

21年目を迎えた遺伝子組換え(GM)の商業栽培

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

国際アグリバイオ事業団(ISAAA)は、遺伝子組換え(GM)作物商業化の世界的状況の年次報告をISAAA概要書と題して毎年発刊してきており、今年でその年次報告書も21番目となる。21年間の商業栽培を通じて遺伝子組換え作物の導入率が110倍に増加し、1996年の栽培面積170万ヘクタールから2016年の1億8510万ヘクタールとこれまでの最高記録を更新して、増加したことを明らかにした。その中で2015年は、初めてその栽培面積がわずかに減少した。ISAAAは2015年に遺伝子組換え作物栽培面積がわずかな減少したのは、世界的な農産物価格の低迷によるものであり、価格が高水準に戻ると直ちに回復するだろうとしていた。一方、遺伝子組換え作物に反対するグループは「遺伝子組換え作物は農業者を失敗におとす。」としていたが、今年の報告での栽培面積の増加は、組換え作物もほかの作物と同じ傾向を示すことが明らかになった。

・遺伝子組換え作物は昨年低下した導入率を回復し、2016年に世界で1億8,510万ヘクタール栽培された

遺伝子組換え作物商業栽培21年目の2016年には栽培国26カ国の遺伝子組換え作物栽培面積総計は1億8,510万ヘクタールとなり、2015年と比較して540万ヘクタールの増加、あるいは1億7,970ヘクタールから3%の増加となった。遺伝子組換え作物の栽培面積は2015年を除き毎年増加し、特に20年の歴史の中で、12年は2桁の成長率を記録した。

2016年の遺伝子組換え作物栽培面積は、大きい順に、米国(7,290万ヘクタール)、ブラジル(4,910万ヘクタール)、アルゼンチン(2,380万ヘクタール)、カナダ(1,160万ヘクタール)、インド(1,080万ヘクタール)(表1、図1)の順であり、これらの国で世界総栽培面積1億6,820万ヘクタールの91%を占めた。

このように大きな進展が見られたことには様々の理由が考えられる。その一つに多様な選択肢を消費者に提供できるようになってきていることがある。つまり、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、キャノーラの4大作物以外でも世界の消費者に幅広い選択肢を提供している。これらの遺伝子組換え作物には、すでに市場に出ているテンサイ、パパイヤ、スカッシュ、ナス、ジャガイモがある。さらに2017年にはリンゴが上市される。ジャガイモは、世界で4番目に重要な主食作物であり、ナスはアジアで最も大量に消費される野菜である。傷つきにくく、褐変しないリンゴやジャガイモは、廃棄食品の削減に貢献する。さらに、国公立研究機関では、イネ、バナナ、ジャガイモ、コムギ、ヒヨコマメ、キマメ、マスタード、サトウキビなどの作物が研究の進んだ段階にある。特に途上国の消費者にさらに多様な選択肢を提供できることが期待される。

主要遺伝子組換え作物であるダイズ、トウモロコシ、ワタ、およ

びキャノーラは、26か国で栽培され、この順で栽培面積が大きかった。遺伝子組換えダイズは9,140万ヘクタールで最も大きく、全遺伝子組換え作物栽培面積1億8,510万ヘクタールの50%を占めた。ダイズ栽培面積は2015年(9,270万ヘクタール)からわずかに減少したが、依然として大きな面積である。個々の作物の栽培面積を見ると、世界全体では、2016年にダイズの78%、ワタの64%、トウモロコシの26%およびキャノーラの24%が遺伝子組換えであった。

表1. 2016年の国別遺伝子組換え栽培面積(百万ヘクタール)**

順位	国名	面積 (百万ヘクタール)	遺伝子組換え作物
1	米国*	72.9	トウモロコシ、ダイズ、ワタ、キャノーラ、テンサイ、アルファルファ、パパイヤ、スカッシュ、ジャガイモ
2	ブラジル*	49.1	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
3	アルゼンチン*	23.8	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
4	カナダ*	11.6	キャノーラ、トウモロコシ、ダイズ、テンサイ、アルファルファ
5	インド*	10.8	ワタ
6	パラグアイ*	3.6	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
7	パキスタン*	2.9	ワタ
8	中国*	2.8	ワタ、パパイヤ、ポプラ
9	南アフリカ*	2.7	トウモロコシ、ダイズ、ワタ
10	ウルグアイ*	1.3	ダイズ、トウモロコシ
11	ボリビア*	1.2	ダイズ
12	オーストラリア*	0.9	ワタ、キャノーラ
13	フィリピン*	0.8	トウモロコシ
14	ミャンマー	0.3	ワタ
15	スペイン	0.1	トウモロコシ
16	スーダン*	0.1	ワタ
17	メキシコ*	0.1	ワタ、ダイズ
18	コロンビア*	0.1	ワタ、トウモロコシ
19	ベトナム	<0.1	トウモロコシ
20	ホンジュラス	<0.1	トウモロコシ
21	チリー	<0.1	トウモロコシ、ダイズ、キャノーラ
22	ポルトガル	<0.1	トウモロコシ
23	バングラデシュ*	<0.1	ナス
24	コスタリカ	<0.1	ワタ、ダイズ、バナナ
25	スロヴェニア	<0.1	トウモロコシ
26	チェコ	<0.1	トウモロコシ
	計	185.1	

*50,000ヘクタールまたはそれ以上の遺伝子組換え作物を栽培している18メガ栽培国
**10万単位に丸めた数字で表してある。

除草剤耐性はダイズ、キャノーラ、トウモロコシ、アルファルファ、およびワタに導入され、これまで最も広く適用されてきた形質であるが世界の遺伝子組換え作物栽培面積の47%をしめている。スタック(多重形質)品種(害虫抵抗性、除草剤耐性および他の形質を組み合わせたもの)の増加とともに、除草剤耐性のみを有する品種の減少傾向が認められた。除草剤耐性品種の栽培面積は、2016年には8,650万ヘクタールで、遺伝子組換え作物の全栽培面積1億8510万ヘクタールの47%を占めている。一方、スタック

ク(多重形質)品種の栽培面積は、2015年の5,840万ヘクタールから2016年に7,540万ヘクタールとなり、29%の増加をみた。スタック(多重形質)品種は41%を占めた。

2016年は、遺伝子組換え作物の導入初年度以来の記念すべき年であった。それは、ノーベル賞受賞者のグループが、遺伝子組換え技術とゴールデンライスに対する反対運動に対してこれらを非難する声明を出したからである。また、国連食糧農業機関、国際食品政策研究機関、G20諸国および同じ考えをもつ他の団体は、「持続可能な農業のための2030年のアジェンダ」に従い15年以内に飢餓と栄養失調を撲滅することを目標と定めた。さらに、全米科学・工学・医学アカデミーは、1996年以来の遺伝子組換え作物に関する900件の研究をレビューし、遺伝子組換え作物と従来型作物の間には、人間の健康および環境に対するリスクに差がないとした重要な発表をした。遺伝子組換え作物は、20年以上にわたって安全な使用と消費について何ら問題がないとの記録を残してきている。未来の世代の人々は、高収量および栄養の強化された形質をもち、食物としておよび環境に対して安全であることが確認された遺伝子組換え作物の多様な品種の中から選択して、より多くの利益を得ることができるようになる。

米国は1996年以来、遺伝子組換え作物商業栽培の世界的リーダーであり続けている。2016年には7,290万ヘクタールで遺伝子組換え作物が栽培された。内訳はトウモロコシ(3,505万ヘクタール)、ダイズ(3,184万ヘクタール)、ワタ(370万ヘクタール)で、やや小規模のものとしてアルファルファ(123万ヘクタール)、キャノーラ(62万ヘクタール)、テンサイ(47万ヘクタール)、ウイルス耐性パイヤとスカッシュ(それぞれ1,000ヘクタール)、非褐変Innate™ジャガイモ(2,500ヘクタール)であった。米国農務省(USDA)の推計によれば、米国における遺伝子組換え作物の導入率は、ダイズ94%(2015年と同じ)、トウモロコシ92%(2015年と同じ)、ワタ93%(2015年より1%減少)(USDA, NASS, 2016)であった。米国における2016年の遺伝子組換え作物の総栽培面積は、世界全体の遺伝子組換え作物栽培面積の39%であり、2015年の栽培面積7,090万ヘクタールから3%増加した。2016年に米国の遺伝子組換え作物栽培面積が2015年の減少傾向から直ちに反転したことから、トウモロコシやワタの商品価格の低迷に起因する2015

年の減少は一時的なものにすぎなかったことが示された。世界的な価格の改善と2016年の家畜飼料、食品加工、バイオ燃料の需要国との積極的な貿易により、前年から3%増加した米国の遺伝子組換え作物の導入傾向は、その軌道が元に戻ったと言える。

ブラジルは米国に次ぐ世界第2位の地位を維持し、4,910万ヘクタールの遺伝子組換え作物が栽培され、世界の総面積1億8,510万ヘクタールの27%を占めた。ブラジルの遺伝子組換え作物総栽培面積は4,914万ヘクタールで、2015年(4,420万ヘクタール)から4%、490万ヘクタールの増加であった。この490万ヘクタールの増加は、2016年における世界で最も著しい増加であり、ブラジルは世界の遺伝子組換え作物の成長の原動力になっている。ブラジルで栽培された遺伝子組換え作物は以下の通りである。: 遺伝子組換えダイズ(3,270万ヘクタール)、遺伝子組換えトウモロコシ(夏と冬の二期、合計で1,570万ヘクタール)、遺伝子組換えワタ(約80万ヘクタール)であった。ブラジルのこれらの3作物の総栽培面積は5,260万ヘクタールと推定され、そのうち4,914万ヘクタール(93.4%)が遺伝子組換え作物であった。この93.4%の導入率は、2015年(90.7%)に比べて2.7%増加している。米国と同様、3大遺伝子組換え作物の導入率は平均93.4%とほぼ天井に達した感がある。IR/HTダイズIntacta™は、農薬削減と不耕起栽培が可能になることにより農業者に人気を博し、その栽培面積を増加した。同国の養豚業者に対し、トウモロ

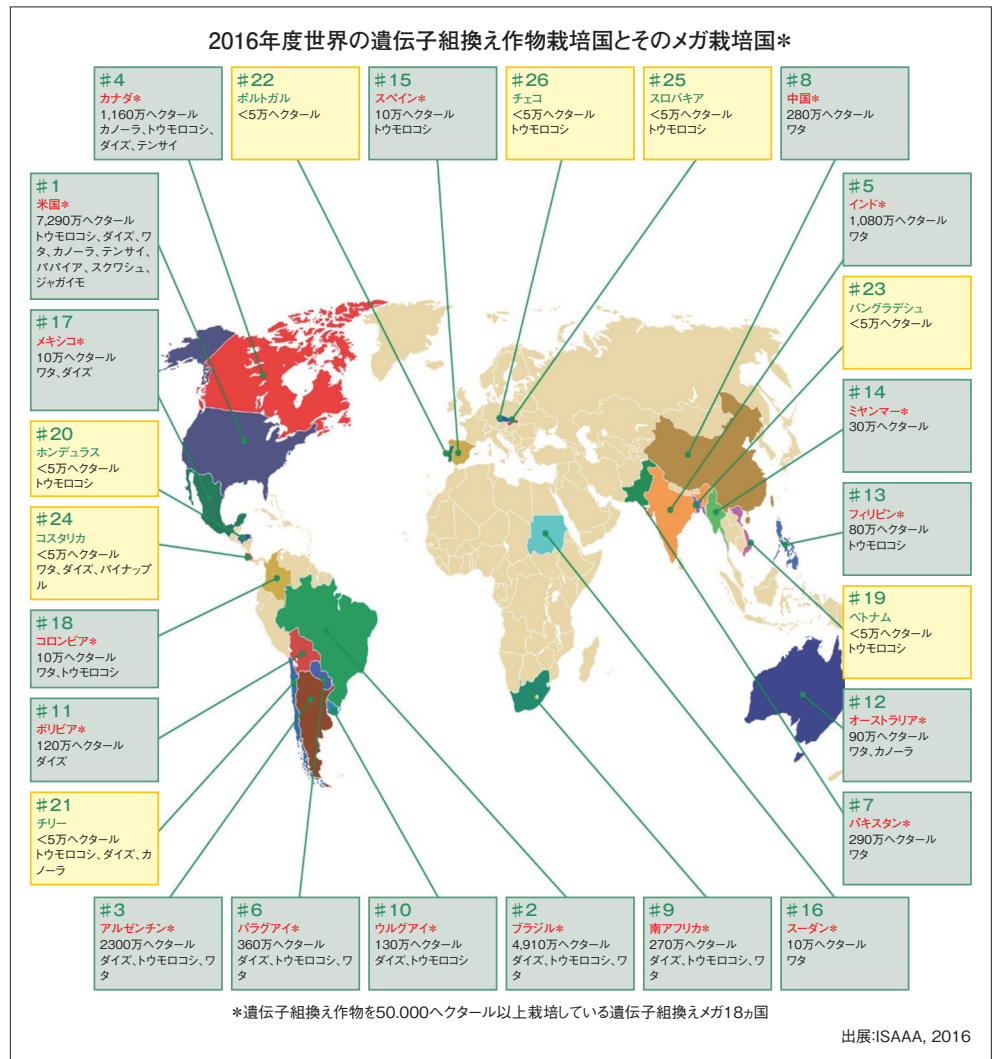


図1.2016年度世界の遺伝子組換え作物栽培国とそのメガ栽培国

コシの継続的な安定供給を実現する必要があるため、2017年には農業者はトウモロコシの栽培を拡大すると考えられる。

アルゼンチンは、2016年には世界全体の遺伝子組換え栽培総面積の13%を占め、米国とブラジルにつぎ、世界で第3位の遺伝子組換え作物生産国としてランクされた。この国は、2,382万ヘクタール(2015年の2,449万ヘクタールよりも67万ヘクタール少ない)で主要農作物の栽培を行った。同国の遺伝子組換え作物の内訳は、遺伝子組換えダイズ(1,870万ヘクタール)、遺伝子組換えトウモロコシ(過去最高の474万ヘクタール)と、減少傾向を示しているワタ(38万ヘクタール)である。国内では遺伝子組換え作物の栽培面積にわずかな減少が見られたが、主にダイズに起因し、また、ワタの価格が世界的に低迷し、遺伝子組換えワタの作付けがわずかに減少したためであった。悪天候はコムギ栽培には影響しなかったが、後作のダイズ栽培に影響を与えた。一方、トウモロコシ栽培の増加は、主に好天によるものであった。アルゼンチンにおける遺伝子組換え作物導入率は97%で、ほぼ天井に達していることから、遺伝子組換え作物商業栽培の拡大は新しい作物種および新形質品種によって達成しうる。

カナダにおける遺伝子組換え作物の栽培面積は1,155万ヘクタールで、世界第4位に位置し、2015年の1,095万ヘクタールから5%増加し、平均導入率は93%と2015年と同様の水準を維持した。内訳はキャノーラ(753万ヘクタール)、ダイズ(208万ヘクタール)、トウモロコシ(149万ヘクタール)、テンサイ(8,000ヘクタール、導入率100%)、低リグニンアルファルファ(809ヘクタール)であった。これらの作物の栽培総面積は、2015年の1,174万ヘクタールから5%増加し、1,238万ヘクタールになった。キャノーラ、ダイズ、トウモロコシの総栽培面積の増加に伴い、遺伝子組換え作物の栽培も増加したということである。Canola Council of Canadaは、2025年までに収量改善技術により26MMTキャノーラを生産する戦略的計画を積極的に推進している。ダイズ面積の増加は、収益性と高い油糧種子価格のためであった。トウモロコシについては、ガソリン価格の低下により、ガソリンとエタノールの消費が伸び、これがトウモロコシ栽培のインセンティブとなった。

インドの10州では、ワタの栽培総面積が減少した(8%)ことにより、遺伝子組換えワタ栽培もわずかに減少(7%)した。しかしながら、遺伝子組換えワタの導入率は95%から96%に増加し、720万人の農民が遺伝子組換えワタから恩恵を受け、この技術を受け入れていることを示していた。遺伝子組換え作物の隔離圃場試験のモニタリングに関する新ガイドラインにより、同国の環境安全に関する規制が整えられた。遺伝子組換えマスタードについては、2017年には野外栽培に関する一般市民のコメントを含む最終的なレビューが進行中である。20年前からマスタードの生産と収量は停滞しているが、将来的に遺伝子組換えマスタードが導入されれば、収量は25%も上昇し、マスタード産業は、キャノーラに対し競争力を持つまでに復活する可能性がある。害虫抵抗性のヒヨコマメとキマメは、2016年に政府の規制当局によって野外試験が承認された。インドは、世界の綿花市場の低迷にもかかわらず、綿花生産が3,500万バレルを超える世界第1位の綿花生産国である。

アジア太平洋地域8カ国の遺伝子組換え作物栽培面積は、1,860万ヘクタールに達した。その内訳は、繊維用途のワタ、飼料用途のトウモロコシとキャノーラ、食品用途のトウモロコシ及びナ

スであった。これらの遺伝子組換え作物の栽培状況は、2016年に大きく変化した。インドと中国の遺伝子組換えワタ栽培は、世界的な綿花価格の低迷の影響を強く受けて縮小した一方、パキスタンとミャンマーは遺伝子組換えワタ栽培面積を維持した。フィリピンとベトナムで遺伝子組換えトウモロコシ栽培面積は、家畜や家禽の飼料需要が高水準で推移し、天候も良好だったため増加した。オーストラリアでは、2年間の早魃が終息し、気象条件が回復したために、遺伝子組換えワタとキャノーラの栽培が増加した。さらに、強力な害虫抵抗性と除草剤耐性を有するBollgardIII /RR® Flexワタが、上市され農業者が栽培できるようになった。その結果、バングラデシュはBtナスを700ヘクタールに増やした。Bt遺伝子を含むナス(プリンジナル種)は今後の商業化のために圃場試験が実施中である。

食品、飼料、および加工に使用される遺伝子組換え作物の承認品種の状況

遺伝子組換え作物の小規模栽培は1994年に始まっており、1996年からは大規模な栽培が開始された。1994年から2016年までに、合計40カ国(39+EU-28)が、遺伝子組換え作物を飼料および食品使用ならびに野外栽培に承認を与えている。これらの国々から、26の遺伝子組換え作物(カーネーション、バラとペチュニアを除く)および392の遺伝子組換え形質・品種に関して規制当局から3,727件の承認が出されている。これらの承認のうち、1,789件は食用(直接使用または加工用)、1,177件は飼料用(直接使用または加工用)、761件は栽培用(表2)である。トウモロコシが最大数の承認を得ている(29カ国218件)、次いでワタ(22カ国58件)、ジャガイモ(11カ国47件)、キャノーラ(14カ国38件)、ダイズ(28カ国35件)である。

ここで注目したいのは、日本は世界一の遺伝子組換え作物栽培国である米国、ブラジルなどを超える数の作物を承認している。これに加えてジャガイモについては、粉体の輸入が承認されている。しかしながら観賞用の花以外に商業栽培がされていない不可思議な状況にあることを指摘しておきたい。

表2. 遺伝子組換え作物の食用、飼料用及び環境放出の承認数の多い上位10カ国*

順位	国	食糧	飼料	栽培
1	日本	309	85	154**
2	米国***	182	178	173
3	カナダ	135	130	136
4	メキシコ	158	5	15
5	韓国	137	130	0
6	台湾	124	0	0
7	オーストラリア	104	15	48
8	ニュージーランド	96	1	0
9	EU	88	88	10
10	フィリピン	88	87	13
	その他	368	458	212
	計	1,789	1,177	761

*単独、多重およびピラミッド形質(遺伝子組換え形質を通常の交雑で多重化したもの)品種を含む承認

**承認されているが栽培はされていない

*** 米国は、それぞれ単独形質品種を承認

ISAAA報告書：<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf>

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

2017年6月9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。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。

今月の2017/18年度の米国産粗粒穀物の供給の予測について、ソルガムの期首在庫の引き上げが大麦とオーツ麦の減少に相殺されたため事実上変更はありません。2017/18年度のトウモロコシの生産量は、140億6,500万ブッシェルで変更はありません。米国農務省は6月30日の作付面積報告の中で、調査に基づくトウモロコシ作付面積推算と穀物の収穫面積予測を公表します。トウモロコシの年間平均農家出荷価格は先月と変わらず\$3.00から\$3.80と予測されています。

2017/18年度のソルガムの期首在庫の上方修正は、4月のエタノール・併産物生産の報告でのエタノール生産への利用量に基づいた2016/17年度の食品・種子・産業利用での500万ブッシェル引き下げを反映したものです。そのほかのカテゴリに変更がないため、2016/17年度のソルガム期末在庫は500万ブッシェル引き上げられています。

今月の米国外の2017/18年度の穀物予測は、先月に比べ生産量の減少、貿易の増加、在庫の減少となっています。EUのトウモロコシ生産は政府のデータによって、フランスとドイツでの予想以下の作付面積が示されていることから引き下げられています。カナダのトウモロコシ生産は、オンタリオ州とケベック州で5月に平年より降雨量が多かった影響で作付が遅れ、単収の減少が見込まれることから作付面積と単収の両方が引き下げられ、下方修正されています。ウクライナのトウモロコシ生産量は、これまでの期待以上の作付レベルを示す作付進捗報告に基づいて引き上げられています。トルコの大麦生産量は、4月の乾燥天候による影響がこれまでの予想を下回ったため、引き上げられています。2016/17年度のブラジルのトウモロコシ生産量は、中央-西部の平年を上回る降雨量による単収予測の大幅な向上により、引き上げられています。南アフリカの

トウモロコシ	2015/16	2016/17推定	2017/18予測(5月)	2017/18予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	88	94	90	90
収穫面積(百万エーカー)	80.8	86.7	82.4	82.4
単収(ブッシェル)	168.4	174.6	170.7	170.7
期首在庫(百万ブッシェル)	1731	1737	2295	2295
生産量(百万ブッシェル)	13602	15148	14065	14065
輸入量(百万ブッシェル)	67	55	50	50
総供給量(百万ブッシェル)	15401	16940	16410	16410
飼料そのほか(百万ブッシェル)	5123	5500	5425	5425
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	6643	6920	7000	7000
エタノールと併産物用(百万ブッシェル)	5224	5450	5500	5500
総国内消費量(百万ブッシェル)	11766	12420	12425	12425
輸出量(百万ブッシェル)	1898	2225	1875	1875
総使用量(百万ブッシェル)	13664	14645	14300	14300
期末在庫(百万ブッシェル)	1737	2295	2110	2110
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.61	3.25-3.45	3.00-3.80	3.00-3.80

ソルガム	2015/16	2016/17推定	2017/18予測(5月)	2017/18予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	8.5	6.7	5.8	5.8
収穫面積(百万エーカー)	7.9	6.2	4.9	4.9
単収(ブッシェル)	76	77.9	67.1	67.1
期首在庫(百万ブッシェル)	18	37	48	53
生産量(百万ブッシェル)	597	480	331	331
輸入量(百万ブッシェル)	5	1	0	0
総供給量(百万ブッシェル)	620	518	379	384
飼料そのほか(百万ブッシェル)	108	130	55	55
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	137	110	100	100
総国内消費量(百万ブッシェル)	245	240	155	155
輸出量(百万ブッシェル)	339	225	200	200
総使用量(百万ブッシェル)	583	465	355	355
期末在庫(百万ブッシェル)	37	53	24	29
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.31	2.60-2.70	2.60-3.40	2.60-3.40

大麦	2015/16	2016/17推定	2017/18予測(5月)	2017/18予測(6月)
作付面積(百万エーカー)	3.6	3.1	2.5	2.5
収穫面積(百万エーカー)	3.2	2.6	2.2	2.2
単収(ブッシェル)	69.1	77.9	72.6	72.6
期首在庫(百万ブッシェル)	79	102	95	93
生産量(百万ブッシェル)	218	199	159	159
輸入量(百万ブッシェル)	19	10	15	15
総供給量(百万ブッシェル)	315	311	269	267
飼料そのほか(百万ブッシェル)	50	60	35	35
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	153	153	153	153
総国内消費量(百万ブッシェル)	202	213	188	188
輸出量(百万ブッシェル)	11	5	5	5
総使用量(百万ブッシェル)	213	218	193	193
期末在庫(百万ブッシェル)	102	93	76	74
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	5.52	4.95	4.35-5.35	4.65-5.65

トウモロコシ生産量は政府による最新の生産量見積もりを反映して上方修正されています。

世界の2017/18年度の粗粒穀物予測についての主要な変更としては、EUのトウモロコシ輸入量の引き上げによるウクライナとロシアのトウモロコシ輸出予測の上方修正があります。米国外のトウモロコシ期末在庫は、カナダ、EU、ロシアでの減少が南アフリカとウクライナでの増加を上回るため、引き下げられています。

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/>