

## 遺伝子組換え作物栽培の世界動向2015

日本バイオテクノロジー情報センター 代表 富田房男

### はじめに

1996年から継続して遺伝子組換え\*作物商業栽培が行われ、2015年に20周年を迎えることとなった。栽培国は、28か国を数え、その栽培面積は、のべ20億ヘクタールに達している。これは中国国土面積(9億5,600万ヘクタール)または米国国土面積(9億3,700万ヘクタール)の約2倍に相当する。この20年間に農業生産者が遺伝子組換え作物から得た利益は、控えめに見積もっても、1,500億ドル以上と推定される。遺伝子組換え作物栽培を導入した農業生産者は、毎年高い収益を享受し、その数は1,800万戸にまで増加した。そして、注目すべきは、その90%を占めるのが、発展途上国の小規模、あるいは資源の乏しい農業生産者であることである。

ここでは、最近出版された「20th Anniversary of the Global Commercialization of Biotech Crops(1996 to 2015) and Biotech Highlights in 2015」Brief 51<sup>1)</sup>を基にして最近の遺伝子組換え作物栽培の現状を紹介する。

\*遺伝子組換え作物(Genetically Modified) または形質転換(Transgenic)作物という言葉が当初使われていたが、近年は、バイオテクノロジー(Biotech)作物と呼ばれることが多くなってきているが、ここでは従前の「遺伝子組換え作物」を使うこととする。

<sup>1)</sup>20th Anniversary of the Global Commercialization of Biotech Crops(1996 to 2015) and Biotech Highlights in 2015, ISAAA Brief 51 (2015)

### 商業栽培開始後20年間における普及の進捗状況

1996年から2014年までの19年連続成長は、特筆すべき結果であり、2014年、世界全体の遺伝子組換え作物栽培面積は、過去最高の1億8,150万ヘクタールに達した。しかし2015年には図1と表1に示すように、2015年には28か国で栽培され、栽培面積は1億7,970万ヘクタールと前年比1%と僅かながら減少となった。栽培面積が増加した国もあるが、多くの国で栽培面積が減少し、その主な理由は2015年の農産物価格の低下であった。この作付面積の減少は、農産物価格が上昇すれば、回復し、再び高いレベルに向かうと予想される。遺伝子組換え作物の栽培面積は、このわずか20年で、1996年の170万ヘクタールから2015年の1億7,970万ヘクタールと、100倍に増加し

た。遺伝子組換え作物は、近年で最も急速に普及が進んだ栽培技術となった。

ラテンアメリカ、アジア、及びアフリカの2015年における遺伝子組換え作物栽培面積は、合計で9,710万ヘクタールとなり、全世界の遺伝子組換え作物作付面積1億7,970万ヘクタールの54%(2014年は53%)を占めた。これに対し、先進工業国の栽培面積合計は8,260万ヘクタールで、全世界の46%(2014年は47%)であった。この傾向は今後も続くと考えられる。2015年遺伝子組換え作物を栽培した28か国のうち、大多数の20か国が途上国で、8か国が先進国であった。

遺伝子組換え作物栽培上位5か国をみると米国は7,090万ヘクタール(世界の39%)の栽培で引き続き首位の座にある。2015年には、ブラジルは、4,420万ヘクタール(世界の25%に初めて達した。)の栽培面積だった。アルゼンチンは、2,450万ヘクタール(世界の14%)で第3位であった。次いでインド1,260万ヘクタール、カナダ1,100万ヘクタール、中国370万ヘクタールであった。上位3か国で全体の78%を占めることに注目したい。

また、2015年に遺伝子組換え作物を栽培した28か国の内、12か国が南北アメリカであり、8か国(8%)がアジア、5か国(18%)がヨーロッパ、3か国(10%)がアフリカであった。面積で見ると87%が南北アメリカ、11%がアジア、2%がアフリカ、ヨーロッパは1%以下となる。

2015年で注目すべきことは、南アメリカ諸国が遺伝子組換え作物導入で大きなベネフィットをあげている。一方、キューバは、自国のトウモロコシの生産をするため遺伝子組換えトウモロコシの栽培を中止した。2年後には復活の予定である。また日本が、開放圃場ではないがこれまで6年間遺伝子組換え「青いバラ」を栽培している。同様にオーストラリアとコロンビアは、遺伝子組換えカーネーションを栽培している。

EUでは、5か国が遺伝子組換え作物の栽培を継続、栽培面積は僅かに減少し、11万6,870ヘクタールとなった。2014年よりも18%少なかった。全ての国で害虫抵抗性トウモロコシは作付を減らしているが、これにはいくつかの原因がある。トウモロコシ栽培自体の減少、煩雑な報告書を作成しなければならないことによる農家の意欲喪失などである。

図1 遺伝子組換え作物栽培面積の推移

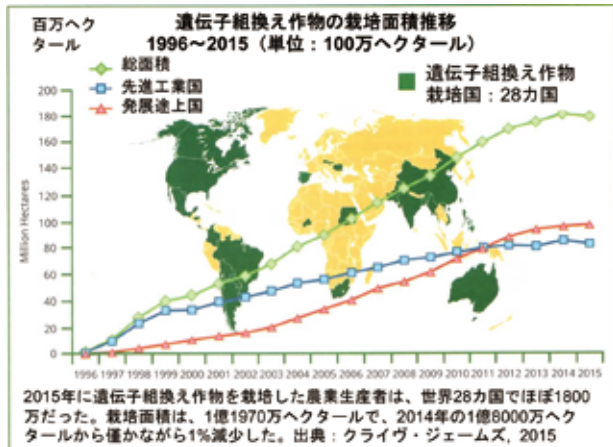


表1. 2014と2015年度の遺伝子組換え作物の国別作付け面積(百万ヘクタール)\*\*

(括弧内が2014年の栽培面積である。)

順位	国	面積 (百万ヘクタール)	遺伝子組換え作物
1	米国*	70(73.1)	トウモロコシ、ダイズ、ワタ、ナタネ、テンサイ、アルファルファ、パパイヤ、カボチャ、ジャガイモ
2	ブラジル*	44.2(42.2)	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
3	アルゼンチン*	24.5(24.3)	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
4	インド*	11.6(11.6)	ワタ
5	カナダ*	11.6(11.0)	ナタネ、トウモロコシ、ダイズ、テンサイ
6	中国*	3.7(3.9)	ワタ、パパイヤ、ポプラ
7	パラグアイ*	3.6(3.9)	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
8	パキスタン*	2.9(2.9)	ワタ
9	南アフリカ*	2.3(2.7)	トウモロコシ、ダイズ、ワタ
10	ウルグアイ*	1.4(1.6)	ダイズ、トウモロコシ
11	ボリビア*	1.1(1.0)	ダイズ
12	フィリピン*	0.7(0.8)	トウモロコシ
13	オーストラリア*	0.7(0.6)	ワタ、ナタネ
14	ブルキナファソ*	0.4(0.5)	ワタ
15	ミャンマー*	0.3(0.3)	ワタ
16	メキシコ*	0.1(0.2)	ワタ、ダイズ
17	スペイン*	0.1(0.1)	トウモロコシ
18	コロンビア*	0.1(0.1)	ワタトウモロコシ
19	スーダン*	0.1(0.1)	ワタ
20	ホンデュラス	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
21	チリ	<0.1(<0.1)	トウモロコシ、ダイズ、ナタネ
22	ポルトガル	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
23	ベトナム	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
24	チェコ	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
25	スロバキア	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
26	コスタリカ	<0.1(<0.1)	ワタ、ダイズ
27	バングラデシュ	<0.1(<0.1)	ナス
28	ルーマニア	<0.1(<0.1)	トウモロコシ
	計	179.7(181.5)	

\*遺伝子組換え作物を5万ヘクタール以上栽培している19メガ栽培国

\*\*10万ヘクタール以下を四捨五入

### 遺伝子組換え作物がもたらすベネフィット

過去20年間に世界中で報告された147報の研究論文のメタ分析によれば、遺伝子組換え技術により、平均で化学農薬の使用を37%削減し、収穫量を22%増加させ、農家の収益を68%増加させたといわれる。これらの知見は、他の研究結果とも

一致する。1996年から2014年にかけて、遺伝子組換え作物は農業生産の効率化により1,500億米ドル相当の作物生産を増加させ、農地化による環境破壊を防ぎ、2014年1年だけで5億8400万キロ相当の農薬を削減し、年間1,200万台の自動車の削減に相当する270億キロの炭酸ガス放出を削減し、1996年から2014年にかけて1億5,200万ヘクタールの土地を保全することで生物多様性を維持してきた。これらの事実は遺伝子組換え作物が食糧の安定供給、持続可能農業、地球温暖化阻止などに貢献してきたことを物語っている。さらに、遺伝子組換え作物は1,650万以上の小規模農家を貧困から救い、世界で最も貧しい人々を含む年間約6,500万人の農家とその家族を助けてきたことになる。遺伝子組換え作物は大変有用な性質をもつが、万能ではない。遺伝子組換え作物のメリットを活用するためには、従来作物と同様に、輪作、病虫害の抵抗性マネージメントなど、高い水準の栽培管理を維持することが重要である。

### 遺伝子組換え作物栽培の新しい展開

米国では様々な分野で新しいタイプの遺伝子組換え作物が登場している。発がん成分を軽減したジャガイモInnate™、切った後も変色しないリンゴArctic®、ゲノム編集により初めて作出されたナタネSU Canola™などが商業化された。初の遺伝子組換え動物食品となる遺伝子組換えサケの承認も注目される。また、初の干ばつ耐性の遺伝子組換えトウモロコシが普及している。業界ではバイテクメーカーのダウ社とデュポン社が合併して統合される動きもある。

### アジアにおける遺伝子組換え作物栽培

フィリピンでは、遺伝子組換えトウモロコシの栽培が順調に13年間続いてきたが、最高裁判所が最近遺伝子組換え作物に関する判決を下した。2015年12月に発動されたこの判決は、恒久的に害虫抵抗性遺伝子組換えナスのさらなる圃場試験を禁止し、一時的にすべての遺伝子組換え製品を直接使用するヒト用食品および動物飼料に関する更なる研究、栽培、輸入を新規の修正行政命令が出るまで禁止したものである。そして、これに対応して2016年3月7日に農業、科学技術、環境天然資源省、健康、および国内全域や地方自治体による合同省庁合議書として「研究開発のため、取り扱いおよび使用、輸出入、環境への放出、および現代バイオテクノロジーを利用した遺伝子組換え植物とその植物由来の製品の研究開発、取扱いおよび使用、輸出入、環境への放出のための規則と規制」が承認された。

フィリピンの著名な科学者、アカデミー会員、フィリピンの農業近代連合の議長であるEmil Q. Javier博士によれば、この判

決に対する反論を通じて、遺伝子組換え生物や製品の科学や利点、遺伝子組換えトウモロコシとダイズが世界的に栽培され、輸入し食品や飼料に20年間安全に使用されていること、フィリピン国内の科学者及び海外の科学者が一致して抗議を行い、科学技術の進歩を公に発信したこと、政府の関連5省庁が声明を出したことなど、これを機会に遺伝子組み換え作物の理解が進展したとのことである。

この進展によって、科学的、学界、農民グループの失望が期待に変わっている。また遺伝子組換え作物の研究、圃場試験、商業化、輸入の一時的禁止措置を解除することが期待される。

ひるがえって、日本で現在まだ反対運動が強い。これらの運動は、遺伝子組換え作物及びそれらに由来する食品や飼料に安全性の問題がなく、地球環境保全に役立っている事実を否定するものであり、科学的根拠もなく、これらの社会的、経済的影響を全く無視しているものであると考える。日本もこのフィリピンの例と同様に、遺伝子組換え作物の栽培、輸入、利用など全般について、科学に基づいた一貫性のある政府のリーダーシップが求められる。

インドネシアでは、自国で開発したサトウキビの早魘耐性品種の承認が間近である。中国は、害虫抵抗性ワタの大きな恩恵を享受している。(1997年から2014年にかけて180億米ドル)。中国化工集団、ChemChinaは最近、シンジェンタ社を430億米ドルで買収した。インドは、2015年に世界第1位のワタの生産国となったが、それは害虫抵抗性ワタに大きく支えられている。ここで2002年から2014年にかけての害虫抵抗性ワタによる利益は180億米ドルと推定されている。アフリカは、南アフリカで壊滅的な被害をもたらした早魘によって栽培面積が著しく減少した。2015年の予想栽培面積が約70万ヘクタール減、率にして23パーセント減であった。

### 今後の見通し

遺伝子組換え作物の将来見通しにとって次の三点が重要である。第一に、現在遺伝子組換え作物が普及している市場ではすでに90パーセントから100パーセントの割合で作付され

ており、これ以上拡大する余地は殆どない。しかし、この外には多くの潜在需要が存在する。たとえば、遺伝子組換えトウモロコシは、全世界では、1億ヘクタール以上の成長の可能性がある。内訳は、アジアで6000万ヘクタール(内、中国一国で3500万ヘクタール)、アフリカで3500万ヘクタールである。第二に、現在85品目以上の作物が圃場試験を実施中で承認一歩手前の段階にある。これらの中には早魘耐性トウモロコシがあり、アフリカで2017年の作付をめざしている。そのほか、アジアのゴールデンライス、アフリカの栄養強化バナナと害虫抵抗性ササゲも数えられる。官民が協力する制度(Public and Private Partnership, PPP)により、承認された製品は農家に効率よく普及されている。第三に、ゲノム編集技術の出現は今日の科学界にとり、画期的なことであると考えられる。CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat, 規則的に間隔を置いて存在する短い回文繰り返し塩基配列群)という手法はきわめて有効で有望な最新技術である。多くの専門家は、ゲノム編集による育種は従来技術による育種あるいは遺伝子組換えに比べて、正確さ、スピード、コスト、および規制上の扱いにおいて有利であるとみなしている。現在の遺伝子組換え作物には煩雑な規制が適用されているが、ゲノム編集は論理的には科学に基づいた、目的に叶い、適当な規制がふさわしいと考えられる。これについては、現在非常に未来志向の戦略が提案されている。それは、導入遺伝子、ゲノム編集、および微生物(微生物叢とそのゲノムを植物の形質改変のための遺伝子資源としてとらえる見方)の三本の矢を用いることにより、作物の生産性を高める研究を積極的かつ継続して推進し、食料の安定供給と貧困と飢餓の撲滅を実現という目標に向かって進んでいくことである。

最後にノーベル賞受賞者であるノーマン・ボーローグ氏の次の言葉を紹介する。「今必要なことは、古いしかも効率の悪い方法に縛り付けられ、何らの選択権もない農業生産者がいるところに指導者の勇気ある行動である。緑の革命と現在の新バイオテクノロジーが如何に増大する食料需要に寄与し、且つ次世代のための地球環境保全に役立つかを知るべきである」(ISAAA, 2009)

## 米国農務省「世界農業需給予測(WASDE)」による 飼料穀物(トウモロコシ、ソルガム、大麦)需給概要の抜粋

2016年5月10日米国農務省発表の世界農業需給予測の米国産飼料穀物に関する部分の抜粋の参考和訳を以下に掲載いたします。WASDE のフルレポートについては(<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>)よりご確認ください

さい。また、数値や内容については、原文のレポートのものが優先いたします。各項目の詳細、注釈についても原文をご参照ください。

トウモロコシ	2014/15	2015/16 推定	2016/17 予測(4月)	2016/17 予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	90.6	88	NA	93.6
収穫面積(百万エーカー)	83.1	80.7	NA	85.9
単収(ブッシェル)	171	168.4	NA	168
<b>期首在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>1,232</b>	<b>1,731</b>	<b>NA</b>	<b>1,803</b>
生産量(百万ブッシェル)	14,216	13,601	NA	14,430
輸入量(百万ブッシェル)	32	55	NA	40
<b>総供給量(百万ブッシェル)</b>	<b>15,479</b>	<b>15,387</b>	<b>NA</b>	<b>16,273</b>
飼料そのほか(百万ブッシェル)	5,323	5,250	NA	5,550
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	6,560	6,610	NA	6,670
エタノールと併産物用(百万ブッシェル)	5,200	5,250	NA	5,300
総国内消費量(百万ブッシェル)	11,883	11,860	NA	12,220
輸出量(百万ブッシェル)	1,864	1,725	NA	1,900
<b>総使用量(百万ブッシェル)</b>	<b>13,748</b>	<b>13,585</b>	<b>NA</b>	<b>14,120</b>
<b>期末在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>1,731</b>	<b>1,803</b>	<b>NA</b>	<b>2,153</b>
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.7	3.50-3.70	NA	3.05-3.65

ソルガム	2014/15	2015/16 推定	2016/17 予測(4月)	2016/17 予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	7.1	8.5	NA	7.2
収穫面積(百万エーカー)	6.4	7.9	NA	6.3
単収(ブッシェル)	67.6	76.0	NA	65.0
<b>期首在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>NA</b>	<b>65</b>
生産量(百万ブッシェル)	433	597	NA	407
輸入量(百万ブッシェル)	0	5	NA	1
<b>総供給量(百万ブッシェル)</b>	<b>467</b>	<b>620</b>	<b>NA</b>	<b>473</b>
飼料そのほか(百万ブッシェル)	81	115	NA	100
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	15	125	NA	100
総国内消費量(百万ブッシェル)	96	240	NA	200
輸出量(百万ブッシェル)	353	315	NA	220
<b>総使用量(百万ブッシェル)</b>	<b>449</b>	<b>555</b>	<b>NA</b>	<b>420</b>
<b>期末在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>18</b>	<b>65</b>	<b>NA</b>	<b>53</b>
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	4.03	3.15-3.35	NA	2.85-3.45

大麦	2014/15	2015/16 推定	2016/17 予測(4月)	2016/17 予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	3	3.6	NA	3.1
収穫面積(百万エーカー)	2.5	3.1	NA	2.7
単収(ブッシェル)	72.7	68.9	NA	71
<b>期首在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>82</b>	<b>79</b>	<b>NA</b>	<b>97</b>
生産量(百万ブッシェル)	182	214	NA	193
輸入量(百万ブッシェル)	24	20	NA	20
<b>総供給量(百万ブッシェル)</b>	<b>287</b>	<b>313</b>	<b>NA</b>	<b>310</b>
飼料そのほか(百万ブッシェル)	43	50	NA	50
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	151	153	NA	153
総国内消費量(百万ブッシェル)	194	203	NA	203
輸出量(百万ブッシェル)	14	13	NA	15
<b>総使用量(百万ブッシェル)</b>	<b>209</b>	<b>216</b>	<b>NA</b>	<b>218</b>
<b>期末在庫(百万ブッシェル)</b>	<b>79</b>	<b>97</b>	<b>NA</b>	<b>92</b>
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	5.3	5.5	NA	4.30-5.10

米国産飼料穀物の2016/17年度の供給予測は、2015/16年度の史上最高の期首在庫と生産量の両方の上昇を受けて4%上方修正されています。2016/17年度のトウモロコシ生産量は、2014/15年度のこれまでの最高よりさらに2億1,400万ブッシェル高く、2015/16年度より8億2,900万ブッシェル高い144億ブッシェルと予測されています。トウモロコシの作付の560万エーカーの増加によって、単収の若干の減少は相殺されています。米国のトウモロコシの単収は2015/16年度より0.4ブッシェル低い168.0ブッシェル/エーカーと予測されています。2016/17年度のトウモロコシの供給量は、2015/16年度より8億8,600万ブッシェル高い史上最高の163億ブッシェルと予測され、これにより、ソルガム、大麦、オート麦の減少予測を相殺しています。

2016/17年度のトウモロコシの利用は、2015/16年度より4%高い史上最高の141億ブッシェルと予測されています。飼料そのほかへの利用は、高い生産量と低い予想価格、家畜頭数が2016/17年度にさらに拡大することから3億ブッシェル高く予測されています。エタノール生産に利用されるトウモロコシは、2015/16年度のソルガムのエタノール生産への利用の減少とエタノールの混合が高く予測されていることから5,000万ブッシェル高く予測されています。2016/17年度の輸出は2015/16年度の予測が今月上方修正されたため、1億7,500万ブッシェル高く予測されています。価格競争力が増したことでブラジルの供給減と競争力低下により、米国からの2015/16年度と2016/17年度の輸出はともに増加しています。米国の2016/17年度の期末在庫は、2015/16年度の予測より3億5,000万ブッシェル高い22億ブッシェルと予測されています。これが現実となれば、在庫量が1980年代半ば以来の最大になりますが、国内支援政策により、年間利用量の5割以上に在庫を膨らませている当時より、在庫対利用の比率は低くとどまります。2016/17年度の農家出荷価格は、2015/16年度産への予測値が今月若干上方修正されたことより、中央値で25セント引き下げられ、ブッシェル当たり\$3.05から\$3.65と予測されています。

ネットワークに関するご意見、  
ご感想をお寄せ下さい。



**U.S. GRAINS COUNCIL** アメリカ穀物協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番20号  
第3虎の門電気ビル11階

Tel: 03-6206-1041 Fax: 03-6205-4960  
E-mail: grainsjp@gol.com

本部ホームページ (英語) : <http://www.grains.org>  
日本事務所ホームページ (日本語) : <http://grainsjp.org/>