

### 3. バイテク技術の稲育種への適用

木内 均\*

近年、水稲以外の作物において遺伝子組み換え技術を利用した品種開発が世界的に数多く行われるようになってきた。国内においても、それら品種や食品の安全性審査が行われ、多数認可されてきている。この「作物の遺伝子組み換え技術」について概略を記述する。

現在、植物細胞への遺伝子導入の方法としては、アグロバクテリウム法、エレクトロポレーション法、パーティクルガン法の3つがある。

アグロバクテリウム法は土壌細菌のアグロバクテリウムが持つ、自らのDNAを植物のDNAに組み込む能力を利用する方法で、目的遺伝子(DNA)セットを持たせたアグロバクテリウムを葉片などに感染させ、それを培養して形質転換された植物体を得る。

エレクトロポレーション法はプロトプラストと目的遺伝子(DNA)の混合液に電極をセットし、直流パルスを与えることにより細胞膜に微小な穴をあけ、遺伝子を細胞内に導入する。このプロトプラストを培養し、植物体を得る。

パーティクルガン法は金属などの微粒子表面に目的遺伝子(DNA)をコーティングし、空気銃の原理を用いた装置でカルスなどに打ち込む。このカルスなどを培養し、植物体を得る。

上記の方法において遺伝子が導入された細胞を選抜するためには、目的遺伝子にハイグロマイシンやカナマイシンといった抗生物質に対し抵抗性を持つ遺伝子を連結させて導入作業を行い、培地にそれら抗生物質を入れて目的遺伝子が導入された細胞のみが生育できるようにして培養を行う。

これらの方法により作出される遺伝子組み換え作物は、その導入形質により、第1世代と第2世代に分けられる(図II-3-1)。

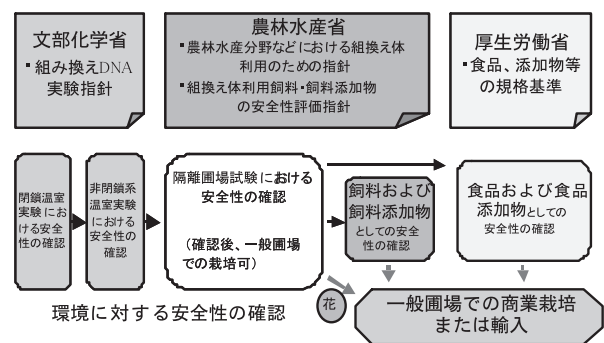
第1世代は除草剤抵抗性、害虫抵抗性、ウイルス抵抗性、耐塩性、耐乾性、低温耐性など、農家ででの栽培のための形質が中心であり、第2世代は植物ワクチン、ビタミンA補強、ミネラル補強、酵素、抗体など、消費者に向けた機能性物質生産が中心となっている。このことから、第1世代は種苗会社や生産者側の利益重視の印象が強く、消費者から敬遠されることとなった。第2世代に

第1世代	第2世代	
除草剤抵抗性	植物ワクチン	スギ花粉症予防
害虫抵抗性	ビタミンA補強	酵素
ウイルス抵抗性	ミネラル補強	抗体
耐塩性	コレステロール値低下	糖脂質
耐乾性	高血圧予防	繊維
低温耐性	骨粗しょう症予防	粘着物質
	肥満・動脈硬化予防	医療用タンパク
	感染症予防	その他

図II-3-1 遺伝子組み換え形質の変遷

入り、徐々にその有益性が認められるようになってきたが、特に日本国内においては受容されていない。

一方、遺伝子組み換え作物の安全性評価の体制は文部科学省、農林水産省と厚生労働省により整えられてきた(図II-3-2)。閉鎖系あるいは非閉鎖系温室における実



図II-3-2 遺伝子組み換え安全性評価の流れ

験、研究については文部化学省の「組み換えDNA実験指針」、隔離圃場を用いた研究、栽培試験については農林水産省の「農林水産分野などにおける組換え体利用のための指針」(以下のホームページ参照)

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/guide.htm>,

飼料および飼料添加物については、同省の「組み換え体利用飼料・飼料添加物の安全性評価指針」。食品および食品添加物については、厚生労働省の「食品、添加物などの規格基準」

<http://www.mhlw.go.jp/topics/idsnshi/index.html>によりそれぞれ安全性の評価が定められてきた。

平成12年1月に採択された「生物の多様性に関する条

\*上川農業試験場 078-0387 上川郡比布町

約のバイオセーフティーに関するカルタヘナ議定書」に基づき、国内措置法として「遺伝子組み換え生物などの使用などの規制による生物の多様性の確保に関する法律」が平成15年6月18日に交付され、平成16年2月19日から施行された。

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/seimei/main.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/seimei/main.htm)

これにより、今まで適用されてきた「組み換えDNA実験指針」は廃止された。

これらの安全性審査を経て、遺伝子組み換え作物あるいはそれらを用いた食品は市場へ出ていくことになる。平成15年5月現在で、安全性が確認され、国内で栽培が可能となっている作物は水稲20件、小豆1件、大豆4件、トウモロコシ19件。この時点で食品としての安全性が確認されているものはジャガイモ5件、大豆4件、テンサイ1件、トウモロコシ12件、ナタネ15件、ワタ7件である(表Ⅱ-3-1)。

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/develop.htm>

その後、平成16年7月までに作物としての安全性の確認としてイネ4件、トウモロコシ7件、ワタ2件、カー

表Ⅱ-3-1 遺伝子組み換え作物安全性評価状況 (平成15年5月現在)

	非閉	隔離	栽培		非閉	隔離	栽培
イネ	0	24	20	イチゴ	0	2	0
アズキ	0	0	1	パパイヤ	0	0	1
コムギ	0	1	0	メロン	0	0	1
ジャガイモ	16(食5)	2	0	カーネーション	0	11	17
ダイズ	0	1	4(食4)	キク	0	0	3
テンサイ	2(食1)	0	0	トレニア	0	0	2
トウモロコシ	0	10	19(食12)	ペチュニア	0	0	1
カリフラワー	0	1	1	ワタ	0	4	10(食7)
キュウリ	0	1	3	タバコ	0	7	0
トマト	0	0	11	アルファルファ	0	6	0
ナタネ	0	0	15(食15)	ベントグラス	0	3	0
ブロッコリ	0	1	1	メシバ	0	2	0
レタス	0	2	0				

ジャガイモ	害虫抵抗性、ウイルス抵抗性:8
ダイズ	除草剤耐性:3、高オレイン酸:1
テンサイ	除草剤耐性:3
トウモロコシ	害虫抵抗性、除草剤耐性:9、除草剤耐性:5、害虫抵抗性:4
ナタネ	除草剤耐性:13、除草剤耐性、雄性不稔性:2
ワタ	害虫抵抗性、除草剤耐性:2、除草剤耐性:5、害虫抵抗性:3 数字は件数を示す

図Ⅱ-3-3 遺伝子組み換え食品の安全性確認状況 (平成16年7月)

ネーション1件が追加され、食品としての安全性の確認としてジャガイモ3件、テンサイ2件、トウモロコシ6件、ワタ3件が追加された(図Ⅱ-3-3)。

イネにおける遺伝子組み換えとしては「酒造用低タンパク、イネグルテリン遺伝子のアンチセンス」、「低アレルゲン、イネアレルゲン遺伝子アンチセンス」、「いもち病抵抗性、イネキチナーゼ遺伝子」、「低温耐性、グルタチオンS-トレンスフェラーゼ遺伝子」、「ラクトフェリン生産、ラクトフェリン産出遺伝子」、「トリプトファン生産、アントラニル酸合成酵素αサブユニット改変型遺伝子」、「高光合成、トウモロコシC4型PEPC遺伝子」等が作出され、隔離圃場や一般圃場での栽培安全性の確認が行われている(図Ⅱ-3-4)。

酒造用低タンパク	イネグルテリン遺伝子アンチセンス	1998栽培安全確認
低グルテリン	イネグルテリン遺伝子アンチセンス	1999隔離圃場安全確認
低アレルゲン	イネアレルゲン遺伝子アンチセンス	1995栽培安全確認
いもち病抵抗性	イネキチナーゼ遺伝子	2001隔離圃場安全確認
低温耐性	イネ由来グルタチオンS-トレンスフェラーゼ遺伝子	2003隔離圃場安全確認
ラクトフェリン生産	ラクトフェリン産生遺伝子	2000隔離圃場安全確認
トリプトファン生産	アントラニル酸合成酵素αサブユニット改変型遺伝子	2003隔離圃場安全確認
高光合成	トウモロコシC4型PEPC遺伝子	2003栽培安全確認

図Ⅱ-3-4 イネの遺伝子組み換え安全性確認状況

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/develop.htm>

最近のイネにおける遺伝子組み換えの事例としては、平成15年12月に、より安心感を与える組み換え作物を目指し、可食部で導入遺伝子を働かせない技術を用いた“複合病害抵抗性を付与した組み換えイネ”が作出された。(独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センター 北陸研究センター)

<http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryoku/press/press.htm>

また、昨年度は北海道農業研究センターにおいて、情報提供、安全性対策に非常に気を配りつつ“トウモロコシC4型PEPC遺伝子を導入した組み換えイネの開放形利用”の試験が行われ、

<http://cryo.naro.affrc.go.jp/kikaku/info/GMrice/index.htm>

今年度は農業生物資源研究所で“草型を改変した組換えイネの生物多様性影響評価”として隔離圃場における試験が実施されるなど、実用に向けた圃場試験が行われている。

<http://www.nias.affrc.go.jp/gmo/gmotop.html>

平成16年7月31日と9月9日には遺伝子組み換えイネ「高トリプトファン含量イネ」の圃場観察会が作物研究所において行われている。

<http://nics.naro.affrc.go.jp/gm-rice/index.html>

しかし、その一方で「スギ花粉症予防効果ペプチド含有イネの生物多様性影響評価」については、計画説明会などでその内容を説明し周辺への影響が懸念される花粉の飛散も無いことが説明してきたが、「風評による農業などへの影響を懸念する地元の声が強い」という理由により隔離圃場での栽培試験が中止されるという事態も起こっている。(平成16年5月26日)

#### — 追記 —

米セミナー開催以後、遺伝子組み換え問題に関連して情勢が変化した。以下、追記の形で記載する。これら遺伝子組み換え作物や食品の情報は、各省のホームページや関係試験機関による説明会などに加え、直接的には食品への表示により消費者へ伝えられる。この表示については、農水省管轄のJAS法による表示と、厚生労働省管轄の食品衛生法による表示がある。それぞれ、「消費者の選択の資とするため」、「公衆衛生の見地から」と目的が少々異なっているが、現在両者の表示基準をすりあわせている段階である。表示の方法は原材料について「遺伝子組み換え」(義務表示)、「遺伝子組み換え不分別」(義務表示)、「非遺伝子組み換え」(任意表示)となる。この表示は平成13年4月以降、義務づけされている。しかし、実際の流通場面では「遺伝子組み換え」と表示している商品はほとんど見られない。これは消費者の遺伝子組み換え食品に対する不安やイメージによる抵抗感を恐れ、原材料に遺伝子組み換え作物を利用することを極力避けている事が原因の一つであると考えられる。北海道においてもこの不安やイメージによる風評被害を恐れ、平成13年第2回定例道議会知事答弁において「現在、道立農業試験場におきましては、農林水産省プロジェクト研究の中で、将来に向けた基礎技術の習得を目的として、遺伝子導入技術を用いた病害抵抗性等を持つバレイショの研究を行っており、道としては、当面基礎的分野の研究に取り組んで参りたいと考えております。」との発言がなされ、遺伝子組み換えによる品種開発は当面行わない旨が示された。平成16年3月5日には「北海道における遺伝子組み換え作物の栽培に関するガイドライン」が策定されている。

そのような状況の中、平成16年9月、空知管内長沼町の西南農場において次年度遺伝子組み換え大豆の栽培を計画して話題になった。地元を中心に対応が検討され、風評被害の恐れと主要農作物大豆栽培の仕切りとして裁

培を中止していくこととした。北海道としてもこのような遺伝子組替え作物の栽培について規制を設けることとしている。

現在、日本国外では大豆総栽培面積の約55%が遺伝子組み換え大豆であり、その中でアメリカでは大豆栽培面積の80%、アルゼンチンでは99%が遺伝子組み換え大豆となっている。トウモロコシでは総栽培面積の11%、ナタネ(カノーラ)では16%、ワタでは21%が遺伝子組み換えとなっている。また、遺伝子組み換え作物栽培農家戸数は18ヶ国700万戸で、そのうち85%以上が発展途上国の農家となっている。農業環境や経済事情などによっては遺伝子組み換え作物が受け入れられている様子がうかがえる。

現状、日本においては遺伝子組み換え作物について消費者の十分な理解は得られていないため、風評被害による生産者へのデメリットが生じる可能性は大きいと言わざるを得ない。その点において、この西南農場の計画は大きな問題として取り上げられている。

しかし、遺伝子組み換え技術は有用な形質導入において革新的な成果を可能にするため、今後北海道としても取り組むことについて検討を深めなくてはならないと考える。その技術を品種開発に利用し、生産者や消費者に利益をもたらす道を開くにはいくつか解決すべき問題がある。

まず第一は消費者の理解を得ること。そのためには積極的に情報を公開し、シンポジウムや討論会などによる、研究、開発側からだけでなく双方向の情報交換を活用した検討を行っていくことが必要である。また一方で、食品への積極的な遺伝子組み換え作物利用の表示も消費者の信頼を得る上では必要と考えられる。

第二には、目的形質の遺伝子および発現機構の解明。これまで解明されてきた遺伝子組み換え第二世代の形質、遺伝子に加え、より消費者利益ひいては生産者利益につながる形質の遺伝子やその発現機構を明らかにし、利用可能な情報を得ていくことが必要である。

第三には設備投資。前述の問題解決がある程度前提となり、投資効果が説明できる環境が必要ではあるが、周辺環境への影響を確実に遮断し、安全、安心に試験、研究できる設備を整え、技術開発、素材開発をしていくことが遺伝子組み換え技術を利用した品種開発の下地には必要である。

以上、遺伝子組み換えについて記述したが、この技術の利用に際しては、消費者の理解を背景として、慎重な対応をとることと、その一方で、伝統的な育種技術と併せた利用による革新的な品種開発に寄与することを期待したい。