
ERAプロジェクト調査報告

October 2018

バイオテクノロジー研究会



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・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400社以上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。

また、ILSI は、非政府機関（NGO）の一つとして、世界保健機関（WHO）と協力関係にあり、国連食糧農業機関（FAO）に対しては特別アドバイザーの立場にあります。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

2018. 10

バイオテクノロジー研究会

2018年の調査報告書第5号（通算第40号）をお届けします。

本号では、遺伝子組換え技術を用いた最近の研究事例として、ナスにおける主要病害であるウドンコ病に関する遺伝子の機能性調査（No.392）、カビ抵抗性遺伝子組換えアメリカグリにおける環境影響評価（No.399）をご紹介します。またジーンフローに関して、組換えトウモロコシからイースタンガマグラス（No.394）、除草剤耐性イネから雑草イネ（No.395）、遺伝子組換えポプラから非遺伝子組換えポプラ（No.398）それぞれの検証事例をご紹介しますとともに、ジーンサイレンシングを誘導して脱粒性を变化させた野生イネの調査をもとにジーンフローの緩和についての検証を行った事例もご紹介します（No.393）。

その他、CRISPR法を利用した遺伝学的スクリーニング技術への応用（No.390）、トマトにおける育種上重要な特性の遺伝子型と表現型を広範にわたり検証した論文（No.391）、増え続ける食糧及びバイオエネルギーの需要への対応を光合成能改善という視点で検討した論文（No.397）についても紹介いたします。

今回、家畜におけるゲノム編集に関するレビュー（No.396）を収録しておりますが、このレビューは作物分野と共通事項が多い論文のため、興味を持って御一読いただける内容かと存じます。

なお、これまでに調査報告書においてご紹介した文献抄訳は以下のURLで閲覧可能です。

<https://ilsijapan.sakura.ne.jp/pnamazu/namazu.cgi>

目次

No.390	遺伝学的スクリーニング技術における CRISPR 法及び RNAi 法の比較 Comparing CRISPR and RNAi-based screening technologies	1
No.391	トマトをおいしくするアレル The alleles of a tasty tomato	2
No.392	ナスにおけるウドンコ病罹病性遺伝子 <i>SmMLO₁</i> の機能的特性 Functional characterization of the powdery mildew susceptibility gene <i>SmMLO₁</i> in eggplant (<i>Solanum melongena</i> L)	3
No.393	栽培イネ遺伝子のサイレンシングによる野生イネ種子の脱粒性減少： 導入遺伝子流出の意図的緩和 Reduced weed seed shattering by silencing a cultivated rice gene: strategic mitigation for escaped transgenes	4
No.394	組換えトウモロコシ (<i>Zea mays</i> L.) からイースタンガマグラス (<i>Tripsacum dactyloides</i> L.) への潜在的遺伝子伝播の評価 Assessment of the potential for gene flow from transgenic maize (<i>Zea mays</i> L.) to eastern gamagrass (<i>Tripsacum dactyloides</i> L.)	5
No.395	除草剤耐性イネ技術が米国雑草イネの表現型多様性及び集団構造に及ぼす影響 The impact of herbicide-resistant rice technology on phenotypic diversity and population structure of United States weedy rice	6
No.396	家畜におけるゲノム編集：動物育種事業の大変革への準備はよいか？ Genome editing in livestock: Are we ready for a revolution in animal breeding industry?	7
No.397	食料及びバイオエネルギーの地球的要求への持続的対応のための光合成改善 Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bio energy demand	8
No.398	<i>Bt</i> 組換えポプラプランテーションからの導入遺伝子のジーンフローに関する実証評価 An empirical assessment of transgene flow from a <i>Bt</i> transgenic poplar plantation	9
No.399	形質転換アメリカグリは野生植物の発芽や菌根菌の定着を阻害しない Transgenic American chestnuts do not inhibit germination of native seeds or colonization of mycorrhizal fungi	10

遺伝学的スクリーニング技術における CRISPR 法及び RNAi 法の比較

Comparing CRISPR and RNAi-based screening technologies

Housden BE & Perrimon N

Nature Biotechnology 34: 621-623, 2016

米国医学系大学研究者による共同執筆短報である。著者らは現在遺伝学的スクリーニング技術として広く使用されている CRISPR 法と RNAi 法の特徴を、他者による比較研究あるいは研究成果を引用して論述した。

- (1) 両選抜法の特徴：1) RNAi 法：基礎的生物学過程から医療薬の特徴までの広い範囲の研究に適用されている。しかし、標的遺伝子の抑制が不十分であることによる偽陰性結果や、非標的効果の散発による偽陽性結果により、再現性に難点があった。この難点は、短いヘアピン RNA (shRNA) による標的遺伝子への特異性の向上等の努力により改善されつつある。2) CRISPR 法：ゲノム DNA を標的とする挿入・除去により、遺伝子機能喪失を確実に行う手法であり、急速に普及している。
- (2) 両選抜法の比較：1) 一般的比較：CRISPR 法は真の機能喪失効果を示すが、RNAi 法は概して抑制的な表現型を示す。CRISPR 法はより強力で一貫性がある表現型を作出し、堅実な手法と考えられている。2) 比較研究：細胞系統の主要遺伝子を特定する能力では、一例は CRISPR 法が RNAi 法より優るとし、別例では顕著な優劣を報じていない。また抗ウイルス医薬品の細胞毒性の研究例では、両手法の併用の効果を報じている。
- (3) 選抜された遺伝子の種類：両手法により特定されるもの、CRISPR 法だけで特定されるもの、RNAi 法だけで特定されるものがそれぞれ報告されている。
- (4) 総括：両手法の優劣は、手法の相違に加えて標的遺伝子の類別の相違により変化し、統一的な理解はまだ確立していない。両法の特徴の一層の明確化と両法の併用の増進も今後必要であろう。

トマトをおいしくするアリル

The alleles of a tasty tomato

Marcinkiewicz K

Nature Biotechnology 35: 221-222, 2017

ネイチャー・バイオテクノロジー誌の編集者による短報である。

- (1) 味わいが低い現在のトマト：トマト愛好者は現在の市販トマトが昔のトマトより味わいが低いことを実感している。トマト栽培者に好都合な、多収、大果実、売棚長寿群への数十年の育種の結果、味わいの低下が生じたと考えられている。
- (2) 良味・多収の既往研究：多くの研究が果実含有物（糖・酸・香気成分など）を特定したが、これら成分と味わいととの具体的関連が未解明なため、成果は乏しかった。
- (3) 味わいに関する新研究（Tiemon *et al.* 2017）：1）ゲノム配列と成分分析：489品種（栽培種・野生種・近縁種）を栽培し、ゲノム配列と成分分析（可溶固形物・糖・酸・揮発成分）を476品種のは場生育個体（フロリダ・イスラエル）について実施した。2）官能試験：嗜好性及び香気性について101品種を評価し、香気の有無・強弱に影響する43の化学物質を特定した。3）遺伝子座：ゲノムワイドの相関解析により43の化学物質のうち21物質の有無と単一ヌクレオチド多型（SNPs）との251の関連性が特定された。4）現代品種香気成分半減の確認：揮発性成分に関連する26座位のうち半分だけが現代品種に存在していた。5）現代品種における不良遺伝子と農業特性との連鎖の実証：香気抑制遺伝子と適期成熟座位、低糖分遺伝子と果実サイズゲノムとの連鎖など、育種過程における非意図的の不良特性の選抜の遺伝子レベルの原因が明示された。
- (4) 将来育種への展望：香気成分向上の鍵として揮発成分の調節が重視される。本成分は極微量でも効果を発揮するので、同含量の微増により、収量・果実サイズを犠牲にすることなく、良香味トマトの育種が可能と考えられる。
- (5) 総括：トマトの重要特性（果実サイズ・香気・糖分・酸・揮発成分・これら特性間の関連性の理解）に関する遺伝子型と表現型との広範なデータセットが作出された。これにより、良質・多収の将来育種への道すじが示された。

ナスにおけるウドンコ病罹病性遺伝子 *SmMLO₁* の機能的特性

Functional characterization of the powdery mildew susceptibility gene *SmMLO₁* in eggplant (*Solanum melongena* L)

Bracuto V *et al.*

Transgenic Research 26: 323-330, 2017

オランダ・イタリア・トルコの研究者による原著論文である。ウドンコ病は多くの作物に大害を与える菌類病である。ナスは重要野菜であるが、各種ウドンコ病の宿主となっている。*Mildew Locus O (MLO)* 遺伝子群は、機能欠失によりウドンコ病耐性となることから、ウドンコ病罹病性因子として知られる。著者らは既にナスについて *MLO* の一種である *SmMLO₁* を特定し、同遺伝子の機能的特性を調査して以下の結果を得た。

- (1) *SmMLO1* の他 *MLO* との相違：ナス *SmMLO1* のアミノ酸配列は、シロイヌナズナ、トマト、コショウ、タバコ、エンドウ、ミヤコグサ、タルウマゴヤシの *MLO* で保存される N 末領域のカルモジュリン結合ドメイン中のスレオニン残基に相違（メチオニンに置換）が見られる。この置換は、他のウドンコ病罹病性ナスの間でも保存されていた。
- (2) 組換えトマトの作出：野生型 *SmMLO1* 及び上記メチオニン残基をスレオニンに置換した塩基配列を持つ置換型 *s-SmMLO1* (*MLO* で保存されたカルモジュリン結合ドメイン中の 1 アミノ酸を置換したもの) を *MLO1* の機能欠損型トマト *Slmlo1* (ウドンコ病抵抗性) にアグロバクテリウム法により導入した。自殖 2 代を経て T₂ 系統 2 種類 (野生型導入 4 系統、機能欠失型導入 4 系統) を選出した。
- (3) ウドンコ病接種試験：野生型 *SmMLO1* 導入系統及び置換型 *s-SmMLO1* 導入系統はいずれもウドンコ病に罹病性であった。
- (4) 総括：ナス *SmMLO1* がトマト *Slmlo1* 欠失変異体を罹病性としたことから、*MLO* に保存されているスレオニン残基がメチオニンに置換しても *MLO* のウドンコ病罹病性には影響を与えないことが示された。

栽培イネ遺伝子のサイレンシングによる野生イネ種子の脱粒性減少： 導入遺伝子流出の意図的緩和

Reduced weed seed shattering by silencing a cultivated rice gene : strategic mitigation for escaped transgenes

Yan H *et al.*

Transgenic Research 26 : 465-475, 2017

中国の国研大学研究者による原著論文である。遺伝子組換え作物からその野生近縁種への導入遺伝子の流出は環境に望ましくない影響をもたらす可能性がある。そこで、野生種には不利であるが、栽培作物には有益である脱粒性に関連する遺伝子を導入したい形質遺伝子と一緒に形質転換することで野生種集団への導入遺伝子の広がりを制限する手法（transgene mitigation : TM 法）について、以下の検証を行った。

- (1) 組換え栽培イネの作出：脱粒性遺伝子 *SH4* に対する RNAi コンストラクト（MR1及びMR2）とアンチセンスコンストラクト（AS）を栽培品種 MH86 に導入した組換えイネを作出した。
- (2) 栽培 - 野生種交雑イネ：上記組換え栽培イネを花粉親とし、野生イネ（脱粒性）の Wd-1292（韓国由来）及び Wd-7125（ベトナム由来）と交雑し、6 種類の組換え栽培イネ - 野生イネ交雑系統（TM）を得た。対照として、非組換え MH86 品種と野生イネとの交雑系統を得た。
- (3) 栽培 - 野生交雑系統における脱粒性の低下：TM 系統の脱粒性指数は、対照（非組換え MH86 交雑後代）と比較し、T1 世代は 36~68% 減、T2 世代は 57~77% 減といずれも有意な低下を示した。
- (4) 土壌中（地表 1 cm）の脱粒種子数：TM 系統及び対照の T2 世代についてはほ場試験を実施し、脱粒種子数を測定したところ、対照の 500 粒 /m² に対し、TM 系統では 270 粒 /m² へと低下していた。脱粒性指数と脱粒種子の実測値との間には、 $R^2 = 0.756$ の高い相関があった。以上から土壌中における交雑種子数の低下が明示された。
- (5) 収量・生育形質：1 株籾数、1000 粒重、1 株籾数収量、種子発芽率、幼植物生存率などには、親品種と組換え品種との間及び各種の組換え系統とその対照非組換え系統の間には、すべての有意差がなかった。このことから脱粒抑制遺伝子の導入は収量性を低下させないことが示された。
- (6) 総括：脱粒性抑制遺伝子が導入された組換え栽培イネはこれと交雑する脱粒性野生型イネとの交雑種子の脱粒性を有意に低下させることを実証した。本手法は収量性を低下させないため、育種的利用が期待される。

**組換えトウモロコシ (*Zea mays* L.) からイースタンガマグラス
(*Tripsacum dactyloides* L.) への潜在的遺伝子伝播の評価**

Assessment of the potential for gene flow from transgenic
maize (*Zea mays* L.) to eastern gamagrass (*Tripsacum
dactyloides* L.)

Lee M.-S. *et al.*

Transgenic Research 26 : 501-514, 2017

米国大学・モンサント社共同研究の原著論文である。2015年、組換えトウモロコシ栽培世界面積5360万 ha で、米国3310万、ブラジル1310万、アルゼンチン290万 ha を占める。組換えトウモロコシ中で除草剤耐性品種の占める割合は、米国92%、ブラジル63%、アルゼンチン76%であり、米国での主要品種はNK603及びMON88017（いずれもモンサント社製）である。イースタンガマグラスはトウモロコシと同じイネ科であり、北米南米の広域でトウモロコシと生育地を共有しているが、組換えトウモロコシからの遺伝子伝播の有無は不明確であった。著者らは広域に組換えトウモロコシと共存するイースタンガマグラスから種子を収集し、詳細な調査により遺伝子伝播の不在を立証した。

- (1) 除草剤グリホサート耐性個体の存在試験：2カ年5千地点からの収集種子16,000粒をほ場に播種し、出芽幼植物にグリホサート散布を行った。結果、全個体が枯死し、組換えトウモロコシからの耐性遺伝子伝播は完全に不在であった。
- (2) *cp4 epsps* 遺伝子存否：54地点48,000種子から抽出したゲノム DNA を鋳型としたPCR分析の結果、いずれの種子からも *cp4 epsps* 遺伝子は検出されず完全に不在であった。
- (3) 種間交雑の存否：1530花・135交配により作出された27種子には *cp4 epsps* 遺伝子が検出されず、種間交雑種子の作出は皆無であった。
- (4) 総括：米国に54地点約11万粒のイースタンガマグラスについて詳細な試験を実施し、組換えトウモロコシからイネ科野生草本種への除草剤耐性遺伝子伝播は完全に不在であることが実証された。このことはメキシコ政府によるトウモロコシ遺伝資源中心文書（Agreement of Maize Center of Origin in Mexico）の改訂に反映されることが望ましい。

除草剤耐性イネ技術が米国雑草イネの表現型多様性及び 集団構造に及ぼす影響

The impact of herbicide-resistant rice technology on phenotypic diversity and population structure of United States weedy rice

Burgos NR *et al.*

Plant Physiology 166: 1208-1220, 2014

米国大学研究者による原著論文である。雑草性イネ (*Oryza sativa*) は雑草性が強く、栽培イネと同種なため、防除が困難であった。慣行手法で開発された除草剤イミダゾリノン耐性を有するクリアフィールドイネは2002年に市場化され、雑草抑制効果が高く、2013年には米国主要稲作地域アーカンソー州での作付率は57%に達した。しかし、数年後から新しい除草剤耐性雑草イネが出現・拡大し、同様な除草剤耐性雑草イネの出現が他地域・他国（イタリア）でも報告された。著者らはこの実態を研究して以下の結果を得た。

- (1) 耐性雑草イネの出現：クリアフィールドイネ連続栽培26ほ場を調査した。耐性雑草イネの存在率は1~10個体/1000 m²であった。収集次代種子の雑草イネ保有率は10~60%であった。
- (2) 耐性雑草イネの表現型特性：収集次代720個体を調査した。：1) 籾殻色：通常の黒色・褐色・ワラ色に加えて金色、茶色、紫色なども見出された。2) 出穂期：播種後約100日、3) 稈長：120~100 cm が主体、4) 穂長：20~25 cm、5) 脱粒性：50~90%が主体、6) 休眠性：大部分は収穫270日後発芽率97%であり、休眠性を失っていた。クラスター分析では、耐性雑草イネは他のグループとは別のグループを形成していた。
- (3) 耐性雑草イネの集団構造：各種の解析の結果、独自の集団ではなく、米国栽培イネ及び在来雑草イネの多様な因子が混入している混合構造を示した。
- (4) 耐性獲得の原因：クリアフィールドイネのイミダゾリノン系除草剤耐性に関連するアレルは第2染色体に座乗する。耐性雑草イネでは、このアレルがクリアフィールドイネ型であったことから、クリアフィールドイネとの交雑により同耐性が伝達・獲得されたと推論された。
- (5) 総括：慣行除草剤耐性イネ栽培地域における新しい除草剤耐性雑草イネの発生の原因として、クリアフィールドイネからの遺伝子伝播が確かめられた。今後、総合的雑草対策の適用が必要と考えられる。

家畜におけるゲノム編集：動物育種事業の大変革への準備はよいか？

Genome editing in livestock: Are we ready for a revolution in animal breeding industry?

Ruan J *et al.*

Transgenic Research 26: 715-726, 2017

中国大学・国研及び米国大学研究者によるレビューである。(作物分野と共通の事項が多い論文として集録した)。

- (1) ゲノム編集技術：ZFN、TALEN、CRISPR/Cas9の3種類がある。特に、CRISPR/Cas9は前2者と比べて、構築・適用が容易・迅速、編集能率高く、複数同時適用可能、広範囲適用種、などの利点が顕著であり、急速に発展している。
- (2) 特徴：ゲノム内在特定部位における特異的変換を特徴としている。このため、i) 外来遺伝子の導入はない。ii) 外来遺伝子の痕跡はない。iii) 塩基対変化が無／極少の自然突然変異と類似、などが共通している。
- (3) 主要成果：1) 育種年限の短縮：効果的当代選抜、2) 有用遺伝変異の拡大：意図的編集による新有用変異の作出、3) 有用特性の開発：i) 耐病性向上：生殖・呼吸症候群減少ブタ、結核抵抗性乳牛、ii) 品質向上：肉質向上ブタ・ヒツジ、iii) その他：角なし乳牛、フィチン酸放出低下ウシ。
- (4) 潜在的リスク：1) 申請急増に対する評価部門の限度、2) リスク評価科学的根拠の不備、3) 認可・登録制度の不備、4) 標的外影響 (off-target effect)：慣行育種と共通する問題であるが、選抜による除去あるいは自然消失が期待される。
- (5) 各国の規制状況 (注：論文掲載時)：米国：農務省は外来遺伝子が不在の産物は、原則として規制外扱い (トウモロコシ・キノコなど)。しかし、FDA 及び EPA は規制対象扱い。EU：社会的要因 (政策、経済、宗教、倫理など) を主体とする慎重・懐疑的・不透明な対応が現状、アルゼンチン・オーストラリア・ニュージーランド：塩基対不採入ならば規制外、それ以上は case-by-case の規制、中国：すべて規制対象の原則だが詳細は不明。
- (6) 今後の問題点：1) 慣行法との区別の明瞭化、2) 一般公衆への教宣活動の強化、3) モニタリングの実施
- (7) 総括：ゲノム編集技術は慣行育種にかわる画期的手法であり、すでに各種の成果がある。今後、育種分野への連携を深め、家畜育種事業全体の発展をはかることが重要である。

食料及びバイオエネルギーの地球的要求への持続的対応のための光合成改善

Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bio energy demand

Ort DR *et al.*

PNAS 112: 8529-8536, 2013

地球的課題である表題のもとに、著名なコールドスプリングハーバー研究所主催のワークショップが2013年に開催され、米・英・独・仏・蘭・豪・中国の研究者が参加した、以下は代表者による集約の要旨である。

- (1) 背景：人口増加、耕地縮小、気候変動、嗜好多様化などから、世界の食糧生産は2050年までに倍増される必要があるとされている。対策の最大要素である光合成の効率向上に関する既存成果は極めて少ない。本会合では最も基本的な葉緑体レベルの光合成効率の向上について検討された。
- (2) 光の捕捉：強光の過剰吸収・発熱防止のための、光吸収色素の減少、特に上位葉は有効であろう。
- (3) 光エネルギーの変換：水の光化学分解による NADP の還元及び ATP のための PMF 作出にかかわるこの系の主役であるクロロフィル a は、太陽光の400~700 nm だけを吸収し、効率は約50%である。クロロフィル a を紅色細菌のバクテリオクロロフィル b に置換することで1075 nm まで、シアノバクテリアのクロロフィル d に置換することで730 nm までの光が利用可能となり、光合成効率向上の可能性はある。
- (4) 炭素の取り込みと変換：1) 炭素吸収の向上：現行の RubisCO を、より低濃度の CO₂ と親和性が高いものへと変換することは一つの可能性である。これにより細胞内 CO₂ 濃度が低く保たれるため、気孔開口が減少し、節水効果が期待される。2) 炭素変換効率の向上：最大の難点は RubisCO の光呼吸である。光呼吸のない C₄ 植物化は一つの可能性であるが成功していない。さらに RubisCO に代わる新しい系の作出も考慮されているが、実現していない。
- (5) 頭脳的な葉群：太陽光及び炭酸ガスは、葉群上部では過飽和、下位では低下して未飽和となる。このため、上部直立の下部水平葉の葉群、上位強光向・下部弱光向 RubisCO の作出、下位葉の遠赤外吸収能の向上、長稈化による葉群増加、穂の葉群内収容による遮蔽効果の減少、などが考えられる。
- (6) 総括：表題に関して、葉緑体レベルにおける光合成能率向上を主役に検討がなされ、段階的に種々の可能性が示された。今後の研究による具体的実証が重要である。

***Bt* 組換えポプラプランテーションからの導入遺伝子の ジーンフローに関する実証評価**

An empirical assessment of transgene flow from a *Bt* transgenic poplar plantation

Hu J *et al.*

PLoS One 12: e0170201, 2017

中国の研究グループによる報文。林木は作物よりも一般に長寿命、花粉や種子の拡散範囲が広い等、環境との接触が大きいと考えられるが、遺伝子組換え林木の環境放出に関する実証データは少ない。筆者らは、*cryIAc* を導入した *Bt* ポプラのは場試験に基づき、慣行ポプラ林木へのジーンフローに関する実証試験を行った。

- (1) *Bt* ポプラ：セイヨウハコヤナギ (*Populus nigra*) に *cryIAc* 遺伝子導入した系統 (雄木)。2001年から中国で商業栽培が行われおり、2014年には490 ha で植林される。
- (2) 試験植林地：新疆ウイグル自治区のマナス平野に位置する森林局の営林署。南北に細長く約1 km ある。0.68 ha の *Bt* ポプラ植林区は営林署全体の南端に位置し、1994年から *Bt* ポプラ及び非組換えポプラが植林されている。その南方に800 m に渡りセイヨウハコヤナギ品種パイオニアの植林区が広がる。また、北東約400 m にもまた、1.2 ha のパイオニアの植林区が位置する。
- (3) *Bt* ポプラとの交雑種子の調査：2006年と2007年に *Bt* 植林区内 (No.1) 及び、南方210 m (No.4)、500 m (No.10)、794 m (No.13) 地点、北東368 m (NE01) 地点のパイオニア雌木から採取した種子を発芽させ、発芽実生から抽出したDNAを用いてPCR分析を行った結果、*Bt* 実生の出現率 (2006年/2007年) は、No.0で0.16%/0.15%、No.4で0.05%/0.07%、No.10で0.03%/0.02%、No.13及びNE01はいずれも0%であった。
- (4) *Bt* ポプラ種子の発芽能：採取した種子を4℃、室温及びほ場条件で1~4週間保管した後の発芽率を調査した結果、採取直後68%であった発芽率が、4℃では4週間保存しても48±1.06%を保持したが、室温及びほ場で4週間後は0%であった。特にほ場条件では1週間後の発芽率がすでに12%であった。
- (5) 総括：*Bt* ポプラからの花粉と隣接林木との交雑頻度は極めて低い、かつ、通常ほ場条件では短時間で稔性を失うことから、ジーンフローの発生確率は極めて低いと結論される。

形質転換アメリカグリは野生植物の発芽や菌根菌の定着を阻害しない

Transgenic American chestnuts do not inhibit germination of native seeds or colonization of mycorrhizal fungi

Newhouse AE *et al.*
Front. Plant Sci. 9: 1046., 2018

米国ニューヨーク州立大学の研究グループによる報文。アメリカグリはかつて米国東部の落葉広葉樹林を構成する重要な林木であったが、病原性カビの侵入で壊滅的な被害を受けた。そこで、著者らはシュウ酸オキシダーゼ遺伝子の導入によりカビ抵抗性組換えグリを開発した。本報告では、この組換えアメリカグリの子孫の非意図的環境影響に関する評価試験を実施し、以下の結果を得た。

- (1) アレロパシー試験：温室でポット栽培する組換え2系統及び非組換え親品種から採取した葉は室温乾燥した後、6 gを2 Lの水とともに15 L培土に混ぜ込んだ。検定植物として、単子葉草本 (*Elymus virginicus*; エゾムギ属)、双子葉草本 (*Cichorium intybus*; チコリー)、灌木 (*Gaultheria procumbens*; ヒメコウジ)、針葉樹 (*Pinus strobus*; ストローブマツ)、落葉樹 (*Acer rubrum*; アメリカハナノキ) の種子を播種し、発芽を比較した。検定植物の発芽率及びバイオマスともに、いずれの組換え系統と非組換え親品種との間にも有意な差はなかった。
- (2) 菌根菌定着：組換え2系統及び非組換え親品種を栽培するポットから採取した培土を広葉樹森林から採取した土壌等と混合した供試培土を調整し、そこに約6か月齢の組換え2系統及び非組換え親品種の若木を移植し、菌根形成を観察した。根端の菌根形成率は、いずれの系統も90%以上と高く、いずれの組換え系統と非組換え親品種との間にも有意な差はなかった。
- (3) 総括：シュウ酸オキシダーゼ発現アメリカグリと非組換え体との間で環境影響に違いが無いことを提示するものである。

ERA プロジェクト調査報告

2018年10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)

会 長 宮澤陽夫

理事長 安川拓次

〒102-0083東京都千代田区麴町3-5-19

にしかわビル5F

TEL 03-5215-3535

FAX 03-5215-3537

[http:// www.ilsijapan.org](http://www.ilsijapan.org)