

## 第1章

### 食料危機とトウモロコシの需給

清水達也

#### 要約：

本章ではまず、2008年の食料危機に関する先行研究を概観した。主要穀物の価格高騰は様々な要因が重なり合って発生したが、中でもバイオ燃料原料としての需要拡大が重要である。

次に主要穀物の中で生産量が最も多く用途が広がりつつあるトウモロコシについて需給構造を概観した。トウモロコシは他の主要穀物と比べて、供給面では単位面積あたり収量の増加のペースが速く、輸出は米国をはじめとする少数の国に集中している。需要面では食料、飼料、バイオ燃料のほか、工業用の原料など用途が広がっている。

#### キーワード：

食料危機、価格高騰、穀物、トウモロコシ

## 1. はじめに

2006年から主要穀物<sup>1</sup>であるコムギ、コメ、トウモロコシ、ダイズの国際市場における価格が高騰し、2008年2月から6月にかけて過去最高を記録した。一部の生産国は穀物の輸出を規制することで、国内供給を確保したり、国際価格の高騰が国内市場に波及しないような措置を講じた。一方、食料輸入国では供給不安が発生し、ハイチ、バングラデシュ、フィリピン、エジプトなどの国々では食料を巡る暴動や大規模な抗議活動が発生した。これらの出来事は食料危機として盛んにマスコミに取り上げられた。国連食糧農業機関（FAO）などの国際機関もこの価格高騰を深刻に受け止め、食料サミットを開催するなど国際社会による対応を呼びかけた。その後、2008年9月の米国発金融危機の影響もあり穀物価格は下落したものの、食料危機前と比べると高い水準を保っている。

<sup>1</sup> 三大穀物であるコムギ、コメ、トウモロコシに加え、近年国際市場における取引が拡大しているダイズも主要穀物に含めている。

このような穀物価格の高騰について分析した先行研究によると、高騰の要因は主にバイオ燃料原料としての穀物需要が拡大したためとしている。そして、「いわゆる『安い食料』の終わり」(FAO[2009: 4])や「国際的な農産物問題が、過剰問題から不足問題へと大きくパラダイムシフトしたことを意味する」、「農業生産に要する、土地・水・肥料といった農業資源の『有限性』に対する認識の高まり」(農林中金総合研究所編[2009: 221])と結論づけている。

これらの先行研究は、主に国際市場における動向の分析を目的としている。そのため、各国における穀物の生産や消費の実態を理解するには不十分な点がいくつかある。

第一に、国際市場の価格が世界の食料需給を反映しているという前提である。確かに世界最大の穀物市場であるシカゴ商品取引所(CBOT)の先物価格は、穀物取引における参考指標として世界で広く利用されている。しかし世界各国における消費者価格はシカゴの先物価格に必ずしも連動しているわけではない。国内農業の保護育成のため農産物貿易を制限している国は多く、今回の価格高騰時にも国内価格がそれほど影響を受けなかった場合もあった。食料需給を理解するには、各国の国内市場の動向も確認する必要がある。

第二に、穀物ごとの特質の違いに注意せず、食料としてひとまとめに扱っている点である。例えば供給面からみると、コメはほとんどがアジア、トウモロコシやダイズは主に米州諸国、コムギは世界中で広く生産されている。供給を担う生産者も、アジアの小規模農家からラテンアメリカの大規模農業企業まで様々である。需要面でもコメはそのまま調理され消費されるのに対して、ダイズはほとんどが加工され食品や畜産飼料の原料となる。このように供給と需要の両面において多様な穀物をまとめて分析しているために、それぞれの違いが考慮されていない。穀物の特質に注目すれば、実態がよりよく理解できる。

第三に、バイオ燃料や新興国における畜産飼料の増加など需要面の分析が中心で、供給面を十分に分析していない。異なる用途の需要拡大は、価格だけでなく供給を担う生産や流通の構造にも影響を及ぼすと考えられる。穀物需給を理解するには、需要の変化を把握した上で供給体制を分析すること必要である。

このような点を考慮して、本研究会では主要穀物の中で最も生産量が多く、用途が新たに広がっているトウモロコシに焦点をあてる。分析対象国としては、トウモロコシの主要生産国の他、需要や供給で特徴のあるいくつかの国を取り上げた。具体的には、世界最大の生産・輸出国である米国、米国に次ぐ生産国で近年食用以外の利用が増加している中国、米国に次ぐ主要輸出国であるアルゼンチンとブラジル、トウモロコシを主食にしながらも大量に輸入するメキシコ、トウモロコシの輸出国からプロイラーの輸出国に転じたタイ、主食のトウモロコシを自給するマラウイの7カ国である。そして各国において、トウモロコシの需要の動向やそれに対する供給体制の変化を分析する。

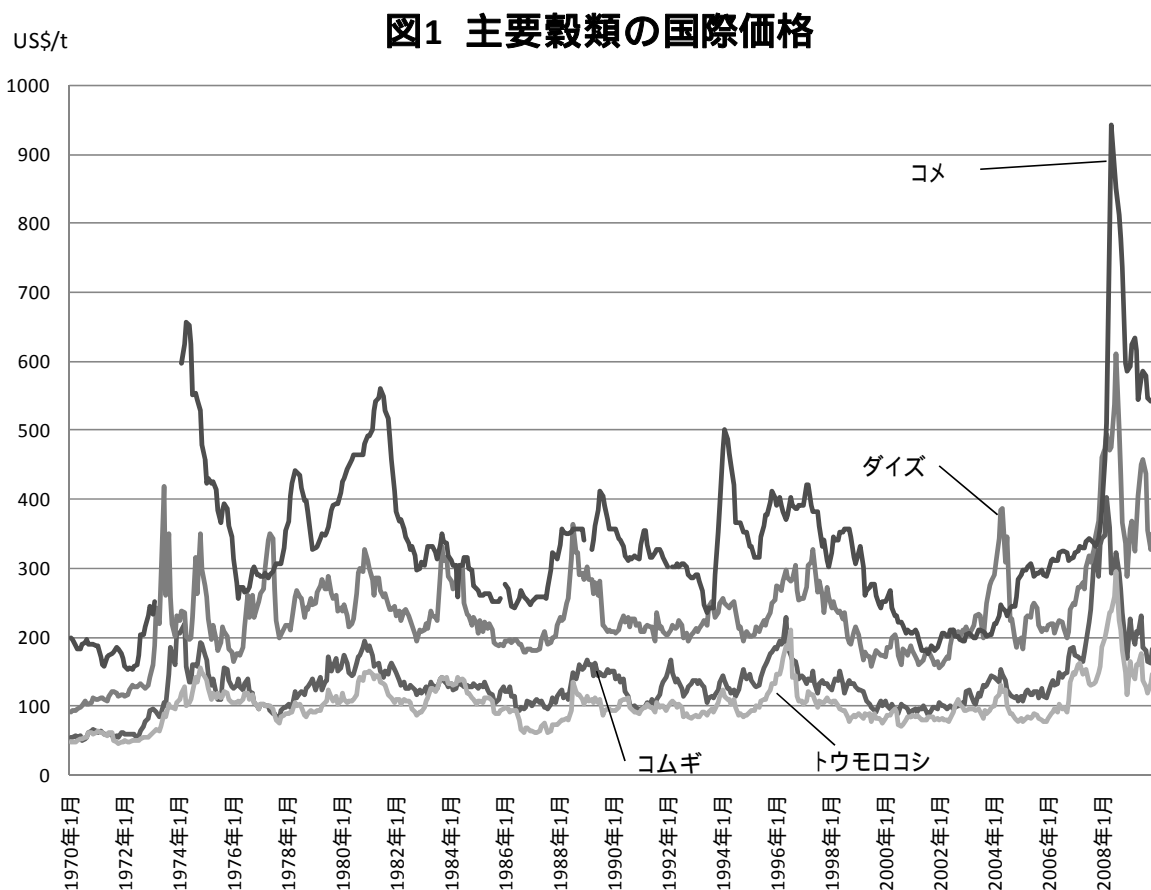
本報告書では、この分析作業のために必要な各国におけるトウモロコシの需給に関する基本的データを整理した。本章でまず、今回の食料危機に至るまでの主要穀物の需給動向

と、穀物価格高騰の要因について、先行研究の分析を確認する。次に世界全体のトウモロコシの需要と供給について、他の穀物と比較しながらその特徴を概観する。

## 2. 食料危機の背景

### 2.1. 主要穀物の需給動向

近年の国際市場における穀物需給の動向についてみると、1970年代を需給の逼迫期、1980年代を増産による価格低迷期、1990年代を需給調整期に大きく分けることができる<sup>2</sup>。その中で国際市場における主要穀物の高騰はこれまでもたびたび起きている（図1）。



(出所) 農林水産省「世界の穀物需給及び価格の推移」([http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j\\_zyukyu\\_kakaku/](http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_zyukyu_kakaku/))。

(注) ダイズ、コムギ、トウモロコシはシカゴ商品取引所の第1金曜日の期近価格、

コメはタイ国家貿易取引委員会うち精米100%2等の第1水曜日のFOB価格。

<sup>2</sup> この区分については、飼料輸出入協議会[2009: 256]、茅野[2004: 52-91]、Dimitri, Effland and Conklin [2005]を参考にした。

1973年には異常気象による不作で米国がダイズ輸出を禁止した。これをきっかけにダイズだけでなく主要穀物すべての価格が急騰した。さらに1980年には、ソ連のアフガニスタン侵攻に報復するために米国が対ソ連穀物輸出を禁止したために、ソ連が他から穀物を調達したことで価格が上昇した。このような米国による輸出制限をうけて、欧州は自給を、南米など南半球諸国は輸出拡大を目指して、生産を奨励した。その結果1980年頃までに世界全体の穀物供給が拡大し、穀物価格は低迷期に入った。1980年代、米国は積み上がった政府在庫を処分するために、自給を達成して輸出に転じた欧州共同体と補助金付きコムギの輸出競争を始めた。このような状況に対処するために1986年に始まったガット・ウルグアイラウンドでは、農業保護の撤廃と農産物貿易の自由化が議題となった。1990年代に入ると、欧州連合は共通農業政策（CAP）の改革により過剰生産の抑制を図り、コムギの輸出が減少した。一方米国も1996年農業法で生産調整を市場に任せる改革を実施したが、1990年代半ばの価格高騰が生産意欲を刺激して生産が増加する一方、アジア通貨危機による需要の縮小で国際価格は再び下落した。そのため、米国の2002年農業法で再び農業保護路線に回帰している（大江[2007: 58]）。

## 2.2. 価格高騰の要因

2000年代に入っても低迷していた穀物価格は2006年後半に上昇を始めた。2007年に入って急騰し、2008年の2月から7月にかけて史上最高の水準に達した。2000年代前半にトンあたり200ドル前後だったコメは1,038ドル、200ドルを切っていたダイズは609ドル、100ドルを下回っていたコムギ、トウモロコシはそれぞれ470ドル、297ドルと、3~5倍に達した。先行研究はこのような穀物価格の高騰について様々な要因を挙げている。それらを整理すると、今回の高騰が供給の減少ではなくて需要の拡大によって引き起こされた点については一致しているものの、在庫率の低下や投機資金の流入などについては、さまざまな議論がある。以下にそれぞれについて検討する。

これまでの価格高騰は主に干ばつなど天候不順による不作が主な要因<sup>3</sup>であったのに対して、今回は需要の拡大が主な要因である。確かに2006年には豪州で大干ばつ、2007年には欧州で天候不順があったものの、2008年の世界全体の生産量をみると5%弱減少したダイズ以外はいずれの主要穀物も増加している。

それに対して需要面では、米国におけるバイオ燃料原料と新興国における飼料原料としての需要拡大が指摘されている。

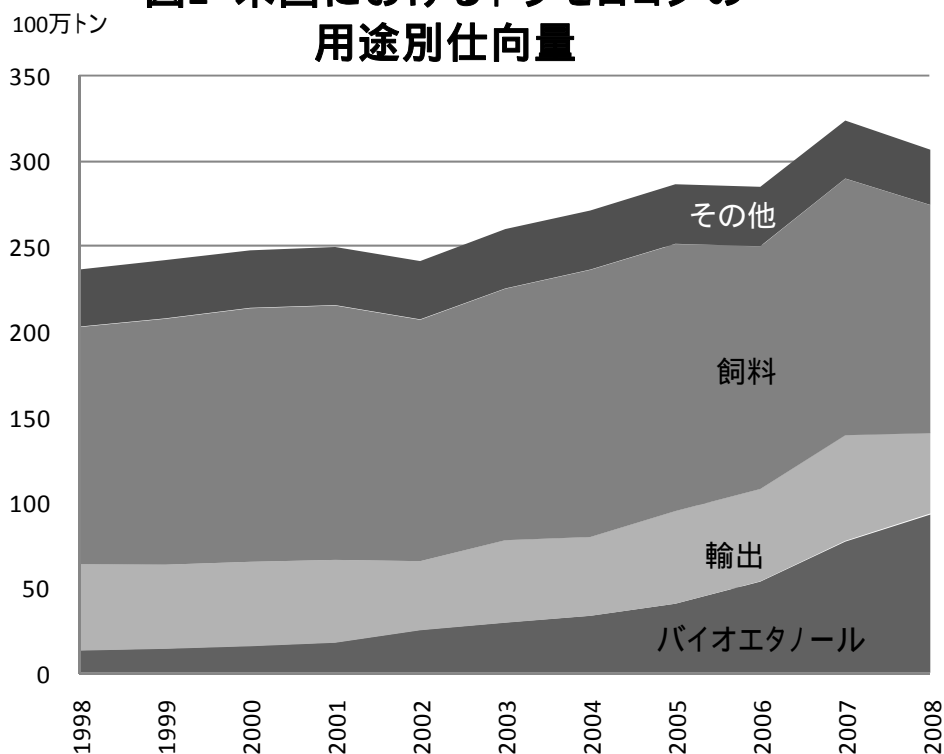
まず米国のバイオ燃料についてみると、このほとんどがバイオエタノールである。原料

<sup>3</sup> 農林水産省食料供給インフォメーションの「世界の農産物の価格動向」（[http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j\\_zyukyu\\_kakaku/pdf/kakaku.pdf](http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_zyukyu_kakaku/pdf/kakaku.pdf)）は、主要農産物の国際価格が変動した要因となり得る生産動向などについてまとめている。

として用いられるトウモロコシは 2000 年以降増加しており、その量は 2000 年の 1,600 万トン弱から 2008 年には 9,300 万トンに達し、わずか 8 年で 6 倍近くに増えた（図 2）。同時にトウモロコシの利用量全体に占める割合も増加し、2000 年の 6.4% から 2008 年には 30.5% に達している。これは飼料用の 43.6% に次ぐ割合で、輸出用の 2 倍を占める。特に 2007 年から 2008 年にかけてはトウモロコシ生産が減少したもののバイオエタノール需要が拡大したため、輸出量が 24% も減少、急激な価格上昇の一因となった。

トウモロコシ需要拡大のもう一つの要因である新興国における飼料需要については、中長期的には価格上昇の要因として認識されているものの、2008 年の価格高騰の直接の要因とはみられていない。国際食糧農業機関（FAO）は新興国として中国とインドを取り上げてその需要を分析している。それによると、両国における穀物利用の増加のペースはその他の国々と比べるとゆっくりで、かつ両国による穀物輸入は徐々に減少しており、今回の価格高騰の原因ではないと結論づけている（FAO [2009: 19]）。

**図2 米国におけるトウモロコシの用途別仕向量**



（出所）USDA Feed Grain Database。

その他に今回の食料危機の際に要因として挙げられたのが在庫率の低下である。FAO は世界における全穀物の安全在庫水準の下限を 17~18% と定めているが、農林水産省は 2007/2008 年の在庫が 17.3% にまで低下したためことが食料危機につながったとしている（農林水産省食料需給インフォメーション）。しかし FAO のワーキングペーパーは、この在庫率の低下には中国における在庫の減少が大きく影響しており、その分を除くと在庫率

は減少していないと指摘している（Dawe [2009]）。また、FAOの安全在庫水準が設定された1974年と現在とでは物流や情報通信の環境が大きく変わっていることなどから、その水準自体も疑問視されている（農林中金総合研究所編[2009: 218]）。

投機資金の流入についてみると、2005年と比較して2008年には明らかに主要穀物の先物市場における投資家（non-commercial traders）の参加が拡大している。FAOは投機資金の流入拡大により、高い水準の価格が続いたことと、価格の変動が大きくなったことは確かだとしている。しかし、投機資金の拡大が価格高騰を生み出したのか、それとも高騰のために投機が拡大したのかについては、因果関係がはっきりしていないと分析している（FAO [2009: 21-22]）。

このほかにも価格高騰の要因として原油の高騰による生産・輸送コストの上昇や、ドルの減価などが指摘されており、FAOは原因を1つに特定することはできないと結論づけている（FAO [2009: 22]）。

### 3. トウモロコシの需給構造

このように先行研究は、2008年に穀物価格が高騰した最も重要な要因としてバイオ燃料需要の増大を挙げている。そしてその原料のほとんどがトウモロコシである。トウモロコシは他の主要穀物と比べて、供給面では単位面積あたり収量（単収）の増加のペースが速く、輸出における米国の占める割合が大きい。需要面では幅広い用途を持ち、食料、飼料、バイオ燃料のほか、食品や紙製品の原料にもなる。そこで主要穀物の中でもトウモロコシに焦点を絞り、生産の拡大、貿易構造、用途の拡大について概観する。

#### 3.1. 生産の拡大

2008/2009年における世界全体の主要穀物の需給量と上位五カ国の占める割合を表1に示した。主要生産・輸出国の地理的分布で見ると、コメがアジア中心、コムギが世界に分散しているのに対して、トウモロコシは米国の他、ブラジル、メキシコ、アルゼンチンが主要な生産、消費国となっており、原産地である米州大陸が中心の作物といえる。ダイズもトウモロコシと同様、米州諸国の生産・輸出量が多い。

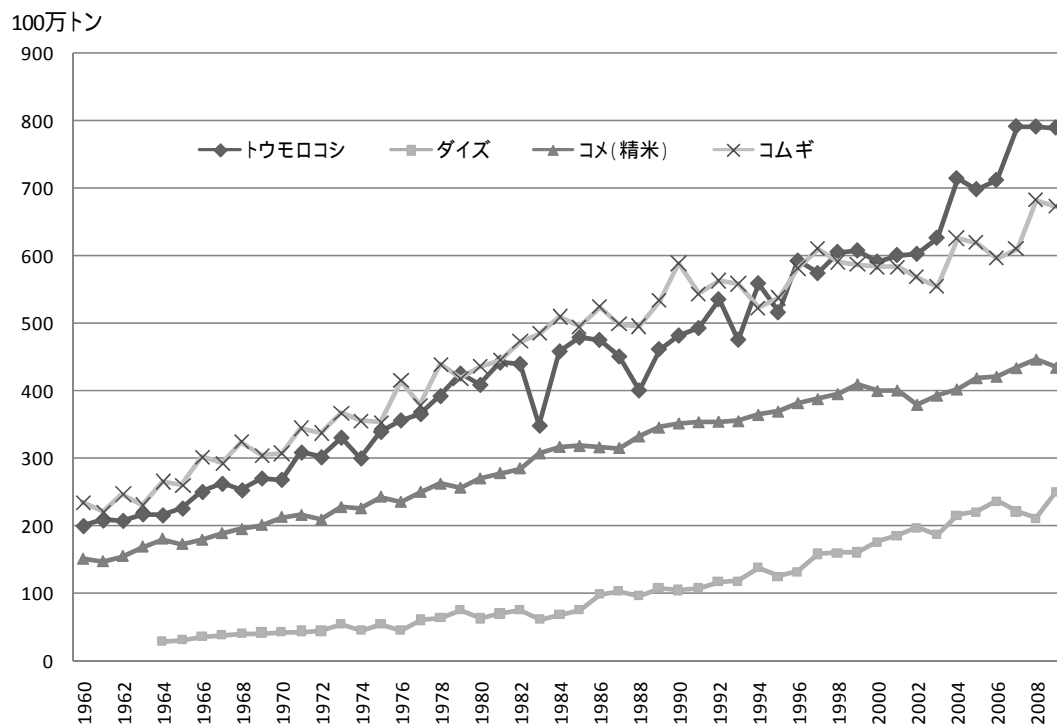
表1 主要穀物の世界の需給量と上位五カ国の割合(2008/09年、1,000トン)

	トウモロコシ		コムギ		コメ		ダイズ	
	世界合計	791,617	世界合計	682,682	世界合計	446,566	世界合計	210,863
生産	米国	38.8%	EU	22.1%	中国	30.1%	米国	38.3%
	中国	21.0%	中国	16.5%	インド	22.2%	ブラジル	27.0%
	EU	7.9%	インド	11.5%	インドネシア	8.6%	アルゼンチン	15.2%
	ブラジル	6.4%	米国	10.0%	バングラデシュ	6.9%	中国	7.4%
	メキシコ	3.1%	ロシア	9.3%	ベトナム	5.5%	インド	4.3%
	世界合計	82,002	世界合計	142,893	世界合計	28,415	世界合計	76,733
輸出	米国	57.5%	米国	19.3%	タイ	30.2%	米国	45.5%
	アルゼンチン	10.4%	EU	17.7%	ベトナム	20.9%	ブラジル	39.1%
	ブラジル	8.5%	カナダ	13.2%	パキスタン	10.6%	アルゼンチン	7.3%
	ウクライナ	6.7%	ロシア	12.9%	米国	10.5%	パラグアイ	3.1%
	南アフリカ	3.0%	オーストラリア	10.3%	インド	7.0%	カナダ	2.6%
	世界合計	81,143	世界合計	136,359	世界合計	27,019	世界合計	76,468
輸入	日本	20.4%	エジプト	7.3%	フィリピン	9.6%	中国	53.7%
	メキシコ	9.6%	EU	5.7%	イラン	6.3%	EU	17.4%
	韓国	8.9%	イラン	4.9%	ナイジェリア	6.3%	日本	4.4%
	エジプト	6.2%	アルジェリア	4.7%	サウジアラビア	5.0%	メキシコ	4.4%
	台湾	5.6%	ブラジル	4.4%	EU	4.9%	台湾	2.8%
	世界合計	774,393	世界合計	633,273	世界合計	433,250	世界合計	220,671
国内消費	米国	33.5%	EU	20.1%	中国	29.8%	中国	23.3%
	中国	19.6%	中国	16.2%	インド	21.5%	米国	21.8%
	EU	8.0%	インド	11.2%	インドネシア	8.6%	ブラジル	15.5%
	ブラジル	5.7%	ロシア	6.1%	バングラデシュ	7.2%	アルゼンチン	15.1%
	メキシコ	4.2%	米国	5.4%	ベトナム	4.4%	EU	6.4%

(出所) USDA PSD Online。

(注) EUはEU27カ国、域内貿易を含まず。輸出入は関連製品(油、粕)を含まない。

図3 世界全体の主要穀物の生産量

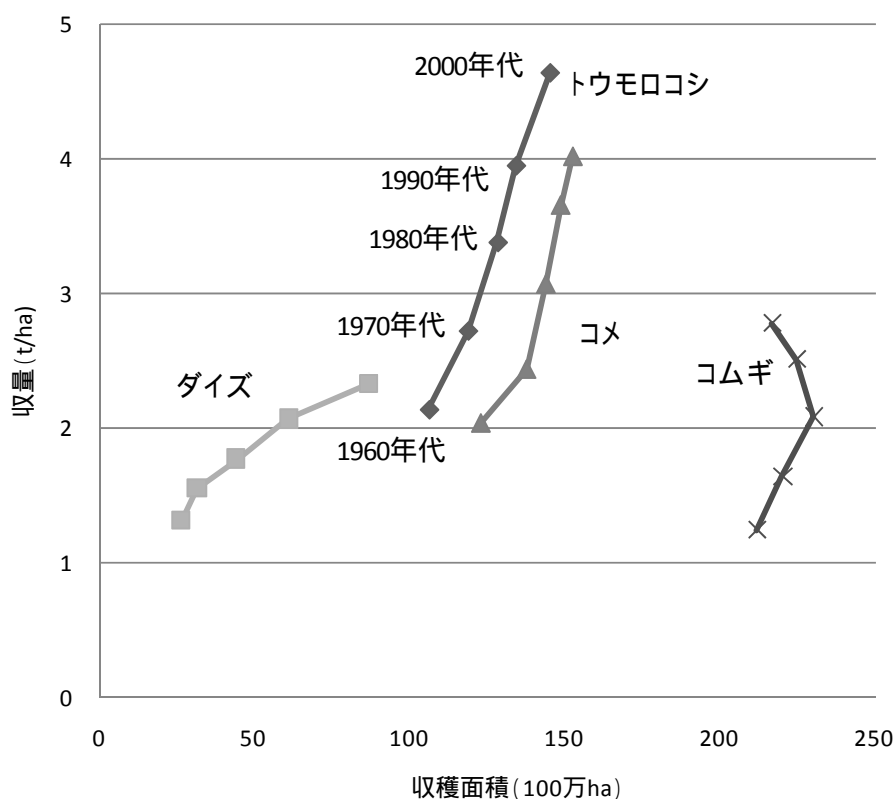


(出所) USDA PSD Online。

生産量ではトウモロコシの7億9200万トンが最も多い。図3でその生産量の推移をみると、最近までトウモロコシの生産量はコムギを下回っていた。しかし、1990年代後半に追いつき、2000年代に入って追い抜いて大きく増加した。

生産増加の要因を収穫面積と単収に分け、1960年代から各年代にわたる変化をみたものが図4である。トウモロコシ、コメ、コムギについては単収の上昇が生産増加に大きく寄与していることがわかるが、中でも1990年代から2000年代のトウモロコシの単収向上は顕著である。

**図4 主要穀類の生産拡大**  
(全世界、1960年代～2000年代)



(出所) USDA PSD Onlineのデータより作成。  
(注) 単収と収穫面積はそれぞれの年代の平均値。

トウモロコシの単収向上がこのように続いたのには、ハイブリッド種子<sup>4</sup>や遺伝子組み換え(GM)種子とそれに関連する技術の開発、普及の影響が大きい。品種改良により作られた近代品種による単収の向上については、1940年代から1960年代にかけてのコメやコムギによる「緑の革命」がよく知られている。自殖性を持つコメやコムギの場合、生産者が自家採種しても近代品種の優れた形質は失われない。そのため、公的機関などで開発された近代品種の種を一度入手すれば生産者は自家採種を続けることで高い水準の単収を維持

<sup>4</sup> トウモロコシの種類その他、品種改良や遺伝子組み換え種子などに関する用語(影付きの言葉)については、章末のボックスにまとめて解説した。



できる。この結果、生産者の間で優れた近代品種の種子が幅広く普及し、「緑の革命」へとつながった (Morris [1998: 4-5])。

トウモロコシの近代品種はハイブリッド種子である。他殖性により生産者が自家採種した種を用いて生産すると、もともとのハイブリッド種子に比べて収量などが低下する。高い水準の単収を維持するには、毎年新たにハイブリッド種子を購入しなければならない。このためトウモロコシのハイブリッド種子の普及には、公的機関などによる種子の開発だけでなく、開発された種を安価に供給できる種苗産業の発達が必要になる。結果としてトウモロコシでは、コメやコムギのように優れた種子が広く普及せず、「緑の革命」につながらなかった (Morris [1998: 4-5])。

しかし 1990 年代までには、多くの途上国でもハイブリッド種子の普及が進んでいる。国際トウモロコシ・コムギ改良センター (CIMMYT) によれば、各国におけるトウモロコシの栽培面積全体に占めるハイブリッド種子の割合を 1992 年と 1999 年で比較すると、ブラジルでは 44% から 58% へ、インドでは 14% から 36% へ、タイでは 15% から 90% へと拡大している (Doswell, Paliwal and Cantrell [1996: 138]、Pingali ed.[2001:53])。さらに、以前からハイブリッド種子が広く普及した国々でも、それまでの複交雑または三系交雑のハイブリッド種子に代わり、より高い単収が期待できる単交雑のハイブリッド種子が普及したため、1990 年代にも単収が大きく増加した。

ハイブリッド種子の普及に続いて 2000 年代の単収増加を後押ししたのが、GM 種子とそれに関わる農薬と栽培管理技術の開発と普及である。GM トウモロコシの商業的生産は 1995 年に米国で承認された。米国における普及率(栽培面積全体に占める GM 種子の割合)は 2000 年の 25% から 2009 年の 85% へと、2000 年代に入って大きく拡大している (USDA, Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S.)。また米国だけでなく、アルゼンチン、ブラジル、カナダなどの米州諸国、南アフリカ、フィリピン、一部の欧州諸国へも広がっている。現在はダイズに次いで GM 種子が普及しており、2008 年の生産面積は世界で約 3,730 万ヘクタール、トウモロコシ生産面積全体の 24% にあたると推測されている (ISAAA Briefs 各年号)<sup>5</sup>。

GM トウモロコシには、主に害虫抵抗性と除草剤耐性のいずれか、または両方を備えた種類がある。これらは直接的に単収を向上する形質を利用するわけではないが、害虫や雑草による被害を減少することで単収を向上し、農薬の散布を減らすことで費用を節約できるとして普及が拡大した (Fernandez-Cornejo and Caswell [2006])。

このほか、土壌保全や生産費用の削減に効果があり米国や南米で取り入れられていた不耕起栽培を採用する場合、耐除草剤耐性のある遺伝子組み換え種とそれにあつた除草剤を組み合わせることでより効果的な除草が可能になった。

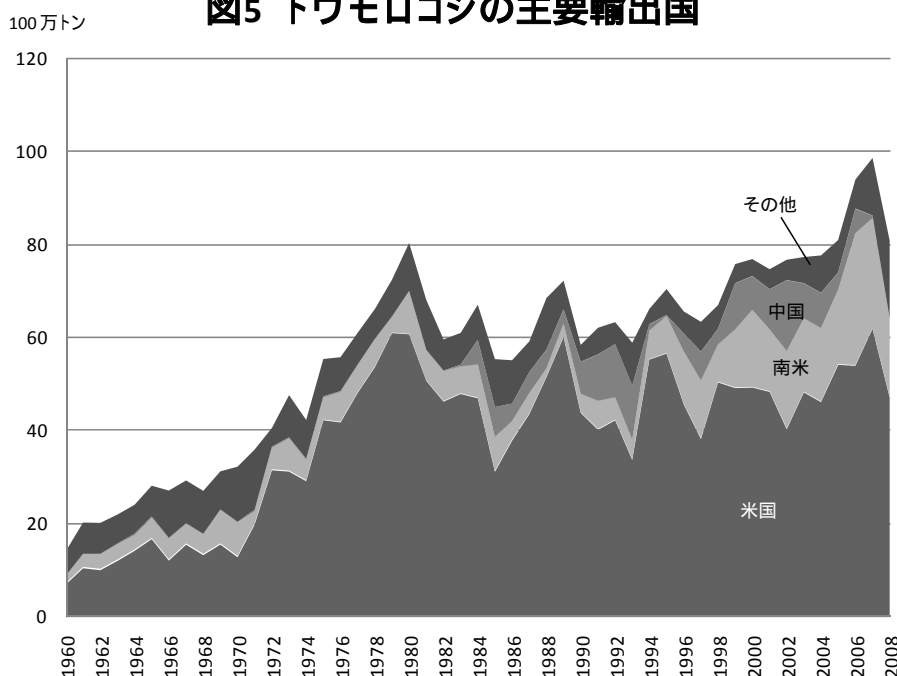
<sup>5</sup> 最も遺伝子組み換え種が普及しているダイズは約 6580 万ヘクタールで生産されており、生産面積全体の約 70% にあたる (ISAAA Briefs 39-2008)。

### 3.2. 貿易構造

2008/2009年の生産量に占める主要穀物の輸出量の割合（輸出比率）をみると、トウモロコシは約11%である。これはコメの7%よりは高いものの、ダイズの32%やコムギの19%と比べると低い。ダイズやコメの輸出比率は1990年代以降上昇しているのに対して、トウモロコシは1980年代以降減少傾向にある。

トウモロコシ貿易に関する特徴として、輸出が少数の国に集中していること、そして主要な輸入国に大きな変化があったことが挙げられる。図5で主要輸出国の輸出量を示したが、米国の占める割合が大きい。現在は全体の6割弱であるが、1970年代以降1990年代半ばまでは多くの年で8割を越えた。米国の他に輸出を増やしたのがアルゼンチン、ブラジル、中国である。アルゼンチンは以前より米国に次ぐトウモロコシの輸出国であったが、1990年代に輸出を増やした。ブラジルは1990年代までは国内需要を満たすために輸入に依存していたが、国内需要の伸びを上回るペースで生産が拡大し、2000年代に入って輸出を増やしている。一方、米国に次ぐ世界第2位の生産・消費国である中国は、1990年代には国内の余剰を処理するためにアルゼンチンを上回る規模で輸出を行ったが、2000年代に入って国内でトウモロコシを原料に用いた加工業が奨励されるなど需要が増え、急激に輸出を減らした。

図5 トウモロコシの主要輸出国

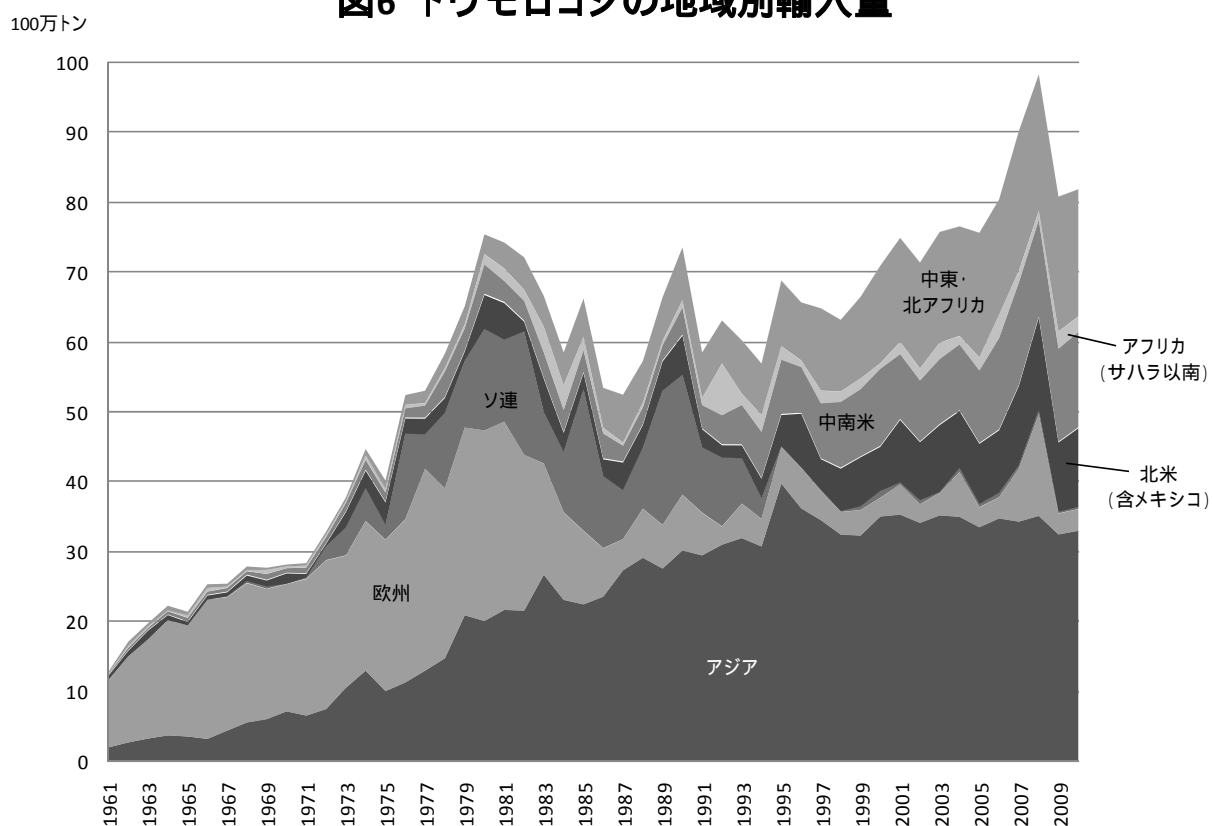


(出所) USDA PSD Online.

次に輸入については、1980年代から1990年代にかけて大きな変化があった（図6）。まず1980年代半ば以降に欧州の輸入が急速に減少した。欧州共同体では1960年代末から共

通農業政策によって穀物生産を奨励した結果、特にコムギの生産が増加し 1980 年代には輸出地域へと転換した。トウモロコシ輸入がこの時期に急激に減少したのは、それまで輸入トウモロコシに依存していた飼料原料を、域内で生産されるコムギなど他の穀物に振り替えたためと考えられる。続いて 1990 年代初めに旧ソ連諸国の輸入が急速に縮小した。これはソ連の崩壊による経済混乱で飼料用トウモロコシが輸入できなくなったためである。ただしウクライナやロシアなどでは、2000 年以降に生産と輸出が回復に向かっている。欧州や旧ソ連に代わって輸入を増やしているのが米州と中東・北アフリカの地域である。米州ではメキシコが米国から、南米諸国がブラジルやアルゼンチンから調達している。また中東・北アフリカでは、エジプトやイランが輸入を拡大している。

図6 トウモロコシの地域別輸入量



(出所) USDA PSD Online.

### 3.3. 用途の拡大

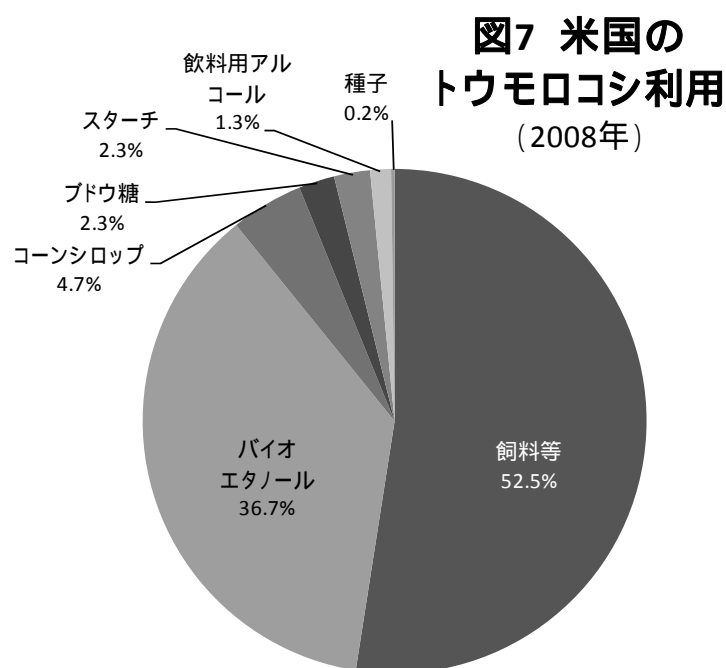
主に食用となるコメ、パンやパスタなどの食品原材料となるコムギ、油や粕になるダイズと比べて、トウモロコシの用途は幅広い。食用、飼料用、工業原料用、バイオ燃料など様々な用途がある<sup>6</sup>。米国農務省は国内消費の用途を大きく飼料等 (feed and residual) と

<sup>6</sup> トウモロコシの種類と用途については、章末のコラムを参照。

FSI ( food, seed and industrial、食品・種子・工業用 ) に分けており、世界全体で見ると約 7 割が飼料用等、残りが FSI になっている。ただしこの割合は国によって大きく異なり、トウモロコシを主食とするメキシコ、中米、アフリカ南東部では現在でも食用の割合が多い。

米国におけるトウモロコシの利用については FSI をさらに詳しく分けた数字が出ており、国内消費量全体に対する割合は図 7 のようになっている。この中で最も多いのが飼料用で全体の約半分を占める。次に最近急激に増加しているバイオエタノール向けである。

2000 年以降に米国でバイオエタノールの需要と生産が拡大したのは政策的な要因が大きい。米国では 1990 年の大気浄化法修正法により大気汚染の悪化を防ぐためにオクタン価向上剤を加えた改質ガソリンの利用が義務づけられ、ガソリンへの添加剤として MTBE<sup>7</sup> やバイオエタノールが使われてきた。しかし 1996 年に MTBE が地下水を汚染した事件をきっかけに 2000 年代前半までに米国各地でその使用が禁止されると、バイオエタノールが唯一の添加剤となりその需要が増加した。2005 年に成立したエネルギー政策法では自動車用燃料の約 4% を再生可能燃料とすることを義務づける再生可能燃料基準を設定し、バイオエタノールの増産を政策的に支持した。さらに 2007 年のエネルギー自給・安全保障法では、再生可能燃料基準を 2005 年の約 5 倍に引き上げたために、バイオエタノールの需要がさらに増加した (野口[2008: 211-224])。



(出所) USDA Feed Grain Database。  
(注) 国内消費にしめる割合。

このほか工業用原料としては、甘味料として清涼飲料水などに幅広く使われているコーンシロップ、紙製品の原料として用いられるスターチ、バーボンなど飲料用アルコールな

<sup>7</sup> MTBE (メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル) は天然ガスを原料とし、ガソリン添加剤としてバイオエタノールと競合していた。

どが挙げられる。そのほか、生分解性プラスチックが既に実用化されているほか、遺伝子組み換え技術による薬品製造についても研究が進んでいる（戸澤[2005: 342-353]）。これらの需要は飼料用やバイオエタノール用と比べると少ないが、その量は増加している。

## 4. おわりに

2008年の食料危機については、主に国際市場における穀物価格の動向分析を主眼にした研究がいくつか発表されている。これらによれば、2008年の価格高騰は様々な要因が重なり合って発生したが、中でもバイオ燃料の原料としての需要拡大が重要である。しかしこれらの先行研究は、国ごとの需給構造の特徴や穀物ごとの特質の違いにはそれほど注意を払っておらず、また、主に需要面の分析にどどまっている。

そこで主要穀物の中で生産量が最も多く用途が広がりつつあるトウモロコシを取り上げ、需給構造を概観した。トウモロコシは他の穀物に比べて最近の単収向上が著しく、それが2000年以降の生産拡大につながっている。生産・輸出においては米国が重要な位置を占めているものの、1990年代以降は中国、アルゼンチン、ブラジルといった国による供給も増えている。輸入についてはアジアが最も大きな割合を占めているが、それとともに重要な輸入国・地域であった欧州や旧ソ連は1990年代になって輸入を急激に減らした。代わりにメキシコや輸出国以外の中南米、中東・北アフリカ諸国の輸入が増えている。用途の拡大では、米国のエネルギー政策の影響でバイオエタノール原料としての需要が拡大したことが重要である。これにより米国における生産量は増加しているものの、輸出に向けられる割合は減少している。

今後はこれらの情報を前提として、需要構造の特徴とその変化や、それに対して供給体制がどう対応しているかについて、各国の実態を分析していく。

## 参考文献

### 日本語

- 江藤隆司[2002] 『“ トウモロコシ ” から読む世界経済』 光文社。
- 榎本裕洋・安部直樹著、柴田明夫監修[2008] 『絵でみる食糧ビジネスの仕組み』 日本能率協会マネジメントセンター。
- 大江徹男[2007] 「WTO 体制下におけるアメリカ農政と農業」 中野一新・岡田知弘編 『グローバル化と世界の農業』 大月書店。
- 川島博之[2009] 『食料危機をあおってはいけない』 文藝春秋。
- 穀物輸出入協議会[2009] 『飼料原料ガイドブック - 主原料編 2009』 穀物輸出入協議会。
- 坂内久・大江徹男編[2008] 『燃料か食料か - バイオエタノールの真実』 日本経済評論社。
- 茅野信行[2004] 『アメリカの穀物輸出と穀物メジャーの発展』 中央大学出版部。
- 戸澤英男[2005] 『トウモロコシ - 歴史・文化、特性・栽培、加工・利用 - 』 農山漁村文化協会。
- 農林中金総合研究所編著[2009] 『変貌する世界の穀物市場』 家の光協会。
- 野口義直[2008] 「アメリカの環境政策とバイオ燃料 - 産業間の対立と協調 - 」 坂内久・大江徹男編 『燃料か食料か - バイオエタノールの真実』 日本経済評論社。

### 英語

- Dawe, David [2009] “The Unimportance of “Low” World Grain Stocks for Recent World Price Increases,” *FAO ESA Working Paper* No. 09-01, February 2009.
- Dimitri, Carolyn, Anne Effland and Neilson Conklin [2005] *The 20th Century Transformation of US Agriculture and Farm Policy*, USDA (<http://www.ers.usda.gov/Publications/EIB3/>).
- Doswell, Christopher R., R.L. Paliwal and Ronald P. Cantrell [1996] *Maize in the Third World*, Boulder, Colorado: WestviewPress.
- FAO [2008] *The State of Food Insecurity in the World 2008: High Food Prices and Food Security – Threats and Opportunities*, Rome: FAO.
- FAO [2009] *The State of Agricultural Commodity Markets: High Food Prices and the Food Crisis – Experience and Lessons Learned*, Rome: FAO.
- Fernandez, Jorge and Margriet Caswell [2006] “The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States,” *Economic Information Bulletin* No. 11, Economic Research Service, United States Department of Agriculture.
- Morris, L. Michael [1998] “Maize in the Developing World: Wanting for a Green Revolution,” in M. Morris ed. *Maize Seed Industries in Developing Countries*, London: Lynne Rienner Publishers.

Pingali, P. L. ed [2001] CIMMYT 1999-2000 *World Maize Facts and Trends. Meeting World Maize Needs: Technological Opportunities and Priorities for the Public Sector*, Mexico, D.F.: CIMMYT.

#### ホームページ

農林水産省食料需給インフォメーション ( <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/index.html> )

ISAAA ( International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications ) ISAAA Briefs  
(<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/>).

USDA (United States Department of Agriculture), Adoption of Genetically Engineered Crops in  
the U.S. (<http://www.ers.usda.gov/data/biotechcrops/>).

USDA Feed Grain Database, <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>.

USDA PSD (Production, Supply and Distribution) Online Database, <http://www.fas.usda.gov/psdonline/>).

## ボックス トウモロコシの種類と品種改良に関する擁護<sup>8</sup>

### < トウモロコシの種類 >

トウモロコシ（英語では corn または maize）には主に以下の種類がある。

**デント種**（馬歯種） 粒の頂部がくぼんだもの。米国のコーンベルトはほとんどこの種類で、世界で最も生産量が多い。主に飼料、バイオ燃料原料、食品原料（コーンスターチ、コーンシロップ）として用いられる。

**フリント種**（硬粒種） 粒の頂部が丸い。世界の在来種に多い。もともと食用であるが、飼料や食品原料としても利用される。デント種と掛け合わせて品種改良が行われている。

**スイート種**（甘味種） スイートコーンとして生食や加工用（缶詰など）に用いられる。

**ポップ種**（爆裂種） ポップコーンの原料。ライス型とパール型がある。

**フラワー種**（軟粒種） フリント種と同様に丸みがある。中南米で食用に用いられる。

このほかトウモロコシの色には、主に黄色と白がある。これは遺伝子の違いによるもので、掛け合わせると優勢の黄色が強くなる。中南米やアフリカ南東部で食用として用いられるのは主に白色である。

### < 品種改良に関する用語 >

**ハイブリッド種子** 雑種強勢（子の世代で親よりも優れた形質が現れること）を利用して優れた形質を引き出した種。一般には最も優れた形質が現れる一代雑種（F1）を指すが、途上国では F1 から自家採種した場合でもハイブリッド種子と呼ぶことがある。

**遺伝子組み換え種子** 遺伝子組み換え技術を用いて品種改良した種子。トウモロコシでは害虫抵抗性や除草剤耐性を持つ品種が実用化されており、ハイブリッド品種にこれらの形質を加えた種子が販売されている。

**自殖性** 雄しべの花粉が同じ個体の雌しべについて受粉して生殖する性質。自家受粉。親の性質をよく受け継ぐ。

**他殖性** 雄しべの花粉が別の個体の雌しべについて受粉して生殖する性質。他家受粉。トウモロコシの場合、1本の雌穂の90%は他の個体からの花粉で受精する。そのため、遺伝的に雑ぱくで常に変化しやすい性質を持つ一方、常に多様性が保たれ、作物全体として幅広い適用性を持つ（戸澤[2005: 131]）。

**単交雑、複交雑、三系交雑** 自家受粉を繰り返して作り上げた自殖系統（純系）同士を掛け合わせてできるのが単交雑品種。単交雑品種同士を掛け合わせてできるのが複交雑品

<sup>8</sup> 戸澤[2005]や畜産草地研究所佐藤尚氏からのヒアリング（2009年11月26日）などを参考にした。



種。自殖系統と単交雑品種を掛け合わせてできるのが三系交雑品種。自殖系統は収量が低い  
ため、単交雑品種の種を作るコストが高くなる。複交雑品種と三系交雑品種は単交雑品  
種ほど優れた形質を示さないが、種を作るコストが低いことから、現在でも多くの途上国  
で利用されている。例えば A、B、C、D の純系があるとすると、A と B を掛け合わせた  $A \times B$  や C と D を掛け合わせた  $C \times D$  が単交雑品種、 $(A \times B) \times (C \times D)$  が複交雑品種、 $(A \times B) \times C$  が三系交雑品種となる。

**害虫抵抗性** 特定の種類の害虫に対する抵抗性。トウモロコシでは、代表的な害虫である  
アワノメイガに抵抗性を持つ Bt 毒素を導入した Bt コーンが普及している。

**除草剤耐性** すべての作物や雑草を枯らす非選択性除草剤に対する耐性。除草剤グリフォ  
サート（商品名ラウンドアップなど）に耐性を持つラウンドアップ・レディ・トウモロコ  
シ（RoundupReady Corn）などがある。害虫抵抗性と合わせて両方の形質を備える種子も  
普及し始めている。

**不耕起栽培** 残年度に収穫した畑を耕さないまま播種し、中耕による除草をせずに栽培す  
る方法。土壌浸食を防ぐ栽培方法として米国などで導入されている。非 GM 種子で栽培す  
る場合、トウモロコシには影響はないが特定の雑草に効果がある選択的除草剤を複数組み  
合わせて除草する必要がある。除草剤耐性を持つ GM 種子を用いれば、グリフォサートな  
どの非選択性除草剤を 1 種類用いれば効果的に除草できる。

