

「世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況：2009年」要旨

クライブ・ジェームズ博士 (ISAAA 創設者・理事会会長)

ノーベル平和賞受賞者の故ノーマン・ボーローグ博士に捧げる

ISAAA 概要書第 41 号は、遺伝子組換え作物の商業栽培が初めて行なわれた 1996 年以来、筆者が執筆する年次状況報告の 14 冊目に当たる。第 41 号は、ノーベル平和賞受賞者であり ISAAA 創設に寄与したノーマン・ボーローグ博士に献呈されている。この要旨は、2009 年の主な変化を端的にまとめたものである。詳細は <http://www.isaaa.org> を参照のこと。

遺伝子組換え作物のもたらしている穀物、経済、環境、福祉におけるたゆみない堅実な向上の結果、2009 年の遺伝子組換え作物の栽培を手がけた大規模、小規模な農家は 25 カ国で 1,400 万人となり、栽培面積は 1 億 3,400 万ヘクタール (3 億 3300 万エーカー) と過去最高に達した。これは 2008 年と比較して 7%、900 万ヘクタール (2200 万エーカー) の増加になる。「形質ヘクタール」※で考えると、2008 年の 1 億 6,600 万ヘクタールから 8%、1400 万ヘクタール増加して 1 億 8,000 万ヘクタールになった。これは 1996 年と比較すると実に 80 倍であり、遺伝子組換え作物は近代農業史において最も急速に普及した農作物技術と言える。この増加は、世界各地の生産者が遺伝子組換え作物に寄せる大きな信頼を反映している。1996 年以来、生産者が継続的に遺伝子組換え作物の栽培面積を増やしてきたのは、遺伝子組換え作物が多大な恩恵をもたらすからである。

※複数の形質を併せ持つスタック品種について、栽培面積×形質数で算出したもの。例えば、2つの Bt 特性を併せ持つスタック品種では、形質ヘクタールはその作物の栽培面積の 2 倍とカウントする。

栽培面積は、遺伝子組換え主要作物 4 種類すべてにおいて過去最高に達した。大豆は、世界全体の栽培面積 9,000 万ヘクタールのうち 4 分の 3 以上が遺伝子組換えになり、ワタは同 3,300 万ヘクタールのほぼ半分を占めるようになった。トウモロコシは同 1 億 5,800 万ヘクタールの 4 分の 1 超、ナタネは同 3,100 万ヘクタールの 5 分の 1 以上を遺伝子組換えが占めている。遺伝子組換え作物の主要栽培国においては、2008 年も主要作物における採用率が高かったが、2009 年も引き続き栽培面積が増加した。たとえばインドでは、Bt (害虫抵抗性) ワタの採用率が 2008 年の 80% から 2009 年には 87% に上昇した。カナダでは遺伝子組換えナタネの採用率が 2008 年は 87% だったが、2009 年には 93% にまで上がっている。遺伝子組換え大豆は全ての遺伝子組換え作物の栽培面積 1 億 3,400 万ヘクタールの 52% を占め、最も普及率の高い作物である。形質別に見ると除草剤耐性が全体の 62% を占め最も多い。スタックも遺伝子組換え作物の 21% と重要性が増してきており、現在 11 カ国 (うち 8 カ国は発展途上国) で採用されている。

遺伝子組換え作物を栽培している 25 カ国 (ドイツは 2008 年に栽培を中止、2009 年からコスタリカが栽培開始) の内訳は、発展途上国が 16 カ国、先進国が 9 カ国である。上位 8 カ国はいずれも栽培面積が 100 万ヘクタールを超え、アメリカ (6,400 万ヘクタール)、ブラジル (2,140 万ヘクタール)、アルゼンチン (2,130 万ヘクタール)、インド (840 万ヘクタール)、カナダ (820 万ヘクタール)、中国 (370 万ヘクタール)、パラグアイ (220 万ヘクタール)、南アフリカ (210 万ヘクタール)、となっている。残る 2,700 万ヘクタールを栽培する国は、面積の多い順にウルグアイ、ボリビア、フィリピン、オーストラリア、ブルキナファソ、スペイン、メキシコ、チリ、コロンビア、ホンジュラス、チェコ共和国、ポルトガル、ルーマニア、ポーランド、コスタリカ、エジプト、スロバキアとなる。1996 年から 2009 年までに栽培さ

れた遺伝子組換え作物の累計面積はおよそ 10 億ヘクタールとなっている（正確には 9 億 4,990 万ヘクタール、23 億エーカー）。

注目すべきは、世界全体の栽培面積のほぼ半分（46%）を発展途上国が占めていることである。2015 年までには先進国全体の栽培面積を超え、5 割を超えると予測される。2015 年はミレニアム開発目標達成の年であり、飢餓と貧困を半減させることが目標の一つとなっている。遺伝子組換え作物はすでにこの目標達成に大きな貢献をしているだけでなく、将来に向けて計り知れない可能性を持っている。

また遺伝子組換え作物の栽培に従事する 1,400 万人の農家のうち、90%に当たる 1,300 万人は小規模で資源に乏しい農家である。こうした生産者は Bt ワタなどの遺伝子組換え作物の栽培によってすでに恩恵を受けており、近い将来に商業化予定の遺伝子組換えイネなど新しい作物からも利益を得られる可能性がある。

2008 年の ISAAA 概要書では、遺伝子組換え作物の新しい波が訪れると予想していたが、2009 年にはこれが早くも現実のものとなりはじめた。それを決定づけたのが、2009 年 11 月 27 日、中国政府が国内で開発し、権利を保有する Bt イネおよび高フィターゼトウモロコシに関して、バイオセーフティ証明書を発行したことである。これによって作物登録の道が開かれ、2~3 年後には商業化が可能になると思われる。イネは世界で最も重要な作物であり、中国国内だけで 1 億 1,000 万世帯（1 世帯の構成人数を 4 人とすると 4 億 4,000 万人）の生産者が、直接的な利益を得ることができる。さらにアジア全体で 2 億 5,000 万世帯、10 億人いるとされるイネ生産者も恩恵を受けることができるだろう。イネ生産者の平均栽培面積は 3 分の 1 ヘクタールで、世界でも最貧の生活を強いられている。しかし Bt イネによって生産性が向上すれば、貧困は緩和されると同時に農薬使用量も減らすことが可能となる。気候変動が起きている現在において、持続可能な社会の構築にも貢献できるはずである。イネが食用作物として最も重要であるとしたら、飼料作物として重要なのはトウモロコシである。遺伝子組換えによる高フィターゼトウモロコシをブタに与えると、リンの吸収率が高くなって成長が促進され、さらに排泄物のリン含有量も減るため、汚染も減らすことができる。経済発展が著しい中国では食肉需要も増加している。現在、中国国内ではブタ 5 億頭（世界全体の半分を占める）、ニワトリやアヒルなどの家禽が 130 億羽飼育されており、高フィターゼトウモロコシの導入によって家畜飼料の質の向上が期待される。高フィターゼトウモロコシは、中国だけで 1 億世帯（4 億人）もいるトウモロコシ生産者にも直接的な利益をもたらすはずである。イネとトウモロコシは世界全体にとっても重要な作物であり、また中国の影響力が強まっている現状を考えると、アジアのみならず世界の発展途上国にとって中国の経験が参考になるかもしれない。遺伝子組換え作物を積極的に取り入れる中国の姿勢は他の発展途上国のモデル的役割となり、食糧自給率の引き上げや農薬に頼らない持続可能な農業、さらには飢餓と貧困の軽減にも貢献できると考えられる。イネとトウモロコシは、それぞれ食用、飼料としてきわめて重要な作物であるため、中国政府主導で開発された 2 種類の遺伝子組換え作物は、中国はもちろんのこと、アジアや世界にも多大な影響を及ぼすものと思われる。

概要書第 41 号には、ジョン・ベネット博士による特別寄稿「遺伝子組換えイネ — その現状と将来の展望」も収録されている。ベネット博士はオーストラリア、シドニー大学生物科学大学院名誉教授である。

2009 年の注目すべき変化は、ブラジルがアルゼンチンを僅差で抜いて、世界で 2 番目の遺伝子組換え作物の栽培大国となったことである。2008 年から 2009 年の同国の栽培面積は 560 万ヘクタール、率にして 35% 増加したが、これは世界のどの国よりも大きい伸びである。ブラジルが遺伝子組換え作物の世界的リーダーであり、将来に向けた成長の牽引役であることは間違いない。また世界最大のワタ生産国であるインドは、2002~2009 年の 8 年間に Bt ワタ栽培がめざましい成功を遂げ、採用率は 2009 年で 87% に達した。Bt ワタはインドのワタ生産に革命を起こしたと言っても過言ではない。インドの Bt ワタ生産者が得られた経済的利益は 2002 年から 2008 年までで 51 億米ドル（4,590 億円）にもなる。Bt ワタへの転換によって殺虫剤使用量も半減し、また収穫量も倍増した。かつてワタの輸入国だったインドは、いまや主要輸出国となっている。インド初の遺伝子組換え食用作物になると期待される Bt ナスは、インドの監督機関によ

って商業化の勧告が行なわれ、現在は政府の承認を待っているところである。アフリカ3カ国でも引き続き前進が見られた—2009年に17%という高い成長率を達成した南アフリカ、それにブルキナファソとエジプトである。ブルキナファソにおけるBtワタ栽培面積は、2008年には8,500ヘクタールだったが、2009年には11万5,000ヘクタールと14倍に急増した。前年比1,353%という伸び率は2009年の世界最高である。

EU6カ国の2009年の栽培面積は9万4,750ヘクタールで、2008年と比較して9~12%の減少だった。EU域内でのBtトウモロコシ栽培はスペインが80%を占めており、採用率は22%と2008年と同レベルを維持した。RR（ラウンドアップ・レディー®）テンサイは、商業化からわずか3年目の2009年にアメリカおよびカナダで95%という驚異的な採用率を達成し、遺伝子組換えとしては最速で普及した。

2009年は、第1世代から高収量の第2世代への交代が行なわれた年でもあった。ラウンドアップ・レディー・2イールド大豆は、多くの開発者が研究してきた新しい種類の遺伝子組換え作物の第1号で、2009年にはアメリカとカナダで1万5,000人以上の農家が植え付けを行なった。栽培面積は50万ヘクタールを上回る。

遺伝子組換え作物に関する最新の世界的な影響評価によると、1996年から2008年までの経済的利益は519億米ドル（4兆6,710億円）となっている。その2大要因は生産コストの減少（50%）と、収量増加（1億6,700万トン、50%）である。とりわけ後者に関しては、仮に遺伝子組換え作物を採用しなかった場合、同じ収量を得るためにはさらに6,260万ヘクタールの農地が必要だったという試算結果が出ている。つまり遺伝子組換え作物は、土地の効率的利用を可能にする重要なテクノロジーなのである。同様に1996年から2008年までのあいだに殺虫剤の使用量は8.4%減少した。有効成分換算で3億5,600万kgの減少である。また遺伝子組換え作物によるCO₂固定化は2008年だけで144億kgとなり、これは自動車700万台を減らしたのと同じ効果とされる（Brookes and Barfoot, 2010、近刊）。

2009年現在、遺伝子組換え作物を栽培する25カ国の人口を合わせると、世界の総人口の半数以上（36億人、54%）になる。栽培面積は1億3,400万ヘクタールで、世界の耕地面積全体（150億ヘクタール）の9%を占める。

遺伝子組換え作物の種子の市場規模は、2009年には世界で105億米ドル（9,450億円）だった。また遺伝子組換えの種子を用いて生産された収穫物の市場規模は、2008年にはトウモロコシ、大豆、ワタを合計して1,300億米ドルであり、年10~15%の割合で成長すると見込まれている。

1996年以来、食用および飼料用の遺伝子組換え作物の輸入や環境放出（栽培等）を法的に認可しているのは、遺伝子組換え作物を2009年に商業栽培している25カ国と、それ以外の32カ国を加えた計57カ国である。これまでに24作物、155の系統、計762の認可が出された。日本で開発された青いバラも2009年に認可が下りている。

2010年から2015年にかけては、遺伝子組換え作物の新しい潮流が生まれるものと期待される。第一に優先されるべきは、責任の所在が明確でコスト効率が良く、迅速で適切な規制システムの運用である。遺伝子組換え作物の開発・承認・採用に対する政治的な決意、経済や科学の面からの支援はますます強まっている。遺伝子組換え作物が世界的に採用される流れは慎重ながらも楽観的な状況であり、2005年にISAAAが予測したように、2006年から2015年までの商業化第二の10年間に、栽培国数、農家、栽培面積のいずれも倍増することは確実である（ISAAAは、2015年までに遺伝子組換え作物を栽培する国は40カ国、農家は2,000万人、栽培面積は2億ヘクタールになると予測している）。国際社会、とりわけアジア、ラテンアメリカ、アフリカの発展途上国のニーズに対応するために、新しい遺伝子組換え作物の供給は今後も拡大を続けると思われる。2010年から2015年までの実現が期待される、新しい遺伝子組換え作物／

形質を一部紹介する。アメリカとカナダの、3つの形質を付与する8種類の遺伝子を持つ SmartStax™ トウモロコシ (2010年)。インドの Bt ナス (2010年) は政府の承認待ちであり、フィリピンのゴールデンライス (2012年) はバングラデシュおよびインド、さらにはインドネシアとベトナムでも採用される予定。中国では、遺伝子組換えイネと高フィターゼトウモロコシ (2~3年以内)。乾燥耐性トウモロコシ (アメリカでは 2012年、サハラ砂漠以南のアフリカでは 2017年)。窒素利用効率 (NUE) が高い遺伝子組換え小麦は5年のうちに商品化される予定。

2008年に起きた食糧危機 (30を超える発展途上国で暴動が発生し、ハイチとマダガスカルでは政権が崩壊した) を受けて、国際社会では食糧と安全保障に関する深刻なリスクへの認識が深まり、ドナーグループや国際的な開発機関、科学界、さらには発展途上国の指導者のあいだで遺伝子組換え作物を支持する動きが高まってきた。また生命を支えるという農業の本質的な役割と、公正で平和な国際社会に貢献する農業の価値についても、あらためて認識されつつある。とくに「従来の育種方法とバイオテクノロジーを併用して作物生産性を持続可能な形で強化し、食糧自給率と食糧安全保障を確保する」必要性が声高に叫ばれている。

ノーマン・ボーローグ博士が小麦で緑の革命を成功させたのは、ひとえにその高い能力と不屈の精神、それにひとつの目標 — 単位面積当たりの小麦の生産性を引き上げること — に焦点を定めた賜物である。またボーローグ博士は、あくまで実際の農業生産現場レベルでの生産性 (実験農場レベルではなく)、国レベルでの生産性、また最も重要なこととして、それが平和と人道に貢献しているかどうかを評価して研究開発の成否を判断した。今から40年前の1970年12月11日、ノーベル平和賞受賞に際してボーローグ博士が行なったスピーチのタイトルは「緑の革命、平和と人道」だった。博士が40年前に果敢に挑んだこと — 作物の生産性を高めること — は今日我々がめざしていることと完全に一致する。ただし当時とはなかった気候変動に直面する現在は、水や化石燃料、窒素など資源への依存を減らしながら生産性を倍増させる必要がある、課題はさらに困難になっている。遺伝子組換え作物に関わる国際社会が一致団結して「大きな挑戦」に取り組むことこそが、ノーマン・ボーローグ博士が築いた豊かな遺産に敬意を表する、最も適切かつ崇高な方法であろう。地球の東西南北のすべての半球において、官民セクターが足並みを揃え、少ない資源で遺伝子組換え作物を最大限に活用する努力を行なうべきである。ミレニアム開発目標で誓ったように、2015年までに貧困と飢餓と栄養不良を軽減することを最終的に目指さなくてはならない。偶然ではあるが、遺伝子組換え作物の商業化第2期にあたる10年は2006年から始まっており、終了するのが同じ2015年である。

締めくくりには、10億人を飢えから救ったノーマン・ボーローグ博士の言葉を引用する。博士が遺伝子組換え作物を熱心に支持したのは、作物の生産性を高め、貧困・飢餓・栄養不良を解消し、平和と人道に貢献できると見抜いていたからだ。博士はこう述べている。「この10年間に植物バイオテクノロジーは大きな成功を収めてきました。この技術は世界中で農作物の収量を高めると同時に、農薬使用を減らし、豊かな土壌の亡失あるいは土壌浸食を食い止めることに貢献しています。バイオテクノロジーの恩恵と安全性は、世界の総人口の半分以上を占める国々で、この10年間に証明されています。しかし、いまだに効率の悪い旧式の栽培手法しか選択肢のない国々もあり、これから求められるのは、そうした国の指導者の勇気です。かつての緑の革命、そして今の植物バイオテクノロジーは、増え続ける食糧需要を満たしつつ、未来の世代のために環境を守る上でも大いに役に立っている」。

全文は概要書第41号「世界の遺伝子組換え作物の商業栽培に関する状況：2009年」(クライブ・ジェームズ著)。詳細は <http://www.isaaa.org> を参照するか、ISAAA 日本バイオテクノロジー情報センター f.tomita@isaaa.org まで問い合わせのこと。