

最近、新聞紙上で「組み換え DNA（遺伝子）作物、この秋にも日本上陸」などと騒がしくなっていてまいりました。一般の消費者にはまだまだ耳慣れない「組み換え DNA」という技術とは一体どういうものなのか？ 私達にどのようなメリットをもたらすものなのか？ また、組み換え DNA 技術を利用した作物はこれまでの作物とどう違うのか？ 今回は、主としてこうした点について説明させていただきます。

1 組み換え DNA 技術とは

「組み換え DNA」という言葉の持つ響きから、何か SF 的で未来的な技術を連想される方もいらっしゃるかと思いますが、交配し改良を重ねる従来の育種方法の延長といえます。従来の品種改良は、交配を重ねてできたものですが、組み換え DNA 技術によって目的とする有用な遺伝子をより正確に、かつ簡便に作物に導入し、作物を改良することが可能になりました。

これによって、従来 10 年以上もかかっていた品種改良が、正確に、かつ短期間でできるようになりました。この技術の応用によって短期間の開発で農業の生産性を高めたり、食料の質を向上させたり、病害虫に強い品種改良が実現します。

では、何故このような技術が今必要なのでしょう？ 組み換え DNA 技術は、私達が抱えている様々な問題を解決してくれます。例えば、日本では食料が豊富に溢れていて、食料不足の危機感など程遠いかもしれませんが、しかし、先頃発表になった国連予測によると、世界の総人口は現在約 55 億人ですが、2050 年にはその 2 倍近くに増加するとの試算もなされています。これに対して、食料の供給は、今現在の最新技術をもってしても 80 億人分しか確保できないといわれており、世界で 20 億人以上の食料が不足することになると考えられています。この食料不足を解決する技術として、組み換え DNA 技術が注目を集めています。組み換え DNA 技術は、先に述べたように病気や害虫に強い作物の生産を可能にするため、農作物の収量の安定や生産性の向上につながり、食料危機を克服する有力な手段の一つであると期待されています。

さらに、組み換え DNA 技術の応用には、農薬散布の回数や量を減らしたり、不耕起栽培（畑を耕さずに栽培すること）に適するものもあり、この技術を利用することによって環境保全型農業を目指すことができると期待されています。これらに加え、組み換え DNA 技術が進歩すれば、品質の向上した作物、例えば栄養分の高い作物を作ることも夢ではないかもしれません。

事例として、私どもモンサント社が研究開発に 10 年余を費やした、除草剤ラウンドアップ®の影響を受けない作物と害虫抵抗性作物について説明させていただきます。

2 除草剤ラウンドアップ®の影響を受けない作物

モンサント社の主力除草剤「ラウンドアップ®」は、アミノ酸の一種であるグリシンとリン酸の誘導体であるグリホサートをも有効成分とする非選択性茎葉処理型除草剤です。この除草剤はこの構造からわかるように、人を含め動物には大変安全性の高いものです。この除草剤は効果

が高く、雑草の一部に付くだけでしっかり根まで枯らします。また、散布され地面に落ちたラウンドアップは、速やかに土の中の微生物によって分解され、水や炭酸ガスなどの自然物になります。

このように、人や自然にやさしい除草剤ラウンドアップ®は、これまでに世界 100 カ国以上で 20 年以上にわたって果樹園や畑、非農耕地などで使用されてきました。しかし、畑作場面においてはラウンドアップ®が非選択性であるため、作物にかかれば、作物も枯らしてしまうので、その使用は播種前とか収穫後に限られていました。作物がラウンドアップ®の影響を受けないように改良できれば、ラウンドアップ®の優れた除草効果と人、動物、環境への高い安全性が畑作場面でも利用できることとなります。

このように考え、開発されたのが「ラウンドアップ®の影響を受けない作物」です。モンサント社では、ダイズ、ナタネ、ワタ、トウモロコシなどで開発を進めており、ラウンドアップ・レディー (Roundup Ready™) という商標名で商品化しています。

ラウンドアップ・レディー作物の開発にあたっては、グリホサートに耐性を示す酵素をつくる遺伝子を自然界から探し出し、それを作物に導入しました。これによって、ラウンドアップ®をかけても雑草だけが枯れ、作物はなんら影響を受けなくなります。今日、米国のダイズ農家では、土壌処理剤と茎葉処理剤を一作期あたり 2～5 剤を 2～5 回使用していますが、1989 年以來 450 カ所以上の圃場試験を行った結果、ラウンドアップ・レディーダイズを用いると、ラウンドアップ® 1 剤を 1～2 回散布すれば高い除草効果が得られることが示されました。

このことは、除草剤の散布回数を減らすことで労力及び費用を削減できるばかりでなく、優れた環境特性を持ったラウンドアップ®を使用することで、環境への負担を減らすことができ、環境保全型の農業を目指すことができます。

さらに、ラウンドアップ・レディー作物は、環境保全型農業の担い手である不耕起栽培への適用性が高いことが確認されています。不耕起栽培とは、播種前に行われる耕起を行わず、作物の種子を直接固い土に播いていく栽培法で、1) 風雨による表面肥沃土壌の流亡の防止、2) 土壌流亡による農薬や肥料の河川などへの流出の防止、3) 耕起作業に伴う機械費や燃料代の軽減、といった利点があります。しかしながら、耕起作業に伴って行われる機械的雑草防除や土壌処理型除草剤の使用ができなくなるため、雑草防除が難しく、普及に困難がありました。しかし、ラウンドアップ・レディー作物を利用し、ラウンドアップ®を散布することにより多年生雑草も含めた雑草が防除できることが確認されており、不耕起栽培の普及を可能にする技術として農業関係者の高い関心を集めています。

ラウンドアップ・レディーダイズは米国で、また同ナタネはカナダでそれぞれ 1995 年から小規模な栽培が開始され、その生産物はそれぞれの国で消費されています。1996 年には大規模な栽培が始まっています。

3 害虫抵抗性作物

作物栽培で問題になる害虫を、組み換え DNA 技術の利用によって克服し、殺虫剤を使用せずに作物を害虫から守ることができるようになりました。この技術は、土壤中に天然に存在する微生物、バチルス・チューリングエンシス (Bt)が特定の害虫を阻害する蛋白質を分泌しており、この蛋白質を生産する遺伝子を作物に導入すると、その作物が特定の害虫だけを防除できるようになります。この技術はその作物の特定の害虫だけを防除するので、天敵やその他の昆虫にはいっさい影響を与えません。また、自然条件下では容易にアミノ酸等に分解され、他の生物の栄養となるため環境にも影響を与えません。

現在、モンサント社ではジャガイモ、ワタ、トウモロコシでこうした害虫抵抗性の作物の開発をしております。米国とカナダで 1991 年から約 100 ヶ所で圃場試験が行われた商品名「ニューリーフ・ジャガイモ」の防除効果は、ジャガイモの害虫であるコロラドハムシに対して大変高いものであり、従来の殺虫剤による防除法と比較して大変優れていることが証明されています。ジャガイモのウイルス病を媒介するアブラムシはコロラドハムシに次ぐ害虫ですが、「ニューリーフ・ジャガイモ」を利用しますと、コロラドハムシ防除のために殺虫剤を散布しないため、益虫が増え、この益虫によりアブラムシの発生を抑えることができ、殺虫剤の使用がさらに不必要となりました。このように「ニューリーフ・ジャガイモ」を利用することにより、ジャガイモの栽培期間中、殺虫剤を一切使わずに害虫からジャガイモを守ることができることが証明されました。このような作物を利用することで、殺虫剤の散布量を大幅に減少させたり、あるいは全く使用せずに作物を栽培することができるようになり、環境にやさしく、消費者にも大きなメリットがあります。

ジャガイモとワタは、1996 年米国で栽培が始まります。また、モンサント社のトウモロコシは 1997 年に栽培が行われますが、チバ・シードやノースラップ・キング社のトウモロコシは 1996 年に米国で栽培が始まっています。

4 安全性について

食品の安全性評価については厚生省が 1996 年 2 月 5 日、「組換え DNA 技術応用食品の安全性評価の指針」を公表しました。これによれば、食品の安全性は、組み込まれた遺伝子が作る蛋白質を食べても健康に影響がないかをチェックすること、つまり、導入された蛋白質が毒性をもたないことやアレルギーを引き起こさないことを証明することが義務付けられています。さらに、導入された遺伝子により作られる蛋白質以外は従来の作物と同じであることの証明も要求されています。

モンサント社は導入された蛋白質の安全性や導入された蛋白質以外は従来の作物と同じであるということを次のように証明し、認可を得ています。毒性については、現在分かっている毒性蛋白質との比較で、構造的に全く類似しないこと及びネズミを使った試験等や人工消化液で消化分解されることなどからその安全性を示しています。

また、アレルギーについては、体内で消化されること、また熱によって壊れることを証明し、

さらに既知のアレルギーを起こす物質と構造的に全く類似していないことなどを示しています。

更に、蛋白質、脂肪、繊維、炭水化物や灰分などの主要成分は、従来のダイズと比べ何ら変わることがないことが示されており、脂肪酸やアミノ酸も詳しく分析されており、ラウンドアップ・レディーダイズは、従来の大豆と比べて変わらないということが証明されています。

5 パブリック・アクセプタンス（社会的受容）

しかし、以上のように国が組み換え DNA 技術の安全性評価をして認めたとしても、消費者が受け入れてくれるかどうか大きな課題です。1994年5月に組み換え DNA 作物としての第1号である日持ちをよくしたトマト「フレーバーセーバー・トマト」が米国で初めて販売されました。これは、流通に時間がかかるために青いうちに収穫していたトマトを、日持ちをよくするように改良し、赤くなってから収穫し流通できるようにしたものです。熟してから収穫するので味がよいと評判で、価格が通常のトマトの約2倍以上であるにもかかわらず、好評を博しています。米国では、パブリック・アクセプタンスは確立されたと考えられています。では、日本ではどうなるのでしょうか。昨年の秋に「バイオテクノロジーに対する日本人消費者の認知度と受容性」に関する調査を、米国ノースカロライナ州立大学のホーバン博士が行った報告書があります。それによると、日本の消費者におけるバイオテクノロジーに対する一般的な認知度は米国よりやや高く、その利用については大部分が肯定的で、さらに信頼できる情報源の裏付けがあれば、受容度があがるという結果がでています。この技術の利点が十分納得されればその受け入れも難しくないことが示されています。

6 おわりに

以上述べてきたように、組み換え DNA 技術はこれまでの育種技術では困難であった品種改良を可能とし、またそれによって改良された作物は収穫量の増大などの生産性の向上、環境保全型農業の実現および作物の品質の向上といった利点をもつことが示されています。

このように、組み換え DNA 技術は、農作物の生産性向上、安定供給、高品質化、環境の保全に果たす役割が大きく、急増する人口に伴う食糧問題や環境問題を解決していく上で重要な技術であり、その恩恵が享受される時期が間近になってきています。