

変容する途上国のトウモロコシ需給

序 章

食料危機と途上国のトウモロコシ

清水 達也

はじめに

2008年の食料危機をきっかけとして、穀物に対する私たちの見方は大きく変わった。1980年代以降、ほとんどの期間において国際価格が低水準で推移していた穀物は、常に大量に安く供給される食料というイメージがあった。しかし2000年代半ばから価格が上がりはじめ、わずか数年の間に2倍、3倍へと上昇し、2008年の前半には史上最高値を更新した。主要輸出国が輸出規制を行ったことも手伝い、世界各地では穀物を巡るパニックや暴動が発生した。安い食料というイメージが吹き飛んだのである。

2008年秋の世界金融危機の影響で一時的に価格が下落したものの、2010年6月のロシアによる小麦輸出の禁止をきっかけに再び上昇した。その後もオーストラリアの洪水など供給不安に結びつく出来事が相次いで発生したことで、穀物価格は2000年代前半を大きく上回る水準で推移している。安い穀物は確実に過去のものとなりつつある。

食料危機をもたらした価格高騰の要因については、食料問題を専門とする国際機関の専門家や経済学者らが数多くの分析を行い、その結果が公表されている。その多くは、国連食糧農業機関（Food and Agriculture Organization: FAO）やアメリカ農務省（United States Department of Agriculture: USDA）の需給データと国際市場における価格動向のデータを利用して、国際市場とのつ

ながりや国単位の需給を分析している。たとえばFAOの研究は、今回の高騰を引き起こしたと考えられる要因をひとつずつ検証したうえで、高騰による貧困層への影響を検討している（FAO [2009]）。また、農産物とエネルギーがリンクしたことで、農産物問題が過剰から不足へとパラダイムシフトしたと論じる研究もある（農林中金総合研究所編 [2009]）。ただしこれらの研究は世界全体や主要穀物全体を対象としているため、個別の国や作物の需給構造の変化やその要因については、アメリカなど一部の主要国を除くとよくわかっていない。

そこで本書では、主要穀物のひとつであるトウモロコシを取り上げ、その需給において重要と思われるいくつかの国を取り上げて、それぞれの国における需給構造の変化とその要因について分析を行った。この作業を行うことで、世界全体や穀物全体を対象とした分析ではみえなかった点があきらかになると考えたからである。

トウモロコシを取り上げたのは、供給が拡大していると同時に、食料や飼料用のほか、加工食品、工業製品、バイオ燃料などの原料として需要が広がっており、需給構造に変化がみられるからである。分析対象国として、まず世界最大の生産・輸出国であるアメリカを取り上げた。アメリカは世界における生産の約4割、輸出の約6割弱を占めており、アメリカの動向は世界のトウモロコシ需給を考える上での前提となる。分析対象とした途上国は、アメリカにつぐ輸出国のアルゼンチンとブラジル、アメリカについて消費量が多い中国、かつてのトウモロコシ輸出国から鶏肉輸出国に転じたタイ、おもにトウモロコシを主食として消費するメキシコと東南部アフリカのマラウイである。

日本は世界最大のトウモロコシ輸入国であり、飼料や加工に用いられるトウモロコシの国内供給のほぼ全量を輸入に依存している。そのため、日本の食料供給を考えるにあたっては、本書で取り上げる国々におけるトウモロコシ需給を理解することが欠かせない。

以下の第1節では穀物価格高騰の要因を分析する先行研究を概観しながら、

食料危機のなかでトウモロコシが重要な役割を果たしていることを確認する。そして第2節においてはトウモロコシの需給における特徴について整理する。第3節で本書の問題意識と分析課題を提示した後、第4節では各章の内容を紹介して本書の発見を提示する。

なお本書では、穀物を含む食べ物一般を指す用語として「食料」を用いるが、主食となる穀物に絞る場合には、説明をしたうえで「食糧」を用いている。トウモロコシを指す英語としてはメイズ (maize) またはコーン (corn) があるが、本書ではおもにメイズを用いている。また、「アメリカ合衆国」は「アメリカ」と表記するが、2、3、6章では中南米地域を対象とした論文の表記方法に従い「米国」を用いている。そのほか、トウモロコシの生産や物流に関わる専門用語には「用語解説」と付し、本書冒頭の「トウモロコシの生産や物流に関する用語解説」において簡潔に説明した。

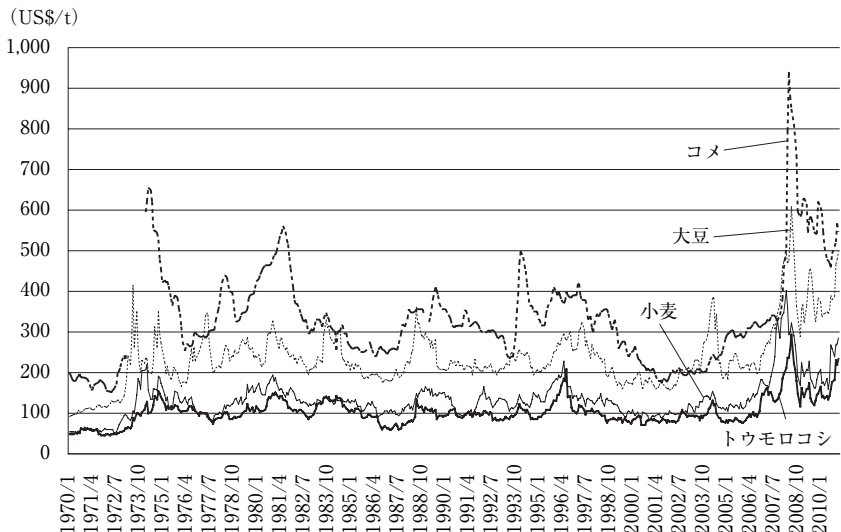
第1節 食料危機とトウモロコシ

国際市場における主要穀物⁽¹⁾の価格は、1990年代の終わりから2000年代の前半にかけて、それまでの30年間で最も低い水準で推移していた。この間の消費者物価の上昇を考えると、穀物価格は実質的には低下していたといえる。それが2000年代半ばになって、すべての主要穀物においてわずか数年の間に2～3倍に高騰したのである(図1)。

これに対して一部の生産国は、国内供給を確保し、国際価格の高騰が国内市場に波及しないように穀物輸出を規制した。一方、いくつかの食料輸入国では供給不安の懸念が高まり、ハイチ、バングラデシュ、フィリピン、エジプトでは食料を巡る暴動や大規模な抗議活動が発生した。

その後、2008年9月の世界金融危機の影響などで穀物価格は下落したものの、2000年代前半と比べると高い水準にとどまっている。FAOが1990年から穀物のほかに食肉、砂糖、乳製品、油糧種子の国際価格から算出している

図1 主要穀物の国際価格



(出所) 農林水産省ホームページ「穀物等の国際価格の動向」(http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_zyukyu_kakaku/index.html)。

(注) 小麦, トウモロコシ, 大豆はシカゴ証券取引所の各月第1金曜日の期近価格。コメはタイ国家貿易取引委員会のうち精米100% 2等の各月第1水曜日のFOB価格。

食料価格指数も2011年2月に最高値を記録した。このほか、湾岸諸国をはじめとする豊かな国々がアフリカやアジアの途上国で農地を確保して自国向けの食料を生産する土地争奪⁽²⁾が広がったほか、北アフリカ諸国では食料価格高騰に対する不満が政権を揺るがす事態に至るなど、現在でも食料供給に対する強い懸念が存在している。

なぜ穀物価格がこれほどまで高騰したのだろうか。天候不順による不作など、一時的な供給減少によるものなのか、それとも中長期的に需給を逼迫させるような構造的な変化が起こっているのだろうか。これを理解するための鍵を握る穀物がトウモロコシである。ここでは食料危機に関する先行研究を概観することで、穀物需給の構造変化を分析する際にトウモロコシに着目することが重要であることを確認する。

2008年の穀物価格高騰についてはさまざまな要因が指摘されている。供給側では旱魃などによる生産の減少、在庫水準の低下、石油価格の上昇、需要側ではバイオ燃料原料としての穀物需要の増加、新興国における肉食増加による飼料穀物消費の増加、その他ではアメリカ・ドルの減価、輸出規制などの貿易政策、穀物市場に流入する投機資金の増大などである。国際食料政策研究所（International Food Policy Research Institute: IFPRI）はこれら一般に指摘されている要因のうち、2008年に穀物価格がこれまでの変動を上回る水準に高騰した直接の原因を分析した。その結果、石油価格の上昇、バイオ燃料原料としての穀物需要の増加、アメリカ・ドルの減価、そして輸出国による輸出規制と輸入国によるパニック買いが高騰を招いたと結論づけている。その他については、少なくとも2008年の突然の高騰の要因ではないとしている。投機資金については、資金流入が高騰や変動の拡大を引き起こしたという因果関係は確認することができなかった。また、中国やインドの穀物消費はゆっくりとしたペースで増えており、それが今回の高騰の要因ではない。ただし、メキシコや中東・北アフリカなどの途上国による輸入増加は価格上昇に影響している（Headey and Fan [2010: xiii-xv, 14-15]³⁾。

穀物価格高騰を引き起こしたこれらの要因のうち、ドルの減価や輸出規制はいずれの穀物にもあてはまるが、石油価格の上昇とバイオ燃料の生産拡大はとくにトウモロコシの需給と強い関係がある。そして飼料穀物の需要拡大も中長期的には主原料であるトウモロコシの需給を大きく左右する。

現代の農業生産は投入財として石油に依存する部分が多い。収量を向上するために必要な化学肥料のほか、農業機械の利用や収穫物の輸送にも多くの石油が使われている。石油価格の上昇は生産コストの上昇を通じて穀物価格を押し上げるだけでなく、代替燃料となるバイオ燃料の需要増加を促す。

バイオ燃料については、アメリカにおいて大気汚染の防止を目的として1990年代にバイオエタノールの利用が増加しはじめた。その後、アメリカ政府は一部を輸入している石油に依存するエネルギーの安全保障を高めるために2005年にエネルギー政策法を制定し、一定量のバイオ燃料の利用を義務づ

けた。その結果、バイオエタノールの原料として用いられるトウモロコシの量が2000年の1600万トンから2009年には1億900万トンへと増加した（USDA Feed Grain Database）⁽⁴⁾。

飼料穀物はとくに新興国において需要増加が見込まれている。これらの国々において所得が増加すると食生活における消費パターンが変化する。穀物の食用としての消費が減り、代わりに肉や乳製品など畜産物の消費が増える。畜産物の生産には穀物を主原料とする飼料が用いられ、1キログラムの肉を生産するのに鶏肉なら約2～4キログラム、豚肉なら約4～7キログラム、牛肉なら8～11キログラムの飼料が必要となる⁽⁵⁾。そして飼料の主原料がトウモロコシである。デンプン質の豊富なトウモロコシはエネルギー源として重量比で配合飼料の約半分を占める。つまり畜産物の消費量が増えれば、トウモロコシの消費量がその何倍も増えることになる。

以上でみたように、穀物価格高騰の要因のなかでも、トウモロコシの需要構造の変化が価格に大きな影響を与えていることがわかる。

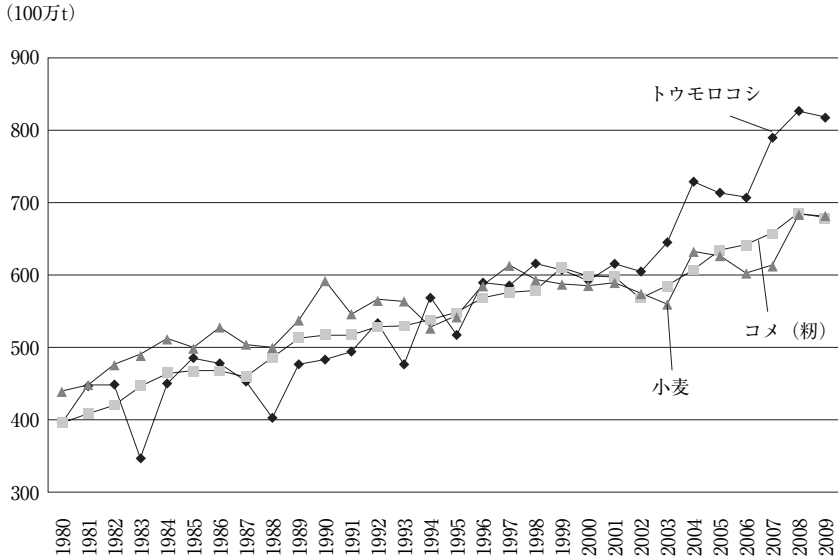
第2節 トウモロコシ需給の特徴

トウモロコシ、小麦、コメは三大穀物といわれるが、生産量の増加傾向、貿易構造、用途には大きな違いがみられる。これらを理解することで、トウモロコシ需給の分析において必要な視点が把握できる。そこで他の穀物と比較しながら、まず生産拡大の特徴を説明した後、貿易構造の変化や需要の多様化について確認する。

1. 技術革新による生産拡大

三大穀物の生産量を比べると、最近になってトウモロコシの生産が大きく拡大していることがわかる（図2）。1990年代前半までのほとんどの期間に

図2 主要穀物の生産量

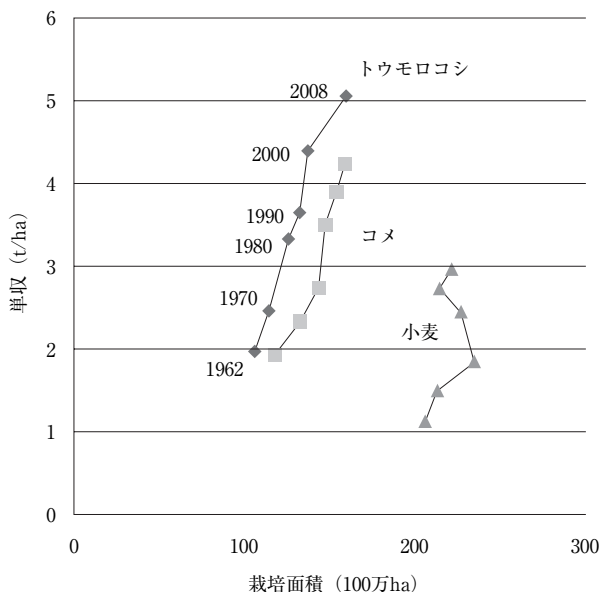


において生産量は小麦、コメ、トウモロコシの順であった。しかし1990年代後半に三大穀物の生産量が年間約6億トンで並んだ後、小麦とコメが比較的緩やかに増加したのに対してトウモロコシが際だった増加をみせた。

生産の増加は収穫面積の拡大と単位面積あたり収量（単収）の増加によってもたらされる。どちらの要因によるかをあきらかにするために、図3に三大穀物の収穫面積と単収を約10年ごとにプロットした。この図から、どの穀物でも生産の増加は主として単収の増加によることがわかる。そのなかでもトウモロコシの単収増加は顕著である。コメと小麦は1980年以降に単収の伸びが頭打ちになっているのに対して、トウモロコシは最近でも単収の伸びが続いている。

どうしてトウモロコシはこのように単収を継続して増加することができたのだろうか。その理由として挙げられるのが技術の革新と普及である。ここでは近代品種、他殖性、ハイブリッド種子、遺伝子組み換え（GM）種子〔用

図3 主要穀物の栽培面積と単収



(出所) FAOSTAT のデータより作成。

(注) 各年の前後2年を含む3年間の平均値。各データ系列は、単収の1番低い点が1962年、高い点が2008年の値を示す。その間の各点はトウモロコシと同じ年の値。

語解説]などのキーワードに触れながらトウモロコシの単収向上の特徴を説明する。

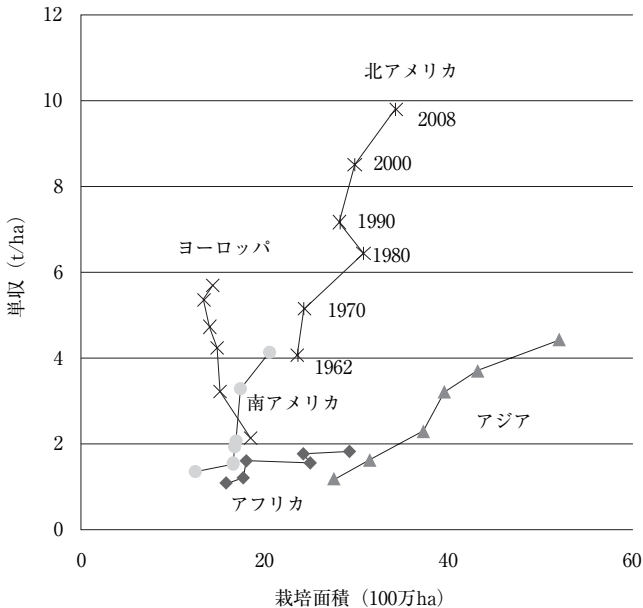
近代品種[用語解説]の開発など改良品種による単収の向上については、1940年代から1960年代にかけての「緑の革命」がよく知られている。国際トウモロコシ・小麦改良センター(Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo: CIMMYT)や国際稲研究所(International Rice Research Institute: IRRI)などの国際機関が中心となって小麦やコメの近代品種を開発し、各国の農業大学や農業試験場などの公的機関が種子を増やして生産者に配布し、各国の政府が灌漑施設の整備を進めた。生産者はこの種子とともに化学肥料などを導入し、単収の向上と栽培面積の拡大により生産が拡大した。メキシコ、イン

ド、パキスタンの小麦、フィリピンやインドネシアのコメの生産拡大が例として知られている。

トウモロコシでも単収は向上したが、小麦やコメとは大きく異なる点がある。それはおもに途上国ではなく先進国、とくに北アメリカでハイブリッド〔用語解説〕によって単収が向上した点と（図4）、その開発と普及において民間企業が大きな役割を果たしている点である。

小麦やコメは自家受粉で生殖する自殖性〔用語解説〕を備えるため、基本的には親の優れた形質が子供にも継承される。このため、農業試験場などが開発、配布した近代品種の種子を一度入手すれば、生産者は毎年新しい種子を入手しなくても自家採種した種子で高い単収を得ることができる。また、

図4 トウモロコシの栽培面積と単収



（出所）FAOSTAT のデータより作成。

（注）各年の前後2年を含む3年間の平均値。各データ系列は、単収の1番低い点が1962年、高い点が2008年の値を示す。その間の各点は北アメリカと同じ年の値。

生産者の中で近代品種の種子をやりとりすることも可能である。この性質により、商業生産者はもちろん小規模生産者や自給生産者など、毎年新しい種子を購入できない生産者の間にも、優れた近代品種の種子が幅広く普及し生産増加につながった。

一方トウモロコシは、雄穂と雌穂が分かれており、他家受粉により実を付ける他殖性〔用語解説〕をもっており、親が優れた形質をもっていたとしても子供には継承されにくい。このために農業試験場などで開発された自然受粉品種〔用語解説〕の単収が高くても、そこから自家採種した種子では高い収量が得られないことも多い。改良された自然受粉品種の能力を保つには、他の品種のトウモロコシから受粉しないように圃場を分けたり、受粉時期をずらすように栽培するなどの大きな手間が必要となる。

さらに商業生産の場合には、雑種強勢〔用語解説〕という性質を利用したハイブリッド種子を用いた生産が一般的となっている。ただし、この種子の優れた形質は次の世代には受け継がれないため、高い収量を保つためには生産者は毎年新しいハイブリッド種子を購入する必要がある。

このように、他殖性や品種改良におけるハイブリッド種子の開発によりトウモロコシの近代品種は、生産者が毎年種子を購入できるアメリカでは広く普及して単収が向上したものの、途上国のとくに小規模生産者や自給生産者の間では普及せず、小麦やコメのような「緑の革命」にはつながらなかった (Morris [1998: 4-7])。

毎年発生するハイブリッド種子の需要は、品種改良やそれを利用した種子生産において民間企業の積極的な参入と、それによる技術革新を促した。ハイブリッド種子を販売することで、種子の開発や生産に関わる企業は利益を得ることができるからである。遺伝子資源の育成や保存などでは、現在でも国際機関や各国の公的機関が重要な役割を果たしているものの、ハイブリッド種の基となる品種の育成や生産者に販売する種子の生産は、先進国はもちろんのこと、商業生産が広がっている途上国でも、民間部門が担っている (Dowswell et al. [1996: 97])。

ハイブリッドの種子には、生産費用が比較的低い複交雑または三系交雑〔用語解説〕のハイブリッド種子のほか、生産費用は高いもののより優れた単収が期待できる単交雑〔用語解説〕のハイブリッド種子がある。現在ではアメリカだけでなく、アルゼンチン、ブラジル、中国、タイ、インドなどの途上国においても単交雑のハイブリッド種子の普及が進んでいる（Dowswell et al. [1996: 138], Pingali ed. [2001: 53]）。

ハイブリッド種子の普及に続いて1990年代半ば以降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1996年にアメリカで承認された。アメリカにおける普及率（栽培面積全体に占める GM 種子の割合）は2000年の25%から2010年の86%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.）。またアメリカだけでなく、アルゼンチン、ブラジル、カナダなどの南北アメリカ諸国、南アフリカ、フィリピンへも広がっている。作物別にみると大豆に次いでトウモロコシで GM 種子が普及しており、2009年には世界のトウモロコシ生産面積全体の26%まで GM 種子が普及していると推測されている（ISAAA Briefs, 各年版）。

現在生産されている GM トウモロコシには、おもに害虫抵抗性と除草剤耐性〔用語解説〕のいずれか、または両方を備えた種類がある。これらの形質は直接的に単収を向上させるわけではないが、農薬の散布を減らして生産費用を節約でき、かつ害虫や雑草による被害を減らして単収を向上できるとして普及が進んだ（Fernandez-Cornejo and Caswell [2006]）。以前から土壌の保全を目的に一部の地域で導入されていた不耕起栽培〔用語解説〕も、GM 種子と組み合わせることで生産費用削減のメリットが大きくなったことで普及が進んだ。

このようにトウモロコシにおいてはアメリカにおける品種改良を軸とした技術革新によって単収が大きく増加した。複交雑、単交雑のハイブリッド種子、そしてこれに害虫抵抗性や除草剤耐性を加えた GM 種子の導入により単収の増加が加速している（Troyer [2006: 529]）。そしてハイブリッド種子

や遺伝子組み換え種子が世界に広がることで、小麦やコメに比べてトウモロコシの生産が大きく増加した。

2. 貿易構造の変化

小麦やコメと比べてトウモロコシの需給は特定国への集中度が高い。供給ではアメリカが生産で4割、輸出で6割弱を占める。需要では日本、韓国、台湾の東アジア勢が全体の3割を輸入する(表1)。ここでは現在の貿易構造がどのように形成されたのかを振り返ってみよう。

輸出全体に占めるアメリカの割合が急激に拡大したのが1970年代である。図5は1960年代以降の主要国・地域におけるトウモロコシ輸出量を示しているが、1970年代にアメリカのみの輸出量が大きく拡大している。ヨーロッパ諸国、日本、ソビエト連邦(ソ連)が輸入を拡大して国際市場における需要が大きく増加した際に、アメリカ政府がそれまでの生産調整から増産へと政策転換をし、これらの需要を一手に引き受けて輸出を拡大したからである。これには栽培面積の拡大の他、先に述べた単交雑のハイブリッド種の普及が大きな役割を果たした。この結果、世界全体の輸出に占めるアメリカの割合は、1960年代の約5割から1970年代には8割に上昇し、1990年代前半までこの割合を維持していた。

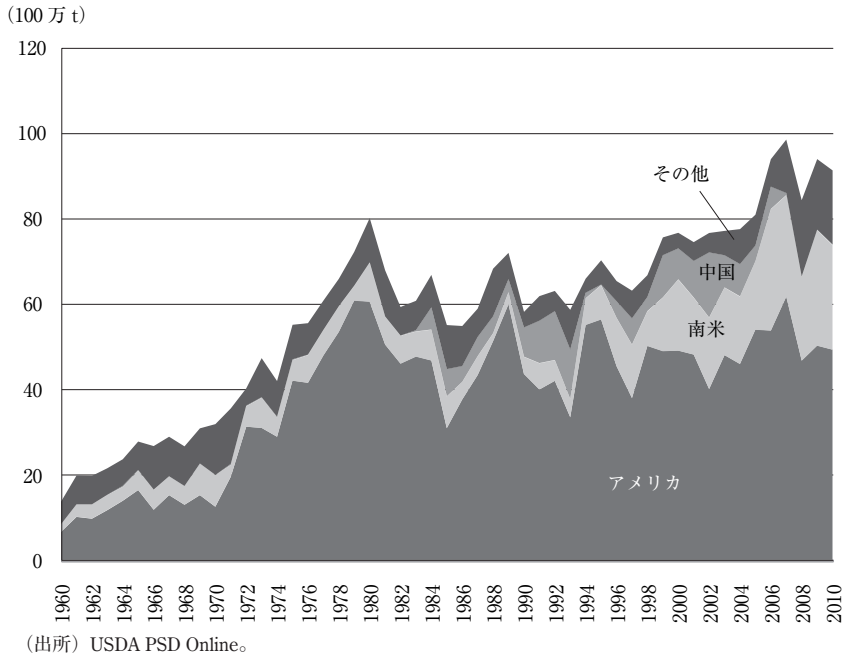
1980年代以降は国際価格が低迷し、アメリカの輸出は横ばいとなった。そして1990年代末から輸出を増やしたのが南米のアルゼンチンとブラジル、そして中国である。アルゼンチンは以前よりアメリカにつぐトウモロコシの輸出国であったが、1990年代からの経済自由化により生産・輸出が増大した。ブラジルは1990年代までは国内需要を満たすために輸入に依存していたが、2000年代には輸出国に転換している。アメリカにつぐ世界第2位の生産・消費国である中国は、1990年代には国内の余剰を処理するためにアルゼンチンを上回る規模で輸出を行った。このような南米や中国の輸出拡大に加えて、アメリカ国内でバイオ燃料原料としての消費が拡大したために輸出が伸び悩

表1 主要穀物の世界の需給量と上位5カ国の割合 (2009/10年度)

	トウモロコシ		小麦		コメ (精米)				
	1,000トン	%	1,000トン	%	1,000トン	%			
生産	世界合計	813,638	100.0	世界合計	682,699	100.0	世界合計	441,032	100.0
	アメリカ	333,011	40.9	EU (27カ国)	138,064	20.2	中国	136,570	31.0
	中国	158,000	19.4	中国	115,120	16.9	インド	89,130	20.2
	EU (27カ国)	56,876	7.0	インド	80,680	11.8	インドネシア	37,100	8.4
	ブラジル	56,100	6.9	ロシア	61,700	9.0	パングラデシュ	31,000	7.0
	アルゼンチン	22,500	2.8	アメリカ	60,366	8.8	ベトナム	24,550	5.6
	世界合計	92,607	100.0	世界合計	135,325	100.0	世界合計	29,543	100.0
輸出	アメリカ	50,462	54.5	アメリカ	23,977	17.7	タイ	8,500	28.8
	アルゼンチン	15,000	16.2	EU (27カ国)	22,117	16.3	ベトナム	6,200	21.0
	ブラジル	9,000	9.7	カナダ	19,023	14.1	パキスタン	3,800	12.9
	ウクライナ	5,000	5.4	ロシア	18,556	13.7	アメリカ	3,466	11.7
	南アフリカ	2,500	2.7	オーストラリア	14,500	10.7	インド	2,200	7.4
	世界合計	89,082	100.0	世界合計	133,560	100.0	世界合計	27,520	100.0
輸入	日本	16,000	18.0	エジプト	10,300	7.7	フィリピン	2,200	8.0
	韓国	8,461	9.5	ブラジル	7,000	5.2	ナイジェリア	1,700	6.2
	メキシコ	8,400	9.4	日本	5,502	4.1	EU (27カ国)	1,242	4.5
	エジプト	5,500	6.2	EU (27カ国)	5,480	4.1	イラン	1,150	4.2
	台湾	4,600	5.2	インドネシア	5,364	4.0	イラク	1,100	4.0
	世界合計	810,150	100.0	世界合計	650,865	100.0	世界合計	435,296	100.0
国内消費	アメリカ	281,891	34.8	EU (27カ国)	125,500	19.3	中国	134,320	30.9
	中国	159,000	19.6	中国	107,000	16.4	インド	85,430	19.6
	EU (27カ国)	60,500	7.5	インド	78,201	12.0	インドネシア	37,800	8.7
	ブラジル	47,000	5.8	ロシア	42,000	6.5	パングラデシュ	31,600	7.3
	メキシコ	31,000	3.8	アメリカ	30,932	4.8	ベトナム	19,150	4.4

(出所) USDA PSD Online (2010年12月アクセス)。

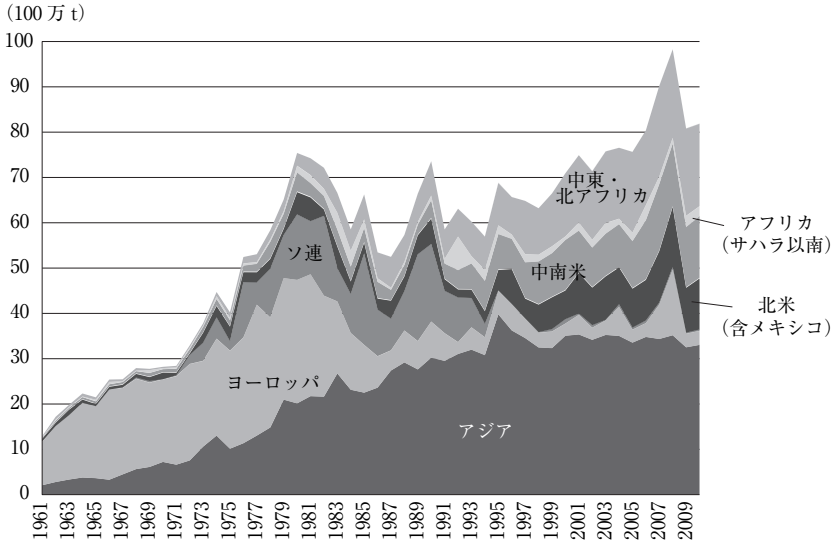
図5 トウモロコシの主要輸出国・地域



んだことにより、輸出全体のうちアメリカが占める割合は1990年代半ば以降徐々に縮小し、現在は6割を切る水準まで低下している。ただし中国については、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を奨励したことで需要が増え、現在はほとんどトウモロコシを輸出していない。

次に輸入についてみると、1980年代から1990年代にかけて主要な輸入地域が入れ替わるという大きな変化があった(図6)。まず1970年代までは、ヨーロッパが最大のトウモロコシ輸入地域であった。しかし1960年代末からヨーロッパ経済共同体が共通農業政策によって穀物生産を奨励した結果、とくに小麦の生産が増加して1980年代には穀物輸出地域へと転換した。ヨーロッパのトウモロコシ輸入が1980年代前半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、域内で生産される小麦など他の穀

図6 トウモロコシの地域別輸入量



(出所) USDA PSD Online。

(注) ソ連は1988年以降は旧ソ連諸国の合計。

物に切り替えたことによる。続いてソ連の崩壊による経済混乱のために旧ソ連諸国の輸入が急速に縮小した。

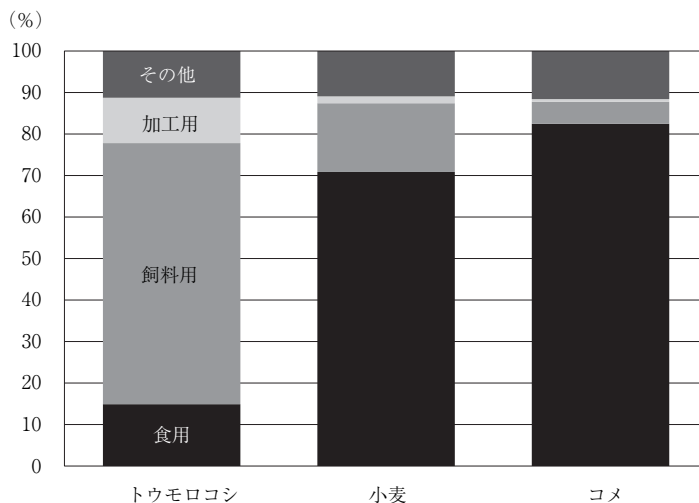
ヨーロッパや旧ソ連諸国に代わって輸入を増やしたのが日本、韓国、台湾を筆頭とするアジア諸国、中南米諸国、そしてエジプトをはじめとする中東・北アフリカ諸国である。これらの輸入地域の中にはアメリカへの依存度が低下している地域がある。たとえば中南米は、1980年代はほぼ全量をアメリカから輸入していた。しかし南米からの輸入が徐々に増え、2000年前後にほぼ同量となり、現在は6割弱をしめている。同様に中東・北アフリカ地域でも、アメリカからの輸入は1990年代には8割を越えていたのが2000年代後半には3～4割に低下、代わりに南米からの輸入が3～4割に増加している。輸入量自体は少ないものの、サハラ以南のアフリカについてもアメリカからの輸入が減り、代わりにほとんどが域内からの輸入に変わっている。

以上のように、世界最大の輸出国であるアメリカからの輸出量は減っておらず、主要な輸入地域のアメリカへの依存状況は変わっていない。しかしヨーロッパは輸入から自給に変わり、旧ソ連諸国の輸入はなくなり、代わりに輸入を増加している中南米や中東・北アフリカ諸国は、アメリカ以外からの輸入を増やしつつある。このように国際市場におけるトウモロコシ供給国としてのアメリカの重要性は、わずかではあるが減少している。

3. 需要の多様化

主要穀物のなかでトウモロコシは最も幅広い用途に用いられている。主要穀物の用途別割合を示した図7によると、コメと小麦はほとんど食料向けられる。それに対してトウモロコシは、飼料用が63%、食用15%、加工用11%となっており、直接消費する食料としての割合が小さく需要が多様化している。ここでは、それぞれの用途の動向を確認する。

図7 主要穀物の用途別割合（2007年）



(出所) FAOSTAT。

第1にトウモロコシの飼料原料としての需要は拡大している。食肉生産のなかでも豚肉や鶏肉のように、トウモロコシを中心とした穀物を原料とする配合飼料を利用する集約的な畜産業が拡大しているからである。

世界全体の食肉の生産・消費をみると、牛肉と比べて豚肉と鶏肉が大きく増えている。1970年代末の世界全体の年間生産量は、牛肉と豚肉が5000万トン弱、鶏肉が2000万トン弱であったが、2007年には豚肉1億トン、鶏肉9000万トン弱、牛肉6500万トンに達している。地域別にみると、南北アメリカでは鶏肉、アジア（おもに中国）では豚肉の生産・消費が拡大している。

前述のとおり、食肉1キログラムを生産するのに種類によって2～10キログラム程度の穀物が必要とされている。このうち、トウモロコシが飼料全体の重量に占める割合は養鶏や養豚用飼料で5～6割である。つまり、鶏肉や豚肉の生産が増えることでトウモロコシだけでもそれと同量から数倍にあたる重量のトウモロコシが消費される。さらに本来は牧草などの粗飼料を与えて育てる肉牛も、肥育期間の後半にフィードロットで配合飼料を中心とした濃厚飼料を与えて肥らせる飼育方法がアメリカでは一般的であり、最近ブラジルやアルゼンチンでも拡大している。トウモロコシは濃厚飼料の主原料として使われることも多いため、肉牛生産全体が増えていなくても、肉牛生産で使われるトウモロコシの量は増えていると考えられる。

第2に、トウモロコシは世界的にはおもに飼料原料として用いられるものの、地域によっては現在でも食用として消費されている割合が多い。アフリカ全体では約6割が食用に向けられており、なかでも東アフリカと中部アフリカではこの割合が8割以上に達している。これらのアフリカ地域では白トウモロコシの粉から作られるウガリ（ケニア）やシマ（マラウイ）が主食として消費されている。また、中南米でも食用の割合が比較的高く、中米諸国の一部では白トウモロコシから作るトルティージャを、コロンビアやベネズエラではアレパと呼ばれるトウモロコシから作られるパンが主食となっている⁶⁾。ただし、メキシコでは鶏肉の消費増加にともなうトウモロコシの飼料原料としての利用が増加しており、食用の割合は1970年代の7割から、現在

は5割を切る水準にまで低下している。

第3に加工用としてのトウモロコシ利用は、飼料や食用より割合が小さいものの近年注目を集めている需要である。とくに湿式製粉⁷⁾を経てできるコーンスターチは食用のほかにも段ボールなどの原料に、さらに糖化して作られるコーンシロップはさまざまな食品の甘味料として利用されている。最近ではコーンスターチを原料とした生分解性プラスチックの利用も進んでいる。そして2000年代になって急拡大しているのが前述したバイオエタノール原料としての利用である。アメリカにおける2009年のトウモロコシの用途別需要量をみると、飼料用の42.3%に次いでバイオエタノール用が32.8%にまで増えており、輸出用の15.2%の2倍に達している。

第3節 問題意識と分析の視点

1. 問題意識

これまでに検討した先行研究やトウモロコシの需給における特徴をふまえて、ここでは本書の問題意識を述べるとともに、それに対して何を対象に、どのような視点から分析を進めるのかを示したい。

多くの先行研究は、トウモロコシ、小麦、コメ、大豆などの主要穀物について主要な生産・消費国を分析対象としている。主要穀物をまとめて取り扱うことで、基礎的な食料供給を包括的に分析することが可能になる一方で、それぞれの特質がわかりにくくなるほか、特定の穀物を対象とした分析が穀物全体にあてはまるという誤解を生むこともある。2008年の穀物価格高騰の要因においても、価格上昇の割合が一番大きかったコメでは生産の減少は起きていないし、バイオ燃料の原料として需要が大きく増えたのはトウモロコシだけでコメや小麦にはあてはまらない。また、トウモロコシは生産、輸出において一部の国への集中度が高いため、主要国のみ注目すると、生産・

消費量は少ないが他とは異なる特徴をもつ国の状況は全体に埋もれてみえなくなる。

穀物需給を分析する際にはFAOのFAOSTATやUSDAのProduction, Supply and Distribution Online (PSD Online)などのデータベースがよく用いられる。これらのデータベースはインターネット上で提供されており、簡単な操作によって数多くの国における1960年代以降の供給と需要についてのデータを手に入れることができる。本書でもこれらのデータを分析の基礎としている。しかしこのようなデータだけではトウモロコシの需給について十分に理解することができない。FAOやUSDAの統計ではトウモロコシはメイズ(maize)またはコーン(corn)とだけ定義されている。用途の分類が大まかである、「その他」に含まれている割合が多い、などの問題もあり、これらのデータだけでは実態を把握するのは難しい。トウモロコシの詳しい種類や用途を理解するには、各国の統計を丁寧に検討する必要がある。

このほか、供給の主役となる生産者の規模や用いる生産技術については、農業センサスなどの詳しい情報が欠かせない。供給に大きな影響を与える、生産、流通、貿易における政府の介入も、各国の農業政策に関する研究を参照する必要がある。

2. 分析対象

そこで本書では、トウモロコシという特定の穀物を選び、かつこの穀物の需給を理解するうえで重要と考えられる国々を取り上げ、それらに絞って需給構造の変化と要因を分析する。

トウモロコシを取り上げたのは、生産の増加や用途の拡大など穀物のなかでも需給構造が大きく変わりつつあるからである。供給面では、生産の担い手の変化や品種改良と栽培管理の技術革新により生産が増加している。需要面では、主食として用いられる地域も残る一方、新興国では所得水準の向上とともに畜産品や工業製品の原料としての利用が増えている。さらにアメリカ

カではこれを原料としたバイオ燃料の生産が増加している。

分析対象として次の7カ国を取り上げた。まず、トウモロコシの供給では世界で圧倒的な地位を占めているアメリカである。この国の需給動向を把握することが、それ以外の途上国の動向を理解するうえで前提となる。

次に、途上国のうち需給構造を分析する際に重要と思われる国々を取り上げた。第1に輸出国のアルゼンチンとブラジルである。アメリカはバイオ燃料の増産で国内消費を増やしているため輸出に向ける割合を減らしているが、その代わりに拡大する国際市場における需要をまかなうと期待されている輸出国である。

第2に現在は国内需要を国内供給でまかなっている中国とタイである。中国はアメリカに次いで消費量が多い。現在はコメや小麦などの他の穀物同様、ほとんどを国内供給でまかなっている。所得向上が進んでコメや小麦の消費が頭打ちの一方、トウモロコシは飼料原料としての需要が拡大しており、どのように供給していくのかが注目されている。タイはかつてトウモロコシ輸出国であったが、1980年代を境に輸出を大きく減らし、主要な鶏肉輸出国のひとつとなった。その鶏肉生産に国産のトウモロコシを用いている。

第3にトウモロコシを食用として消費するメキシコとマラウイを取り上げる。これらの国で消費される白トウモロコシは、飼料用として用いられる黄トウモロコシとは異なる作物である。財の性質の違いが需給構造にどのような影響を与えているかに注目する。ただしメキシコでは飼料需要の拡大にともないアメリカからの黄トウモロコシの輸入が増えており、食用がほとんどのマラウイとは需給構造が大きく異なると考えられる。

3. 分析の視点

このような分析を進めるにあたって重要となるのが、生産者をはじめとする供給側、畜産業、加工業、そして消費者などの需要側、需給を結びつける流通や市場の構造、そしてそれらに対する政府の介入である。

まず供給側では、農地をはじめとする生産要素の賦存のほか、自給生産や商業生産など生産の目的、生産規模、利用する種子や栽培管理などの技術に着目する。これらは生産者の動機付けや生産効率を大きく左右するからである。それから、同じ生産者が生産する他の作物との関係も重要となる。それらの作物はトウモロコシと競合するのか、それともこれを補完するのかによって、生産動向が異なってくる。

次に需要側ではまず国内消費を把握する。その際、需要の所得弾力性や価格弾力性は用途によって大きく異なるため、トウモロコシの用途とそれを原料とした最終製品の需要を把握することが、国内需要の動向を理解するために必要になる。そのうえで余剰分が輸出となって国際市場へと供給される。

流通や市場の構造も需給に大きな影響を与える。保管や輸送に必要な物流インフラは流通コストを左右する。また、商取引の制度や品質や安定供給など価格以外の要素が需給に影響を与えることも考慮する必要がある。

需要と供給、そして間をつなぐ流通に対する政府の介入も、トウモロコシ需給に大きな影響を与える。政府の介入にはさまざまな方法が考えられる。たとえば、統制価格や支持価格の設定、生産者への所得補償、公的部門による流通や貿易の独占、輸出入関税の設定、トウモロコシを原料として利用する産業の支援による価格維持などがある。そしてこれらの政策は経済改革や自由貿易の進展により近年大きく変化している。

第4節 本書の内容と発見

本書では以上のような視点にもとづいて、各国のトウモロコシの供給体制を分析した。ただし、すべての視点について一律に各国を分析するのではなく、国ごとに需給に大きな影響を与えていると考えられる点や、近年大きな変化があった点について主に分析を行っている。以下では各章の内容を紹介し、本書の発見について述べる。

1. 各章の内容

第1章は世界最大の供給国であるアメリカにおけるトウモロコシの需給がどのように拡大してきたかを分析している。アメリカは1970年代のソ連による大量輸入に対応して供給を増やすことで、国際市場におけるトウモロコシ供給において圧倒的に重要な地位を占めた。これを支えたのが品種改良による単収の顕著な向上のほか、先物取引〔用語解説〕を利用したリスク回避や農業法にもとづいた政府による生産者支援である。これにより穀物生産者や販売業者は価格変動にもなうリスクを負担することなく供給を増やすことができた。また、鉄道や水運などの輸送手段やリバー・エレベーターやポート・エレベーター〔用語解説〕などの保管施設など、インフラ整備が進んだことも効率的な物流を可能にし、輸出競争力を高めた。2000年代に入って、環境保全、エネルギー安全保障、農村振興を目的としたバイオエタノールの生産振興により国内におけるトウモロコシ需要が急拡大している。そのため国際市場への供給に関して懸念が出ているものの、これまでと同様に単収の増加を実現できれば供給を維持できると見込まれている。

第2章はアメリカに次ぐ輸出国のアルゼンチンを取り上げる。アルゼンチンでは1990年代以降の農業関連部門への投資拡大、新しい技術の普及、新しい農業生産組織の拡大などにより穀物生産が拡大した。とくにトウモロコシについては、ハイブリッド種子の改良とGM種子の組み合わせにより単収がめざましく向上した。しかし一方で、短期的に高い収益を得られる大豆との競合や、国際市場の価格高騰が国内へ波及するのを恐れる政府による輸出規制などが、トウモロコシの供給拡大のボトルネックとなっている。

第3章で取り上げるブラジルは1990年代までは輸出よりも輸入が多かった。しかし2000年代後半になって安定した輸出国へと転じ、現在では輸出量においてアルゼンチンに迫っている。ブラジルでは鶏肉の国内消費と輸出の拡大により、トウモロコシの国内需要が増加した。にもかかわらず、それを上回

る勢いでトウモロコシの生産が伸びているのは、中西部において大豆と組み合わせた第2作（裏作）の生産が増えているからである。第2作のトウモロコシ生産は、販売による収益だけでなく、大豆の連作障害を防いで地力を維持する目的ももっている。第2作の単収も向上しているうえに農地拡大の余地も残っていることから、今後もブラジルのトウモロコシ供給は拡大するとみられる。

第4章では、世界第2位の生産・消費国である中国を取り上げる。中国ではコメや小麦の生産がゆるやかに増える一方、作付面積の拡大と単収の上昇によりトウモロコシの生産は大きく増えている。これには、豚肉・鶏肉生産に用いられる飼料用需要と、最近ではコーンスターチやバイオエタノールの原料として用いられる加工用需要の増加が背景にある。増え続ける需要に対して、政府は基礎食料の国内自給を最優先の政策課題とし、備蓄用トウモロコシの政府購入やその買付価格の引き上げなどにより生産奨励を図るほか、加工需要の絞り込みや輸出規制を実施している。これらのことから判断すると、現在の食料安全保障政策が変わらない限り構造的な輸入大国になる可能性は低いと考えられる。しかし国内市場の規模が大きいために、わずかな需給の不均衡が国際市場の混乱を引き起こす可能性が残っている。

第5章のタイは、1980年代までアジア地域では主要トウモロコシ輸出国のひとつであった。しかし国内における養鶏産業の発展と共に輸出量が減少し、現在は鶏肉製品の主要輸出国のひとつとなった。その結果、国内で生産されたトウモロコシは国内の飼料産業に向けられることになった。タイのトウモロコシはみかけ上は輸出入が少ない状態になっているが、これは関税のほか、国内の港湾インフラの未整備による高い輸送コストや、ヨーロッパ向け鶏肉用の非GMトウモロコシ需要などにより、国内産トウモロコシが価格と質の面で優位性を保っているからである。

第6章で取り上げるメキシコは、トウモロコシの種類だけでなく、生産形態や用途が地方によって異なる複雑な需給構造を抱えている。需要側では、主食であるトルティージャの原料となる白トウモロコシの需要が頭打ちの一

方、拡大しつつある畜産業向けの飼料用トウモロコシの需要が増えつつある。供給側では、政府の農村支援プログラムにより中部以南を中心に中小規模生産者による自給や地元市場への供給のための在来種白トウモロコシの生産が続いている一方、北部では大規模生産者による灌漑農地での改良品種白トウモロコシの生産が拡大している。さらに足りない需要を満たすため、アメリカから飼料用黄トウモロコシを輸入しており、その量は1994年の北米自由貿易協定発効後に大きく増加している。

第7章が取り上げる東南部アフリカも白トウモロコシを主食としている。分析の中心となるマラウイでは畜産業は発達しておらず、飼料用黄トウモロコシの需要はほとんどない。そのため、国内のトウモロコシ市場と国際市場の価格は短期的には連動していない。また、2006年以降は国内生産が好調なため、国内の需要を十分まかなえる状況が続いている。もともと自家消費が多く販売に回る量が少ないため市場価格の変動が大きい。近年に何度も供給不足があったことから、政府は補助金などによる増産で食料確保に努めている。しかし、生産が天候に大きく左右されることから、不作が供給不安に結びつく懸念は現在でも残っている。

2. 本書であきらかになったこと

各国の分析を通じてあきらかになったのは、技術の普及や商業生産の拡大と投入財としての用途の拡大によってトウモロコシ需給は拡大し国際市場への統合が進みつつある一方で、現在においても財の性質の違いや物流の制約により市場はある程度分離しており、国際市場への統合は一概には進まない側面もみられることである。さらに生産や流通に対する政府の介入が現在でも残っており、とくに食料危機のような局面ではその傾向が強く表れる。

国際市場への統合は供給と需要の両面でみられる。供給面ではほとんどの途上国において商業的生産者による生産が増加し、用いられる種子も、多様な在来品種から改良された品種、ハイブリッド品種、そして承認されれば

GM品種へと進み、財としての均質化が進む。これにより、アメリカ産でもアルゼンチン産でも同じ規格であれば同一の財として取引されるコモディティ化が進む。

供給に関わる政府介入も減少してきた。これまで多くの途上国において、食料の安定供給を目的として、政府が穀物流通を独占したり価格統制を行ってきた。しかし1980年代以降世界各地で進行した経済改革のなかで穀物流通の自由化が進み、真っ先にその対象となったのがトウモロコシである。用途が食用から畜産や工業製品の原料に変わったことから、トウモロコシ供給に対する政府介入の必要性が減少した。

需要面で見ると、所得の向上がトウモロコシ需要の変化につながった。まず鶏肉や豚肉の消費が増加すると、飼料原料としてのトウモロコシ需要が増えた。さらに所得が増え、加工食品の消費が増加すると、コーンシロップやコーンスターチなどの原料としての需要が増えた。そしてアメリカでは、環境保全や石油依存軽減のためにバイオエタノールの原料としての需要が増えている。いずれの場合にも均質で大量のトウモロコシが必要となり、これを調達するために国際市場からの調達が増え、その指標となるシカゴ商品取引所の先物価格が世界中の生産者と消費者に直接的に影響を与えるようになった。

しかしこのような国際市場への統合が世界中で一様に進行しているわけではない。各国の需給を詳しくみると、用途の違い、物流インフラの制約、供給や価格の安定を確保するための政策などが、個々のトウモロコシ市場と国際市場を分離する力となって働いている。

市場を分離する第1の力として働いているのが、用途の違いである。すでに述べたように、中南米や東南部アフリカには、現在でもトウモロコシを主に食用として用いる国々がある。これらの国々は、食用のトウモロコシを基本的に国内で供給している。たとえばマラウイの場合、食用のために生産されるのは在来種であるフリント種がほとんどで、天候不順によって不作にならない限りは、国内供給でまかなっている。2008年も生産は順調であったた

めに輸入せず、国際市場におけるトウモロコシの価格高騰の影響をほとんど受けなかった。メキシコの場合も主食であるトルティージャ用の白トウモロコシは国内産でまかっている。このほか、タイではヨーロッパ向け鶏肉の飼料には非 GM トウモロコシを使っているが、この場合には GM 種が一般的である輸入トウモロコシを使えないことも国内外の市場を隔てる要因のひとつとなっている。

市場を分離する第 2 の制約が物流インフラである。穀物を常に大量に輸出入する国では、バルク輸送 [用語解説] による物流インフラが整備されている。輸出国では穀物が各産地から鉄道やはしけ (バージ) で積み出し港のポート・エレベーターに集められ、パナマックス級 [用語解説] の大型船で海上輸送を行う。輸入国ではこれら大型船が接岸できバルク輸送された穀物の荷揚げができる設備を備える専用港とそれに併設した飼料工場が整備されている。しかしこのようなインフラが整備されているのは、アメリカやアルゼンチンのような輸出国や東アジア諸国など常に大量の穀物を輸入している国に限られる。基本的に国内供給に依存している多くの国にとっては、物流コストが国内外の市場を隔てている。極端な例がマラウイである。内陸国で港がなく海上輸送された穀物は隣国タンザニア経由で陸路輸送される。そのために輸送コストが非常に高くなり、輸入トウモロコシは国内産に対して価格競争力をもたない。タイの場合でもバンコク港は大型船が接岸できず沖で積み替えが必要になるため、国産トウモロコシに比べてアメリカ産は価格競争力で劣る場合が多い。小型専用の港湾設備しかもたない東南アジア諸国ではアメリカ産トウモロコシが大量のバルク輸送というメリットを十分生かすことができない。

そして食料危機によって国内外の市場を分離する力として強く作用したが、各国において供給や価格の安定を確保する政策である。中国では価格高騰に際して加工用需要を絞り込む政策に転換したうえで輸出を禁止した。国内に供給するだけの量が十分あるアルゼンチンにおいても、国際市場に連動して国際価格が上昇するのを避けるために、輸出税を引き上げたり、輸出を

停止した。メキシコやマラウイにおいても安定したトウモロコシ自給を確保するために、これまでの貧困削減を目的とした小農支援策から国内供給を増やすための増産支援策に転換している。

おわりに

2000年代後半になって穀物需給に対する見方が大きく変わった。それまでの供給過剰から需給の逼迫へ、そして近い将来の食料不足へと、わずか数年の間に180度転換したのである。いったい何が起こったのだろうか。

この疑問に答えるために、先行研究の多くは世界における主要穀物の需給を統計データにもとづいてまとめて分析している。これに対して本書は、バイオ燃料原料と新興国による飼料としての需要が急速に拡大しているトウモロコシという個別の穀物に焦点を絞り、さまざまなタイプの国々における需給構造を分析した。これにより、トウモロコシ需給が拡大し国際市場への統合が進みつつあることが確認できたと同時に、統計データを用いた量的な分析ではみえにくかったトウモロコシ市場の多様性と国際市場からの分離を保つ力の働きがあきらかになった。

グローバル化の進行にともなう主要穀物の国際市場への統合にともない、一国における需給の変動が直ちに世界中の人々に影響を与える時代へと入りつつある。しかしアメリカにおけるバイオエタノールの増産が直接マラウイの人々の主食を奪うわけではない。統計データにもとづいて世界全体の動向を分析することはもちろん重要であるが、それとあわせて各国に特有な需給構造やその変化を見極めることは、トウモロコシはもちろん小麦やコメなどの需給を分析する際に必要な視点であろう。

[注] _____

- (1) 国際市場の価格動向を論じる際には主要穀物としてトウモロコシ、小麦、

コメの三大穀物ほか、大豆も取り上げられることが多い。本章でも国際価格を論じる際は主要穀物に大豆も含めているが、それ以外では三大穀物に絞って分析している。

- (2) このような現象は land grab や land rush, または食料生産のアウトソーシングなどの表現を用いて報道されている。“Rich Countries Launch Great Land Grab to Safeguard Food Supply,” *Guardian*, Nov. 11, 2008; “Outsourcing’s Third Wave,” *Economist*, May 21, 2009などを参照。
- (3) 穀物価格の高騰やそれによる影響については数多くの分析が行われている。ここで引用している研究のほか、FAO [2008a, 2008b], 川島 [2009], 坪田 [2009], 鈴木・木下 [2010], Headey et al. [2010]などを参照。このほか、重富ほか [2009] はコメに絞って主要輸出国の対応の違いを分析している。
- (4) 2007年に世界で生産されたバイオ燃料の約8割がバイオエタノールで、そのうち51%がトウモロコシを原料にアメリカで生産された (FAO [2008a: 15-16])。アメリカにおけるバイオエタノールの生産拡大については第1章を参照。
- (5) この数字は飼料転換率や飼料効率と呼ばれる。FAO [2010: 13]などを参照。実際には家畜の種類や飼育方法などによって大きく異なる。
- (6) 途上国におけるトウモロコシの食用としての利用については、重富ほか編 [2009], 岩崎・大岩川編 [1992]を参照。
- (7) トウモロコシの加工には、水に浸してから加工する湿式製粉 (ウェットミリング) と水に浸さない乾式製粉 (ドライミリング) の2つの方法がある。詳しくは戸澤 [2005: 323-327]を参照。

〔参考文献〕

<日本語文献>

- 岩崎輝行・大岩川嫩編 [1992] 『「たべものや」と「くらし」——第三世界の外食産業——』 アジア経済研究所。
- 江藤隆司 [2002] 『“トウモロコシ” から読む世界経済』 光文社。
- 大江徹男 [2010] 「アメリカ産トウモロコシの需給と価格決定の仕組み」 (清水達也編 「食料危機と途上国におけるトウモロコシの需要と供給」 調査研究報告書 アジア経済研究所 19-38ページ)。
- 川島博之 [2009] 「世界の食料生産とバイオマスエネルギー」 (『農業経済研究』 第81巻第2号 49-59ページ)。
- 重富真一・久保研介・塚田和也 [2009] 『アジア・コメ輸出大国と世界食料危機

——タイ・ベトナム・インドの戦略——』情勢分析レポート No. 12 アジア経済研究所。

重富真一・児玉由佳・清水達也編 [2009] 「特集：世界は何を食べているか——第三世界の主食」（『アジア研ワールド・トレンド』161号 2-31ページ）。

鈴木宣弘・木下順子 [2010] 『食料を読む』日本経済新聞出版社。

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。

坪田邦夫 [2009] 「新興国等の食料需給動向と日本農業の針路」（『農業経済研究』第81巻第2号 60-75ページ）。

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 [2009] 『変貌する世界の穀物市場』家の光協会。

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——』日本評論社。

〈外国語文献〉

Dowswell, Christopher R., R.L. Paliwal, and Ronald P. Cantrell [1996] *Maize in the Third World*, Boulder, Colo.: Westview Press.

FAO [2008a] *The State of Food and Agriculture 2008 —— Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities*, Rome: FAO.

—— [2008b] *The State of Food Insecurity in the World 2008: High Food Prices and Food Security —— Threats and Opportunities*, Rome: FAO（真勢徹訳『世界の食料不安の現状 2008年報告』国際農林業協働協会 2010年）。

—— [2009] *The State of Agricultural Commodity Markets: High Food Prices and the Food Crisis —— Experiences and Lessons Learned*, Rome: FAO.

—— [2010] *Agribusiness Handbook: Poultry Meat & Eggs*, Rome: FAO.

Fernandez-Cornejo, Jorge, and Margriet Caswell [2006] “The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States,” *Economic Information Bulletin No.11*, United States Department of Agriculture (<http://www.ers.usda.gov/publications/eib11/eib11.pdf> 2010年12月アクセス)。

Headey, Derek, and Shenggen Fan [2010] *Reflections on the Global Food Crisis: How Did It Happen? How Has It Hurt? And How Can We Prevent the Next One?* Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Headey, Derek, Sangeetha Malaiyandi, and Shenggen Fan [2010] “Navigating the Perfect Storm: Reflections on the Food, Energy, and Financial Crises,” *Agricultural Economics*, Vol. 41, s1 (Nov.), pp. 217-228.

Morris, Michael L. [1998] *Maize Seed Industries in Developing Countries*, Mexico, D.F.: CIMMYT.

- 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.
- Troyer, A. Forrest [2006] "Adaptedness and Heterosis in Corn and Mule Hybrid," *Crop Science*, Vol.46, No. 2, pp. 528-543.

〈データベース, ウェブページ〉

- 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>
- 東京穀物商品取引所農産物先物取引講座。 <http://www.tge.or.jp/japanese/simulation02/>
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Statistical Database). <http://faostat.fao.org/>
- 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.ers.usda.gov/Data/FeedGrains/>
- USDA NASS (National Agricultural Statistics Service). <http://www.nass.usda.gov/>
- USDA PSD Online (United States Department of Agriculture, Production, Supply and Distribution Online). <http://www.fas.usda.gov/psdonline/>