

# ゲノム編集技術がこれまでの食材市場を変えていくのは間違いない

テクノ・サイエンスローカル事務所 小宮山美弘

ゲノム編集、ゲノム編集食品という活字が新聞紙上を飛び交う。これまで長く遺伝子組み換え食品という言葉が市場を賑わし、その安全性についての賛否が消費者市場を席卷してきた。しかし、ゲノム編集技術を使って誕生した魚や野菜類にはそうした社会的議論に集中しない。いったい何故だろうと不思議に感ずる人もいるのではないだろうか。この技術は生物が自然界における各種環境下で起こる突然変異を人工的に行うことができるからである。果樹ではよく枝替わりという用語が使われる。植物体の一部の枝のみが他と異なる遺伝形質を示すことであり、芽の始原細胞における体細胞遺伝子の突然変異によって起こり、長十郎ナシから二十世紀ナシを得たのがこの良い例である。動物では白色のトラやタイガー等もその例である。一般的にはその生物のほとんどが保有している遺伝形質の一部が予期せず突然変異することである。しかし、この方法では全く計画育種はできない。本稿ではこのゲノム編集と遺伝子組み換え技術の違いやゲノム編集の技術的法的考え方もコンパクトに解説する。

## ① ゲノム編集とはどんな技術か

ゲノムとは、生物が保有する全遺伝情報を示す用語である。生物の細胞は、核と呼ばれる小器官をもち、その核の中にDNAが存在し、4種類の塩基(A, G, C, T)が含まれ、この塩基の並び順(塩基配列)が生命の情報であり、多数の並び順によって生物の特徴を示している。ゲノムの中には、その特徴を造るタンパク質の情報をもつ部分(遺伝子)と情報をもたない部分からなり、遺伝子の部分は全体の約1.5%であることが知られている。ゲノム編集は、このゲノムの情報を自在に書き換えることができることから編集という言葉が生まれている。

## ② 遺伝子組み換えとは何処が違うのか

遺伝子組み換えとは、生物の細胞から有用な性質を持つ遺伝子を取り出し、他の植物などの細胞の遺伝子に組み込み、新しい性質をもたせることをいう。各種植物の交配を繰り返しや偶然発生する突然変異と違って、生産者や消費者の求める性質を極めて短時間に効率良く持たせることができる点、組み込む有用な遺伝子が種を超えていろいろな生物から得られる点が異なる。例えば、味の良い品種に乾燥に強いとか、病気に強い遺伝子を組み込むことで、味が良く乾燥や病気にも強い品種ができる。しかし、一方で新たな性質を保有する組み換え遺伝子を有する食物は、その植物に元々ない遺伝子を組み込むことから人体に対してアレルギーや毒性等を有することが危惧されるとの不安から厳しい栽培条件や安全性あるいは表示が求められている。こうした点が実際に組み換え遺伝子を有する植物が得られても商品として市場に出回るのに長時間を要することや忌避する消費者の存在も結構な割合を占めるのも事実である。

## ③ ゲノム編集とは具体的にはどんな技術か

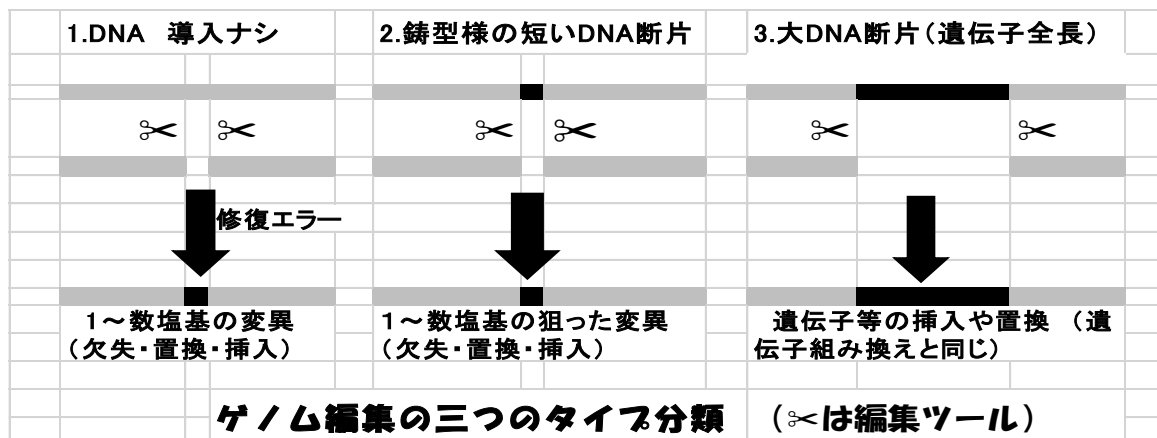
ゲノム編集技術はあらかじめ狙ったDNA配列を切断して変異を起こす技術である。この技術はDNAを切断するハサミ(ゲノム編集ツール)が使われる。DNAを切断したままだと遺伝子が作動しなくなるので細胞には有害となる。そこで細胞の中では切断されたDNAはすぐにつなぎ合わされるのであるが、これをDNA修復と呼んでいる。ゲノム編集では、ここでゲノム編集ツールを用いて狙った遺伝子部分を切断して、その修復過程でゲノム情報を書き替えるのである。このツールは1996年ジンクフィンガーヌクレアーゼ(ZFN)という酵素が開発され、次いで2010年にターレンというツールが開発された。続いてこの2つより扱いやすさが格段に優れたクリスパー・キャス9が開発され、ゲノム編集技術の研究や普及に大きく貢献した。2020年にはエマニュエル・シャルパンティエ氏とジェニファー・ダウドナ氏がこの技術開発によってノーベル化学賞受賞している。開発後の時間的短さから如何に優れた技術であるかが窺われる。

冒頭でも述べたようにこうした技術でゲノム編集が行われた植物は突然変異のメカニズムと何ら変わらないことから安全には問題はないと云われる所以でもある。

無断転載、複製を禁じます 山梨県食品技術研究会

#### ④ ゲノム編集の分類

現在ゲノム編集には3つのタイプに大別されている。1つ目は実用化段階である。狙った部位を切断した後非相同末端結合によりDNAの修復を起こそうとするもので、1～数塩基の欠失や挿入といった修復ミスあるいは断片の欠失が起こるものである。こうした変異は突然変異でも起こる。2つ目は切断後の相同組み換えを利用して外来のDNA配列を導入する試みで、元のDNA配列は同じだが一部に変異が入った比較的短いDNA断片を利用する。1つ目と違うのは狙った変異を導入できることである。3つ目は導入遺伝子が非常に大きな断片を利用するものである。



#### ⑤ ゲノム編集食品の取り扱いルール

一つ目のタイプは外来の遺伝子が導入されていないので遺伝子組み換えの規制が対象外となっているが、知見の蓄積や状況把握のため情報開示を求めることになっている。ゲノム編集食品を流通販売する場合は所轄官庁との事前相談後届出あるいは情報提供の協力が求められる。これは突然変異で起きうることを前提とする虚偽の申告の見分けが出来ないからである。届出や情報提供は義務ではないが、届出を行わないで流通販売した場合開発者等を公表することになっている。届出内容は遺伝子の改変部位、アレルゲンや毒性の物質の生成がないかあるいはオフターゲット（想定以外の遺伝子の改変）の有無等である。2つ目はその内容により遺伝子組み換え食品と同様な規制をくわえるかどうか議論をされている。3つ目はこれまでの遺伝子組み換え規制と同様に規制があるものと考えられる。

#### ⑥ 上市されたゲノム編集食品の届出

現在までに「GABA 高蓄積トマト」（2021年9月）、「可食部増大マダイ」（2021年10月）、「高成長トラフグ」（2021年11月現在）が厚生労働省のwebサイトに掲載されている。当然のことながら輸入品も同様な手続きが求められる。このサイトではこれまでの議論が詳細に渡って整理・公表されているので詳しい内容については参照していただきたい。

#### ⑦ 今後の展望

医学分野でのゲノム編集の期待は大きく、遺伝性疾患の研究のためのモデル細胞や動物の作製、がんのモデル細胞・動物の作製、ウイルスの破壊や増殖抑制、再生医療での可能性、生体内での遺伝子治療など様々な利用が可能である。しかし倫理的、安全性の評価等課題は山積している。一方で動物や魚類あるいは植物への応用は今後急速に技術展開されていくのは容易に理解できることから、研究者のみでなく企業関係の方も多に関心を寄せていただくことが必要である。

#### 参考及び引用文献

- 1) NHK「ゲノム編集」取材班：ゲノム編集の衝撃、NHK出版（2016）
- 2) 山本 卓：山梨科学アカデミー会報第29号（2018）
- 3) 小泉 望、四方雅仁：化学と生物, VOL60, 150-153（2022）