

第1章

アメリカのトウモロコシ需給と バイオエタノールの拡大

大江 徹 男

はじめに

アメリカは、トウモロコシの生産・輸出において大きな比重を占めている。とりわけ輸出市場において現在でも圧倒的なシェアを有しており、国際市場の動向を分析するうえで、アメリカ国内の需給状況の把握は必要不可欠である。そこで、本章では、アメリカ産トウモロコシの需要と供給の両面について、可能なかぎりその現状を分析し、今後の動向をみるうえでの論点を提示することを目的とする。具体的には、①アメリカ産トウモロコシの需給状況を分析する、②トウモロコシの生産支援策について整理する、③需要の中で特に影響の大きいバイオエタノールの生産動向と生産支援策について分析し、バイオエタノール生産がトウモロコシの需給に与える影響を考察する、等を行う。

本章の構成は次のようになる。第1節で、アメリカ農業の生産が拡大する契機となった1970年代以降のアメリカの農産物輸出拡大について整理し、アメリカにおける主要作物の作付傾向について分析を行う。作付けがトウモロコシと大豆に集中しつつある点を明らかにし、トウモロコシの生産量の推移、生産拡大の要因について検討する。

第2節で、穀物の価格形成と農業法について検討する。農産物価格は基本的に市場価格であり、変動が激しいという特徴がある。それだけに生産を継

続させるためには、価格変動のリスクを回避することが求められる。そこで、価格形成の過程において、生産者や穀物取引業者が実施するリスク回避策（リスクヘッジ）と、生産者所得を補償する農業法の仕組みについて考察する。

第3節で、トウモロコシの需要動向、具体的にはトウモロコシの用途別利用状況について確認する。中でも燃料用バイオエタノールの生産拡大にともなって主原料であるトウモロコシ需要が拡大している点に注目し、バイオエタノールが今後のトウモロコシ需要に与える影響について検討する。

以上のように、供給・需要それぞれの現状を分析し、最後に今後のトウモロコシの需給状況を考えるうえでの論点を整理する。

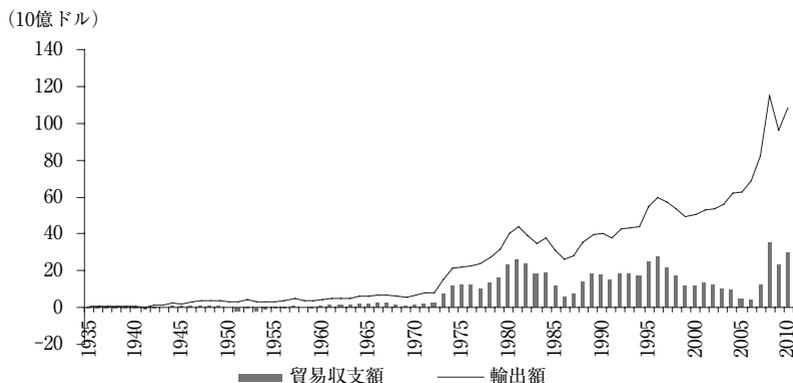
第1節 アメリカのトウモロコシ生産の現況と農業法

1. 1970年代の農産物輸出拡大とその後の変化

アメリカ農業が大きく生産を拡大する契機となったのが、1970年代以降の輸出拡大である。アメリカの国内市場は成熟段階を迎えていたこともあり、農産物市場のさらなる開拓のためには、海外市場への輸出が極めて重要であった。たしかに、アメリカ農業にとって海外市場の重要性については1970年以前から認識されていたが、1970年以降明らかにその重要性は増していった（図1）。

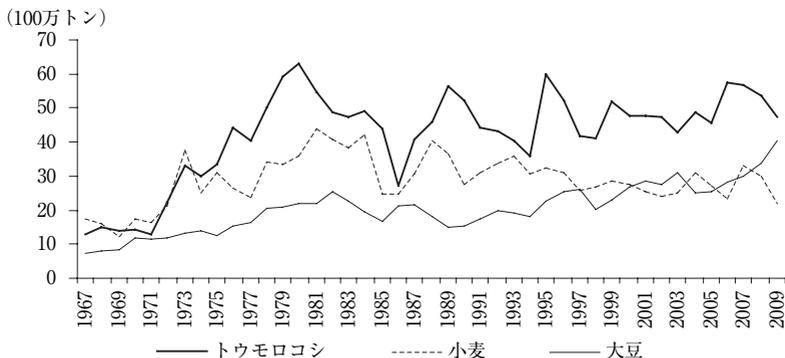
事実、農産物輸出額は1950年代に40億ドル前後、1960年代に60億ドル台で推移していたが、1970年代になると急増する。1972年の80億ドルから1973年には150億ドル、翌1974年には210億ドルに達した。このような急激な増加は数量ベースからも確認することができる（図2）。1970年代の前半において増加が著しいのがトウモロコシと小麦である。なかでも、トウモロコシの伸びは1970年代後半に入ると加速する。1980年代に入るとトウモロコシの輸出数量は低下するが、その後回復し、1970年代の水準を維持している。それだ

図1 アメリカの農産物輸出額と農産物貿易収支額の推移



(出所) U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service (USDA-ERS) の資料より筆者作成。

図2 主要穀物の輸出数量の推移 (トウモロコシ, 小麦, 大豆)



(出所) U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service (USDA-FAS) のデータベース (<http://www.fas.usda.gov/gats/Default.aspx>) から筆者作成。

けに1970年代の増加が重要である。

輸出増加によって、農業生産額に対する農産物輸出の比率は増加した。たとえば、トウモロコシの輸出比率は、1960年代に平均約12%であったが、1970年代中頃から1980年代初めにかけて約24%に増大し、1980年には約36%

に達した。また、主要農産物の輸出の比率をみると、農産物によって違いはあるものの、1960年代以降比率は増大し、特に1970年代になって大きくなっている（柏 [1987: 13]）。

さらに世界穀物貿易に占めるアメリカのシェアをみると、1970年と1983年に小麦がそれぞれ35%、37%、トウモロコシと雑穀を含む飼料穀物が40%、54%、大豆が94%、86%と高いシェアを占めていた（柏 [1987: 13]）。

このような輸出増加の背景には海外における需要の増加がある。1970年代の輸出拡大の主要因として旧ソ連の穀物、とりわけ小麦の不作が挙げられる。そのため、旧ソ連の穀物輸入量が、1971年の75万5000トンから1972年に778万3000トン、さらに1974年には2177万6000トンに増大することになった（柏 [1987: 14]）。その多くはアメリカ産であった。輸出に際しては、アメリカ政府は、旧ソ連に対して信用を供与し、輸出促進を図った。

輸出増加はこのような食料不足にともなう特殊要因だけではない。アジアを中心とする中進国の食料需要構造の変化、つまり食肉消費の増加がトウモロコシ需要を喚起したことがアメリカの農産物輸出の拡大の重要な要因となった（柏 [1987: 14]）。このため、アジア向け輸出がアメリカの農産物輸出全体に占める比率が1970年代後半の平均33.8%（このうち対日本向けが15.3%）から1984年には40%（対日本向けは18.2%）にまで増加した。また、1970年代の輸出増加も当初は小麦が中心であったが、その後トウモロコシの需要が増加したのである（表1）。

以上のような要因にドル安による価格競争力の強化が加わることで、1970年代に入りアメリカの農産物輸出は急激に増加したのである。

表1 アメリカの農産物輸出額に占めるトウモロコシと小麦のシェアの推移

	(%)											
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
トウモロコシ	11.3	9.7	13.2	16.0	17.1	20.2	22.6	17.3	17.9	20.1	20.6	
小麦	14.0	13.1	14.6	22.9	20.2	23.6	16.9	11.4	14.8	15.2	15.5	

（出所）USDA-FAS のデータベース（<http://www.fas.usda.gov/gats/Default.aspx>）から筆者作成。

ところが、1980年代初めにピークに達した農産物輸出はその後低下に向う。輸出額はピークの1981年の438億ドルから1986年の263億ドルに大きく下落した。1980年代の農産物輸出の減少をもたらした要因として、第1に経済環境の変化が挙げられる。1980年代に入ると、財政赤字、高金利、ドル高というマクロ経済的要因が農産物輸出に多大な影響を与えたのである。これはドル安、低金利という1970年代とは大きく異なる状況の変化である。第2に、農産物輸出規制ないし禁止の政策が挙げられる。たとえば、1973年の日本への大豆輸出禁止、1974年の旧ソ連、1975年のポーランドへの穀物輸出禁止、1980年に再び旧ソ連への穀物輸出禁止などであるが、このような輸出禁止によって他の輸出国の参入を招くことになった。

しかしながら、図1に示されているように、1980年代後半になるとアメリカの農産物輸出は増加に転じ、2000年に入ると輸出増加は加速する。トウモロコシの近年（2008/09年度）の国別生産量と輸出量についてみても、アメリカは生産量で約40%、輸出では56%とそれぞれ高いシェアを維持している（表2）。

このように、アメリカ農業は1980年代こそ苦境に陥ったが、その後再び輸出を軸に回復することになる。それでは、輸出増加によって、アメリカ農業はどのように変化したのであろうか。次に主要穀物の作付状況を確認する。

表2 トウモロコシの主要生産国と輸出国のシェア（2008/09年度）

	生産量			輸出	
	100万トン	%		100万トン	%
1. アメリカ	307.1	38.5	1. アメリカ	47.0	55.6
2. 中国	165.9	20.8	2. アルゼンチン	10.3	12.2
3. EU	62.3	7.8	3. ブラジル	7.1	8.4
4. ブラジル	51.0	6.4	4. ウクライナ	5.5	6.5
5. メキシコ	24.2	3.0	5. 南アフリカ	1.7	2.0
合計	798.3	100.0	合計	84.5	100.0

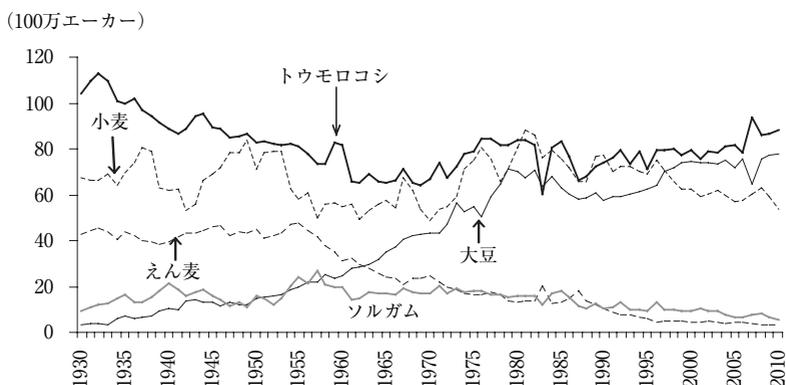
（出所）農林水産省資料より筆者作成（原出所は、USDA, “World Agricultural Supply and Demand Estimates”; USDA, “Grain: World Market and Trade”; USDA, “World Agricultural Production”）。

2. 主要穀物の作付面積の推移

図3は、アメリカ農務省（United States Department of Agriculture: USDA）のデータからアメリカにおける穀物の品目別作付面積の推移を1930年代から示したものである。現在でこそ、トウモロコシ、大豆、小麦が穀物生産の大半を占めるまでになっているが、大豆の作付面積の拡大は比較的新しく、現在の水準にまで達するようになったのは1990年代後半のことである。

大豆の作付面積は、1950年代後半によくやく200万エーカー（1エーカー＝約0.4ヘクタール）に達した後、1960年代に入ってから急激に増加し始め、1960年代末には400万エーカーにまで拡大した。1970年代に入ると旧ソ連の穀物輸入を契機に穀物価格が上昇して作付面積の拡大が続き、輸出拡大がピークを迎えた1980年代初頭に700万エーカーを超えた。1980年代の農業不況期に大豆の作付面積も減少に転じるが、その後の国際価格の回復にともない増加に転じ、2000年代に入るとトウモロコシとほぼ同じ800万エーカーに達した。

図3 アメリカにおける穀物の作付面積の推移



(出所) USDA-ERS のデータベース (Food Grains Database, <http://www.ers.usda.gov/Data/Feedgrains/>)。

トウモロコシの作付面積は、大豆の作付面積が1950年代から1970年代初頭まで拡大してきたのとは対照的に、1932年に1億1000万エーカーとピークを記録した後、1960年代末まで減少しつづけ、1969年には6400万エーカーにまで縮小した。1970年代に入ると輸出増加の効果もあり減少から増加に転じ、8000万エーカー前後で推移した。

小麦の作付面積は他の作物よりも比較的安定している。トウモロコシや大豆と同じように1970年代の輸出増加によって作付面積は拡大し、1980年代初頭には9000万エーカーにまで拡大した。ただし、その後は6000万エーカー前後にまで漸減した。

以上のような変化は、たとえばトウモロコシと大豆の主要生産地であるコーンベルト地帯においても顕著であった。コーンベルト地帯は、1960年代には、海外諸国の経済発展、食料消費の穀物から畜産物へとという変化に対応して、世界の飼料基地へと転化していた（立岩 [1993: 16]）。その中で、干草やその他の穀物の作付地の多くが大豆に転換され、トウモロコシと大豆の連作に傾斜した作物構成に移行した。しかも、大豆の増産が全体的な穀作地比率を押し上げた。

1970年代入ると、大豆、トウモロコシ、小麦の三大穀物の作付面積が明確な増加傾向を示し、その他の作物の作付面積が逆に減少していることから、これら3品目への集中がより顕著になっている。生産調整に回されていた耕地が耕作され、農場内の住宅敷地や畦畔、道路以外は全面的に穀物が作付けされたという（立岩 [1993: 20]）。

主要穀物と対照的なのがえん麦やソルガム等のマイナーな作物である。たとえば、えん麦の作付面積は1960年代初頭まで4000万エーカーの水準を維持していたが、大豆の拡大とは対照的に1970年代には2000万エーカーにまで半減した。その後も一貫して減少し、2007年には400万エーカーを下回るまでに縮小している。ソルガムもえん麦ほどではないが同じような傾向を示している。

このような各作物の作付面積の推移とその背景を踏まえたうえで、2007年

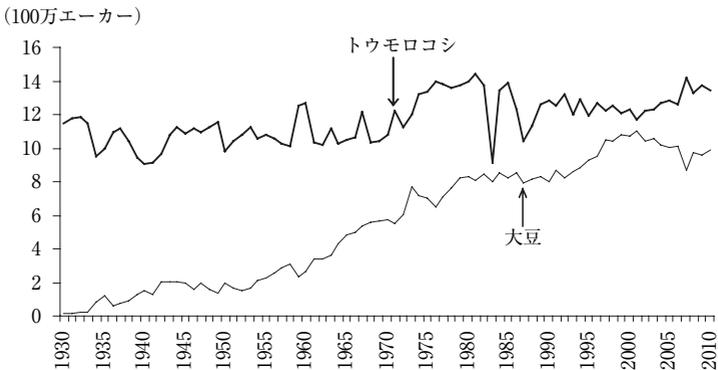
の作付面積をみるとその変化は大きい。トウモロコシについては、8000万エーカー前後で推移していた作付面積が2007年に9300万エーカーに急増した。これは、戦後のトウモロコシ作付面積の中で最も大きい値である。

その後、2008年になるとトウモロコシの作付面積はいったん減少するが、2009年と2010年には再び拡大した。大豆の作付面積も増えていることから、アメリカ全体としてはマイナーな作物からトウモロコシや大豆に転換している結果といえる。

ただし、コーンベルト地帯ではやや状況が異なっている。たとえば、図4はアメリカ最大の大豆・トウモロコシ生産州であるアイオワ州のトウモロコシと大豆の作付面積の動向を示している。トウモロコシの作付面積は、1920年から1930年代にかけて農業不況の影響を受けて減少したが、1970年代に入るとふたたび増加傾向となった。1990年頃からやや減少傾向を示しつつも、1200万～1300万エーカーで安定している。

これに対して、大豆の生産が開始されたのは1930年代に入ってからであるが、その後生産は順調に拡大する。やはり1960年代以降の拡大が著しい。その後、1980年代の農業不況時に一時停滞するが、1990年代になると再び拡大に転じ、2000年頃にはトウモロコシの作付面積とほぼ同じ水準に達した。

図4 アイオワ州におけるトウモロコシと大豆の作付面積の推移



(出所) 図3と同じ。

ところが、2000年頃からトウモロコシと大豆の作付面積の関係が大きく変わりつつある。トウモロコシの作付面積が拡大に転じたのに対して、大豆の作付面積が縮小傾向を示したのである。2007年の数値はやや突出しているものの、大豆からトウモロコシへの転換は明らかである。アイオワ州では、トウモロコシと大豆の1対1の輪作が確立しているため、トウモロコシの増産のためには大豆からの転換が必要なのである。この点、アイオワ州の作付状況はアメリカ全体の状況とは異なっている。

つまり、アイオワ州においては、すでに面的拡大の余地がないため、従来の大豆とトウモロコシの輪作体系が少しずつ崩れ、大豆からトウモロコシに転換するという新しい現象が生じていることが考えられる。それほどまでにトウモロコシ生産のインセンティブが強い。そこで、次にトウモロコシ生産について検討する。

3. トウモロコシの収穫面積の拡大限界と単収の増加

図5から長期的なトウモロコシの生産量の推移をみると、トウモロコシ生産量は1960年代まではほとんど横ばいの状態で推移していたが、それ以降着

図5 アメリカにおけるトウモロコシの生産量の推移

(100万ブッシェル)



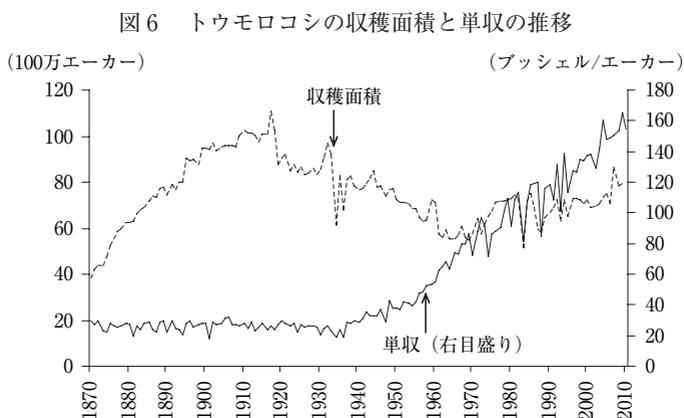
(出所) 図3と同じ。

実に増加している。

トウモロコシ生産が本格的に拡大したのが先述したように輸出が拡大する1970年代である。その後、トウモロコシ生産は、1980年代の農業不況下において生産が停滞するが、1990年代に入ってから回復過程を経て、2000年代以降に生産拡大に転じている。その勢いは1970年代の拡大に匹敵する。それだけ近年の生産拡大は1970年代と同様に歴史的にみても特異な現象である。

トウモロコシの生産拡大の要因は単収の増加である(図6)。トウモロコシの作付面積が近年拡大する方向にあるとはいえ、面的拡大には限界がある。特に、アメリカ最大のトウモロコシ生産州であるアイオワ州では、これまで以上のトウモロコシの作付面積の拡大は、大豆の作付面積の減少を引き起こすほどである。したがって、トウモロコシの主な増加要因は単収の増加である。特に2000年以降の伸びが著しい。

近年の単収増加の要因のひとつがトウモロコシや大豆における遺伝子組み換え品種の普及であると考えられる。トウモロコシの遺伝子組み換え品種が作付けされた面積の対作付総面積比は、2000年時点で25%であったが、2009年には85%に達した⁽¹⁾。ちなみに、作付けが開始されたのは1996年頃で、まだ10年ほどしか経過していないだけに、その普及は急速である。1960年代の



(出所) 図3と同じ。

単収増加は、ハイブリッド種〔用語解説〕の品種改良のよるものであったが、2000年代に入ると状況は一変した。

厳密に言えば、現在の遺伝子組み換えは除草剤耐性や害虫抵抗性〔用語解説〕が中心である。したがって、遺伝子組み換え品種の目的は、除草剤の回数を減らすなどコストの削減、人件費の節約が中心である。増収を目的とした遺伝子組み換え品種はまだ商業化されていない。そのため、現在の遺伝子組み換え品種の拡大がそのまま単収の増加に結び付いているわけではなく、害虫や雑草による損害を食い止めることにより副次的に収穫量が増加していると考えられる。

このように、トウモロコシの生産量は単収増加に依存しているが、制度面から生産を支えているのが穀物取引の制度と農業法である。そこで、次節ではこの2つについて検討する。

第2節 リスクの回避と生産支援

穀物価格は、年ごとはもちろん、1年の間でも時期によって大きく変化する。安定供給のためには価格変動の影響を和らげる制度や政策が重要である。アメリカでは、先物市場の利用によるリスクの回避や、農業法による生産者支援が、この役割を果たしている。

1. 価格形成とリスクヘッジ

通常、アメリカでは、穀物の生産者価格は、産地にあるカントリー・エレベーター（Country Elevator: CE）〔用語解説〕業者によって提示される⁽²⁾。生産者に提示される価格は現物価格で、即座に農産物を必要とする場合が多いので、納品が早ければ早いほど価格は高くなる。穀物に対する需要は通年で一定しており、生産者等の保管も可能であるために、CEは1年を通して価格

を提示し、トウモロコシをはじめとする穀物を購入している。生産者は、価格をチェックして出荷時期を決断することができる。なお、生産者が直接、先物取引〔用語解説〕を行っているケースは大規模農場の一部を除けばそれほど多くはない。

価格提示にはいくつかの方法がある。なかでも最も一般的なのが電話やエレベーターの黒板を使った掲示である。そのほかにも、電子メールやホームページ等で、価格情報を入手することができる。近年、エレベーターの寡占化が進んでいるが、エタノール工場も原料調達のために生産者から買い入れていることもあり、穀物の買い付けをめぐる競争はむしろ激化している。

生産者に提示される現物価格は、先物価格とベースから構成されており⁽³⁾、生産者も穀物取扱業者も価格形成に対して影響力を行使することはない。したがって、生産者も穀物取扱業者も、先物価格の変動に影響を受けることになるため、リスクヘッジが必要となる。

たとえば、生産者から穀物を買付ける CE のリスクヘッジは次のようになる。CE は、生産者からの購入と同時に、シカゴ商品取引所 (Chicago Board of Trade: CBOT) で先物 (同じ限月の先物価格) を売る。CE が生産者に提示する現物価格はベースに先物価格を加えて算出されるので、CE は生産者との取引が成立すると、CBOT において同じ先物価格で同じ数量の売り注文を入れることで生産者との取引から生じるリスクを回避することができる。

CE がリバー・エレベーター (River Elevator: RE) 等の他の業者に販売する場合も同様である。RE から価格の問い合わせがあると、CE は産地ベースに諸経費と利益を加算してベースを提示する。RE がそのベースを受け入れ、CBOT の先物価格を選択して最終的な価格を決定すると、CE は CBOT で同時に RE が採用した先物価格で同じ数量の買い注文を入れる。そうすることで、RE との取引から生じるリスクを回避することができる。結果、CBOT に出した売り注文と買い注文から生じる損益と、現物取引から発生する損益は相殺されるが、業者は実務的には取引ごとにリスクを回避する

ことになる。

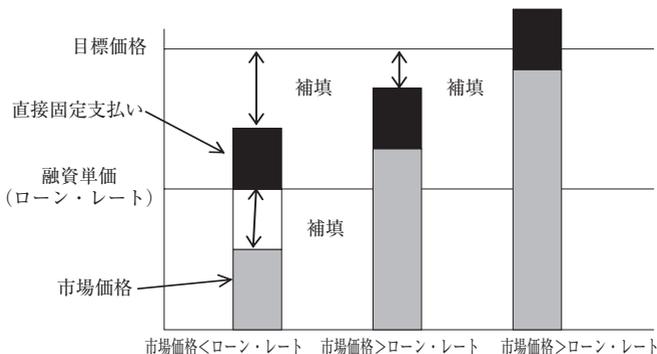
生産者と CE, CE と RE の2つの取引は独立しており、それぞれの取引価格が決定した時点で個別にリスクヘッジがなされることになる。このようなリスク回避は、これ以降の穀物取引業者全てに共通している手法である。つまり、現物取引と先物取引の損益を相殺するという手法である。

生産者も販売価格が下落し、生産費を下回るかもしれないというリスクを常に抱えているだけに、穀物業者同様リスクヘッジが必要不可欠である。しかしながら、アメリカの生産者にとってリスク回避はそれほど深刻な問題ではない。なぜならば、連邦政府からの手厚い支援策が存在するからである。そこでは一定水準（目標価格）まで補助金で確実に所得補償がなされる。そこで、農業政策の中心となる農業法について見てみよう。

2. 農業法の生産者支援

農業法の中でアメリカの価格支持・所得補償の中心となるのが、短期融資制度と不足払い制度である（図7）。

図7 農業法における価格支持・所得保障政策



(出所) 農林水産省の資料 (http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_seisaku/usa.html#2)。

生産者支援の基本は短期融資制度である。短期融資制度を利用すれば、生産者は、作物の販売までに要する資金を手当てするために、農産物を担保に商品金融公社 (Commodity Credit Corporation: CCC) より融資単価 (ローン・レート) で融資を受けることができる。融資した月の翌月から9カ月以内に市場価格がローン・レートよりも高くなった時には、生産者は融資額 (利子を含む) を返済したうえで、農産物を市場で売却できる。もし、市場価格がローン・レートを下回ったままで回復の見込みのない時には、生産者は担保の農作物をそのまま CCC に引き渡して清算することができるために、少なくともローン・レートの水準で販売価格が保証される。

ただし、ローン・レートだけで生産者を支援することには問題もある。ローン・レートを引き上げる場合、担保の穀物を CCC に引き渡すケースが増えるため、連邦政府の財政支出負担が大きくなる。そのため、不足払い制度を導入することで生産者の所得補償と農産物価格支持を分離し、別々に支持水準が設定された。これによってローン・レートを低く設定しながら、それよりも高い水準で所得を補償することが可能になったのである。

つまり、市場価格が不足払い制度で定められている目標価格を下回った場合には、生産者はその差額 (市場価格がローン・レートよりも低い時は、目標価格とローン・レートとの差額) を補助金として受給できる。そのため、目標価格までは連邦政府の補助金によって完全に補償されることになる (中野編 [1998: 13-29])。

また、短期融資制度と不足払い制度に加え、直接固定支払い制度が設けられている。これは市場価格に関係なく算出された一定額が市場価格に上乘せされ、市場価格と直接固定支払いの合計額が目標価格下回った場合、その差額が不足払いとして生産者に支給される制度である。しかも、図7に示されているように、市場価格と直接固定支払いの合計額が目標価格を超えた場合でも、直接固定支払い額は削減されることなく、全額支出されるのである。

さらに、1985年農業法において輸出強化を図るためにコメと綿花に対してマーケティング・ローンが導入された。この制度では、市場 (国際) 価格が

ローン・レートを下回った場合、短期融資制度を受けた生産者は、市場価格とローン・レートの差額が免除されるために、ローン・レートではなく市場価格で返済することができる。

マーケティング・ローンに加え、輸出業者を助成する輸出振興計画 (Export Enhancement Program: EEP) も導入された⁽⁴⁾。この計画は小麦を主な対象とし、輸出業者に対して現金と穀物で助成する制度で、アメリカが他の輸出国との競争に打ち勝つために採用した海外市場戦略である。

以上のように、アメリカ農業法では、手厚い生産者支援を補助金で行いながら、海外市場向けの輸出についても補助金で支援しているのである。

3. 農業法の変遷——1996年農業法まで——

農業法は、その対象とする範囲が広く規模も大きいため、「総合的」あるいは「基本的」な法律という印象を与えるが、本質的には、様々な農産物ごとの農産物計画（価格・所得・生産調整計画）を形式的に1本の法律にまとめたものであり、各農産物計画間に有機的連関が必ずしもあるわけではない（手塚 [1988: 73]）。

農業法は、元来「恒久法」の特定条項の効力を一時停止して、効力期間を限った修正条項を加えるという形で立法化されている。したがって、現行農業法の効力期限が切れると、主要な農産物計画に関しては、1938年の農業調整法や1949年の農業法の諸条項が再び効力を発するようになる（手塚 [1988: 73]）。なお、短期融資制度は1933年と1938年の農業調整法で基本作物に適用され、不足払い制度は1973年農業法から開始された。この時点において、現在のような生産者支援の枠組みが確立した。

その後、1980年代の農業不況を背景にアメリカの新たな食料戦略が展開されるが、その中心となるのが1985年農業法である。1985年農業法では、所得補償については一定の水準を維持しながらも、価格支持水準を低めに設定し、輸出価格を引き下げることで国際農産物市場における価格競争力を強化する

ことを目的とした。

このような手厚い保護策も1996年農業法では削減されることになる。1996年農業法の主な内容は次のとおりである。①7年間で農業予算を120億～150億ドル削減する。②生産調整による供給管理を廃止するとともに、農家保有備蓄制度も廃止し、需給調整を市場に委ねる。③1973年農業法以来の目標価格を基準にした不足払い制度を廃止する一方、これまでの不足払い受給者（過去5年間生産調整に参加してきた者）にかぎって7年間の補償金（直接固定支払い。年ごとに漸減し、7年間でほぼ20%減額）を直接支給する。ただし、最終的には廃止される。

1996年農業法成立の背景には、財政赤字があった。1996年農業法はもともと財政均衡法案に含まれていたことからわかるように、財政支出の削減対象となっていた。また、1996年農業法の審議が最終盤に入った1995年秋には世界的に穀物価格が急騰し、目標価格の水準を大幅に上回っていた事実も見落としてはならない。

しかしながら、その後穀物価格の下落による所得の減少を受けて、クリントン政権は緊急の助成金の拠出を決定した。市場喪失補償額という名目で1998年産から4年間助成金が支出され、特に1999年産からの3年間には毎年平均50億ドル前後支払われた。1999年産について見れば、直接固定支払い額とほぼ同額に達するという。このように、穀物価格の下落によって、直接固定支払いだけでは不十分であることは明白となった。

4. 不足払い制度の復活——2002年農業法——

2002年農業法では、財政的な制約が緩和されたこともあり、再び生産者に手厚い内容となった。その中で、新農業法における最大の変更点が価格変動対応型支払いの導入で、生産者の所得補償という点において、以前の不足払い制度と同じ機能を有している。

ただし、以前の不足払い制度とは異なっている点がある。以前の不足払い

制度では、実際に作付けした農産物の生産量に対して補助金が支払われたが、価格変動対応型支払いでは現在の生産物に関係なく、過去の生産面積に基づいて支払われる⁽⁵⁾。仮に、基準年に小麦を生産し、その後大豆に変更したとしても、対象となる価格は小麦の価格であり、小麦の市場価格と目標価格との関係から価格変動対応型支払いは発動されることになる。

また、土壌保全留保計画（Conservation Reserve Program: CRP）に代表される環境保全計画の規模が拡大された。CRPは、土壌浸食を起こしやすい既耕作地や一定の限界牧草地を、長期間にわたり草地や林地等に転換させる制度で、政府は計画に参加した生産者に対して土地の賃貸料等の援助を行っている。たとえば、CRPの保全対象面積の上限は1996年農業法の3640万エーカーから3920万エーカーに拡大された。また、湿地保全計画（Wetland Reserve Program: WRP）についても同様である。

なお、1996年農業法において不足払い制度の代替策として導入された直接固定支払い制度は、2002年農業法において新たに大豆とピーナッツ、その他油糧種子が支払いの対象品目に加えられ、むしろ拡充された。1996年農業法で作付制限は廃止されたが、2002年農業法でも廃止されたままとなり、短期融資制度やマーケティング・ローン制度、固定支払い制度も継続となった。

このように、2002年農業法は農業保護路線に回帰した。クリントン政権下で実施されてきた生産者への臨時所得補償政策は、不足払い制度（価格変動対応型支払い）の復活という形で制度化されることになった。現在適用されている2008年農業法も基本的には2002年農業法を継承している。

第3節 トウモロコシの需要とバイオエタノール

1. トウモロコシの用途別利用

次に、トウモロコシの需要面について検討するために、トウモロコシの用

途別利用状況を見てみよう。近年のアメリカのトウモロコシ輸出は依然として高い水準を保っている。1990年代後半からアルゼンチンやブラジルの輸出が増加しているが、アメリカのシェアは約60%と圧倒的である。それだけに、アメリカの国内需要の変化によって輸出数量が減少すれば、国際穀物市場に大きなインパクトを与えることになる。

この点を確認したうえで、2000年からのトウモロコシの用途別需要量を表した表3をみると、その変化は明らかである。最も需要が多い飼料用トウモロコシの総需要量に占めるシェアが、2000年の約60%から減少し、2009年に42%にまで低下しているのに対して、燃料用トウモロコシのシェアは、同時期に6%から33%にまで増加している。明らかにトウモロコシの需要構造は変わりつつある。

ただし、トウモロコシ生産量が増加していることもあり、飼料用と輸出用トウモロコシの取り扱い数量が減少しているわけではない。たしかに、飼料用トウモロコシはピーク時に比べ6億ブッシェル（1ブッシェル＝約25.4キログラム [トウモロコシ]、約27.2キログラム [大豆と小麦]）程度減少しているが、前後の推移をみる限りにおいて、一定の変動の範囲内ともいえる。あくまでも燃料用トウモロコシの増加分は増産によってまかなわれている。

このように、現時点では、燃料用エタノール向けトウモロコシの需要量の

表3 トウモロコシの用途別需要量の推移

(100万ブッシェル, %)

年度	食用, 工業用			飼料用		国内総需要量 ①	輸出		総需要量 ①+②
	燃料用	%	%	%	②		%		
2000	1,938	628	6.4	5,842	60.0	7,799	1,941	19.9	9,740
2005	2,962	1,603	14.2	6,152	54.6	9,134	2,134	18.9	11,268
2006	3,467	2,119	18.9	5,591	49.9	9,081	2,125	19.0	11,207
2007	4,365	3,049	23.9	5,913	46.4	10,300	2,437	19.1	12,737
2008	4,931	3,677	30.5	5,246	43.5	10,198	1,858	15.4	12,056
2009	5,542	4,300	32.8	5,550	42.3	11,115	2,000	15.2	13,115

(出所) USDA-ERS, Feed Grains Database, Yearbook Tables.

(注) (1) 各年度, 9月から8月までの期間。

(2) 2009年度は速報値または推定値。

増加は、増産によって対応可能であり、飼料用や輸出に対する影響はまだそれほどみられない。しかしながら、トウモロコシ価格（先物価格）の高騰が、飼料価格の上昇や畜産物価格の引き上げという形で影響が出ているだけに、将来的に輸出向けが国内需要向けに回されることも想定される。そのような状況になった場合の影響は非常に大きいといえる。そこで、次にトウモロコシを主原料とするバイオエタノールの生産拡大の背景と課題について検討する。

2. バイオエタノールの生産拡大と再生可能燃料基準（RFS）

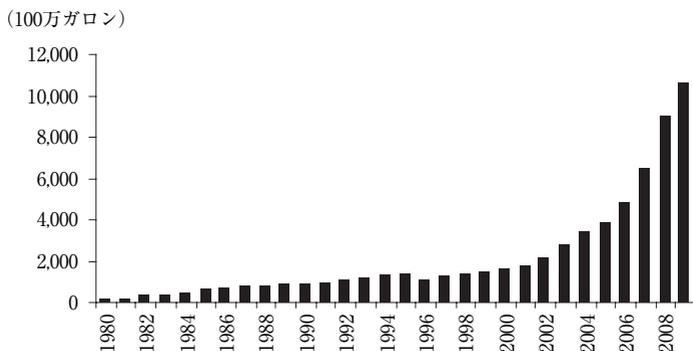
元来、バイオエタノールが導入された契機は、大気汚染対策であった（野口 [2008]）。1970年の大気浄化法の成立とガソリンの無鉛化政策の開始を契機に、クリーンなオクタン価向上剤⁶⁾としてバイオエタノールが使用されるようになった。ただし、当初はMTBE（メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル）もバイオエタノールとともに添加剤として使用されていた。

しかしながら、1996年以降発覚したカリフォルニア州におけるMTBEの地下水汚染を契機にMTBEは主要州において禁止されることとなった。これ以降、バイオエタノールが唯一の添加剤となったために、その生産は急激に拡大した（図8）。

バイオエタノールの生産量は、1980年に約1億7500万ガロン（1ガロン＝約3.8リットル）、1985年に6億1000万ガロン、1990年に9億ガロン程度であったが、MTBEがカリフォルニア州等で使用禁止になったことを受けて2000年以降急増し、2009年には107億5800万ガロンにまで増加した。また、現在建設中あるいは拡張中の工場を考慮すると、生産能力は144億ガロンに達するとみられており、一層の生産拡大が予想されている。

バイオエタノールの生産拡大を政策面から支援しているのが、2005年に成立したエネルギー政策法（Energy Policy Act 2005）の中に設けられた再生可能燃料基準（Renewable Fuel Standard: RFS）である。RFSとは、アメリカ国内の

図8 バイオエタノール生産量の推移



(出所) Renewable Fuel Association のホームページ (<http://www.ethanolrfa.org/pages/statistics>) より筆者作成。

給油所で販売されるガソリンに対して、一定割合の再生可能燃料の混合を義務付ける基準であり、バイオエタノール生産を政策で後押しするために導入された。RFS ではバイオエタノールの使用義務量は、2006年の40億ガロンから開始し、2012年には75億ガロンにまで拡大するように設定された。使用量義務は、実際には大規模精油所、ブレンダー（ガソリン販売業者）等に課せられる。

その後、2007年に成立したエネルギー自立・安全保障法（Energy Independence and Security Act of 2007: EISA）の中で RFS に関して幾つかの修正が行われた。中でも重要なのが使用義務量の拡大で、2012年に152億ガロン、2022年には360億ガロンまで増加することが定められた（表4）。

また、量的拡大に加え、トウモロコシを原料とするこれまでのバイオエタノールとは異なる先進的バイオ燃料の導入も盛り込まれた。この結果、バイオ燃料はトウモロコシを原料とするバイオエタノールから構成される伝統的バイオ燃料と先進的バイオ燃料の2つに大別され、先進的バイオ燃料はさらに「セルロース系バイオエタノール」と「バイオディーゼル」, 「その他」に区分されることになった。

さらに、トウモロコシを原料とする伝統的バイオエタノールの2015年以降

表4 再生可能燃料基準（2007年エネルギー自立・安全保障法）

	(10億ガロン)					
	再生可能燃料 基準合計	合計	先進的バイオ燃料			伝統的 バイオ燃料
			セルロース系	バイオディーゼル	その他	
2008	9.00	-	-	-	-	9.00
2009	11.10	0.60	-	0.50	-	10.50
2010	12.95	0.95	0.10	0.65	0.20	12.00
2011	13.95	1.35	0.25	0.80	0.30	12.60
2012	15.20	2.00	0.50	1.00	0.50	13.20
2013	16.55	2.75	1.00	1.00	0.75	13.80
2014	18.15	3.75	1.75	1.00	1.00	14.40
2015	20.50	5.50	3.00	1.00	1.50	15.00
2016	22.25	7.25	4.25	1.00	2.00	15.00
2017	24.00	9.00	5.50	1.00	2.50	15.00
2018	26.00	11.00	7.00	1.00	3.00	15.00
2019	28.00	13.00	8.50	1.00	3.50	15.00
2020	30.00	15.00	10.50	1.00	3.50	15.00
2021	33.00	18.00	13.50	1.00	3.50	15.00
2022	36.00	21.00	16.00	1.00	4.00	15.00

(出所) アメリカ環境保護庁の資料 (<http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420f10007.htm>) より筆者作成。

(注) 2010年3月の改正により、2010年のセルロース系の義務量が1億ガロンから650万ガロンに下方修正された。

の義務量を150億ガロンに固定（上限）したうえで、先進的バイオ燃料の義務量については漸次増加させ、2022年の義務量を210億ガロンにまで拡大することとなった。このように、将来のバイオ燃料の消費拡大は先進的バイオ燃料に大きく依存することになるが、現実の開発状況は予想よりも遅れている。この点について、次に検討する。

3. 第2世代バイオエタノールの開発状況

法律で定められた再生可能燃料として認められるためには、それぞれのバイオ燃料が温暖化ガスの排出を一定の割合以上削減することが求められる。カテゴリー別の削減割合は以下のようになっている（Federal Register 40 CFR Part 80 [2010: 14675]）。

- ・ トウモロコシ由来エタノールを中心とした従来のバイオ燃料→20%
- ・ セルロース系バイオ燃料→60%
- ・ バイオディーゼル（バイオマス由来ディーゼル）→50%
- ・ セルロース系及びバイオディーゼル系以外の先進的バイオ燃料→50%

たとえば、セルロース系バイオエタノールの場合、ライフサイクル分析により温暖化ガスを60%以上削減することが確認されなければならない。このような諸条件を前提としながら、各カテゴリーの使用義務量の履行が求められる。

2010年3月に発表されたEISAの改正RFSの最終規則では、セルロース系バイオエタノールの義務量が大幅に下方修正された。EISAでは、2010年のセルロース系バイオエタノールの使用義務量は1億ガロンと設定されていたが、環境保護庁（Environment Protection Agency: EPA）がセルロース系バイオエタノールの商業生産が可能と思われるプラントを調査した結果、その多くが現時点での商業化は困難であると判断し、650万ガロンに下方修正した（Federal Register 40 CFR Part 80 [2010: 14675]）。原油価格の下落を受けて、セルロース系バイオエタノールプラントの商業化に時間がかかるためである。ただし、RFSではバイオディーゼルの義務量を2009年と2010年を合算して11億5000万ガロンと改定し、先進的バイオ燃料の義務量及び総義務量については変更しないとしている。

最終規則でのセルロース系バイオエタノール義務量の下方修正は、非トウモロコシバイオエタノール生産の商業化の難しさを改めて証明することとなった。

4. RFSと「ブレンドの壁」

RFSの適用に際して近年特に重要な課題として浮かび上がってきたのがガソリンに混合するバイオエタノールの割合の問題、いわゆる「ブレンドの壁」である。アメリカ国内では、通常のガソリン車の場合、バイオエタノール

ルの混合比率の上限は10%と定められている。法律では10%を超えてガソリンにバイオエタノールを混合することができないのである。他方、バイオエタノールの使用義務量が増え続け、その結果、ガソリン使用量の10%を超えてしまうことが想定される。したがって、法律が改正されない限り、使用義務量の達成は困難となる。そこで、バイオエタノール推進派の団体から引き上げ要求がEPAに提出された。

この要求を受けて、EPAは引き上げに積極的であったが、石油・自動車産業や畜産・飲食関係企業が、科学的実証性が不十分だとして引き上げに対して批判的であったために、2009年5月21日を締め切りとしていたパブリックコメント期間を60日間延期した。また、同年12月1日とされていた最終判断についても、実証実験が継続中であるという理由で延期した。EPAが最終的に決定を下したのは2010年10月13日で、15%までの引き上げを正式に認めることとなった⁷⁾。

ただし、EPAの決定が効果を発揮するためには、課題も存在する。今回の引き上げの対象となるのは、2007年モデル以降の乗用車、軽トラック(light-duty trucks)、中クラスの乗用車(medium-duty)で、それ以外の輸送車両は対象外となる。また、対象に含まれるとみられていた2001年から2006年までのモデルについては、決定を保留した。

たしかに、この引き上げによってバイオエタノールの需要は拡大するが、同時に改めて反発の強さも明らかになった。反対の急先鋒である自動車業界にとってバイオエタノールは明らかにリスクやコストを引き上げる要因である。15%をさらに引き上げるには、これまで以上の抵抗が予想されるだけに、容易に実現するとは考えにくい。

今後の需給をみるうえでの論点——まとめに代えて——

最後にトウモロコシの需給について分析結果を整理したうえで、今後の需

給を考える際の論点を提示する。

トウモロコシ生産に関しては、作付面積が1970年代の輸出増加を受けて大きく拡大するが、1990年頃からやや減少傾向を示していた。その後、バイオエタノールの生産拡大を受けて再度増加に転じている。その結果、トウモロコシと輪作している大豆の作付面積がトウモロコシに転換されて縮小する傾向を示し始めている。

このようなトウモロコシ生産拡大の要因のひとつが単収の増加で、遺伝子組み換え品種の普及に依存している。トウモロコシの遺伝子組み換え品種が作付けされた面積は、2000年時点で作付けした総面積の25%であったが、2009年には85%に達し、2000年代に入ると品種改良を取り巻く状況は一変した。ただし、現在の遺伝子組み換えは除草剤耐性や害虫抵抗性が中心であり、害虫や雑草による損害を食い止めることで副次的に収穫量が増加していると考えられる。

次にトウモロコシを含む穀物生産の支援策についてみると、生産者や取引業者が価格変動のリスクを回避する手段として、政府による生産者支援や先物取引をはじめとする価格形成の制度が充実していることが挙げられる。特に生産者支援については、短期融資と不足払いを軸とする手厚い仕組みが構築されている。1996年農業法ではいったん削減された支援策が、穀物価格の下落によって2002年農業法で復活するなど、これがアメリカ農業の生産・輸出拡大のために必要不可欠であることは明らかである。

需要面ではバイオエタノールの比重が大きくなっている点が確認された。飼料用トウモロコシが総需要量に占めるシェアが低下しているのに対して、燃料用トウモロコシのシェアは急激に拡大しており、トウモロコシの需要構造もまた大きく変わりつつある。ただし、トウモロコシの増産で、飼料用と輸出入用トウモロコシの取り扱い数量が減少しているわけではない。現時点では、あくまでも燃料用トウモロコシの増加分は増産によってまかなわれている。

今後の需給を考える論点としては、単収の増加とバイオエタノールの動向

が重要となる。

これからの生産動向に関して、USDAは、現在マイナーな作物からのトウモロコシや大豆への転換、あるいはコーンベルト地帯におけるトウモロコシの優位性から、トウモロコシの作付面積は一定程度増えるものと予想している⁸⁾。しかしながら、面的拡大には限界があるため、単収の増加を直接目的とする遺伝子組み換え品種の開発が不可欠である。

需要面において最も重要なバイオエタノールの生産動向であるが、バイオエタノールの生産量を推測するうえで重要なのが、2015年以降のトウモロコシを原料とするバイオエタノールの使用義務量に上限（150億ガロン）が設定されている点である。基本的には、トウモロコシを原料とするバイオエタノールからセルロース系に代表される第2世代のバイオエタノールへ大きく転換させようとしている。したがってUSDAは、トウモロコシの用途別利用におけるバイオエタノールのシェアも2009年の約33%から34~35%に増える程度であるとみている。その結果、国内の畜産向けあるいは輸出向けトウモロコシが受ける影響は軽微であると予想している。

ただし、このような予想はあくまでも第2世代バイオエタノールの生産が想定どおりに拡大することが前提である。2010年の利用義務量が1億ガロンから大きく引き下げられただけに、今後法律で規定されているスケジュールどおりに生産が拡大するとは限らない。その場合に、バイオエタノール政策がどのような影響を受けるのか、予測できない面がある。

また、混合比率の問題も依然として存在している。15%までの引き上げを成し遂げたが、自動車産業等の激しい抵抗を考えると、20%等へのさらなる引き上げには相当の困難が予想される。この点においても、今後のバイオエタノールの普及がこれまでのようなペースで進むのか課題が残る。

このように、アメリカのトウモロコシの需給は、基本的には大きな変動はないとしながらも、トウモロコシ生産拡大の鈍化傾向やバイオエタノール需給をめぐる不確定要素があることから、劇的な変化も否定できない。それだけに、今後も引き続き政策やトウモロコシおよびバイオエタノールの需給動

向についてさらなる検討が求められる。

[注] _____

- (1) USDA のホームページ (<http://www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops/>) より。
- (2) 以下の内容については、全国農業協同組合連合会（全農）および全農の子会社である全農グレインにおける聞き取り調査による。
- (3) ベーシスは2つの要素によって構成されると考える。ひとつは地理的相違（異なる地点における現物価格の差）によって発生する差で、具体的には産地とシカゴとの間の輸送コストを示す。もうひとつがシカゴ市場における純粋に時間的な差で、これは貯蔵コストを反映している。つまり、先物価格を現物価格に反映させる時には、集散地までの輸送コストと将来のある時期までの貯蔵コストで調整しなければならない。したがって、通常は貯蔵コストが反映されて先物価格は現物価格よりも高く、また期間が長いほど先物価格は上昇する。しかしながら、需給の変動で現物価格の方が高くなることもある。
- (4) 対象となる農産物は、小麦、大麦、ソルガム、コメ、食鳥飼料、植物油（vegetable oil）、冷凍食鳥、鶏卵の8品目で、これらの品目の輸出業者に主としてCCCが貯蔵している現物（余剰農産物）で助成する仕組みである。
- (5) 価格変動対応型支払いの算定は、支払い単価×単収×（契約面積×85%）となる。単収と契約面積は過去の実績（主に1998～2001作物年度）が基準となり、単価は当該年度のそれが適用される（目標価格－[直接固定支払い＋Max（ローン・レート、市場価格）]）。USDA-ERSのホームページ（<http://www.ers.usda.gov/Features/farmbill/>）より。
- (6) ガソリンに加えてオクタン価を上げることで、エンジン内でのノッキングを起こりにくくする添加剤。
- (7) 輸送燃料については、大気汚染防止法の中で、排出基準に合格していない燃料の使用については禁止されている。しかしながら、同法では同時にEPAに対して、排出基準を満たすということが示されれば、禁止項目を放棄（waiver）する権限を与えている。したがって、今回の引き上げは、この放棄する権限が法的根拠となる。EPAのホームページ（<http://www.epa.gov/otaq/regs/fuels/additive/e15/>）参照。
- (8) USDA-ERS, “USDA Feed Grain Baseline, 2010-19”（<http://www.ers.usda.gov/briefing/corn/2010baseline.htm>）を参照。

[参考文献]

〈日本語文献〉

- 大江徹男 [2002] 『アメリカ食肉産業と新世代農協』 日本経済評論社。
- [2007] 「WTO 体制下におけるアメリカの農政と農業」(中野一新・岡田知弘編『グローバリゼーションと世界の農業』 大月書店 55～76ページ)。
- 柏博 [1987] 「1970年代以降の米国の農業構造の変化と農政」(『同志社アメリカ研究』 通号23号 11～29ページ)。
- 小泉達治 [2010] 『バイオ燃料と国際食料需給——エネルギーと食料の「競合」を超えて——』 農林統計協会。
- 日本貿易振興機構 [2009] 「食料価格をめぐる米国の現状および関係政策の概要」平成20年度コンサルタント調査。
- 立岩寿一 [1993] 「現代コーンベルト農法に関する考察——イリノイ州の事例を中心に——」(『農村研究』 第76号 15～26ページ)。
- 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。
- 手塚眞 [1988] 『米国農業政策形成の周辺——アメリカ農業・政治・世界市場——』 御茶の水書房。
- 中野一新編 [1998] 『アグリビジネス論』 有斐閣。
- 野口義直 [2008] 「アメリカの環境政策とバイオ燃料——産業間の対立と強調——」(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 205～254ページ)。
- 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。

〈英語文献〉

- Coyle, William T. [2010] “Next-Generation Biofuels Near — Term Challenges and Implications for Agriculture,” USDA Economic Research Report BIO-01-01, USDA-ERS.
- Environment Protection Agency [2010] “EPA Finalizes Regulations for the National Renewable Fuel Standard Program for 2010 and Beyond,” EPA-420-F-10-007, February.
- Federal Register 40 CFR Part 80 [2007] “Regulation of Fuels and Fuel Additives: Renewable Fuel Standard Program; Final Rule.”
- [2010] “Regulation of Fuels and Fuel Additives: Changes to Renewable Fuel Standard Program; Final Rule.”

- Hudson, John C. [1994] *Making the Corn Belt: A Geographical History of Middle-Western Agriculture*, Bloomington: Indiana University Press.
- Malcolm, Scott A., Marcel Aillery and Marca Weinberg [2009] "Ethanol and a Changing Agricultural Landscape," USDA Economic Research Report ERR-86, USDA-ERS.
- Padgitt, Merritt, Doris Newton, Renata Penn and Carmen Sandretto [2000] "Production Practices for Major Crops in U.S. Agriculture, 1990-97," Statistical Bulletin No. SB969, USDA-ERS.
- Westcott, Paul C. [2007] "Ethanol Expansion in the United States: How Will the Agricultural Sector Adjust?" USDA Economic Research Report FDS-07D-01, USDA-ERS.