
ERAプロジェクト調査報告

November 2017

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

2017. 11

バイオテクノロジー研究会

2017年の調査報告書第5号（通算第34号）をお届けします。

本号では、遺伝子組換え手法を用いた最近の研究事例として、シロイヌナズナの *RCI2A* 遺伝子を導入し低温耐性を向上した組換えトマトについて (No. 332)、コロラドポテトビートル抵抗性付与を目的としてイネプロテアーゼ阻害剤遺伝子 (*OCI* 遺伝子) を導入した組換えジャガイモについて (No. 333)、バイオ燃料生産効率化を目的としてキュウリエクспанシン遺伝子 (*Cs-EXPAI* 遺伝子) を導入した組換えトウモロコシについて (No. 335)、ピアス病抵抗性付与を目的として溶菌ペプチド LIMA-A の発現カセットを導入した組換えブドウについて (No. 336) 及び収量増を目的としてサツマイモエクспанシン遺伝子 (*IbEXPI* 遺伝子) を導入した組換えシロイヌナズナについて (No. 337) 紹介をします。また、今後いくつかの作物において応用可能と考えられるイネの新しいウンカ抵抗性遺伝子座の特定に関する報告 (No. 334)、環境影響リスク評価に関して Bt ワタ花粉のミツバチに対する非意図的な影響に関する研究報告 (No. 339)、さらに組換え作物の栽培・流通に対する国際的な動向 (No. 330、No. 331) や社会的受容に関する調査報告 (No. 338) を紹介します。

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.330	不完全な共存システムと国際食料貿易への影響 Incomplete coexistence systems and international food trade impacts	1
No.331	問題の先送り Kicking the can	2
No.332	シロイヌナズナ由来 <i>RCI2A</i> 遺伝子の異所的発現によるトマト低温耐性の向上 Ectopic expression of <i>Arabidopsis RCI2A</i> gene contributes to cold tolerance in tomato	3
No.333	イネ由来抵抗性遺伝子発現ジャガイモのコロラドポテトビートル (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) 幼虫の生長・発育に対する影響 Growth and development of Colorado potato beetle larvae, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , on potato plants expressing the oryzacystatin II proteinase inhibitor	4
No.334	害虫抵抗性バイテク禾穀類作物の作出 Engineering insect-free cereals	5
No.335	キュウリエクスパンシン遺伝子 (<i>Cs-EXPA1</i>) を過剰発現する組換えトウモロコシ種子のセルロース分解効率の向上 Over-expression of the cucumber expansin gene (<i>Cs-EXPA1</i>) in transgenic maize seed for cellulose deconstruction	6
No.336	抗微生物溶菌ペプチドの過剰発現によってピアス病からブドウは温室内では保護されるが、ほ場では保護されない Overexpression of antimicrobial lytic peptides protects grapevine from Pierce's disease under greenhouse but not field conditions	7
No.337	サツマイモ エクスパンシン cDNA (<i>IbEXPI</i>) の過剰発現によるシロイヌナズナ種子収量の増加 Overexpression of sweetpotato expansin cDNA (<i>IbEXPI</i>) increases seed yield in <i>Arabidopsis</i>	8
No.338	ナイジェリアの農家はプロビタミン A 強化 GM キャッサバの栽培を選択するか? <i>k</i> 平均法による分析からの証拠 Will farmers intend to cultivate Provitamin A genetically modified (GM) cassava in Nigeria? Evidence from a <i>k</i> -means segmentation analysis of beliefs and attitudes	9
No.339	除草剤耐性及び害虫抵抗性 Bt ワタの花粉はミツバチ成虫に有害な影響を与えない Herbicide and insect resistant Bt cotton pollen assessment finds no detrimental effects on adult honey bees	10

不完全な共存システムと国際食料貿易への影響

Incomplete coexistence systems and international food trade impacts

Smyth SJ, Phillips PWB

Transgenic Research 24: 1003-1016, 2015

カナダ大学研究者による原著論文である。一部の GM 農産物の生産及び流通による貿易上の障害が一般的かつコストのかかる問題となっている。著者らは GM 作物の採用状況・規制状況・生産・貿易を広範囲に調査し、GM 作物と一般作物の共存 (coexistence) のための諸要因を論述した。

- (1) 共存関連事例：LLP (微量混入) 事例 (米国トウモロコシ→ EU・中国；カナダ亜麻→ EU；米国イネ→ EU など) における貿易の停滞・賠償・輸出入共通的損益などがある。EU では飼料用輸入穀物に関しては0.1%閾値が設定されているが、食品についてはゼロトレランスである。検出方法の高感度化により、ゼロトレランスを満たすためのコストが増加している。また、輸出を目的としない国内専用 GM 作物の開発が進むことも予想されており、他国での承認を取得する意図を表明していないケースがある。こういった GM 農産物が国際流通へ混入することが予想される。
- (2) 概念的問題：共存によって生じるコストを保険・税金で補償することは不適切であり、国際的指針も未整備である。
- (3) GM 農産物の生産・貿易：全世界生産量及び輸出货量中の GM 農産物の割合は、トウモロコシでそれぞれ51及び54%、ナタネで29及び81%、ダイズで87及び98%である (著者試算)。GM 農産物は増加し、拡大していくことが予想されることから、流通段階における共存が今後も重要となることが予想される。
- (4) 関係国際機関・組織：1) 国際植物貿易条約 (IPPC・181団体)：国際貿易における植物病害の伝播阻止；2) 植物新品種保護国際同盟 (UPOV・72国)：植物品種保護組織の推進；3) 国際貿易機関 (WTO・161国)：世界的貿易推進・争議調停 (例：米・加・アルゼンチンの EU に対する勝訴)；4) カルタヘナ議定書 (CPB；170国)・生物多様性保全・GM 産物国境間移動・事前通告・独自国内制度など。米・加・アルゼンチンは不参加；5) 国際種子連盟 (ISF・100以上国・団体)・市販種子の生産・貿易促進。
- (5) 総括：バイテク技術及びその産物の国際的主要規制者となる可能性があるのは、WTO と CPB の 2 者だけである。しかし両者の国際拘束力は共存を含んでいない。
(訳者註：共存の調停と推進を主務とする国際組織の設立が切望される。)

問題の先送り

Kicking the can

Nature Biotechnology 誌編集部
Nature Biotechnology33: 111, 2015

ネイチャーバイテク誌編集部による論説である。EU 議会は、2015年1月、GM 作物栽培の承認・認可を EU レベルで行う組織を自己解消し、加盟各国に判断を委ねることを決定した。

- (1) 経緯：EU の GM 全面禁示令（1998-2004）に対し2006年に WTO は違法との判定を下した。しかし、2003年以降、EU は欧州食品安全機構（EFSA）が安全性を確認した GM 作物を認可せず、18品種の承認が政治的膠着状態にある。開発者はこれに反発し、欧州法廷に提訴し、EU に損害賠償が課せられる可能性が生じた。これを危惧した EU は上記決定を急遽行った。決定には EU 自身の問題点にはふれず、加盟国のより自由な GM 可否の選択の尊重という政治的文言を使用した。
- (2) EU 決定の効果：正負の両面がある。1) 正の効果：EFSA が安全性を確認した上記の18品種は、EU の干渉を受けずに各国の判断で採用が促進されると予想される。世界的な GM 品種の多様化・多数化により、欧州における GM 品種数・栽培面積・市場化が増加すると予想される。2) 負の効果：GM 反対国の GM 品種不栽培が増加し、EFSA 承認品種でさえ不栽培となるであろう。科学的安全性評価は意味をなくし、恣意的・観念的 GM 反対論が増加するであろう。3) 正負両面効果：隣接・混在する GM 反対・支持国間の花粉の伝播の増加が予測される。また、欧州各国は自国内に歴史的・地理的に自治行政地域が存在している（ドイツ16、フランス22、ベルギー3、スペイン17、英国4など）。上記の EU 決定はこれら行政単位にも適用される。すでに国内の特定の地域が GM 不栽培を採用とする事案が英国・スペイン・ドイツ・イタリアで生じている。
- (3) 総括：EU 決定は、よくても欧州の政治家を満足させるだけであり、最悪の場合では科学的根拠のない反 GM を助長し、法廷論争を増加させるであろう。

シロイヌナズナ由来 *RCI2A* 遺伝子の異所的発現による トマト低温耐性の向上

Ectopic expression of *Arabidopsis RCI2A* gene contributes to cold tolerance in tomato

Sivankalyani V *et al.*

Transgenic Research 24: 237-251, 2015

インド大学研究グループによる原著論文である。低温はトマトの生育・品質に影響する重要な環境要因である。シロイヌナズナ由来 *RCI2A* 遺伝子による耐塩性導入の研究は多いが、耐寒性への効果は研究されていない。著者らは同遺伝子導入による耐寒性組換えトマトの作出を試み、以下の結果を得た。

- (1) 組換えトマトの作出：慣行品種 PKM1 にアグロバクテリウム法により *RCI2A* 遺伝子を導入し、最終的に T₂ 世代にて 3 系統（#12 [3 コピー]、#13 [2 コピー]、#15 [1 コピー]）を選出した。
- (2) 低温処理：ポット栽培 7 週目に短期（2℃72時間）、長期（4℃30日間）で行った。耐寒性は低温区測定値の適温区（25℃）に対する生物化学的・生理学的特性の増減の比率から判定した。
- (3) 低温ストレス耐性：非組換え対照は短期処理でも脱水・黄変・短茎などの低温ストレス症状が顕著であり、長期処理では症状はさらに激化し、完全に白化・萎凋した。短期処理株の適温（25℃）復元でも対照は復元しなかった。組換え系統は短期・長期処理の両方で生育は正常であった。
- (4) 生化学的・生理学的特性：1) 組換え系統における全可溶性タンパク質の量は適温区値に対して短期処理で1.3~1.5倍増、長期処理で2.0~2.2倍増、対照は0.05倍増及び変化無しであった。2) 組換え系統の過酸化水素含量は短期処理で1.2~1.6倍増、長期処理で1.8~2.3倍増に対し、対照は3.2及び4.3倍増であった。3) 組換え系統のプロリン含量は、短期処理で2.0~2.5倍増、長期処理で8.6~9.1倍増に対し、対照は5.9及び16.0倍増であった。4) 組換え系統の葉緑素含量は短期処理で0.03~0.24倍減、長期処理で0.13~0.45倍の微減に対し、対照は0.4及び2.7倍減であった。5) 組換え系統のイオン漏出は適温で0.6~0.7%、短期処理で2.9~3.4%、長期処理で10.8~11.4%であった。対照は適温で2.9%、短期及び長期処理で35及び96%に増加した。6) 相対含水率については、適温においては組換え系統と対照に差はなく、組換え系統は短期処理で8.7~11.5%減、長期処理で25.3~28.3%減に対し、対照は29及び73%減少した。
- (5) 総括：シロイヌナズナ由来 *RCI2A* 遺伝子の導入により、形態・生育が正常な耐寒性組換えトマト系統が作出された。同系統は耐寒性関連の生化学的・生理学的諸特性において顕著な向上を示した。

イネ由来抵抗性遺伝子発現ジャガイモのコロラドポテトビートル (*Leptinotarsa decemlineata*) 幼虫の生長・発育に対する影響

Growth and development of Colorado potato beetle larvae,
Leptinotarsa decemlineata, on potato plants expressing the
oryzacystatin II proteinase inhibitor

Cingel A *et al.*

Transgenic Research 24: 729-740, 2015

セルビア国大学・米国農務省共同チームによる原著論文である。コロラドポテトビートル（英名：Colorado potato beetle、学名：*Leptinotarsa decemlineata*）はジャガイモの大害虫であるが決定的防除法は未確立である。著者らはバイオテクノロジーによるコロラドハムシ被害軽減を試み、以下の結果を得た。

- (1) 組換えジャガイモの作出：コロラドポテトビートル抵抗性として既知のイネ由来の植物プロテアーゼ阻害剤 *oryzacystatin II* (*OCII*) 遺伝子をアグロバクテリウム法により慣行品種 Desiree 及び Jelica に導入し、最終的に2系統ずつ、計4系統を選出した。
- (2) 組換えジャガイモによるコロラドポテトビートルの飼育試験：1) コロラドポテトビートルの生長・発育：発育所要期間は生育初～中期で有意に減少し、生育初～中期 ($L_2 \sim L_3$ 期) で1日、生育初～後期 ($L_2 \sim L_4$ 期) で2日短縮した。1日当たり体重増は L_2 及び L_3 期では対照より有意に高かったが、 L_4 期では有意差は消失した。以上から、組換えジャガイモ葉飼育はコロラドポテトビートルの $L_2 \sim L_3$ 期の生育を有意に促進したが、 L_4 期では効果減退し、有意差が消失することが分かった。
- (3) コロラドポテトビートルによる組換え葉の消費量（食害量）：コロラドポテトビートル1匹1日当たりの葉消費量（食害量）は $L_2 \sim L_3$ 期で有意に増加したが、 L_4 には有意差が消失した。 $L_2 \sim L_4$ 期の全消費量は組換え葉区が対照より20%低かった。
- (4) コロラドポテトビートル幼虫最高体重：対照に対し、1例は微減、3例は有意に低下し、平均低下率は18%であった。
- (5) 蛹化率・致死率：蛹化期は組換え葉がやや早い傾向があったが、蛹化率には有意差がなく、コロラドポテトビートル幼虫の致死率にも有意差はなかった。
- (6) 総括：イネ由来 *OCII* 遺伝子を導入した組換えジャガイモが作出された。同ジャガイモ葉により飼育された害虫コロラドポテトビートルは、生育前半における発育・葉消費量（食害量）・体重増加量が対照より有意に増大したが後半で減少し、全期間の減少率は葉消費量で23%、幼虫最高体重で18%に達した。以上から、本手法は他手法と組合せてコロラドポテトビートル抵抗性向上の一環になると期待される。

害虫抵抗性バイテク禾穀類作物の作出

Engineering insect-free cereals

Hogenhout SA, Zipfel C
Nature Biotechnology 33: 262-263, 2015

英国 John Innes 研究所研究員による短報である。トビイロウンカ（英名：brown plant hopper）はアジア稲作の吸汁害虫であり、「坪枯れ」などの大損害をもたらす。著者らはバイテク手法によるウンカ防除に関する Lin Y. らの論文（2015）の要旨を述べ、その意義を論述した。

- (1) 従来のウンカ対策：農薬散布は費用面・環境汚染・抵抗性ウンカの出現により、抵抗性育種はこれを破る抵抗性ウンカの出現などにより、限界があった。既報告の20以上のウンカ抵抗性遺伝子座は効果が極めて限定的であり、抵抗性バイオタイプの出現により無効となりやすかったが、唯一、*Bph3*遺伝子座は幅広い抵抗性を有し、スリランカ品種 Rathu Heenati のウンカ抵抗性で実証された。
- (2) *Bph3*遺伝子座の特定：Lin らの報告は、ウンカ抵抗性インディカ品種 Rathu Heenati と羅病性ジャポニカ品種02428との交配に基づいて、マップベースドクローニングを行い、*Bph3*座を特定した。*Bph3*座は第4染色体の79 kbp の領域に特定され、この領域には3つのレクチン受容体キナーゼ遺伝子（*OsLecRK1-3*）を含む。幅広い抵抗性はこの3遺伝子からなる1つのクラスターを完備してはじめて発現されることが確認された。
- (3) *Bph3*座の特定の意義：慣行育種では *Bph3* と連鎖する不良農業形質により実用可能性が低かった。Lin らのクローニング達成により、*Bph3*座をピンポイントで導入することが可能となり、ウンカ抵抗性確立への新しい方途が与えられ、これは他の作物、トウモロコシ・コムギなどへの応用も可能と考えられる。

(訳者註：幅広いウンカ抵抗性系統の作出により実証する必要がある。)

No.335

キュウリエクспанシン遺伝子 (*Cs-EXPA1*) を過剰発現する組換えトウモロコシ種子のセルロース分解効率の向上

Over-expression of the cucumber expansin gene (*Cs-EXPA1*) in transgenic maize seed for cellulose deconstruction

Yoon S *et al.*

Transgenic Research 25: 173-186, 2016

米国大学グループによる原著論文である。トウモロコシ種子を原料とするバイオ燃料生産では、細胞壁セルロース分解酵素セルラーゼ (cellulase) によるグルコースへの転換 (糖化) 効率が最重要である。著者らはバイオテク手法によりセルロース分解効率を向上させた組換えトウモロコシを作出し、以下の結果を得た。

- (1) 組換えトウモロコシの作出：キュウリのエクспанシン遺伝子の一つ、*Cs-EXPA1* 遺伝子をアグロバクテリウム法により、トウモロコシ品種 Hi-II 種子の3部位別 (細胞壁・液胞・小胞体) に発現させることを目標に導入した。市販のセルロース標品を基質とした酵素アッセイで活性が高かった液胞発現型から2系統 (T₁ 世代) を選出した。
- (2) 導入遺伝子の発現：T₁ 世代から収穫した種子でのエクспанシン活性は市販のセルロース標品を基質とした酵素アッセイにおいて、対照の0.5~4.5倍の値を示した。
- (3) リグノセルロースを基質とした糖化試験：リグノセルロースを基質とした際の活性を評価するため、前処理したトウモロコシ及びタバコ由来リグノセルロースを基質とした糖化試験を行った。その結果、組換えトウモロコシ由来のエクспанシンは、いずれのリグノセルロースを基質とした場合も、セルロース標品を基質とした場合と同等の活性を示した。
- (4) 総括：キュウリエクспанシン遺伝子導入により、糖化活性が対照の0.5~4.5倍となる組換えトウモロコシが作出された。本組換えトウモロコシが産生するエクспанシンはリグノセルロースを基質としたアッセイにおいても糖化活性の向上が示され、今後の育種的進展が期待される。

(訳者註：本論文はトウモロコシセルロース分解効率向上の一手法として位置づけられる。)

抗微生物溶菌ペプチドの過剰発現によってピアス病からブドウは温室内では保護されるが、ほ場では保護されない

Overexpression of antimicrobial lytic peptides protects grapevine from Pierce's disease under greenhouse but not field conditions

Li ZT *et al.*

Transgenic Research 24: 821-836, 2015

米国大学グループによる原著論文である。カルフォルニア州及びテキサス州のブドウ生産地域では、木質部吸汁害虫（ヨコバイ類）が媒介するピアス病（原因菌：*Xylella fastidiosa*）の被害が大きいが有効な対策は少ない。著者らはバイテク手法によりピアス病抵抗性ブドウを開発し、温室及びほ場で追跡調査を行った。

- (1) 組換えブドウの作出：新しく作出した溶菌ペプチド LIMA-A の発現カセットをアグロバクテリウム法により栽培品種及び台木品種に導入した。当初 pLC216 を含む 875 系統（Thompson を親品種とする 870 系統及び Freedom を親品種とする 5 系統）を作出し、維管束における GFP 発現量が高い 226 系統を選抜した。
- (2) LIMA-A の効力生物検定：*in vitro* 生物検定の結果、LIMA-A は病原菌 *X. fastidiosa* に対しては $1 \mu\text{M}$ の濃度で、*A. tumefaciens* には $5 \mu\text{M}$ で完全な抑制効果を示した。
- (3) 温室試験：*X. fastidiosa* の接種により、対照系統は 4～8 週間で発病し、枯死した。組換え系統（栽培品種）の 31%（70/226）は中～高の抵抗性を示した。完全抵抗性（無発病）の 8 系統をほ場試験用に選抜した。うち 2 系統は反復接種 10 年間でも発病せずに維持された。
- (4) ほ場試験：非組換え対照区では 2 作期目よりピアス病が発生し、4 作期目までに 94% の個体が枯死した。温室抵抗性 8 系統由来の 38 個体の生存率は、3 作目 84%、4 作目 76%、5 作目 11%、6 作目 0% であり、病原菌の潜在は 3 作期目から検出された。
- (5) 接木：遺伝子導入した組換え台木と非組換え穂木による接ぎ木を用いた試験では、組換え台木から接穂への溶菌ペプチドの移動は確認されなかった。
- (6) ほ場生育植物の病原菌抵抗性：健全生育植物木質部液は、温室系の 3 倍の内部寄生性バクテリア及び外生菌類に対する抵抗性を保持していた。この差が温室で認められた抵抗性がほ場で消失した原因と考えられる。
- (7) 総括：溶菌ペプチド遺伝子の導入によりピアス病抵抗性ブドウが作出され、温室では抵抗性が 10 年間維持されているが、ほ場では抵抗性が確認できなかった。

No.337

サツマイモ エクспанシン cDNA (*IbEXP1*) の過剰発現によるシロイヌナズナ種子収量の増加

Overexpression of sweetpotato expansin cDNA (*IbEXP1*) increases seed yield in Arabidopsis

Bae JM *et al.*

Transgenic Research 23: 657-667, 2014

韓国大学・国研共同チームによる原著論文である。作物の種子収量を構成する2要因である種子サイズと種子数は一般に反比例し、一要因だけの増加による収量向上は困難である。一方、エクспанシンは細胞壁拡張作用を通じ、種々の作物の収量構成要素と関連がある。著者らは既往成果に基づいてサツマイモ由来のエクспанシン遺伝子 *IbEXP1* をシロイヌナズナに導入し、その生育・収量に及ぼす効果を調査した。

- (1) 組換えシロイヌナズナ系統の作出：アグロバクテリウム法により25組換え系統を作出し、最終的に3系統を選出した。
- (2) 組換え系統の生育：栄養生長期第4ロゼット葉の長さ及び幅において、また生殖生長期ではロゼット葉数において、組換え系統は対照より顕著に多かった。
- (3) 種子収量：組換え系統は長角果が大きく種子の長さ及び幅も対照より大きく、この結果、種子1000粒重は対照の1.3~1.4倍となった。組換え系統は対照より第1花序節で1.4~1.5倍、第2花序節では1.8~2.0倍となった。この結果、長角果数では1.8~2.0倍となり、両要因の相乗効果で種子収量は2.2~2.5倍に増大した。これらの増大は転写レベルの活動の増大と連動していた。
- (4) 総括：サツマイモエクспанシン遺伝子の導入により作出された組換えシロイヌナズナは、種子重で1.3~1.4倍、長角果数で1.8~2.0倍、種子収量で2.2~2.5倍の増収を示した。

ナイジェリアの農家はプロビタミン A 強化 GM キャッサバの栽培を選択するか？ *k* 平均法による分析からの証拠

Will farmers intend to cultivate Provitamin A genetically modified (GM) cassava in Nigeria? Evidence from a *k*-means segmentation analysis of beliefs and attitudes

Oparinde A *et al.*

PLoS ONE 12 (7) : e0179427, 2017

ナイジェリアの国研・大学と国際農業研究協議グループ傘下の国際食料政策研究所による報文。アフリカでの栄養素欠乏の解消に向けて、キャッサバ版ゴールデンライスといえるプロビタミン A GM キャッサバの開発が国際共同研究によって進められている。一方で、GM 技術に関しては、反 GM 活動家と GM 推進派の間に考え方に大きな隔たりがある。筆者らは、ナイジェリア農民を対象とした聞き取り調査の回答をクラスター分析し、現時点でのナイジェリア農民の GM キャッサバに対する態度を分析し、以下の結果を得た。

- (1) 調査対象：ナイジェリアのキャッサバ栽培が盛んな 2 州（オヨ州とベノウ州）からそれぞれ 144 農家を無作為に抽出
- (2) 調査項目：計画的行動理論にもとづき、倫理感、病虫害耐性技術、環境リスク、食品安全、栄養学的利点、GM 受入等の態度の聞き取り調査。GM キャッサバの説明も併せて実施した。
- (3) クラスター分析：聞き取り調査の結果を *k* 平均法によるクラスター分析により、以下の 3 群に分類した。
 - i) 低反対群：GM キャッサバの栽培に積極的な群。オヨ州に多い。低所得で小規模な農家が多い。栄養上の利点と低施肥量に魅力を感じている。
 - ii) 中反対群：オヨ、ベノウ両州に同程度存在。GM キャッサバの栽培に高い関心はあるが、宗教指導者等の反対意見を懸念。いわゆる社会情勢を見極めているグループと言える。
 - iii) 高反対群：他の群より明確に教育・生活レベルが高い相により構成。主にベノウ州。全体の 25% と少数派であるが、周辺農家に与える影響は大きい。
- (4) 結論：2 州のキャッサバ農家人口の大半は低及び中反対群であり、現時点では GM キャッサバの栽培が受け入れられる可能性は高い。ただ、今回の調査で初めて GM キャッサバについて知った農家が大半であり、今後の情報提供のやり方によっては大きく態度が変わる可能性もあり、特に影響力の強い宗教指導者層を対象として正確な情報を提供していくことが重要としている。

除草剤耐性及び害虫抵抗性 Bt ワタの花粉はミツバチ成虫に有害な影響を与えない

Herbicide and insect resistant Bt cotton pollen assessment finds no detrimental effects on adult honey bees

Niu L *et al.*

Environmental Pollution 230: 479-485, 2017

中国・華中農業大学の研究グループと米国・ケンタッキー大学の Bt タンパク質の専門家による報文。Bt タンパク質は、特定の害虫に対して毒性を示すが、非標的昆虫への非意図的影響が懸念される。筆者らは、中国で開発した 2 種類の Bt ワタの花粉をミツバチ (*Apis mellifera*) に対する影響を給餌試験によって検証し、以下の結果を得た。

- (1) Bt ワタ：中国で開発された Cry1Ac 及び Cry2Ab 発現ワタ ZMSJ 系統及び Cry1Ac 及び EPSPS 発現 ZMKCKC 系統の 2 系統。非組換えの準同質遺伝子系統 Eman-24 系統を対照とした。
- (2) 成虫消化器における Bt タンパク質の定量：Bt ワタ花粉を給餌したミツバチ成虫から ELISA 法で Bt タンパク質の検出を行った。ZMSJ 給餌したミツバチからは Cry1Ac 及び Cry2Ab タンパク質がそれぞれ 6.3 ± 2.1 ng/g 及び 3.5 ± 1.2 ng/g 検出され、ZMKCKC 給餌ミツバチからは Cry1Ac タンパク質のみが 8.5 ± 2.9 ng/g 検出された。非組換え体給餌ミツバチからはいずれも検出されなかった。
- (3) Bt ワタのミツバチの解毒遺伝子発現への影響：ZMSJ 及び ZMKCKC 給餌ミツバチともに、解毒に関連する遺伝子の発現にほとんど変化はなかった (1.3 倍以内)。
- (4) Cry1Ac 及び Cry2Ab タンパク質のミツバチの中腸刷子縁膜小胞 (BBMV) への結合：シロイチモジヨトウ (*Spodoptera exigua*) 幼虫及びミツバチ成虫から抽出した BBMV とビオチン標識した Cry1Ac 及び Cry2Ab タンパク質を混合・インキュベートした後に電気泳動し結合性を評価した。Cry1Ac 及び Cry2Ab タンパク質とヨトウ BBMV には明らかな特異的結合がみられたが、ミツバチ BBMV とは非特異的結合のみがみられた。
- (5) 結論：Cry1Ac 及び Cry2Ab タンパク質はミツバチ成虫の BBMV に結合せず、解毒関連の遺伝子の発現にも変化を与えないことから、ミツバチに対する非意図的な影響を与えるリスクはないと考えられる。

ERA プロジェクト調査報告

2017年11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 木村修一

理事長 安川拓次

〒102-0083東京都千代田区麹町 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)