステンの微粒子に取り入れたい役に立つ遺伝子をまぶし、 これを高圧ガスで改良したい植物細胞に打ち込む方法である。

アグロバクテリウム法

- 土壌細菌を使って植物に遺伝子を組み込む方法。
- アグロバクテリウムには、「核外遺伝子」(プラスミド)と呼ばれる小さな環状の DNAが存在し、その内部には「T-DNA」という領域があり、アグロバクテリウムが 作物に感染すると、その作物の細胞のDNAに入り込むという性質を持っている。
- そこでこの性質を利用し、プラスミドの一部を切りとって、そのかわりに取り入れたい遺伝子をプラスミドにつなぎ合わせた後、T-DAN領域内に「プロモーターに連結した目的遺伝子」を導入すれば、目的遺伝子が作物細胞中のDNAに組み込まれ、目的のタンパク質を作るようになる。
- プロモーターとは遺伝子の機能を開始させ、タンパク質を作らせるスイッチとなる働きを持つ、特定のDNA領域である。
- なお、プラスミドは、遺伝子を運ぶ役目をするので、運び屋DNAとも言われている。

遺伝子組み換え食品

| 流通し | B | 大豆 | 特定の除草剤で枯れない特定の成分を多く含む |
|--------------|-----------------|---------|--------------------------------------------------|
| | | とうもろこし | ● 特定の除草剤で枯れない● 害虫に強い |
| している | \$ 00 m | なたね | ● 特定の除草剤で枯れない |
| _ත | Wind the second | 絹 | 特定の除草剤で枯れない害虫に強い |
| ほぼ | | じゃがいも | ● 害虫に強い● ウィルス病に強い |
| ぼ流通し | Sign states | てんさい | ● 特定の除草剤で枯れない |
| してい | 6 | パパイヤ | ● ウィルス病に強い |
| いな | 9000 | アルファルファ | ● 特定の除草剤で枯れない |

遺伝子組換え技術を用いて作られたもの(植物分野)

(1)細胞・組織培養:

病気に侵されていないイチゴ苗、 優良な系統のラン苗等の大量生産 イネ、イチゴ、ネギ、ユリ、カンキツ等の新品種の作出 薬用人参を成分とする飲料の大量生産

(2) 組換えDNA技術:

青っぽい藤色のカーネーション平成9年10月から販売されている。

日持ちをよくしたトマト 米国等では、、

除草剤耐性のナタネ、ダイズ

害虫抵抗性のジャガイモ、トウモロコシ、ワタなど

000657810.pdf (mhlw.go.jp)

目次 INDEX

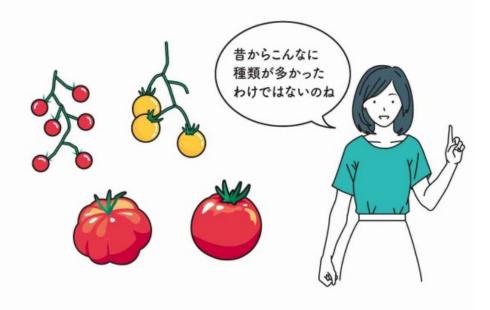
| 1 | I | はじめに | 02 |
|----|---|--------------------------------------------------|----|
| 2 | I | DNAとゲノムと遺伝子 ···································· | 03 |
| 3 | 1 | 育種過程での遺伝子の変化 | 04 |
| 4 | 1 | ゲノム編集技術 | 05 |
| 5 | 1 | ゲノム編集食品 | 06 |
| 6 | ı | 遺伝子組換え技術 | 07 |
| 7 | I | 遺伝子組換え食品 | 08 |
| 8 | I | さまざまな育種技術 | 09 |
| 9 | I | 育種技術とDNA配列の変化 ······· | 10 |
| 10 | I | 安全性確保の手続き | 11 |
| 11 | I | 安全性のチェックポイント | 12 |
| 12 | 1 | Q&A | 13 |

厚生労働省医薬·生活衛生局食品基準審査課

新しいバイオテクノロジーで 作られた食品について



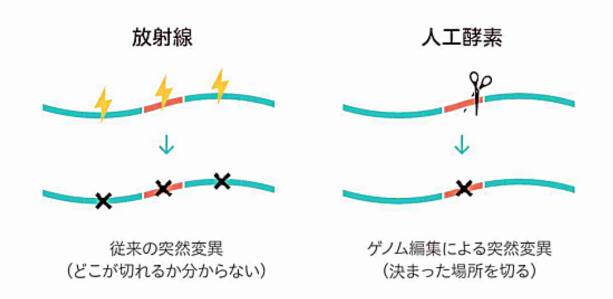
育種の過程では人間が人工的に作物や家畜の遺伝子を変化させ、新しい性質を持つものを作り出してきました。例えば、トマトの野生種は毒を持った小さい実しかつけませんが、長い年月をかけた育種の結果、おいしく、栽培しやすいさまざまなトマトが生まれました。



DNA の配列と突然変異

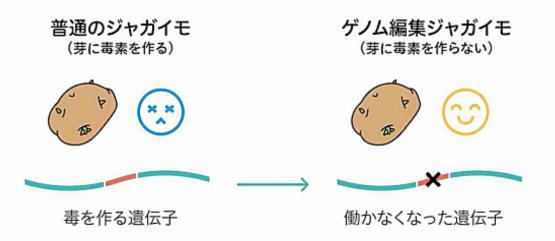
DNAの配列が変わることは突然変異と呼ばれ、育種において重要な 役割を果たします。突然変異は自然界でも起きますが、放射線の照射 などにより人工的に起こすこともあります。もっとも、どの配列が変 わるかは偶然に頼るので、育種を行う上で都合の悪い突然変異が起こ ることもありますが、そうした突然変異はその後の交配、選抜により 取り除くことができます。 細胞の中のDNAは自然界の、あるいは人工的な放射線などにより切断されることがあります。生物は切断されたDNAを修復する仕組みを持っていますが、修復に失敗するとDNAの配列が変わって突然変異が起こります。ゲノム編集技術は、DNAを切断する人工酵素を使ってDNAに突然変異を起こす技術です。

放射線によるDNAの切断はランダムに起こるので、計画的に突然変異を起こすことはできません。一方、ゲノム編集では、決まったDNAの配列を切断できる人工酵素を細胞の中で働かせるので、狙った遺伝子に突然変異を起こすことができます。



毒素のないジャガイモ

ジャガイモの芽や緑色の部分には天然毒素が含まれています。ゲノム 編集により、毒素を作る遺伝子を働かなくさせ、毒素を作らないジャ ガイモを効率的に作ることができます。



この他、日本国内では、下の例のようなゲノム編集作物や水産物の研究開発が行われています。



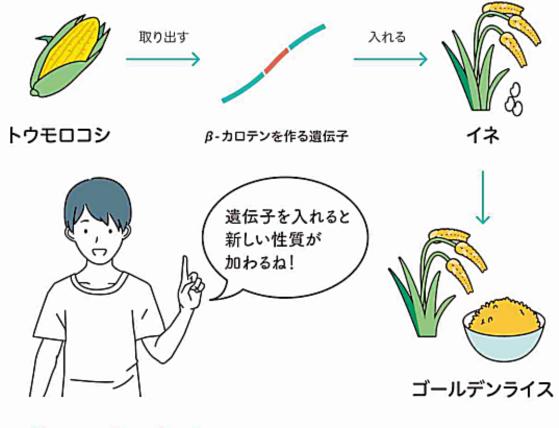
血圧降下作用が期待される GABAを多く含むトマト



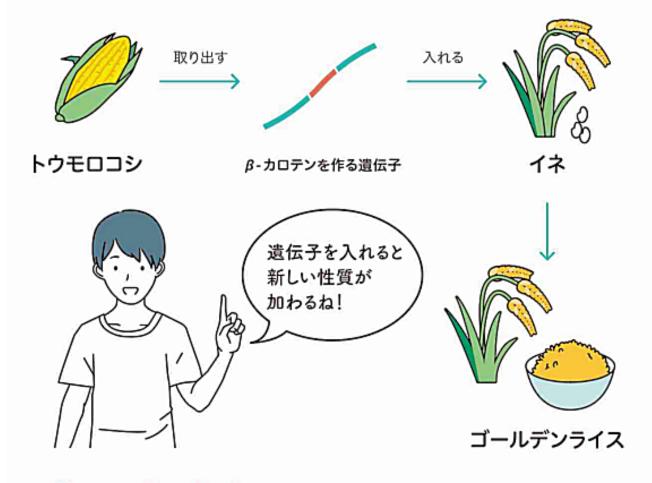
筋肉量を増やしたタイ

遺伝子組換え作物は、ほかの生物から取り出した遺伝子をゲノムに組 み込むことで作られます。その結果、その作物は新しい性質を持つよ うになります。

特定の除草剤に強い作物や害虫に強い作物などがこの方法で開発され、海外では1996年から実用化されています。



ゴールデンライス



ゴールデンライス

トウモロコシから取り出した遺伝子を組み込んで作られたイネ(ゴールデンライス)は、ビタミンAの素となる β -カロテンをコメに多く含みます。ゴールデンライスは、発展途上国で問題となっているビタミンA欠乏症を解決するために開発されました。

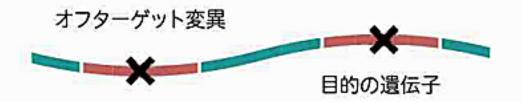
国内で主に流通・消費されている遺伝子組換え作物

| | 主な性質 | 主な用途 |
|--------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| 大豆 | ・除草剤に強い | 大豆油飼料 |
| とうもろこし | 害虫に強い除草剤に強い | コーン油 ●飼料異性化糖 ● デンプン |
| なたね | ●除草剤に強い | ●なたね油 |
| わた | ●害虫に強い | ●綿実油 |

Q ゲノム編集の際に予期せぬ変異(オフターゲット変異) は起こりませんか?

これまでの育種ではランダムに突然変異が起こるので、多くの予期せぬ変異が起こっています。しかし、都合の悪い性質は交配と選抜によって取り除かれてきました。ゲノム編集の場合も同様に、都合の悪い形質を持つ変異は交配と選抜を経て取り除くことができるので、健康への悪影響が問題になる可能性は非常に低いと考えられています。

ゲノム編集 (オフターゲットあり)



11 安全性のチェックポイント

ゲノム編集食品を流通する際の届出については、下記のようなポイントをチェックします。

- ●新たなアレルギーの原因(アレルゲン)が作られていないか、有害物質などが作られていないか。
- ●(毒素をなくす、ある成分を増やすなどの改変をした場合) 食品中の栄養素などがどう変化したか

遺伝子組換え食品を流通する際の安全性審査では下記のようなポイントをチェックしています。

- ●組み込む前の作物(既存の食品)、組み込む遺伝子、ベクター(遺伝子の運び屋)などはよく解明されたものか、ヒトが食べた経験はあるか。
- ●組み込まれた遺伝子はどのように働くか。
- ●組み込んだ遺伝子からできるタンパク質はヒトに有害でないか、アレルギーを起こさないか。
- ●組み込まれた遺伝子が間接的に作用し、有害物質などを作る可能性は ないか。
- ●食品中の栄養素などが大きくかわらないか。

Q2 害虫に強い作物を害虫が食べると死ぬそうですが、 人が食べても大丈夫なのですか?

害虫に強い作物には殺虫性タンパク質(Btタンパク質(Btタンパク質)が含まれています。このタンパク質はヒトや家畜には無害なので食べても問題ありません。今まで害虫に強い作物が食品や飼料としてたくさん消費されてきましたが、健康被害は確認されていません。

Btタンパク質 害虫が ヒトや家畜が 食べた場合 食べた場合 消化管(アル 胃の中(酸性) カリ性)で活性 で分解される 化して消化管 の粘膜とくっ つき、細胞が 破壊される 死んでしまう 大丈夫

Btタンパク質:バチルス・ チューリンゲンシスと呼ばれる細菌が作るタンパク質で、 殺虫性があります。生物農薬 として有機栽培への使用が 認められています。 Q3 遺伝子組換え食品を食べ続けても健康被害は 起こりませんか?

さまざまなデータに基づき、組み込んだ遺伝子によって作られるタンパク質の安全性や遺伝子が間接的に作用し、有害物質などを作る可能性がないことが確認されていますので、食べ続けても問題はありません。

Q4 ゲノム編集食品には安全性評価が義務付けられず、 届出も義務ではないのはなぜですか?

ゲノム編集でDNAに起こる変化は自然界や従来の品種改良でも起こり得る変化です。従って、安全性もそれらと同程度と考えられ、安全性審査は必要ないと判断されましたが、新たな技術であることや消費者への配慮も必要なため、届出と一定の情報の公表を求めることとしました。

2022/5/12 (木) 易しい科学の話

遺伝子組み換え食品

終わり