
植物バイオテクノロジー報告書

June 2026

バイオテクノロジー研究会



ILSI
JAPAN

特定非営利活動法人

国際生命科学研究機構

International Life Sciences Institute Japan

International Life Sciences Institute, ILSI は、1978年にアメリカで設立された非営利の団体です。ILSI は、科学的な視点で、健康・栄養・安全性・環境に関わる問題の解決および正しい理解を目指すとともに、今後発生する恐れのある問題を事前に予測して対応していくなど、活発な活動を行っています。現在、世界中の企業が会員となって、その活動を支えています。多くの人々にとって重大な関心事であるこれらの問題の解決には、しっかりとした科学的アプローチが不可欠です。ILSI はこれらに関連する科学研究を行い、あるいは支援し、その成果を会合や出版物を通じて公表しています。そしてその活動の内容は世界の各方面から高く評価されています。アメリカ、ヨーロッパをはじめ各国で、国際協調を目指した政策を決定する際には、科学的データの提供者としても国際的に高い信頼を得ています。特定非営利活動法人国際生命科学研究機構（ILSI Japan）は、ILSI の日本支部として1981年に設立されました。ILSI の一員として世界的な活動の一翼を担うとともに、日本独自の問題にも積極的に取り組んでいます。

まえがき

2026.6

バイオテクノロジー研究会

2026年の植物バイオテクノロジー報告書第2号（通算第74号）をお届けします。

本号のNo.692では、NGTは従来育種の制約を超える遺伝子型を生み得るため、同等性を数の閾値で判断せず、プロセス志向の段階的リスク評価が必要だと示したレビューです。

No.693は、Bt作物による選択圧は、行動では捉えにくいアワノメイガの翅形態・力学特性を短期間で変化させ、抵抗性個体の分散能力を高める可能性があることを示した報告になります。

No.694は、遺伝子組換え微生物の利用拡大により、従来の規制では対応が難しくなっており、柔軟で新しい規制の考え方が必要であることを示した論文です。

No.695は、中国におけるゲノム編集などNBTsの商業化を阻む制度的課題を、研究開発から市場・消費者受容まで一体的に分析し、規制最適化の方向性を示した総説です。

No.696では、遺伝子工学技術（GETs）食品は、食料安全保障や食品廃棄削減などの「食の価値」と結びつけて提示することで、消費者の受容と支払意思額が有意に高まることを実証した研究報告になります。

また、No.697は、ゲノム編集作物は技術的に従来育種と大きく変わらない一方で、規制と安全評価が技術進展に追いついていないことを指摘した総説です。

なお、これまでの報告書は、以下のURLで閲覧可能です。

<https://ilsi.org/japan/activities/biotechnology/report/>

植物バイオテクノロジー報告書の送付方法には郵送とメール配信の2種類がございます。送付方法の変更、もしくは送付停止を希望される方はILSI事務局（ilsijapan@ilsijapan.org）までご連絡ください

目次

No.692	植物育種における制約を克服するための NGTs の可能性とその規制上の課題 The Potential of NGTs to Overcome Constraints in Plant Breeding and Their Regulatory Implications	1
No.693	Bt トウモロコシの選択圧によりトウモロコシアワノメイガは長距離飛翔に適した翅形態をもつ <i>Helicoverpa zea</i> selected on Bt corn have wing shapes better suited to long distance flight	3
No.694	遺伝子組換え微生物の実用に向けたガバナンス上の新たな課題 Emerging governance considerations for the deployment of genetically engineered microbes	5
No.695	研究室から市場へ：中国における新しい育種技術の産業化障壁と規制最適化 From lab to market: industrialization barriers and regulation optimization for new breeding technologies in China	7
No.696	遺伝子組換え技術に対する消費者受容：食の価値に基づく情報提示の役割 Public acceptance for Genetic Engineering Techniques: the role of food values-based information	9
No.697	作物のゲノム技術の進展と、それに関する規制および食品安全上の考察 Advancements in genomic crop techniques and considerations for regulation and food safety	11

The Potential of NGTs to Overcome Constraints in Plant Breeding and Their Regulatory Implications

植物育種における制約を克服するための NGTs の可能性と その規制上の課題

Koller *et al.*

2025

International Journal of Molecular Sciences 26(23): 11391.

DOI: 10.3390/ijms262311391

本レビューは、CRISPR/Cas 等の NGT (new genomic techniques) が、従来育種 (交配・選抜、放射線/化学薬剤変異誘発) で生じる遺伝的変異の範囲や組み合わせの制約をどの程度超え得るかを、作用機序と具体例から整理し、規制・リスク評価の考え方に反映すべき点を論じているものであり、今後新規に開発されうる NGT 産物について、日本で規制体制を再検討する必要がある際に、把握しておくべき知見であると捉え選定した。

- ✓ 植物は、適応のためにゲノムの柔軟性を持つ一方、種の安定性を維持するために DNA 損傷の修復機能や染色体の挙動の制御などの機能も持つ。この結果、突然変異や遺伝的組換えはゲノム全域で均一に起こることはない。
- ✓ 自然突然変異やランダムな変異誘発では、DNA メチル化、ヒストン修飾、クロマチンの開閉、転写活性、修復機構の働き方などによって、変異が入りやすい領域・入りにくい領域が生じ、狙った遺伝子型が生じにくい場合がある。
- ✓ 減数分裂時の交叉はホットスポットに偏って生じ、セントロメア周辺などの組換えが抑制される領域では、交叉が極端に少なく、望ましい遺伝子と望ましくない遺伝子が近接する場合には分離できない連鎖ドラッグが育種上の大きなボトルネックとなる。
- ✓ 植物では遺伝子重複が多く、倍数体作物では同じ機能の遺伝子が多数コピーとして存在するため、従来育種では全コピーに同時に機能損失や同じ効果の改変をそろえることが難しく、長期にわたる交配・選抜を行っても選抜が困難な形質が残ったりする。
- ✓ 放射線や薬剤の変異原が、DNA に物理的に損傷を与えるだけであることに対し、CRISPR/Cas 等の組換え酵素変異原 (REM) は、標的部位に二本鎖切断を導入した後の修復過程にも影響し、細胞の修復機構の選択や結果を偏らせ、狙った変化を固定しやすいという特性がある。
- ✓ Cas9は切断端に一定時間結合することができるため、修復の開始が遅れたり、修復様式 (非同末端結合、マイクロホモロジー媒介末端結合、相同組換え修復) の選択やエラー率に影響したりして、放射線等で生じる切断とは異なる修復結果になり得ることが示唆されている。さらに、修復で元の配列に戻った場合も、細胞内には CRISPR/Cas が機能している限り再切断が起こりうるため、結果的に変異が蓄積・固定されやすく変化の強制力が高い傾向にある。
- ✓ クロマチン状態など細胞遺伝学的特徴は CRISPR の編集効率にも影響するが、自然変異で変化が少ないとされる転写活性領域などでも、CRISPR が介入すると変異頻度が高まる例が報告さ

れるなど、従来育種で保護されていた領域も改変し得るとされる。

- ✓ 近年は、Base editor や Prime editor 等の新しい REM が登場し、単純なノックアウトに加えて、制御配列の微細な改変や塩基置換・小配列置換による発現量の微調整まで可能になったことで、従来育種では得にくい変化の実装範囲が拡大している。
- ✓ 例えばトマトでは、組換えが抑制されやすい領域に関する形質（収量性など）について、従来育種では連鎖ドラッグのため改変が難しかったが、CRISPR により商用品種へ直接導入し、さらに複数遺伝子の変異組み合わせで形質を段階的に微調整する例も報告される。
- ✓ 近縁野生種を短期間で作物化する de novo domestication では、複数の遺伝子を同時に改変して農業形質を一括で整え、従来育種の時間軸や連鎖制約の中では到達しにくかった遺伝子型を構築できた例が示されている。
- ✓ 倍数性が高い作物では、複数のコピー遺伝子を多数同時に改変し、従来育種で達成できていなかったレベルの成分改変を実現した例が、脂肪酸関連遺伝子やグルテン関連遺伝子、リグニン関連遺伝子などで報告されている。さらに、遺伝子が連鎖している場合でも、CRISPR で複数遺伝子を同時に標的として成分組成を大きく変えたコメの貯蔵タンパク質群の低減などの例も報告されている。
- ✓ その他、uORF (upstream Open Reading Frame)、プロモーターや miRNA などの微小な改変を行って発現量を精密に調整する例もある。こうした改変は、自然やランダムな変異誘発では変異が生じにくい領域のため、同等の遺伝子型が既存の育種プールに存在しない可能性が議論されている。
- ✓ 合成アポミクスなど、生殖様式そのものを複数の遺伝子改変の蓄積によって作出する例もあり、これは従来育種では実現が困難な複雑な遺伝子型の積み上げによるものと述べられている。
- ✓ 著者は、NGT が導入する変化のタイプ自体は従来の変異（挿入欠失、置換、逆位など）と同じカテゴリーの範疇であり、変異数もランダム変異誘発より多いとは限らないとしつつ、改変できる変化の場所や組み合わせが従来と異なる点を問題であるとしている。
- ✓ NGT は、従来育種ではほとんど生じない遺伝子型・表現型を作出し得るため、その産物は外来遺伝子を含まなくても環境にとって新規として扱う必要がある場合もあるのではないかと、また見た目や表現型だけでは従来育種との差が明確でない場合もあるため、それらの改変が蓄積された後に意図しない影響が顕在化する可能性もあるため、導入段階での確認プロセスが重要であると述べている。
- ✓ EU で検討されている「一定数以下の遺伝的変化はリスクが小さい」といった閾値型の基準について、著者は科学的根拠が十分でない可能性を指摘し、変化の数だけでなく、ゲノム上の文脈（位置、連鎖、制御領域、コピー数、組み合わせ）が同等性の判断に不可欠だと主張している。
- ✓ 同等性の判断は、「理論上、長い時間をかければ進化で起こりうる」ではなく、「実際に既存の従来育種プール、すなわち安全利用の蓄積がある系統群と比べて同等と言えるか」を比較の出発点に置くことが実務的だ、と整理した。
- ✓ 以上のことから、著者はプロセス指向の考え方を重視し、まず分子特性評価を起点に意図した変化・意図しない変化の両方を把握し、必要に応じて追加データを求める段階的かつケースバイケースのリスク評価が合理的であると提案した。

(津田麻衣)

***Helicoverpa zea* selected on Bt corn have wing shapes better suited to long distance flight**

Bt トウモロコシの選択圧によりトウモロコシアワノメイガは
長距離飛翔に適した翅形態をもつ

Mikac *et al.*

2025

Environmental Entomology: 55(1): nvaf117.

DOI: 10.1093/ee/nvaf117

本論文は、Bt 作物により害虫に生じる影響として、従来の飛翔距離などの行動指標に加えて、翅形態や力学特性という新たな視点から捉えている点に特徴がある。行動レベルでは顕在化しにくい変化が、形態・構造レベルで先行して現れ得ることを示した点は、抵抗性進化の理解を深める上で有用な知見である。また、抵抗性個体の移動・拡散に関する理解を補完する科学的情報も提供しており、Bt 作物を安定的に活用していくための判断材料を広げる研究として評価できることから選定した。

- ✓ アワノメイガは、アメリカ南部の重要害虫であり、Bt 作物の普及によって Cry1/Cry2抵抗性が広がっていること、また Cry とは作用点が異なる Bt 毒素である Vip3A に対しても抵抗性が生じつつあることが報告されている。
- ✓ 短～長距離飛翔、および高い高度まで上昇し風を利用した移動性を持つアワノメイガにおいてこうした抵抗性をもたらすアレルが、景観スケールで拡散する可能性がある。
- ✓ 一般的に前翅は、細長く伸長していることで長距離移動に有利となり、短く幅広いものは低高度で精密に飛行する際に有利であるとされている。
- ✓ Bt 毒素による選択圧が存在する条件で飛翔距離・時間・速度を調査した研究では有意な変化は見られなかったが、同じ個体群で Bt 抵抗性に関連する遺伝領域の配列を解析するとアレル頻度への変化は 1 世代で検出されていたことが報告されている*。
- ✓ 著者らは、Bt トウモロコシによる選択圧がアワノメイガの飛翔や分散に関係する可能性のある翅の形態や力学特性に影響するか検証することを目的としている。
- ✓ 4つのトウモロコシの栽培条件として、①非 Bt の単植（コントロール）、②2Bt 毒素（Cry1Ab + Cry1F）の単植、③3Bt 毒素（Cry1Ab + Cry1F + Vip3A）の単植、④3Bt 毒素80% + 非 Bt20%の混植と 4 パターン設定し、各試験区のアワノメイガの翅形状を幾何学的形態測定によって解析し、また翅のしなりやすさを有限要素法（FEM）でモデル化し、飛翔時に近い条件で翅の構造応答を評価した。
- ✓ この評価のポイントは、先行研究*で評価されたアワノメイガと同じ個体を用いていることである。すなわち、行動に差が生じないが遺伝子レベルでは変化が進行していた個体において、影響を評価する上でより感度が高い翅形態の調査と FEM を用いている。
- ✓ 翅形状は、雄雌ともに①～④の処理間で有意な差が見られ、特に④の雌は、翅が長く、細く、

先端が鋭く細くなっていく形状を示し、これは長距離飛翔や移動に適した形である。

- ✓ ①および③区では、より短く幅広く丸みのある翅形状が見られ、これは圃場内や短距離移動に適した形と解釈できる。
- ✓ FEMによると、翅の弾性にかかわる変形は風速が増加するにつれて増大し、その増加程度は各処理区と雄雌でも違いがあった。
- ✓ 例えば②区では、変形量が最も大きく、翅構造の剛性が比較的低い傾向にあったが、④区では変形量が小さく、風に対する構造的抵抗が高い結果であった。
- ✓ 全処理区で、雌の翅は雄よりも変形程度が小さく、雌の方が風に対して剛性の高い翅構造を持つ傾向にあった。
- ✓ これらの結果から、野外でBt作物が暴露されるとわずか1世代でもアワノメイガの前翅形態とその力学特性を変化させ得ることが示された。
- ✓ 特に④区で確認された細長い、軽量、かつ風に対して変形しにくい翅形態は、短距離・長距離の双方の飛翔に適しているため、抵抗性個体の長距離分散を促進する可能性が高いと解釈される。このことは、Bt作物による抵抗性進化を抑制する目的で導入された管理手法：緩衝区設計（圃場内または周辺に非害虫抵抗性作物を配置する）が、意図せず抵抗性個体の分散能力を高める方向に作用する可能性を示唆している。
- ✓ 以上から、実際の飛翔距離に有意な差は検出されなくても、構造や形態レベルでの変化が先行して現れる可能性が示された。
- ✓ ただし、本研究は飛翔行動のポテンシャルを翅形態・力学特性から推定したにすぎず、その他の体サイズ、胸部との比率、生理状態、行動特性などが複合的に影響する可能性に留意する必要がある。
- ✓ 著者は、こうした結果が得られたことから、抵抗性個体がどれだけ移動・拡散しやすいかという観点を組み込んだ評価が必要であるとした。

（津田麻衣）

Emerging governance considerations for the deployment of genetically engineered microbes

遺伝子組換え微生物の実用に向けたガバナンス上の新たな課題

Brewer *et al.*

2026

Current Opinion in Microbiology 89: 102685

DOI: 10.1016/j.mib.2025.102685

本論文は、遺伝子組換え微生物の利用が拡大する中で、技術や用途の多様化に伴い、既存の規制枠組みでは整理が難しくなりつつある論点を整理している。今後の制度運用や検討を行う際の基礎的な情報収集の一環として参考になると考え、本論文を選定した。

- ✓ 遺伝子組換え微生物（GEMs）は、1980～2000年代では研究や評価に留まり、実用化は限定的であったが、2019年以降、特にアメリカにおいて農業・食品・健康分野を中心に商業利用が再び進展している。
- ✓ 気候変動対策や、化学資材の利用削減、そして持続可能な生産システムの実現に向けて、GEM は農業、環境修復、バイオセンシング、製造、健康分野などで再評価されている。
- ✓ GEM の規制は、遺伝子を改変する方法（プロセス）を重視する枠組みと、最終産物の特性（プロダクト）を重視する枠組みに大別されてきたが、技術と用途の多様化により、それぞれの枠組みを単独に適用するだけでは、実際と乖離したものとなりつつある。
- ✓ アメリカでは、理念上は最終製品の性質と用途に基づいて規制の可否を判断するプロダクトベースの制度を採用しているが、実際の運用では異種 DNA 導入の有無など作製プロセスに由来する要件が規制発動の入口として参照される場合がある。その結果、ゲノム編集微生物であっても用途区分によっては連邦レベルの事前審査を経ずに大規模利用が可能となるケースが生じるなど規制の一貫性の低下が確認される。
- ✓ また、従来の GEM の規制は、実験室やバイオリアクター等の閉鎖系と、圃場等への意図的放出（開放系）を明確に区別してきた。しかし、近年のカプセル化微生物、非従来型バイオリアクター、都市環境での使用など、間に位置する利用形態が登場してきており、柔軟に分類を新しくする必要性が指摘されている。
- ✓ 既存のリスク評価の多くは、拡散を最小化すること、一時的にしか存在しないことを前提として行われてきた。しかし、バイオレメディエーションや環境保全を目的とする GEM では、長期残存や生態系機能の変化自体が目的となるため、現在の評価方法では不十分であって、どの程度の環境改善効果が見込まれるのか、その便益とリスクはどこに帰属するかを評価対象とすることが重要である。さらに、リスクと便益の分配が、地域・世代・社会階層に不均等にならないように配慮することが求められる。
- ✓ そもそも微生物は、水平遺伝子伝播や群集構造変化を通じて、予測困難な長期的影響を及ぼす可能性があり、この影響には不確実性や現状では想定もできない未知のことが含まれており、

従来型の数値評価に依存した審査には限界がある。

- ✓ 遺伝的封じ込め技術については研究が進められているが、実際の環境下や大規模な条件において検証例は極めて少ない。これは、現行の制度では、商業利用に封じ込めを求めない国も多く、導入する意義が乏しいためである。
- ✓ また、実際の環境に模擬的な試験圃場、長期追跡調査、および公開されるデータベース等が整備されていないため、GEM の影響を継続的に把握する体制も脆弱であり、官民連携による基盤整備が不可欠であろう。
- ✓ 遺伝子組換えプロバイオティクスなど、GEM を消費者が直接購入・使用する例がすでにある。これに伴い、使用者の責任、廃棄をどうするか、国境を越えた移動、意図しない拡散等に関する規範意識の醸成が益々重要になってきている。
- ✓ こうした製品において、国際的にはカルタヘナ議定書が存在するもののまだ課題が多い。消費者の自発的責任に依存するだけでなく、製品を設計する段階からの責任あるイノベーション、明確な表示、事後対応責任、損害が発生した際の保障制度の整備が不可欠となる。
- ✓ 以上から、技術や用途の多様化に対応するには、プロセス／プロダクトベースの体制を組み合わせたハイブリッド型規制が現実的である。また、専門家だけでなく、地域社会や利害関係者を含む議論を行い、規制や評価、管理、責任の所在についての枠組みを段階的に更新していくことが不可欠となる。

(津田麻衣)

From lab to market: industrialization barriers and regulation optimization for new breeding technologies in China

研究室から市場へ：
中国における新しい育種技術の産業化障壁と規制最適化

Qin Y and Su K.

2026

GM Crops & Food 17: 2610592

DOI: 10.1080/21645698.2025.2610592

中国の大学に所属する法学的研究者による総説。中国における新しい育種技術（NBTs：特にゲノム編集）の産業化を阻む制度的障壁を、研究開発から市場導入までの産業チェーン全体の視点から分析し、規制最適化の方向性を提言した。

1) グローバルな規制モデルと中国の位置づけ

NBTsを巡る国際規制は、EU型のプロセスベース規制と、米国・カナダ・アルゼンチンなどのプロダクトベース規制に大別される。EUは遺伝子操作という「技術プロセス」を基準に厳格に規制する一方、米州諸国は最終産物のリスク特性を重視する。アルゼンチン型モデルでは、外来DNAを含まないゲノム編集作物を非GMOとして扱う迅速な事前判定制度が整備されている。

中国では形式上はGMO中心のプロセス規制を維持しつつ、2022年のガイドラインで一部のゲノム編集作物の審査を簡略化した。しかし依然としてGMO枠組みに組み込まれており、低リスク作物に対する明確な差別化制度は未確立である。

2) 研究開発段階

中国では大学・研究機関が育種研究の大半を担う一方、企業主導の研究開発体制が弱い。研究評価が論文・特許中心で、市場需要との接続が不十分であるため、技術が産業応用へ円滑に移行しにくい。海外では種子企業が研究投資の中心であるのに対し、中国企業のR&D投資は桁違いに小さく、革新的品種開発の持続力が制限されている。その結果、「研究成果の過剰供給」と「実用的技術の不足」が同時に生じ、NBTsの産業化を阻害している。

3) 承認プロセス

中国の承認制度は従来のGMO規制への依存が強く、審査期間の長期化と高コスト化を招いている。シミュレーション研究では、ゲノム編集作物をGMOと同等に扱えば開発期間は約14年に延びるのに対し、差別化規制では約5年に短縮可能とされる。アルゼンチンのような事前技術判定制度がないため、中国企業は不確実な審査リスクを負い、投資意欲が低下する。これは市場浸透率の低さや国際競争力の遅れにも直結している。

4) 知的財産制度

植物新品種権の執行能力不足、訴訟コストの高さ、賠償額の低さが、企業の研究投資インセン

タイプを弱めている。2022年改正種子法は実質的派生品種（EDV）制度や懲罰的損害賠償を導入し改善を図ったが、実務運用はまだ途上である。権利保護が不十分な環境では模倣が有利になり、革新企業が不利になるため、産業全体の技術進歩が停滞する。

5) 消費者受容と表示制度

NBT 製品の市場普及は、誤情報の拡散と硬直的な GMO 表示制度によって妨げられている。現在の質的表示制度は消費者に警告ラベルのように受け取られ、技術への不信感を強化している。ゲノム編集と遺伝子組換えの差異を反映した独立した表示体系が未整備であり、閾値に基づく量的表示制度の導入やリスクコミュニケーションの再構築が必要である。

6) 総括

中国の NBTs 産業化を阻む要因が単一の規制問題ではなく、研究開発・承認制度・知財保護・消費者認識が相互に絡み合う制度的ボトルネックであることを示す。特に注目すべきは、低リスクなゲノム編集作物に対するリスクに比例した差別化規制の必要性、知的財産制度の強化、そして透明な情報開示に基づく消費者信頼の再構築である。これらの制度改革により、中国は生物経済における競争力を高め、食料安全保障と持続可能な農業発展を両立させる道を開くことができる結論づけている。

(小口太一)

Public acceptance for Genetic Engineering Techniques: the role of food values-based information

遺伝子組換え技術に対する消費者受容：食の価値に基づく情報提示の役割

Selvaggi R *et al.*

2026

Scientific Reports

DOI: 10.1038/s41598-026-37892-2

イタリア、日本、米国、韓国の大学の研究者による報文。気候変動や食料安全保障の課題に対応する手段として遺伝子工学技術（GETs）が期待される一方、消費者の受容の低さが普及の障壁となっている。本研究は、GETs 食品を特定の「食の価値」と結びつけて提示することで、消費者の支払意思額（WTP）と受容が向上するかを実証的に検証した。

1) 研究背景と理論枠組み

GETs が食料安全保障や気候レジリエンスに貢献し得る一方で、特に EU 圏ではリスク認知や倫理的懸念から消費者抵抗が強いという背景に立脚している。従来研究は GETs の一般的受容度を扱うものが多かったが、本研究は「食の価値（food values）」を動的な情報フレームとして活用できるかに着目する。具体的には、食品廃棄削減、食品安全、環境負荷低減、気候変動緩和、食料安全保障の5つの価値が、消費者の評価に与える影響を検討する。

2) 実験デザインと調査方法

イタリアの消費者1,000人を対象にオンライン調査を実施し、被験者を対照群と介入群にランダムに分割した。バナナ、ジャガイモ、トマト、コメ、コムギの5品目について、GETs 由来食品への支払意思額を Multiple Price List 法で測定した。介入群では各食品に対応する食の価値を明示的に提示した。介入群では、各食品に対する食の価値（バナナ→食品廃棄削減、ジャガイモ→食品安全、トマト→環境影響低減、コメ→気候変動対策、コムギ→食料安全保障）を明示的に提示した。分析には、ランダム効果付き区間回帰モデルを用い、個人属性との相互作用も検討した。

3) 基本モデルの結果

すべての食品において、価値に基づく情報提示は WTP を有意に増加させた。特に効果が大きかったのは、コムギ（食料安全保障：WTP が約 2 倍に増加）、バナナ（食品廃棄削減）であった。一方で、食品安全・環境・気候変動は、効果はあるものの比較的弱かった。これは、価値メッセージの効果が均一ではなく、製品文脈に依存することを示している。

4) 消費者属性の影響

高所得層においては、基礎的な WTP は高いが、情報提示の追加効果は小さかった。女性は、情報介入による効果が弱い傾向があった。年齢は、高齢層は特にコムギの WTP が低い傾向があった。これらの結果は、GETs に関するコミュニケーション戦略がターゲット別に最適化される必要性を示唆する。

5) 政策・マーケティングへの示唆

調査結果から GETs 食品が単なる技術ではなく、社会的価値と結びつけて提示されることで受容が高まることから、政策的には安全性評価に加えて価値ベースの情報発信の重要性が示唆された。また、マーケティング面では、廃棄削減、食料安全保障、環境持続性を強調する表示やラベリングが有効である可能性が高いと示唆された。

6) 総括

GETs 食品に対する消費者抵抗は固定的ではなく、価値に基づく情報フレーミングによって大きく変化し得ることが示唆された。特に食料安全保障や食品廃棄削減といった具体的で社会的意義の明確な価値は、支払意思額を顕著に高める。一方で、効果は製品文脈および消費者属性によって異なり、画一的なコミュニケーションでは十分でない。したがって、GETs の社会実装には、科学的説明に加えて、消費者の重視する価値に合わせた戦略的情報設計が不可欠である。

(小口太一)

Advancements in genomic crop techniques and considerations for regulation and food safety

作物のゲノム技術の進展と、それに関する規制および食品安全上の考察

Spaans GW *et al.*

2025

Transgenic Research 34: 49

DOI: 10.1007/s11248-025-00467-4

オランダ・ワーヘニンゲン大学ワーヘニンゲン食品安全研究所（WFSR）の研究者グループによる総説。近年急速に発展しているゲノム編集を含む作物改良技術の進展を概観し、それらがもたらす規制上および食品安全上の課題を整理した。

（１）ゲノム編集技術の進展

CRISPR-Cas、TALENs、塩基編集、プライム編集などの新規ゲノム編集技術は、標的遺伝子の高精度な改変を可能にしている。特に CRISPR 関連技術では、転写活性因子や転写抑制因子と組み合わせた CRISPRa/CRISPRi による遺伝子発現制御などの開発も進んでいる。さらに、トランスポゾンなどの可動遺伝因子を利用した新しい遺伝子導入法も研究されている。これらの技術は従来の突然変異育種と同様の種類の変異を生じ得るが、より標的指向的である点が特徴である。

（２）ランダム突然変異育種の新展開

従来型とされる放射線・化学物質による突然変異育種も進化している。高エネルギーイオンビーム、低エネルギー粒子照射、宇宙環境を利用した宇宙育種などは、DNA にクラスター損傷を与え、多様な変異を誘発する。さらに TILLING などの高スループット解析技術により、誘発変異の効率的な検出と選抜が可能になっている。これらの技術は「従来型」と見なされつつも、実際には動的に発展しており、精密な分子技術との境界は必ずしも明確ではない。

（３）ヌルセグリガントと育種応用

遺伝子導入過程で一時的に外来 DNA を利用し、その後の世代で除去された「ヌルセグリガント」は、加速育種、ハイブリッド種子生産、遺伝子編集、エピゲノム編集に利用される。早期開花遺伝子の一時的導入による世代短縮や、ハイブリッド作出支援技術では、最終産物から外来 DNA が除去される。DNA フリーの RNP 直接導入による編集も進展しており、最終作物は従来品種と区別が困難になる。

（４）各国の規制動向

ゲノム編集作物に対する規制は国・地域によって大きく異なる。アルゼンチン、日本、オーストラリア、カナダなどは最終産物の特性（新規性）やケースバイケースで評価し、小規模な遺伝子編集やヌルセグリガントを GMO 規制から除外する傾向がある。一方 EU はプロセスベースで広く GMO と定義してきたが、新規ゲノム技術（NGT）に関する法改正が議論中である。米国では USDA、EPA、FDA がそれぞれリスク特性に基づき評価する多層的枠組み

を採用している。技術的に非改変作物と識別できない場合、規制の執行自体が課題となる。

(5) 食品安全と意図しない影響

ゲノム編集によるオフターゲット変異や予期しない影響は理論的に懸念されるが、植物育種では繰り返しの選抜と交配により望ましくない形質が排除される安全網が存在する。歴史的には有毒成分が増加した品種の例もあり、これらは安全評価体制の重要性を示している。著者らは、規制だけに依存せず、開発段階から食品安全を意識する「セーフ・バイ・デザイン」の導入を提唱している。

(6) 総括

新旧の作物改良技術が急速に進展する中で、誘発される変異の本質は従来技術と大きく異ならず、方法特異的な食品安全上の重大な懸念は現時点で示されていないと結論づける。一方で、規制枠組みは技術革新に追いついておらず、国際的な不整合や執行上の困難が存在する。今後は、潜在的な意図しない影響を早期に検出・管理するため、開発者と当局が協力して予防的な安全文化を確立することが重要である。

(小口太一)

植物バイオテクノロジー報告書

2026年 6 月 印刷発行

特定非営利活動法人
国際生命科学研究機構（ILSI JAPAN）
理事長 宮澤陽夫
〒135-0004東京都江東区森下3-13-5
ゴーベルビル5F
TEL 03-6284-0877
<https://ilsi.org/japan/>