

アメリカ穀物協会「バイオエタノールの環境・経済・社会的貢献」 ワークショップレポートVol.3

アメリカ穀物協会は2016年5月18日にホテルオークラ東京にて標記ワークショップを開催し、米国産トウモロコシバイオエタノールの温室ガス排出削減効果やバイオエタノールの環境面、経済面、社会面での貢献についての講演が行われた。

前号No.106からの続き

《質疑応答》

質問: トウモロコシの連作によって炭素を土壤中に隔離できるということだが、その連作によって将来のトウモロコシの収率が落ちるのではないか？

回答: トウモロコシの連作により、確かに将来収量が落ちるという可能性があるのですが、考慮しなければならない点である。米国での温暖化ガス排出量を左右する農業活動の一環であるトウモロコシ生産の際に、土壌のCO₂の蓄積が増えるということは、排出量の低減に寄与する。

質問: エタノールをつくる段階で出てくるCO₂を回収して、それから石油掘削や飲料用の炭酸ガスに使うためには、炭酸ガス製品化工場の近隣にエタノール工場を建てる必要があると考えられるが、そのような立地条件は、米国ではまだ多く存在するのか？

回答: 炭酸ガスを製品化、利用する施設とCO₂を回収するプラントは、とても隣接しているか、短いパイプラインでつながっている場合が少なくない。

質問: 試算結果の数値を見ると、ブラジルのサトウキビ原料エタノールよりも削減数値が高いものも見受けられるが、このサトウキビ原料エタノールを米国RFS2でのアドバンスドのエタノールに置き換えるという動きは米国内にあるか？

回答: その通りである。ただし、過去5年くらいの間に多くのエタノール工場が、バイオディーゼル用のトウモロコシ油の利用、CO₂の利用、Enogenといった新しい技術を積極的に導入してきており、温室ガス排出に大きなプラスの効果が出てきている。現在の法律では、トウモロコシのデンプン起源のエタノールはアドバンスド・エタノールではないとなっているが、多くの工場が温室ガス排出削減の要件を満たしていると思われ、法律を変える必要があると考えている。

質問: 図15に、ケース別の石油に対するCO₂削減が示されているが、非常に成績のいいものがある。これは各ケースのパスウェイごとにそれぞれ評価をされたものだと理解するが、たとえば、アメリカのRFS2でパスウェイごとに決められているデフォルト値がこのような手法で決まったとすると、個々のプラントごとのばらつきはどの程度なのか？パスウェイごとに平均的なものはこの程度になるということであると思うが、ばらつきの幅、偏差値などがどの程度なのか？

回答: たとえば飲料用のCO₂の生産のケースでは、標準的な工場では商業製品を製造するために投入されるエネルギーの量を基準にして考える。そして、エタノール工場でCO₂をつくるときに、追加的に必要なエネルギー投入量と比較する。ベースは標準的な工場でのエネルギー投入量となる。エネルギーの要件として用いている24,000Btuという数値は3年前にイリノイ州のシカゴ大学で行った調査結果を基にした、そのような工場の平均値である。Btu数としては、この数値をはるかに下回っている工場も存在する。ウェットDGSのシナリオは、ネブラスカ州にある認証を受けた工場がカリフォルニア州に出荷するためのカリフォルニア低炭素基準を満たしたものの、すなわちカリフォルニア州に出荷している工場のデータである。それを基にして効率性を計算している。

質問: 2010年から2011年にかけて、アメリカのエタノールが大量にヨーロッパに輸出されて、22、もしくは23の工場がISCCの認定を受けたと理解している。その際にはArgonneのGREETモデルでCO₂が計算をされて輸出を

されたのであれば、そのArgonneモデルが、REDに計算法として認定されたのか？たとえば、日本がこのArgonneモデルで計算されたものを輸入したとした場合に、Argonneモデルを用いて算出された炭素強度(CO₂/メガジュール)が米国の公的機関から認証を受けることは可能か？

回答: ISCC、Roundtable、Sustainable Bio Energyのような公的に認められている組織が認証、担保することが必要になると思われる。たとえばISCCの場合には100カ国で活動しているが、それぞれの地域や国において認証、確立されている同様な組織による認証によって確認が可能になると考えられる。

米国のエタノール工場の場合には、温室効果ガスの排出量を5カ所で確認している。たとえば農業活動による排出、エタノール工場からの排出などを確認して計算している。ヨーロッパに輸出する場合には、ヨーロッパ向けのバイオベースのモデルを使った。計算法に用いた資料をまとめて検査官あるいは査察官に提出し、実際にどのようなインプットが投入されたのか、計算のモデルは何だったのかということを確認したうえで承認されて初めてエタノールのヨーロッパへの輸出ができるようになっている。この際の検査官は、ISCCやRoundtableのような認証機関の検査官や、それらの認証機関が作成したプロトコルに基づいてトレーニングされた査察官である。

「地方創生と将来の低炭素社会のための持続可能なエタノール燃料」

国連「すべての人のための持続可能なエネルギー」(SE4ALL)
ジェラード・J・オストハイマー博士

バイオ燃料の低炭素社会への貢献

持続可能な開発と低炭素の未来を実現するためには、世界各地で様々な再生可能な炭素を生産する、あるいは炭素の低い燃料を提供することが必要であると考えられる。米国やブラジルなどの国では、すでに低炭素社会の実現に貢献することが可能であるが、東南アジア、南アジア、アフリカ諸国も将来の低炭素社会実現に貢献可能であろう。

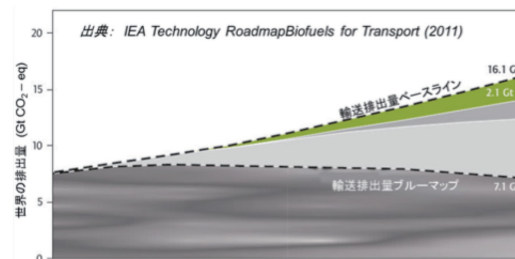
その一環として、輸送の脱炭素化にはバイ



ジェラード・J・オストハイマー博士

国際エネルギー機関

地球温暖化を2°C未満に抑えるためには、持続可能なバイオ燃料を用いて輸送分野からの排出量を削減することが必要である。



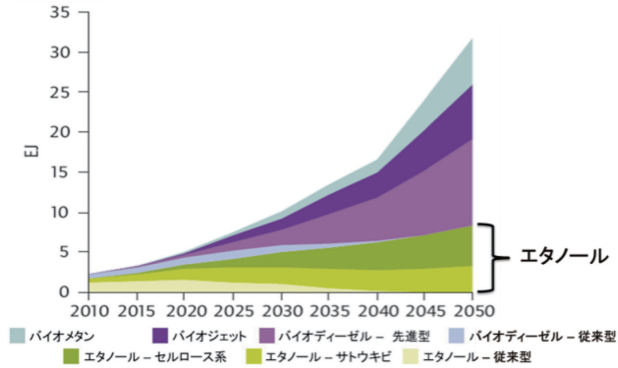
注: モデルシフト(ここには含まれていない)が1.8 Gt CO₂-eqの追加的排出削減に貢献する可能性がある。

- 効率改善が輸送による排出量の削減には欠かせない。
- バイオ燃料により2050年には世界の輸送排出量を2.1 Gt CO₂-eq 削減できる可能性がある。
- こうした削減を達成するために、すべてのバイオ燃料は大幅なライフサイクルGHG排出量の削減につながるものでなければならない。

図21

オ燃料が必要であるが、残念ながらバイオ燃料と食糧安全保障との関係に関する誤解がバイオ燃料の使用を増やす際の障害になっている。この点については種々の国際機関において、持続可能なバイオ燃料の生産量、あるいは使用量を増やすためのツールをつくっている。国際エネルギー機関(IEA)は、地球温暖化を摂氏2度未満に抑えるためには、持続可能なバイオ燃料の活用が必要だと報告している(図21)。

エタノールは輸送の脱炭素化において今後重要な役割を担うようになる

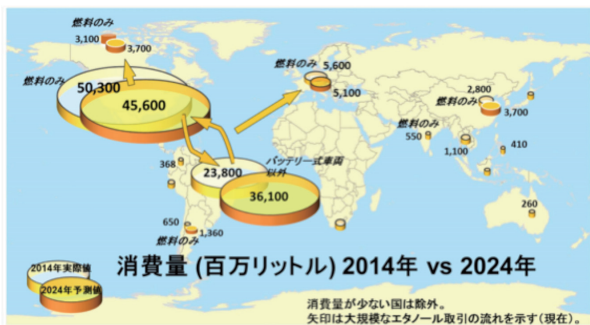


- 技術の進歩に伴いトウモロコシエタノールは進化して、ガソリン比で50%を超える排出量削減が可能となってきた

図22

2011年にIEAは運輸部門でのバイオ燃料の増加へのロードマップを作製した(図22)。2050年までの時間を横軸に、運輸部門でのバイオ燃料供給量を縦軸にとっているが、バイオ燃料として、バイオメタン、バイオジェット、バイオディーゼルの様々な種類のエタノールの発展が見込まれている。IEAでは、2050年までには燃料の25%はバイオ燃料にすべきであり、エタノールの貢献が期待されるとしている。しかし実際には、その普及は運輸部門における気温上昇2度未満という目標を達成するために期待されていた速度では進んでいない。輸送の分野の温室ガス削減については、残念ながらパリ合意には含まれておらず、個別の国次第とされている。電気自動車など一つの役割を果たすと考えられるが、今後40年を考えると、やはり再生可能エネルギーの活用は不可欠であろう。

アジアのエタノール予測使用量は不十分



アフリカやアジアでエタノールの使用が伸びなければ、以下の機会の喪失につながる

- 輸送分野の脱炭素化
- 農業分野での地域投資の増加

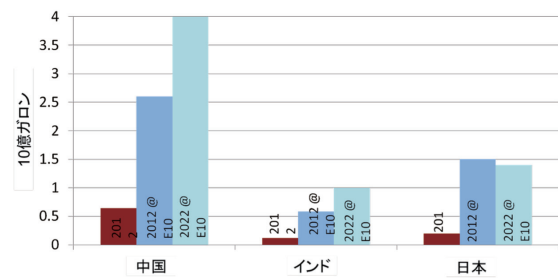
図23

図23の世界地図は2014年のエタノール使用量と2024年の予測を表しているが、アフリカとアジアは、残念ながらその導入の速度は速くなっていない。アフリカやアジアでのエタノール使用量が伸びていかなければ、輸送分野の脱炭素化の機会を失うことになる。そしてさらに重要なのは、これらの地域での農業分野での投資が伸びていかなければならないことになってしまうであろう。

図24は、アジアでガソリンへの10%エタノール混合(E10)が導入された際には200から250億リットルのエタノールの量が必要となることを示している。このようなアジアで安定したエタノール需要を生み出すことができれば、アジアの農業への投資が刺激されることになる。そしてそれは、とりもなおさず、食料の安全保障を向上させるということになる。しかし、そのバイオエネルギーの展開には、様々な障壁がある。まず安定したよりよい政策が必要であり、金融システムの改善、そして持続的なサプライチェーンも欠

かすことができない。

アジアのE10化には200~250億リットルのエタノールが必要



アジアで安定したエタノール需要があればアジアの農業への投資が刺激され、その結果、単収が増加し、食糧安全保障を向上させることになる

図24

「食料対燃料」という障壁

一番大きな障壁は、実は概念的なところに存在する。その概念とはバイオエネルギーが持続可能ではないという固定観念であり、食料と燃料の関係についての誤解である。この誤解の発生は2008年にコモディティ価格が上昇したことにさかのぼる。当時、石油をはじめ、様々な金属、農業資材、農作物にいたるまで価格が急騰した。エタノールの生産も当時増えており、経済計量的な分析から、トウモロコシをはじめとする穀物の価格高騰と非常に強い相関関係があるとされた。この分析は非常に限られたデータに基づいたものであったにもかかわらず、その分析を基にして、人々はバイオ燃料の利用を増やすとトウモロコシの価格が高騰すると考えるようになった。

「食料と燃料」の関係についての誤解

- 2008年に食料価格を含め、物価が高騰した
- バイオ燃料がその責めを負った
- 2008年以降、バイオ燃料の生産量は増加したが穀物価格は低下した
- 反証があるにもかかわらず、「食料対燃料」という構図は依然として広く認識されている



図25

しかし、2016年の段階で、それ以来8年間のデータも含めて穀物価格の推移とバイオ燃料生産の関係は地球規模で見ると(図25)、バイオ燃料の量は増え続けているのに対し、穀物や商品の価格は、ビジネスサイクルや景気によって変動してきている。この結果からは、バイオ燃料の利用が増えると食物の価格が高騰するという相関関係については疑問を持たざるを得ない。しかしながら、多くの人たちが2008年当時のことのみを考えていて、その後の変化というものに目を向けていない。批判的な立場を取っている人たちは、やはり世界の貧困層を苦しめているのは、食料とエタノール間の直接的な競合であると思込んでいる。しかし、エタノールが食料との競合が真であるためには、世界全体の食料の量が限られているということと、世界の穀物価格によって、貧しい人々の食料の供給が左右されるという2つの条件がそろわなければならないのである。

世界食糧プログラム(World Food Program)によると、世界の総人口である70億人を食べさせるだけの十分な食料が生産されており、飢餓の原因は世界の食料不足ではないとしている。しかし残念ながら、世界の8人に1人の人が飢餓の状態にある。その飢餓の上位6つの原因は、貧困、農業への投資不足、気象と気候、戦争と強制退去、不安定な市場、食品の浪費である。バイオエタノールの安定的なマーケットが世界的につくられるならば、この原因の一つである農業への投資を促進することになる。た

例えば、ブラジルでは1970年代にPro-Alcoholというアルコール生産奨励プログラムが始まった。当時、ブラジルは食料輸入国であったが、現在では、アメリカと同じように食料を輸出している。実はこの変化にはブラジルにおける農業研究に日本の資金的な貢献があるのだが、その便益は何年もたってから実際に目に見えるかたちで現れてきた。その一方で、安定的なエタノール生産政策によって需要が生まれ、その需要によって、農業生産が向上したと同時に農業投資も増えていった。それが安定的なさらなる農業の発展につながったのである。

トウモロコシ価格は下降傾向：地球規模では需給は見合っている 1908年-2024年にわたる長期間のトウモロコシ実質価格



図26

2016年のトウモロコシの価格は1ブッシェル当たり\$3.50から\$4.00の間で推移しているが、エタノール生産量はこれまでと変わらず高い水準にある

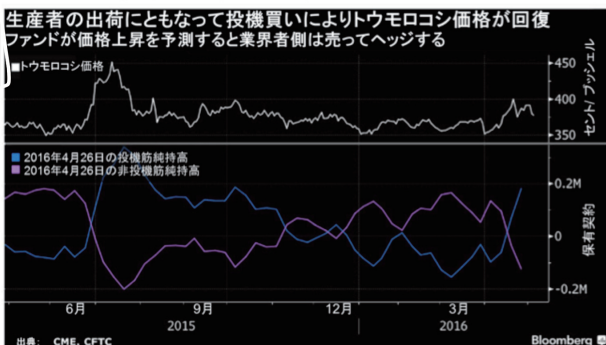


図27

同じことが、米国でも起きたといえる。長期的に見ると、トウモロコシの実質価格は安くなってきている(図26)。1980年代のトウモロコシ価格はかなり低く、米国のトウモロコシ農家の存在を脅かしていた。2008年に中国の需要増が、また2013年に米国の干ばつによって、価格が上がったのがグラフからわかる。しかし、その後トウモロコシの価格は長期的な下降線に戻ってきている。世界的なトウモロコシの供給量は需要に対して非常に柔軟な対応を見せ、高騰時には1ブッシェルあたり8ドルであったトウモロコシ価格も4ドル以下に下がってきている(図27)。

エタノール生産に利用されるトウモロコシの量はアメリカで近年増産されている量に匹敵している。図28は横軸に時間、それから縦軸にトウモロコシ米国産トウモロコシのエタノールへの利用は増産分でまかなわれている

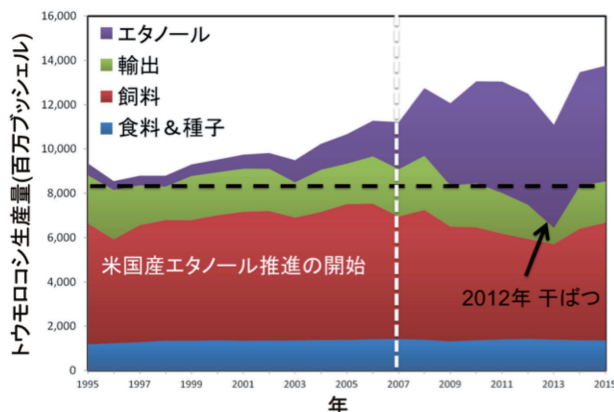
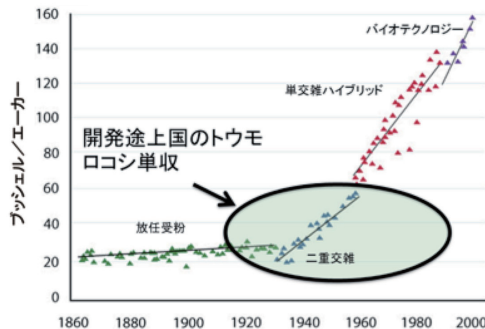


図28

コシの生産量を表している。白い点線は、再生可能燃料基準2(RF2)が実施された時点を示している。また黒の点線より下のトウモロコシはエタノール以外の利用、すなわち輸出用、飼料用、食品用、種子用のトウモロコシに相当している。つまり、エタノール生産へのトウモロコシの使用は増えた一方、それ以外に利用されるトウモロコシの量は変化なく、さらに、エタノール生産に利用されたトウモロコシ3分の1は、DDGとして家畜飼料の市場に戻ってくる。つまり、トウモロコシからエタノールを生産する政策が実施される以前から、食料として利用されるトウモロコシの生産量は十分にあったということになる。

投資によって毎年の米国産トウモロコシの単収が増加する



- ・ 開発途上国ではトウモロコシと砂糖の単収が伸び悩む；
- ・ 投資と農業技術改善が必要；さらに
- ・ バイオ燃料用としての安定した需要は、リスク回避のための投資となるであろう

図29

図29に、農業と農業技術への投資によるトウモロコシの収量、単収の増加を示す。2016年現在では、トウモロコシの単収は1エーカーあたり約160ブッシェルであるが、途上国では、1エーカーあたり20から60ブッシェルである。このように途上国での単収が低い原因の一つは、穀物価格の下落のために農業に対する投資意欲の低下であろう。すなわち、低価格のトウモロコシがふんだんに得られたため、たとえばアフリカでの農業への投資意欲がそがれてしまった。

バイオ燃料推進のための種々の国際的グループ

最近、バイオエネルギーならびに持続可能性に関して、SCOPEというグループが最新のデータを発表した。数十人の研究者が関わったという非常に大がかりな研究であるが、投資の増大によって農業を支えることにより、食料の生産量は増え、また、バイオエネルギーが促進されることにより、世界の所得が増えるであろうと述べている。一方、国連の食糧農業機関(FAO)は、バイオエネルギーが食糧安全保障に及ぼす影響について調査をしている。FAOは食糧安全保障に責任を持つ世界的な機関であるが、その調査の結論としては、バイオエネルギーは良いか悪いかを簡単に言えるものではない、つまり、どのように生産されるのかによってその善悪は違ってくるという結論を出した。

世界バイオエネルギーパートナーシップ(Global Bioenergy Partnership, GBEP)という、バイオエネルギーの持続可能な生産と使用を促進するグループもある。GBEPは、ISCCやRSBといった民間企業や専門家の集まりではなく、政府の機関や国際機関をまとめるグループで、バイオエネルギーの持続可能な生産についての合意を導いている。

RSBやISCCというグループはプロジェクトのレベルで作業をするのに対し、GBEPは国家レベルで作業をする。GBEPで設定した指標は基準になるものではなく、長期間の測定結果によって、持続可能な開発の道をその国が歩んでいるのか、あるいは、そこから遠ざかってしまっているのかということを示すことができるような指標であり、各国がバイオエネルギーを持続可能な手法で生産をすることができるように支援するための技術的なツールキットである。もちろん、国によっては、バイオエネルギーを生産すべきではないという国もあると思われるが、多くの国には十分な土地があって、十分な水があり、そのような国ではバイオエネルギーを生産することが可能であり、生産するべきであると考えてられる。

GBEPとFAOで開発された支援ツールは、持続可能なバイオエネルギー生産と使用を実現するための支援するために使われる(図30)。たとえば、意思決定の支援ツール、食糧安全保障の迅速評価ツール、プロジェ

クトのスクリーニング、投資案件のスクリーニングのためのツールも含まれている。これらのツールにより、バイオエネルギーに関するリスクを低減し、機会を強化する政府や事業所を支援することが可能となっている。バイオ燃料は、それ自体が良いもの、あるいは悪いものと断言することはできず、問題はそうした燃料を管理する方法である。

持続可能性支援ツール

2008年以降、国際的な機関やグループはリサーチを実施し、持続可能なバイオエネルギー生産と使用を支援するためのツールを開発した

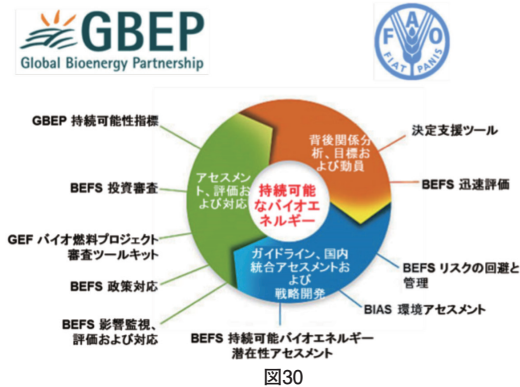


図30

米国では、持続可能性という言葉はあまり使われず、コンサベーション、保全、効率、ベストプラクティスなどの言葉が使われることが多い。しかし150年間にわたって培われた農業に関する知識やベストプラクティスを基礎に、非常に速いスピードでトウモロコシからのエタノール生産を増やすことができてきた。そしてそれによって、食料の安全保障にマイナスの影響を与えるということにはなかった。

米国においては、ガソリンに混合しなければならないトウモロコシエタ

ノールの量を、最高値という任意の上限値を設定することにより、リソース(トウモロコシ)の利用量を任意で決定し、制限してきた。これは国際的な食糧安全保障にマイナスの影響を与えないということを目的としており、その結果として現在、トウモロコシの値段がブッシェルあたり3ドル50セントになっているといえる。

Sustainable Energy for Allというプログラムは、官民の協力の強化を促進するグループである。航空会社のKLM。国連財団、Bloomberg、そしてデンマークの企業のNovozymesなどの企業や団体によって資金提供されていて、知識の共有、政策や持続可能性の支援と展開の支援を通じて、「万人のための持続可能なエネルギー」という目標の達成を目指している。具体的には、再生可能エネルギーの現在の使用量や生産量からの倍増のための、地球規模で持続可能なバイオエネルギーの生産を目指している。

エタノールの自国生産と輸入

気候変動を考えた場合、アジアで非常に活発なエタノール市場が作られることが、世界規模でのプラスになる。米国で生産されているエタノールは、そのような市場を創生するための触媒になり得ると思われる。各地域において、エタノールを自国で自らが生産する能力が構築されていくことが本来の姿であるが、それには5年から15年は必要であると思われる。その成長期に米国のエタノールを導入し、ガソリンへの混合に関する経験を積み、バイオ燃料の利用に対する市民の信頼を確保すること可能であろう。さらの、バイオ燃料の利用に必要なインフラについての理解も深まると思われる。日本においても低炭素の燃料を使うということを促進するうえでの触媒に米国産エタノールはなり得るであろう。エネルギー供給について、日本には現在、中東からの石油を含めいくつかのオプションがあるが、種々の問題がある地域で起こった際のリスク分散として、米国のバイオ燃料の輸入を考えることも可能であろう。

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8月12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。

米国産飼料穀物の2016/17年度の供給予測は、トウモロコシ、ソルガム、大麦とオーツ麦の生産量予測が上方修正されたため、引き上げられました。トウモロコシの生産は、7月の予測に比べ6億1,300万ブッシェル高い152億ブッシェルと予測されています。今年のサーベイに基づく単収の予測は1エーカー当たり175.1ブッシェルと、先月のトレンドに基づく予測より7.1ブッシェル高く史上最高であった2014/15年度の171.0ブッシェルも上回っています。作物生産報告書では、ミネソタ州とサウスダコタ州を除くコーンベルトのほぼすべての州で、単収が昨年より高くなると予測されています。ソルガムの生産も、先月の予測より単収が1エーカー当たり8.4ブッシェル高く予測されていることから、5,500万ブッシェル引き上げられています。

2016/17年度のトウモロコシの供給は、より大きな生産量と期首在庫と輸入の微増により、前年より15億ブッシェル高い史上最大の169億ブッシェルと予測されています。2015/16年度の期末在庫は、輸入の増加と利用予測の修正を反映して500万ブッシェル引き上げられています。輸入の増加は、6月のオーガニックトウモロコシの輸入ベースが考えられていたより高かったためです。トウモロコシの2015/16年のエタノール生産への利用は、最新の情報を基に2,500万ブッシェル引き下げられています。これは2,500万ブッシェルの増加が、最近の旺盛な輸出販売ベースに支えられたトウモロコシ輸出によって補われています。

2016/17年度のトウモロコシの利用は、3億ブッシェル高い145億ブッシェ

ルと予測されています。飼料そのほかへの利用は、より大きな生産量と考えられている低い価格に伴い、1億7,500万ブッシェル上方修正されています。輸出は、世界市場での米国産トウモロコシの相対的な競争力と新穀の契約が伸びていることを反映して、1億2,500万ブッシェル上方修正されています。トウモロコシの2016/17年度の期末在庫は3億2,800万ブッシェル上方修正され、これが現実となれば1987/88年度以来の高さになることとなります。トウモロコシの2016/17年度の年間平均農家出価格は、両端でブッシェル当たり25セント引き下げられ、\$2.85から\$3.45と予測されています。これは2015/16年度のトウモロコシ価格について予測されている\$3.55から\$3.65より中央値で45セント低くなります。今月の大麦価格はすべての利用について、モルト用大麦に対して農家が提示された初期の提示価格を基に引き上げられています。

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/>