



遺伝子組換え作物の最新動向
2019年2月



世界

GM 食品についての知識が増えれば、より多くの積極的な姿勢が生まれている

アフリカ

ナイジェリアは開放系栽培の最初の遺伝子組換え (GM) 食用作物を承認

南北アメリカ

Bt 作物の環境安全性に関する包括的レビューが発刊された
新しいチョコレートには GMO 農業を促進するために GMO 賛成表示

アジア・太平洋

植物による匂い検出の分子機構が発見された
フィリピン弁護士の農業バイオテックの理解と関わり方が分かった
ホウキキビ (BROOMCORN MILLET) のゲノム配列が決まった

ヨーロッパ

白錆病に抵抗性を示す遺伝子
GM 食品に対する青少年の対応は、家族の影響を受ける

研究

バイオ強化キャッサバは、より高い鉄含量を示した

新しい育種技術

安全なグルテン含有コムギを育種するのに遺伝子編集を使用
バナナストリークウイルス (BSV) に抵抗性品種を開発するために初めて CRISPR-CAS9 システムを使用

作物バイオテック以外の話題

β -キシラナーゼを発現するトランスジェニックブタは、栄養素利用能が改善された
抗がん剤含有卵を産むように開発した GM 鶏

文献備忘録

ゲノム編集: 全く新しい農作物開発のカギ
2018 年度の ISAAA の活動報告

世界

GM 食品についての知識が増えれば、より多くの積極的な姿勢が生まれている

米国、オランダ、および英国の研究者グループによって行われた研究によると、遺伝子組換え (GM) 食品の背後にある科学を人々に教えることで GM についてのより多くの知識とより積極的な対応、GM を食べることへのより大きな意欲をもたらし、GM 食品を危険性が低いと認識することになる。一方、遺伝子組換え作物や遺伝子組換え食品は厳しい世論に遭遇することがよくあるが、その理由を理解するための研究はほとんど行われていないと報告している。研究チームは、GM 食品懐疑論の強くてユニークな予測因子としての GM テクノロジーの正しい理解の欠如を検討する 4 つの研究を行った。

研究 1 と 2 は、遺伝子組換え技術に関する知識は、一般的な科学知識と人口統計学的コントロールよりも優れた遺伝子組換え食品への対応のユニークな予測因子であることを示した。研究 3 は、GM 特有の知識のユニークな予測的価値が米国、英国、そしてオランダで同じであることを確認した。4 番目と最後の研究では、5 週間の縦断的実験計画法を用いて GM 技術の背後にある基礎科学を人々に教えることによって、この知識の欠如を克服しようとした。

結果は、遺伝子組換え技術の背後にある科学について学ぶことは、遺伝子組換え食品に対するより積極的な明確な対応、遺伝子組換え作物を食べる意欲、および危険なものとしての遺伝子組換え食品の認識の低下をもたらすことを示した。これらの結果は、GM の懐疑論を克服するための将来の介入のための比較的単純なやり方を提供し、研究者と科学者は GM 技術の背後にある基礎科学のコミュニケーションと科学リテラシーの向上に力を入れるべきとしている。

詳しくは以下のサイトの論文予報をご覧ください。 [pre-print version](#)

アフリカ

ナイジェリアは開放系栽培の最初の遺伝子組換え (GM) 食用作物を承認

ナイジェリアは、国の生物安全管理庁が農業者の遺伝子組換え作物の開放系栽培を承認したので遺伝子組換えササゲを栽培する最初の国になる道を進んでいる。この進展によりアフリカから世界の遺伝子組換え市場への新しい作物を追加することになる。国立生物安全管理庁 (NBMA) は、農業研究所 (IAR) が、鱗翅目害虫 *Maruca vitrata* に抵抗性を示すように遺伝的に改良された鱗翅目害虫耐性ササゲ (PBR ササゲ) 品種 AAT709A を商業的に発売することを許可した。許可は 2022 年末まで有効である。

2019 年 1 月 22 日付けの決定文書では、当局は、国立生物安全管理庁、国立生物安全技術小委員会の助言、および IAR が提供するリスク評価およびリスク管理報告を考慮に入れて許可を申請者に行った。

「申請書類の評価、申請書の評価に関連して作成されたリスク評価およびリスク管理計画の徹

底的な分析の後、提案された開放利用が環境およびヒトの健康に悪影響を及ぼす可能性はほとんどない。」としている。

承認は、遺伝子組換え(GM)鱗翅目害虫抵抗性ササゲへの9年以上の集中的な試験の集大成である。そして、この品種は、最大80パーセントの収率損失を引き起こす鱗翅目害虫 *Maruca vitrata* に対して抵抗性がある。この開放系利用は、食料としてまた収入源としてササゲに頼っている何百万人ものナイジェリアの農業者にとっての助けとなるものである。ナイジェリアの農業研究協会がアフリカ農業技術財団(AATF)と共同で実施したこの研究の結果は、Bt ササゲが農薬の使用を1シーズンあたり8回から約2回に減らし、最大20%の収穫を増加させることを示している。これは、ナイジェリアがササゲから年間480億ユーロ(1億3200万ドル)以上の増収を記録することを意味する。

これは、昨年野外栽培が承認されたBt綿の後、ナイジェリアで2番目に発売されたGM作物である。

このプロジェクトの詳細は、Mohammad Ishiyaku 教授と以下のサイトで連絡を取って下さい。mffaguji@hotmail.com また、国立生物安全管理庁(NBMA)の見解は以下のサイトでご覧下さい。[decision document](#)

南北アメリカ

Bt 作物の環境安全性に関する包括的レビューが発刊された

スイスと米国の科学者によって作成された包括的なレビューでは、Bt作物の実験室および圃場での研究に関する既報の文献を総括した。著者、Jörg Romeis、Steven E. Naranjo、Michael Meissle、および Anthony M. Shelton の諸氏は、Bt作物の保全生物学的防除への貢献を強調している。

Biological Control 誌に掲載された論文によると過去20年以上にわたってBt作物が10億エーカー以上、2017年だけで1億ヘクタールで栽培されていることを報告している。この技術に関連する主な関心事は、タンパク質が非標的生物、特に生物学的防除などの重要な生態系サービスを提供する生物を害する可能性があるとするものだった。しかしながら、Bt作物からのタンパク質は、標的害虫の天敵には害を及ぼさないことが研究により証明されている。さらに、Bt作物は天敵の保護を行い、標的害虫と二次害虫の両方に対する効果的な生物的防除に貢献し、殺虫剤使用の削減につながる。

この論文は、重要な標的害虫の防除におけるBt作物の有効性は非常に高いと結論している。世界のいくつかの地域でBt作物が大規模に採用されたことで、この技術を採用した農家と採用しなかった農家の両方に恩恵をもたらす、対象となる害虫個体数の地域規模の抑制がもたらした。

詳しくは、以下のサイトにある論文をご覧ください。[Biological Control](#)

新しいチョコレートには GMO 農業を促進するために GMO 賛成表示

新たに発売された新製品 Ethos Chocolate は、誇らしげに GMO 賛成表示を掲げた魅力的なチョコレートのラインナップを上市した。新製品は、その新しい表示を誇りにし、科学者が気候変動と植物病害のために早くも 2030 年に絶滅すると予測するカカオの木を救うための持続可能な解決策として GMO 農業を促進することを目指している。

Ethos Chocolate は、ドミニカ共和国の SPAGnVOLA という、チョコレート職人と家族経営のカカオ農場によって生産されている。4 種類のチョコレートがあり、それぞれが GMO の成功話の成果を表示している。それらは、(1) 楽観論: GMO 農業を通じてカカオの木と遺伝子組換え農業を通してのカカオの木を守る国際的先導技術。(2) 生き残り論: 90 年代後半にハワイのパパイヤ産業を救ったレインボーパパイヤ。(3) 先駆者論: リンゴを切っても、打ち付けても褐変しないで食欲をそそる Arctic Apple® の画期的な技術。(4) 英雄論: カカオのように、植物病害の危険にさらされているオレンジがある。これは遺伝子組換え農業を通してフロリダの主なる果実であるオレンジの新品種研究でこれを救った。

これらの魅力あるチョコレートについては以下のサイトをご覧ください。

[A Fresh Look](#) と [Well and Good](#)

アジア・太平洋

植物による匂い検出の分子機構が発見された

鼻がなくても植物は匂いを感知する。この植物の匂いを感知する能力は遺伝子に依存し、東京大学の研究者たちは匂い分子からの情報が植物の遺伝子発現をどのように変えるかの最初のステップを発見した。東原和成教授が率いる東京大学の研究者によるこの発見は、植物における匂い検出の分子的基礎を明らかにした最初のものであり、これには 18 年以上かかった。植物は、揮発性有機化合物である臭い分子を検出する。これは、鳥やミツバチを引きつけたり、害虫を防いだり、近くの植物の病気に反応したりするなど、生存戦略に不可欠である。これらの化合物はまた独特の香りを与える。研究者らはタバコ細胞と生後 4 週間のタバコ植物を異なる揮発性有機化合物に曝露した結果、臭気分子が、遺伝子をオンまたはオフにすることができる転写共抑制因子と呼ばれる他の分子と結合することによって遺伝子発現を変化させることを発見した。

東原氏らの発見を遺伝子編集や農薬使用などの複雑なことを行わないで作物の品質や特性に影響を与えるために応用することを望んでいる。彼は、農業者の畑に望ましい植物行動に関連する臭いを吹き付けることができると述べている。例えば、害虫が集まらないように葉の味を変えることを引き起こす臭いをつけることを考えている。

詳しくは、以下のサイトにある東京大学からのニュースリリースをご覧ください。 [The University of Tokyo](#)

フィリピン弁護士の農業バイオテックの理解と関わり方が分かった

「アグリバイオテックへの法的論説:フィリピンにおける法律家の関わり」と題する研究の結果が2018年1月29日、東南アジア地域農業研究センター(SEARCHA)の農業開発セミナーシリーズ(ADSS)開催期間中に科学者や専門家、学術機関、国内外の機関や機関の代表、そしてバイオテクノロジー関係者に提示された。

この研究は、SEARCHA バイオテクノロジー情報センター(SEARCHA BIC)とフィリピン大学ロスバニョス校の開発コミュニケーション学部の共同研究である。これは、フィリピンの弁護士の農業バイオテクノロジーに対する理解と態度、そして彼らが農業バイオテクノロジー開発にどのように関与してどのように役立つのかを分析することに焦点を当てた。

結果は、主要な用語(即ち、遺伝子、ウイルス、ゴールデンライス、GMO 汚染など)、プロセス、および国における農業バイオテクノロジー規制の存在についての低レベルの精通性しかないにもかかわらず、弁護士は、食品および医薬品に関する農業バイオテクノロジーについて、とりわけ、長所と短所について一般の人々を教育すること、技術のリスクに対処すること、システム化された規制プロセスを持つことなど、適切な予防策を講じから、その適用を好むことを明らかにしている。弁護士は農業バイオテクノロジーに興味深いトピックとして捉えていますが、まだ法律的慣行の行える分野とは見なしていない。それにもかかわらず、彼らはこの問題に関する彼らの知識を広げ、科学者と協力し、そして国の農業バイオテクノロジー製品の規制に積極的に参加するために心を開いている。

研究者らはまた、Bt ナスの事件に関連する法的文書の内容を分析し、裁判中に提起された法的論拠に基づいて司法部の間で科学リテラシーのレベルを改善する必要があるとしている。その結果、GM 作物の性質についての理解の欠如は、2015年にフィリピンでのBt ナス圃場試験を中止するという彼らの決定に影響を及ぼしましたが、2016年に覆された。

フィリピンのバイオテックに関する最新のニュースに関しては、以下のサイトをご覧ください。[SEARCHA BIC](#)

ホウキキビ(BROOMCORN MILLET)のゲノム配列が決まった

中国科学院の上海植物ストレス生物学センターのZhang Heng 博士とZhu Jiankang 博士が率いる研究チームが、ホウキキビ(BROOMCORN MILLET)のゲノムの配列を決定した。ホウキキビは最も水利用効率の良い穀物であり、最も初期に作物化された植物の一つである。

ゲノム配列はホウキキビにおけるC4生物学及び極めて強いストレス耐性を研究するための基礎を提供することになる。研究者らは、短い配列の決定、単一分子リアルタイムシーケンシング、Hi-C、および高密度遺伝子マップの組み合わせを使用して、高品質の染色体規模のゲノム構築を報告している。

系統発生解析により、560万年前に合併した可能性のある2組の相同染色体が明らかにされており、どちらも他の草種と強いシニターを示している。研究者らは、ホウキキビが55,930のタンパク質をコードする遺伝子と339のマイクロRNA遺伝子を含むことを報告している。研究グループは、タンパク質動態の調節の強化が、ホウキキビの進化に寄与している可能性があることを見出した。さらに、彼らは、炭素固定候補遺伝子の3つのC4サブタイプすべての共存を確認

した。ゲノム配列は育種家にとって貴重な情報源であり、優れたストレス耐性と C4 生物学を研究するための基盤を提供している。

詳しくは、以下のサイトの研究ニュースをご覧ください。 [Chinese Academy of Sciences](#)

ヨーロッパ

白錆病に抵抗性を示す遺伝子

カリフラワー、ブロッコリー、キャベツ、マスタード、および芽キャベツのようなアブラナ科に属する植物は異なる味がするが、共通の敵(白錆病)が存在する。病原体 *Albugo candida* による白さびの一種は、キャベツを脅かす。実際には真菌ではないが、*A. candida* は、真菌のように振る舞い、湿度と温度の適切な条件下で広がり、攻撃する植物の栄養素を食べる。

Norwich の Sainsbury Laboratory が率いる 8 つのヨーロッパの大学および研究センターからの研究者のチームは、*A. candida* に耐性のある 4 つの遺伝子を同定した。これらの遺伝子は、シロイヌナズナを用いて同定されたヌクレオチド結合ロイシンリッチリピート(NLR)免疫受容体である。*Arabidopsis thaliana* に感染する *A. candida* race 9 の分離株に対する耐性を付与する追加の遺伝子が同定された。この論文は、NLR 遺伝子によって与えられる免疫が病原体に対する種全体の耐性を提供することを報告している。

詳細については、以下のサイトで論文をご覧ください。 [Proceedings of the National Academy of Sciences](#)

GM 食品に対する青少年の対応は、家族の影響を受ける

研究によると、GMO 食品に対する若年成人の対応は、対象となる個人、場所、性別に影響される。これは、PLOS One によって発表された Stephen Brosig と Miroslava Bavarova による研究でチェコ共和国、ウクライナ、そしてロシアからの回答者の調査をまとめたものである。

結果は、若年成人の GM 食品への対応とその家族、特に母親の間に正の関連があることを示した。結果はまた、ウクライナからの回答者と比較して、ロシアとチェコ共和国からの回答者においてその関係が強いことを示した。最後に、若い女性成人の対応とその家族との関連性は、若い男性成人とその家族の間よりも強いことがわかった。

著者らによると、彼らの研究は個人の特性、コミュニケーションパターン、文化、そして力関係の概念を用いて家族間の対応の仕方の形成への影響を分析するのに役立つかもしれないとの方向を示唆している。これは、翻って将来的に GM 食品と GM ラベル表示に対する人々の対応を決定するのに役立つと考えられる。

詳しくは、以下のサイトで論文をご覧ください。 [PLOS One](#)

研究

バイオ強化キャッサバは、より高い鉄含量を示した

鉄欠乏性貧血は子供の免疫システムに影響を及ぼし、成長の妨げと認知発達の障害を引き起こす。この健康問題に対応するための戦略の1つは、バイオテクノロジーツールを介した主要食品へのバイオ強化である。Donald Danforth Plant Science Center の Narayanan 氏らは、Nature Biotechnology に報告しているように、より高レベルの鉄を含むバイオ強化キャッサバを開発した。

研究チームは、キャッサバ中でシロイヌナズナの鉄輸送体 VIT1 を過剰発現させ、それが貯蔵根への鉄の蓄積をもたらし、非トランスジェニック対照における鉄レベルよりも3~7倍高くなることがわかった。変異した *A. thaliana* 鉄輸送体 (IRT1) および *A. thaliana* フェリチン (FER1) を共発現するように操作された植物は、非トランスジェニック植物におけるものより7~18倍高い鉄レベルおよび3~10倍高い亜鉛レベルを蓄積した。成長因子と貯蔵根収量には、大きな影響は見られなかった。

研究者らによると、加工されたトランスジェニックキャッサバ (IRT1 + FER1) 中の鉄と亜鉛は、推定1から6歳の子供と授乳中ではない、妊娠していない西アフリカの女性に推定平均鉄要求量の40-50%と亜鉛の推定平均要求量の60-70%を提供できることになる。

要旨を以下のサイトでご覧下さい。 [Nature Biotechnology](#)

新しい育種技術

安全なグルテン含有コムギを育種するのに遺伝子編集を使える

グルテンフリーダイエットは多くの健康志向の個人の間で盛んな傾向にある。しかし、この食事療法は、セリアック病 (CD) の人、または消化器系の特定の種類のグルテンに耐えられない人のために設計されたものである。グルテンは、小麦、大麦、ライ麦、およびその他の関連種に含まれるタンパク質で、調理時または焼成時に接着剤として機能し、パンとケーキができ上るにつれて一緒に保持される。有害反応を引き起こす原因となるグルテンはグリアジンと呼ばれる。

Wageningen University and Research の Aurélie Jouanin 氏は、グリアジン遺伝子を正確に改変し、免疫原性エピトープを除去し、安全なグルテンを有するコムギを開発するために CRISPR-Cas9 を使用して免疫原エピトープとなる遺伝子を除き、安全なグルテンをもったコムギを開発した。原理の証明として、彼女はグリアジン遺伝子のいくつかが改変または欠失されているコムギ品種を開発した。コムギには多数のグルテン遺伝子が存在し、すべてのグルテン遺伝子が標的とされているわけではないため、これらのゲノム編集されたコムギ植物はまだ CD 患者にとって安全ではない。彼女はまた、どの遺伝子が改変され、どれが編集されるべきかを決定するためのハイスループット方法を開発した。

詳細は、以下のサイトをご覧ください。 [Wageningen University and Research](#)

バナナストリークウイルス(BSV)に抵抗性品種を開発するために初めて CRISPR-CAS9 システムを使用した

国際熱帯農業研究所 (IITA) の科学者チームは、遺伝子編集ツール CRISPR を使って、バナナストリークウイルス (BSV) に耐性のあるバナナとクッキングバナナの品種を開発したと発表した。BSV はアフリカでの生産を妨げ、何百万という農家の食糧と収入を脅かしている。

BSV は、その DNA を 1 つ以上のゲノムを有するバナナおよびクッキングバナナの B ゲノムに組み込むことによって機能する。植物がストレスを受けると、ウイルス DNA は機能的なウイルス粒子を生成し、最終的に病害の症状を引き起こす。したがって、主な BSV 流行は自然感染によるものではなく、むしろストレス条件下での統合ウイルスの活性化によるものである。このため、育種家は、その良い特性にもかかわらず、*Musa balbisiana* のような B ゲノムを含むバナナとクッキングバナナの使用を避けてきた。

IITA の主任科学者 Leena Tripathi 氏が率いる研究チームは、CRISPR-Cas9 システムを使用して、東アフリカおよび中央アフリカで一般的に栽培されている *Musa* 属の様々な偽角オオバコ、*Gonja Manjaya* の B ゲノム由来のウイルス DNA を不活性化した。研究者らは、旱魃ストレスにさらされると、非編集植物と比較して 75% の編集植物が BSV の症状を示さなかったことを見出し、ウイルス DNA の不活性化を確認した。

詳しくは、以下のサイトをご覧ください。 [IITA News](#)

作物バイオテク以外の話題

β-キシラナーゼを発現するトランスジェニックブタは、栄養素利用能が改善された

中国の South China Agricultural University と Longyan University の科学者たちは、より栄養利用能力の高いトランスジェニックブタを開発した。結果は *Transgenic Research* に掲載されている。

キシランはブタの飼料に含まれる抗栄養因子である。キシランの消化性および栄養素の吸収を改善するために、耳下腺において *Aspergillus Niger* CGMCC1067 由来の β-キシラナーゼ遺伝子 (xynB) を発現するトランスジェニックブタを開発した。

結果は、4匹のトランスジェニック個体において、唾液中の β-キシラナーゼ活性が改善されたことが示された。非トランスジェニックブタと比較して、糞便中の粗タンパク質 (CP) の含有量は有意に減少し、F1 トランスジェニックブタ中の総エネルギーおよび CP の消化率は増加した。これらの知見は、耳下腺から β-キシラナーゼを産生するトランスジェニックブタが動物飼料中の抗栄養効果を減少させそして栄養素の利用を改善することができることを示している。

詳細は以下のサイトをご覧ください。 [research article](#)

作物バイオテク以外の話題

β-キシラナーゼを発現するトランスジェニックブタは、栄養素利用が改善された 抗がん剤含有卵を産むように開発された GM 鶏

エジンバラにある Roslin Technologies の科学者たちは、遺伝子工学を使って、関節炎やある種の癌の治療薬を含む卵を産む鶏を開発した。卵の方が工場で製造されたものと比較して 100 倍安くなると推定される。

研究者の一人である Lissa Herron 博士によると、養鶏場での動物の取扱いに比べて、鶏は苦しんでおらず、「甘やかされている」ことさえある。「鶏は、普通に卵を産むだけのことである。健康にはまったく影響しない。通常のように卵を産むだけである。」と彼女は付け加えた。

新しいアプローチではより良い歩留まりで、以前の試みと比較してより効率的で費用対効果が高いことが証明されている。研究者らは、やがて、商業的流通のための医薬品を生産するために生産を拡大できると信じている。

詳細は、以下のサイトをご覧ください。 [Genetic Literacy Project](#)

文献備忘録

ゲノム編集: 全く新しい農作物開発のカギ

上席経済学者 Crystal Carpenter 氏のビデオ付きの新報告書が CoBank から発刊された。ここではゲノム編集の利点とチャレンジを論じている。「ゲノム編集: 全く新しい農作物開発のカギ」と題する報告書は、ゲノム編集を「新興技術」、「革命的技術」、「新発展技術」と述べている。

報告書は、ゲノム編集の有益性は極めて大きく、しかも科学者が引き続き技術革新を行い、農業上の最大の挑戦課題を解決すべく新応用性を開発しているとしている。しかしながら報告書は消費者の受容性、規制、技術及び知財がこの技術利用の大きな課題であるとしている。最後に著者は、ゲノム編集が広い分野で成功するには以下の二つの大きな要因があるとしている。即ち、この技術について責任ある、正しい、しかも透明性の高い広報活動と多くの人々に有用性あることを知らしめることである。

詳しくは、以下のサイトで論文をご覧ください。 [report](#) また CoBank からのビデオは以下のサイトをご覧ください。 [video](#)

2018 年度の ISAAA の活動報告

ISAAA は、正しい施策と規制が行われるように願って継続的な活動で遺伝子組換え作物の責任ある発展と導入が図られることを狙っている。ISAAA は、バイオ技術が適切に移転できるようにすると共に効果的な科学の広報を行なうことで科学に基礎を置いた議論を促進することを願っている。2018 年度の ISAAA の活動報告は、バイオ技術の導入についてバイオ技術を欲しており、これで活水準を向上させることを願っている人々、特に発展途上国に導入できるように努力している。報告書コピーは、以下のサイトからダウンロードして下さい。 [Get a copy](#)