

NETWORK

2002年7月

第25号

アメリカ穀物協会ニュースレター

INDEX

はじめに

高付加価値穀物
ホワイトソルガム
- シェフに聞く、
ホワイトソルガムを
メニューに加えて -

主な高付加価値
コーン(VEC)の説明

グレインソルガムの
飼料原料としての
再評価
- 新飼料成分表に
基づく考察も
ふまえて -

米国グレインソルガムの再評価と 主な高付加価値コーン(VEC)の説明

はじめに

アメリカ穀物協会は、米国の高付加価値穀物(VEG)の紹介と市場への導入振興の先駆者であり、米国産大麦、トウモロコシ、ソルガムの新しい食品や工業用途の開発、振興プログラムの最先端に立っています。当協会の諸活動におけるVEGとは、「エンドユーザーにとって価値のある特性を加えた穀物」のことです。

アメリカ穀物協会はインターネットホームページの中で、高付加価値穀物の利点、種類、仕様などについて説明しています。(http://www.vegrains.org/cgi-bin/english/home.cfm)

また、上記ホームページでは、高付加価値穀物のサプライヤー、取り扱い会社に関する情報も、“高付加価値穀物のバーチャルトレードショー”として見る事が出来ます。



本誌4ページから10ページに、そのホームページの記載に基づいた主な高付加価値コーンの説明をまとめてみました。

本誌前半では、ここ数年スナック菓子や料理の材料に使われ、一般消費者にもユニークな食材として浸透しつつあるホワイトソルガムについて、最近レストランのメニューに加えたシェフの方からお話を伺いました。

また後半では、グレインソルガムの飼料原料としての再評価について、畜産・飼料分野の専門家に考察していただきました。

ホワイトソルガムをメニューに加えて・・・

T. Y. ハーバー・ブルワリーのシェフに聞く

東京都品川区の天王洲アイルにあるレストラン&バー、T.Y.ハーバー・ブルワリーでは、現在ホワイトソルガムを使った料理を出しています。このレストランでオペレーションディレクターを勤めるデビッド・J・キド氏は、4月に札幌で行われた札幌スプリングフードフェスティバルにおける、アメリカ食品展示商談会のクッキングデモンストレーションで、ソルガム料理を2品紹介されました。栄養価に優れ、且つグルメをうならせるプレゼンテーションに、訪れた人々も感動していました。独創的ななかにも食材の魅力を活かすヘルシー・アメリカン・クイジーンを展開し、評価の高いキド氏に、ホワイトソルガムについてのお話を伺いました。



キド氏: ホワイトソルガムとの出会いは、4月に、アメリカンクイジーン・デモンストレーションでのレシピ開発および料理デモの依頼を受け、その材料として紹介されたのが最初です。ホワイトソルガムで料理するのは初めての経験なので、いろいろ



とトライしてみましたよ。まず、ホワイトソルガムの粒では、ただゆでるだけより、ゆでたものをソテーしたものがいいですね。フレーバーをよく吸収しますから。ホワイトソルガムの粒は吸水性がすごくあるので、チキ



ンブイオンを使ったピラフや、玉ねぎ、ガーリック、カレー粉、オリーブオイルなどを使いながら炒め、しっかり味付けをするのが、一番合っていると思います。ほうれん草、トマト、ハーブなどと相性が良いですね。今、アメリカでは大麦入りのスープが流行っていて、トマトスープに使われたりしていますが、そういう風にも使えるでしょうね。僕としては、たまたま春夏のメニューとして、マグロの料理に合わせるクスクスの、大粒タイプの物を探していたのですが、大粒のものは日本には輸入されていなかったようです。そこで、ホワイトソルガムを使うことにして、いま、レストランのディナーに毎日ホワイトソルガムを使っています。“インドマグロのグリル、柚子バルサミソース、ホワイトソ

クスクス・・・アフリカに由来するパスタで2~5ミリ程の小さな粒状のもの。世界最小のパスタとも言われている。



ルガムのリゾットと旬の野菜とともに”という料理ですが、非常に人気がありますよ。お客様は皆さん見るのが初めての穀物ですから、「アメリカの、ホワイトソルガムという穀物のリゾットです。」と説明しています。皆さん残さず召し上がっていますね。このメニューは少なくとも秋まで継続する予定です。

ホワイトソルガムの粉に関する料理ですが、いろいろ小麦粉と混ぜて使ってみました。特徴としては非常にライト、またソフトということでしょうね。僕自身、ホワイトソルガム粉のドライな感じに対しては、卵や油といった液体の量を増やして使うことをお勧めしますね。パサパサしないようにするためです。最高の結果が得られたのは揚げ物です。天ぶらの衣のようなものではないんですが、チキンのマリネードを揚げるときは、チキンの表面にすでに水分がありますから、ソースのからまったチキンに、直接ホワイトソルガム粉をダustingするんです。パタパタはたくようにね。これの揚げたては、カリカリしてすごくお勧めです。札幌のデモでも、キャットフィッシュ(鯰:なまず)のフライにホワイトソルガム粉を使いましたからね。

いずれにしても、ホワイトソルガムの特徴をよく理解することが、料理に使うコツです。粒は、とにかくよく水分を吸うので、それを計算して調理することです。かなり大きく膨らみますから。僕の調理法はまず5分ほどブランシール(下ゆで)してから、よく水を切り、オイルで炒め、そのあとブイヨンなどを入れて蓋をし、蒸します。(10 -

20分)その間、ときどきチェックすることが大事。粉のほうは、小麦粉に含まれているグルテンがないので、それを活かした使い方をすることです。ベーカリーでは、ホワイトソルガム粉を増やしたらその分液体の分量を増やす。揚げ物では、水や卵と混ぜる厚い衣ではなく、素揚げみたいな薄い衣の方が合っていると思います。アメリカでも健康志向でいろいろな穀物が出回っています。ホワイトソルガムもユニークな存在といえるでしょうね。

(取材:若宮)



ディナーの一品
インドマグロのグリル、柚子バルサミコソース、ホワイトソルガムのリゾットと旬の野菜とともに
...お勧めです

夜はイルミネーションが運河の夜景に映えます



T.Y.ハーバー・ブルワリー レストラン & バー
東京都品川区東品川2-1-3
東京モノレール天王洲アイル駅から徒歩3分
電話: 03-5479-4555
<http://www.tyharborbrewing.co.jp>
予約が必要です。

高付加価値穀物 (VEG) とは何か？

高付加価値穀物 とは、エンドユーザーにとって価値のある特性を加えた穀物である。

アメリカ穀物協会は、下記のインターネットホームページの中で、高付加価値穀物(VEG)の利点、種類、仕様、サプライヤー、連絡先などについて説明している。

<http://www.vegrains.org/cgi-bin/english/home.cfm>

上記ホームページの情報に基づいた主な高付加価値コーン(VEC)の説明

ブルーコーン

特 質

タンパク質含有量:コロラド大学の研究では、商用ブルーコーンのタンパク質含有量は、近隣のデントコーンより一貫して30%高い。(Johnsonand Croissant1990)また鉄分、マグネシウム、亜鉛、リン、銅およびカリウムが含まれている。

リジン含有量:ブルーコーンのリジン含有量はしばしばデントコーンよりも高い。リジンは人間の体内でタンパク質を作るのに必須のアミノ酸である。また、殆どのブルーコーンはデントコーンよりも亜鉛、鉄含有量が高い。

味:ブルーコーンは、他の穀物用コーンに比べ、きめが粗く、甘く香ばしい味であり、伝統的なアメリカンインディアン料理の主原料となっている。

用 途

食品:粉末およびあら挽きに適している。現在これらの食品には、トルティーヤ、ホットケーキミックスまたはアトレと呼ばれるコーンあら挽きマッシュ、コーンブレッドミックスおよびシリアルが含まれる。ブルーコーンを使用したその他のアメリカンインディアンの料理にはチャケゲ、コーンミールドリンク、ピキ、またはペーパーブレッドと呼ばれる、儀式で使われる非常に薄いパンなどが挙げられる。

ブルーコーンの実験的な成形加工が成功しており、成形ブルーコーン製品が現在市場に出されている。

取り扱い

殆どのブルーコーンは契約に基づいて栽培されている。大手のバイヤーはしばしば、病気や虫の感染、霜害、異物またその他の不良がないコーンを要求する。アメリカ食品医薬品および化粧品法では、危険な化学残留農薬がないことを要求しており、コーンは水分が約13%で、ストレスクラックが10%より大きくてはいけなない。良好な濃い青色であることが重要である。また殆どの加工業者は穀粒をパラップまたは紙袋にて支給することを要求している。

加工処理

ニクスタマリゼーションは、伝統的なラテンアメリカおよびアメリカンインディアンブルーコーンおよびその他のコーンの粉をトルティーヤに加工する方法である。穀粒を杜松灰と水からなる石灰水でゆで、一晚浸しておく。それからコーンを濾し、殻を取り除くために洗う。それからマッシュまたはニクスタマルを粉末状にひき、トルティーヤの生地を作る。

ニクスタマリゼーション加工に使用される灰は調理をアルカリ性にし、とうもろこし粉の味、およびカルシウムとナイアシンの含有量を改善する。ナイアシン(または、ニコチン酸とも言う)は、ビタミンB群の一種であり、人間の成長に欠かせないものである。

硬胚乳/フードグレード

特 質

ホワイトフードコーンは白色の穀粒でより白いデンプン質を含んでいる。イエローおよびホワイトフードコーンは、粉質の胚乳に比べガラス質の胚乳の含有量が高い。

アルカリ加工食品に適する形質とは、外皮(種皮)の除去を容易且つ完全にできること、また、胚乳が硬質で、穀粒冠の形状、穀粒のサイズが揃っているか、比重の高さ、穀粒の赤縁に対する抵抗、および白色の種軸が良好であることが含まれる。硬質胚乳コーンはまたドライミリングで、大粒グリッツの歩留まりが高い。

用 途

食品:この製品は、主にマサ、トルティーヤチップス、スナック菓子およびグリッツを作るためアルカリ調理加工に使用される。

デンプンおよびペーパー:ホワイトフードグレードは、食用デンプンおよびペーパー用途のためのウェットミリング使用はあまり多くない。

取り扱い

フードコーンは主として人間の消費用に栽培され、価値連鎖(バリューチェーン)を通して質を保持する必要がある。フードグレード製品は価値を保持するために、分離しておく必要がある。

加工処理

ホワイトおよびイエローフードコーンは、主にドライミル加工業者に契約、販売される。最終加工業者は、製粉に最適な質と、むらのない粒を要求する。このため、契約者は生産者に、更に奨励プレミアムを払うことが多い。

ハイアミロース

特質

ハイアミロースコーンの歩留まりは場所によって左右されるが、通常のデントコーンと比べると、平均してたった65～75%の歩留まりである。

この製品のアミロース含有量は50%より多い。目下、商業目的に3種類が生産されている。Vクラス(アミロース50～60%)VIIクラス(アミロース70～80%)およびIXクラス(アミロース90%)である。

用途

ハイアミロースコーンのデンプンは繊維製品、砂糖菓子、接着剤および、その他、エコフォームこん包材などの環境に「やさしい」製品に使用されている。その他の生分解性プラスチック製品へ応用される可能性がある。

取り扱い

25～26%までのフィールド乾燥が推奨され、それにより穀粒が完全に熟成する。30%での収穫は損失を防ぐが、丁寧な殻の除去が要求される。契約者は、乾燥および保管の負担を取るため、生産者にハイアミロースコーンの畑からの直接納入を許している。

穀粒の区分は、作付けから保管を通して成されるべきである。

加工処理

ハイアミロースコーンはウェットミル専用に栽培されている。

高リジン／不透明

特質

飼料：近年、主に飼料業者、酪農家および研究者が、飼育家畜のより早い生育とよりよい生産性を最適化する方法として、高リジンコーンへの興味が高まっている。

人間の消費：高リジンコーンは、コーンの消費量が高い食生活をしている人々の栄養状態を改善するのに使うことができる。

用途

Opaque-2形質から作られた穀粒は、柔らかい胚乳を持ち、通常のコーンよりも風味が良く、非常に消化がよい。その結果、家畜の飼料コストを下げ、生育率を上げ、コーンタンパク質を有効に使用することができる。

取り扱い

高リジンコーンは、水分が25%に達したらすぐに収穫、乾燥、および保管する。高リジンコーンの柔らかい組織により、より早い乾燥が可能で、時間および燃料費が節約できる。華氏90度という低温乾燥が効果的である。通常のコーンよりも頻りに水分含有量を確認すること。タンパクの質を保つために、乾燥過程を通し、穀粒温度は華氏125度を越えてはならない。高リジンコーンは、リジン含有率を0.40%より大で保管する、気密サイロで高水分コーンとして保管することもできる。

穀粒の種別は、最大飼料価値を保持するよう、作付けから保管を通して成されるべきである。

加工処理

高リジンコーンの殆どは、家畜飼料用であり、販売向けではない。付加価値はミルク、豚肉または牛肉の増量を通して得られる。

ハイオイル（高オイル）

特質

高油脂含有量：TopCross(R)システムは胚芽がより大きな穀粒を作りだし、高いレベルの胚芽組成物を含んでいる(胚乳のデンプン質と対比)主として、これにより、油脂の含有量が高くなるが、タンパク質、必須アミノ酸、ビタミンなども増加することがある。

低ダスト：一般にハイオイルコーンには以下のような利点もある：飼料を与える際にダストが少なく、風味が良く、配合時に均質であり、飼料の取扱いが容易である。しかしこれらの付加価値は状況によるものである。

用途

家畜飼料：油脂はデンプンの2.25倍のエネルギーを含んでいるので、ハイオイルコーンは総エネルギー量を改善させる。必須アミノ酸レベルも高いため、飼料の割り当て量の要求を満たすことができる。ハイオイルコーンは通常のコーンに比べ量に対するエネルギー量が多いので、主として家畜飼料に使用されている。

ハイオイルコーンの価値を決める要素としては、脂肪・ホワイト油脂の競争的な市場価格があげられる。ハイオイルコーンの利用は、飼料の最適化を図る飼育者にとって、ホワイト油脂またはリサイクルされた動物性油脂にとって変わるものである。

人間の消費：この油脂は、マーガリンや食用油に使用されるもので、飼料中の1単位あたりのエネルギーレベルを増加させるものである。これは単位動物にとっては重要なことである。また、ハイオイルコーンでは胚芽が大きいので、タンパク質の質や量も増加する。

取り扱い

ハイオイルコーンは特徴的な種であり、価値を保持するために通常のコーンと分けておく必要がある。これは「識別保持(IP)」穀類と呼ばれる。種の穀物にはコストがかかるが、地方により差がある。

加工処理

ハイオイルコーンは人工的に低温度で乾燥してもよい。好ましくない質の低下を防ぐため、乾燥中温度は華氏110度未満である必要がある。多くの生産者は乾燥後、別個の保管施設にコーンを移しかえる。

ハイオレイン酸ハイオイルコーン(高オレイン酸高オイル)

特質

高オレイン酸コーンは付加価値のあるオレイン酸の特質を加えたハイオイルコーンである。通常のコーンが28-37%であるのに比べ、このコーンの平均脂肪オレイン酸含有量は50%より多く含んでいる。オレイン酸を多く含んだコーンオイルは健康および安定特性の両方で好ましい特性を提供する。

用途

食品：一価不飽和脂肪酸であるため、高濃度のオレイン酸は血中のコレステロールをさげる。

飼料：高オレイン酸コーンによって好ましい肉質が提供できる。近い将来、脂質に富む枝肉の脂肪酸の特性を変化させることのできる、デュボンのOPTIMUM(R)高オレイン酸高オイルコーンが酪農業者向けに発売されることになっている。OPTIMUM(R)高オレイン酸高オイルコーンを与えた家畜の肉質は加工性、保存性および消費者が好む特質を備えている。

潤滑剤：高オレイン酸ベースのコーンおよびその他の植物油は、潤滑剤としての応用が広く、工業生産において、共有原料のベースとしての石油に、植物が取ってかわることができること示す良い例である。高オレイン酸ベース原料(HOBS)は、従来の石油ベースオイルに比べ多大な効果を持っており、また合成油と混合すると経済的である。

取り扱い

乾燥にかかる経費が削減できるため、フィールド乾燥は時として好ましい。高オレイン酸コーンは低温で人工的に乾燥することもできる。好ましくない質の低下を最低限に防ぐため、乾燥処理中は、乾燥温度は華氏140度以下、穀粒温度は華氏110度以下に抑えるものとする。

多くの生産者は乾燥後異なった保管場所にコーンを移す方法を取っているが、その他については高オレイン酸コーンは通常のコーンと同じように取り扱われている。

いずれにせよ高オレイン酸コーンは分けて、収穫および保管されるべきである。

加工処理

高オレイン高オイルコーンはウェット、ドライミリングの両方に使用できる。人間が消費するコーンには、ウェットミリングが使用される。

高デンプン(ハイスターチ)

特質

高デンプンコーンは通常のコーンよりも繊維質が少なく、穀粒が大きいため、取扱いと製粉が容易である。

用途

消費財：紙や繊維製品などの基本消費財の糊付け、表面加工および接着剤などの応用にコーンスターチは使用されている。

接着剤：コーンスターチおよびその親戚のデキストリン(ローストスターチ)が接着剤に多くの応用がなされている。過熱したオイル用ドリルビットを冷却する「掘穿泥水」の一部としてオイルの調査に特殊なデンプンが使われている。

食品：インスタントおよび調理済食品の多くがデンプンを使用して製造されており、それにより、冷凍、解凍および加熱中に適切な質感が保たれる。

飼料：この製品はデンプンの物理的特性が要求される場合に、飼料やペットフードなどに利用される。

エタノール：1999年に約14.8億ガロン(112兆Btu)の燃料用エタノールが車両用ガソリンにブレンドされている。

工業用化学およびプラスチック製品：コーンスターチの期待の新規市場は、現在石油原料から作られている、工業用化学およびプラスチック製品の原料である。

その他：アメリカ産業で使用されるその他の主なデンプンの用途は、凝固剤、非凝固剤、鋳型はずし剤、パウダーおよび濃縮剤等である。

取り扱い

高デンプン抽出コーン生産の成功に必要な要素は従来のイエローデントコーンの生産方法と本質的に同じである。しかし、IP管理は作付けから発送まで一貫してなされなければならない。

加工処理

高デンプンコーンはウェットミリング工場の利益を改善する。合衆国内の殆どのエタノールはウェットミリングまたはドライミリング処理によって生産されており、その主な原料は穀を除いたコーンである。

低フィチン

特 質

低フィチンコーンは家畜農場で使用された場合、環境保全のための改善に役立つ。栄養の消化率の向上により、この製品は家畜糞尿中の不要な磷 それは水質汚染の原因となり得る を減らす。

用 途

家畜飼料：低フィチンコーン、遺伝子組換えタイプで有効磷が高いもの、を給餌された豚は一般的に糞尿中の磷排出が少ない。これにより養豚農場による汚染原因を減少させ得る。

現時点では、低フィチンコーンが最も当てはまるのは環境汚染に敏感な分野であろう。例えば土壌テストで高いレベルの磷を示す場所、土壌流出し易い場所、そしてまた養豚、養鶏農場が過密な地域などである。

食品：初期段階の試験では、低フィチンコーンは重要な栄養素である鉄分の吸収と利用を助けることが示されている。この製品は毎食コーンばかり食べている開発途上国や、鉄分欠乏症が良く見られる先進国に恩恵をもたらし得る。

取り扱い

最高価値を保持するためにコーンの区分を作付けから加工まで一貫して管理することが必要である。

加工処理

低フィチンコーンは高付加価値ではない従来のコーンと同じように飼料用に加工して使用可能であるが、主に養豚用に使われている。

低ストレスクラック

特 質

ストレスクラックが少ないことがこの種のコーンの特徴である。

用 途

コーン製品が必要となるすべての応用範囲で利用されうる。

取り扱い

ストレスが多くかかったコーンを取り扱っていると、穀粒の破損につながり、等級が下がるため、コーンの経済価値をさげることになる。破損コーンがあったり異物が混ざっていると、ゾウムシ等の有害な害虫の生息環境を提供することになり、条件悪化につながる。

加工処理

コーンのストレスクラックの一番の原因は高温乾燥である。その過程で、穀粒内部の水分が膨張し、外部表面にひびが入るのである。ストレスクラックを防ぐ一番の方法は、コーンを保存可能な水分量まで畑で乾燥させるか、急速な膨張を防ぐため、低温でゆっくりと人工乾燥させることである。

低温乾燥（LTD）

特 質

低温乾燥コーンは、一般にストレスクラックおよび穀粒の損傷が少ない。これは、硬質胚乳またはホワイトコーンのような特殊コーンとエレベーターのコモディティーサンプルに代表されるコーンとの妥協点であり、スーパーコモディティーコーンである。

用 途

低温乾燥コーンはハイブリッドの品種ではなく、取扱い上の特性の違いであるため、その他のコーンが使用される全ての用途で利用されている。一般に、これには家畜飼料、人間消費用、および工業目的が含まれる。

取り扱い

LTDコーンは、その損傷の低さ、ダストの少なさ、通気の改良およびかび繁殖の少なさにより、保管性が高くなっている。

加工処理

低温乾燥コーンはドライミルでの加工に適した特徴がいくつかある。これには、テスト重量、低ストレスクラック、胚乳の対グリッツ率の低さが含まれる。穀粒の小ささを示唆するところの細粒割合ぐらいが、ドライミリングでの成績を減少させる唯一の要素であろう。

非遺伝子組換え

特 質

ただ1つの異なった特徴はコーンがバイオテクノロジーによる遺伝子組換えを行っていないということだけである。

用 途

非遺伝子組換えコーンは通常コーンが使用されるすべての用途に利用されることができる。遺伝子組換えコーンの消費やそれから作った製品が有害であるかもしれないとの懸念を持ち（現在の科学的根拠に基づいたものではないが）その使用を避けたいと思っているバイヤーや使用者から特に望まれている。

取り扱い

コーンは通常の方法により機械乾燥ができる。低損傷率、細粒、通気性の改良およびかびの繁殖に対する保管性を高めるため低温乾燥が推奨される。

加工処理

非遺伝子組換えコーンは飼料、食料また工業用目的の為にどのような形で加工されてもよい。

ニュートリデンス

特 質

No.2イエローコーンと比べ、ニュートリデンスコーンは、タンパク質含有が高く、リジン30%増量、イオウアミノ酸50%、スレオニン18%が増えたほか、トリプトファンが2倍になり、栄養の一貫性がよくなり、油脂含有量が増え、燐のレベルが高くなった。

用 途

この製品タイプは家畜飼料用に栽培されている。

取り扱い

ニュートリデンスコーン生産の成功につながる方法は、本質的に通常のイエローデントコーンと変わらない。しかし、最高価値を保持するためにコーンの区分を作付けから給餌まで一貫して管理することが必要である。

加工処理

ニュートリデンスコーンの加工は高栄養コーンと同じである。このコーンは家畜飼料用で有る為、普通は飼料メーカーによって引き割りまたは製粉される。

高栄養（高タンパクとも呼ばれる）

特 質

この製品は大きく定義付けられているため、このカテゴリーに属するすべてのコーン製品を特徴付けるため、タンパク質含有量等の決まった条件を挙げることは困難である。種類によってタンパク質が高いものもあれば、油分または特定のアミノ酸レベルが高い物もある。代わりに高栄養コーンは特別な飼料用に開発された品質改良飼料のためのコーンであると説明できる。

用 途

家畜飼料:これらの特殊コーンから作られた高栄養コーンは、タンパク質、必須アミノ酸およびエネルギー(油分)を多く含んでいるためNo.2イエローコーンと比べて大きな利点を有している。それにより、酪農業者が高価な原料やサプリメントに頼らなくてもよくなるのである。高リジンであるOpaque-2は、主として乳牛にサイレージとして与えられる。

人間の消費:ウィルソンジェネティクス有限会社の製品であるデマンドは食料市場向けにウェットミリングまた、グリッツやシリアル向けのドライミリングに利用されている。

工業用:ウィルソンジェネティクス有限会社の製品であるデマンドは工業市場向けにウェットミリングで利用されている。

取り扱い

高栄養コーンの価値を維持するため、他の全てのタイプのコーンと畑からコーザまで完全に分離する必要がある。

飼料加工業者は、コストを下げ、また特別な栄養目的の為にその他のタイプのコーンと混ぜ合わせることもある。

加工処理

高栄養コーンが家畜のえさとして使用される場合には、飼料メーカーで加工されることがある。加工では、引き割りまたは製粉され、メーカーの混合飼料となる。

コーンが人間の消費向けである場合には、ウェットミルで加工されるが、工程を通して、他のタイプのコーンと分離する必要がある。

有機農法

特 質

有機栽培コーンは、ハイブリッド種を使い、施肥土壌で、雑草、害虫が管理されている従来のコーンの生育方法と比べ、一般に生産歩留まりが低い。

用 途

有機栽培コーンは遺伝子操作や組換えが望まれない食料製品に用いられている。

取り扱い

有機市場に置いては、質は特に重要な要素である。収穫、乾燥および保管行程を通し、穀物の代表的なサンプルが集められ、潜在的バイヤーに送られる。コーンの品種選別管理は植付から保管、バイヤーへの出荷を通して成されるべきである。

加工処理

天候が許せば、畑における乾燥が穀粒の質のために最適である。コーンはまた従来の方法を使用して機械で乾燥されることもある。破損、細粒、通気性の改良およびかびの繁殖を防ぎ、保管性を高めるために、低温乾燥が勧められる。

ポストハーベスト農薬無添加

特 質

このコーンは保管中、マラチオンなどのような、殺虫剤や燻蒸剤が使われていない。

用 途

このコーン製品はコーザがそのような化学物質との接触がない状態で使用したいすべての用途に使える。

取り扱い

コーンの所有者の中には、低温通風プロセスで害虫を追い払う試みをしている者もある。また、単にコーンの保管期間を限定するという方法もある。

加工処理

このタイプのコーンの処理プロセスは使用目的によって決まる。

ワキシー

特 質

デンプンの消化し易さ: 通常のイエローデントコーンとの基本的な違いはワキシーのデンプンは家畜によってより完全に消化されやすいということである。ワキシーの穀粒はより分解し易い、枝分かれの多い分子構造、アミロペクチンを通常のイエローデントコーンより25%以上多く含んでいる。ワキシーコーンのデンプンは100%がアミロペクチンであり、それに対してイエローデントコーンは75%しかアミロペクチンではなく残りの25%は分解しづらい、単分子構造のアミロースデンプンである。ワキシーコーンはウェットミリングによってワキシーコーンスターチに加工され、それはゆっくりとデンプンの結晶形態に戻る性質を持っている。

デント: 新しいタイプのワキシー品種は収率においてデントコーンに劣らないと言われている。

収率: イエローワキシー品種の開発は、他のいくつかの品種にみられるような収率減少をほとんど淘汰した。

用 途

ワキシーコーンは過去数年の間に急速に増え今後益々伸びるであろう工業用途で多く利用されている。

家畜飼料: ワキシーコーンはデントコーンよりデンプンがより消化されやすく、より完全に消化されるので畜産飼料として最も価値が認められる。いくつかの試験結果で去勢牛はワキシー胚乳コーンの給餌でより増体が良くなることを示している。

安定剤、増粘剤: ワキシーコーンからのデンプンはウェットミラーによって食品産業で安定剤や増粘剤として使われる。この用途は、特に調理加工において急激な温度変化に晒されるインスタント食品産業が成長するにつれ、これからも増えつづける。

接着剤: 水分保持のガムテープ製造の中でも再度ぬれる可能性のある接着剤など、他の用途がペーパー業界にある。

乳化剤: また、サラダドレッシングのための乳化剤としても使用される。

取り扱い

最高価値を保持するためにコーンの区分を作付けから加工まで一貫して管理することが必要である。

加工処理

ウェットミリング用のワキシーコーンは通常、ウェットミラーや輸出業者のために契約栽培される。

ホワイト

特 質

アルカリ加工食品に適する形質とは、外皮(種皮)の除去を容易且つ完全にできること、また、胚乳が硬質で、穀粒冠の形状、穀粒のサイズが揃っていること、比重の高さ、穀粒の赤筋に対する抵抗、および白色の穂軸が良好であることが含まれる。

新しい、高い収率の品種はイエローコーンに引けをとらないが、古い品種のホワイトコーンは13%収率が落ちる。

用 途

食品: ホワイトフードコーンは通常ドライミリング加工業者と契約され販売されるため、マサ、トルティア、チップス、ナック食品そしてグリッツなどのためのアルカリ食品加工に使われる。

デンプン: ホワイトフードグレードのコーンは食品用のデンプンとしてある程度のウェットミリング用途がある。

ペーパー: ペーパー業界でもホワイトコーンが使われている。

取り扱い

コーンの区分を作付けから加工まで一貫して管理することが必要である。

加工処理

最終加工業者は望まれる品質の製粉のために穀物が同品質であることを要求する。契約者はこの理由からしばしば生産者にインセンティブのためのプレミアムを上乗せする。

フードグレードのホワイトコーンは、品質を損なわないために、乾燥過程はずっと穀粒の温度が華氏140度より低く維持されなくてはならない。

高付加価値穀物の バーチャル・トレードショー

高付加価値穀物の取扱い会社に関する情報は、下記のサプライヤーのサイトを参照して頂きたい。高付加価値コーン取扱い会社のリストおよび連絡先を見ることが出来る。

<http://www.vegrains.org/cgi-bin/english/suppliers.cfm>

グレインソルガムの飼料原料としての再評価

—新飼料成分表に基づく考察もふまえて—



不耕起栽培のソルガム畑

ソルガム(*Sorghum bicolor*[L.]Moench)は数千年前にアフリカで栽培されるようになり、その後各地に普及し19世紀には北米、南米に伝えられたとされる。現在米国で栽培されているソルガム(マイロ)は、以前から米大陸で栽培されていたMilo種やその後持ち込まれた品種と交雑されて作出されたものである。ソルガムはインド、ナイジェリア、スーダンなどでは主に食用に、米国、日本、メキシコ、イスラエルなどでは主に飼料用として使用されているが、米国においては、数年前から商業ベースでの大量供給が可能になったホワイトソルガムが食品素材として利用されており、日本においても製菓用原料等食品への使用が既に行なわれている(本誌17号参照)。

日本における配・混合飼料でのソルガムの使用率はここ数年やや減少しているが、後述するように最近の米国産ソルガムはほとんどタンニンを含まず、通常、価格はとうもろこしより割安なこと、改訂された標準飼料成分表においてエネルギー価がこれまでより高く見直されたこと、飼料製造時に粉碎し易いことなど飼料原料としての多くの利点を有している。この優れた飼料穀物の最近の使用状況と品質などを確認しソルガム使用に関する再評価の参考に供したい。

日本畜産技術士会
飼料プロジェクトチーム
技術士 金子武生

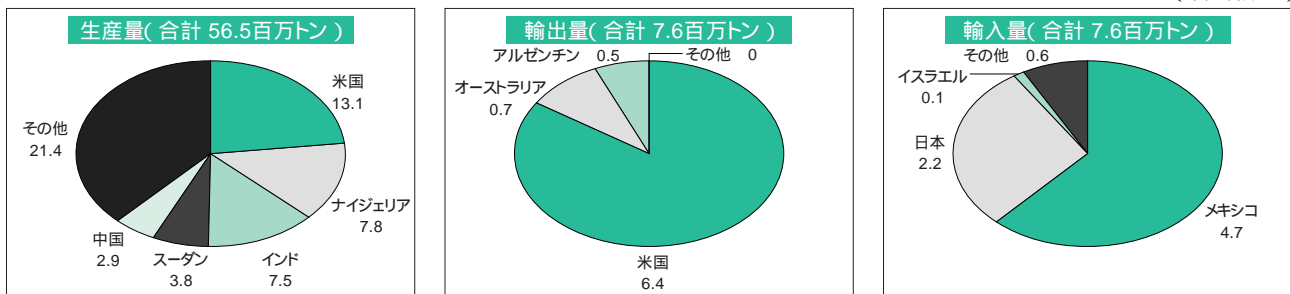
1 ソルガムの生産と輸出入状況

ソルガムの生産国は米国、ナイジェリア、インド、スーダン、中国、アルゼンチン、オーストラリアなどである。近年の世界の生産量は食用、飼料用を合せて年間約5,300～6,000万トン程度で、うち米国産が最も多く生産量の約4分の1を占めている。米国でのソルガム生産地域は比較的雨の少ない中央部に位置するネブラスカ、カンザス、オクラホマ、テキサスが主で、この4州で全米の約85%のソルガムを生産している。また、輸出も米国が最大で世界の輸出量の80%以上を占めており、米国以外の輸出国はオーストラリアとアルゼンチンである。一方、輸入はメキシコと日本の量が大きい(図-1)。日本には米国を主にオーストラリア、アルゼンチンからも輸入されている。

2 ソルガムの配・混合飼料での使用状況

ソルガムは、日本の配・混合飼料に使用される穀類ではとうもろこしに次いで使用率の高い原料で、ここ数年は8～11%程度使用されている(表-1)。穀類全体としての年度毎の使用率はあまり変動していないが、その中で、過剰米を処理するため政策的に玄米を飼料に使用した年度(最近では1995、2000、2001)にはソルガムの使用率が減少している。また、大麦の使用率が年々僅かではあるが増加している。なお、穀類の使用率に影響する原料として油脂があり、この10年間で使用率が1.4%から1.6%に上昇している。増加した油脂のエネルギー量を換算すると穀類の使用率0.5～0.6%分に相当している。

図-1 世界のソルガムの生産・輸出入量(01/02:見通し)



農林水産省,USDA資料より作成

ソルガムは各畜種の飼料に使用されており、ブロイラー用と養豚用での使用率が高く、それに比べ採卵鶏用、乳牛用、肉牛用では低い状態である(図-2)。最近10年間ではブロイラー用以外の使用率が低下している。この要因として採卵鶏用では卵黄色確保のための黄色とうもろこしの使用、養牛用では飼料の主流がマッシュからバルキータイプへの変化に伴ないカサの大きいとうもろこしへの切替え、更に肉牛用では肉質に良いとされる大麦の増加などが挙げられる。

2000年度のソルガム使用量は211万トンで、そのうちの約90%を養鶏用、養豚用飼料で使用している(図-3)。なお、同年度の配・混合飼料での全原料使用量は2,403万トンである。

3 ソルガムの品質

1) 新飼料成分表にみるソルガムの成分

< 一般成分 >

本年2月に「日本標準飼料成分表」が改訂された(2001年版、以下新飼料成分表とする)。今回の改訂では、1995年版(旧版)発行以降における飼料成分に関する情報を広く収集し、成分値の見直しを行っており、最新のデータが提示されていて配合設計時の有用な資料といえる。ここで、新飼料成分表において見直された主なポイントを見ると、一般成分ではとうもろこしの粗蛋白質の標準成分が旧版の8.8%から8.0%へと大きく変わったのに対し、ソルガムは9.0%から8.8%への見直しになり、両者の差がこれまでの0.2%から0.8%へと大きくなっているのが注目される。なお、粗蛋白質のバラツキ(標準偏差)はとうもろこしよりもソルガムで大きい、これは粗蛋白質の高いオーストラリア産、低いアルゼンチン産などの使用が影響しているものと思われる。水分値の標準偏差はとうもろこしよりもソルガムがやや小さい(表-2)。

図-2 ソルガムの畜種別使用率

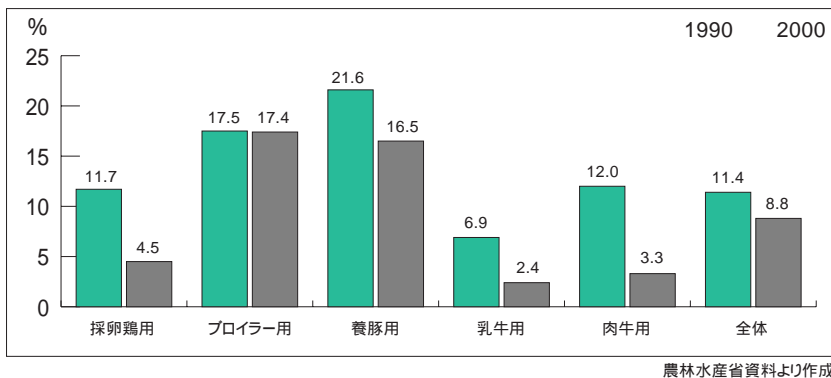


図-3 ソルガム使用量の畜種別比率(2000年度)

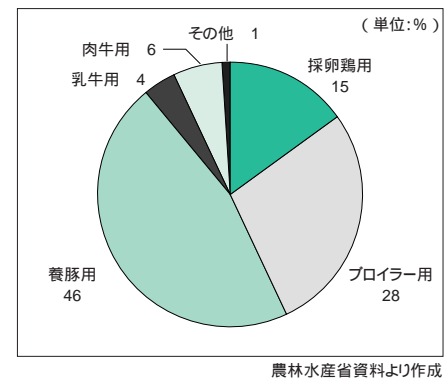


表-1 配・混合飼料での穀類の使用率の推移

	1992	1993	1994	1995 (1)	1996	1997	1998	1999	2000 (1)	2001 (1,2)
とうもろこし	47.4	47.7	47.5	48.2	47.1	46.7	46.9	47.2	47.2	48.1
ソルガム	11.9	11.4	10.7	8.9	10.2	11.0	10.5	9.4	8.8	7.7
大 麦	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9	3.0	3.1
その他の穀類	3.8	3.5	3.9	4.3	3.5	3.0	3.2	3.5	4.2	3.3
穀類合計	64.6	64.2	63.9	63.4	63.0	63.1	63.3	63.0	63.2	62.2

1) 玄米使用年度 2) 2001/4 ~ 2002/1の使用率

農林水産省資料より作成

表-2 飼料成分表におけるソルガムととうもろこしの一般成分値

		水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
新飼料成分表	ソルガム	13.2	8.8	3.2	71.5	1.8	1.5
	(標準偏差)	(0.9)	(1.2)	(0.2)	(2.2)	(0.6)	(0.2)
旧版	とうもろこし	13.5	8.0	3.8	71.7	1.7	1.3
	(標準偏差)	(1.2)	(0.5)	(0.5)	(1.6)	(0.4)	(0.2)
旧版	ソルガム	13.4	9.0	3.1	71.1	1.9	1.5
	とうもろこし	13.5	8.8	3.9	70.7	1.9	1.2

日本標準飼料成分表(2001,1995版)より作成

<エネルギー価>

飼料安全法に基づく飼料の栄養成分の表示にあたり、エネルギー価(ME、TDN)については原料ごとに定められた数値(飼料成分表の値に同じ)を使用して算出することが規定されており、その値は配合設計において配合飼料の価格に連動するので産業的にも重要である。表 - 3 は新飼料成分表における主要穀類のエネルギー価であるが、ソルガムはこれまでよりME(鶏)で10kcal/kg、TDNは豚で0.3%、牛で0.2%、それぞれ高いものに再評価され、とうもろこしはTDN(豚)のみが0.3%アップと見直されている。

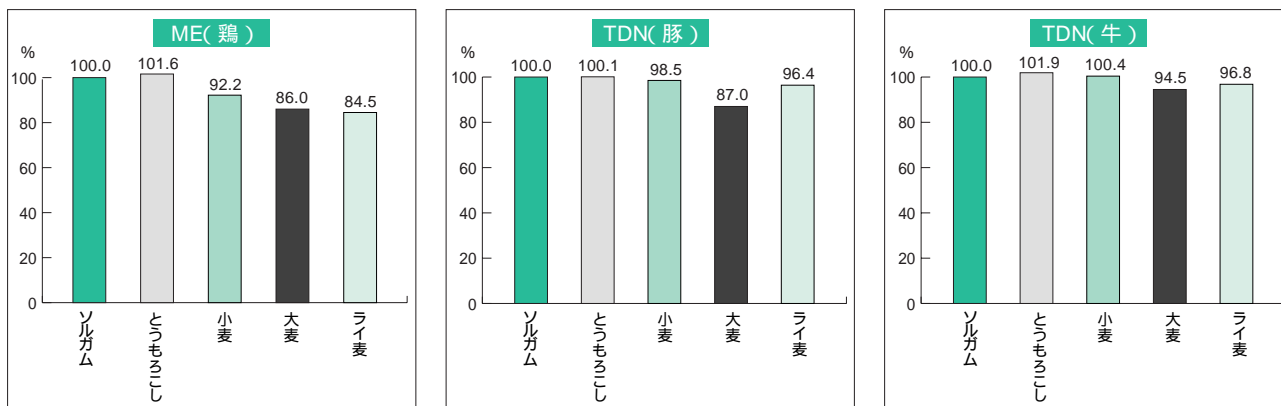
主要穀類のエネルギー価をソルガムとの対比で図 - 4 に示した。ソルガムはME、TDN(牛)ではとうもろこしより僅かに低いがTDN(豚)では同等であり、全体的には見直し前に比べとうもろこしにより近いものと再評価されている。また、大麦やライ麦に対してはME、TDNとも数%

から10数%、小麦に対してはME、TDN(豚)で数%高いエネルギー価を有しており、今後多くなるであろう高エネルギー飼料に適した穀類といえる。

<アミノ酸>

穀類は蛋白質(アミノ酸)の供給を主目的とした原料ではないが、とうもろこしやソルガムは配合率が高いためアミノ酸が重要視される。従来、ソルガムは飼料としてのアミノ酸バランスはとうもろこしに及ばないとされていた。しかし新飼料成分表で再評価されたソルガムのアミノ酸はメチオニン、シスチン、トレオニン等の主要アミノ酸が高く見直されたのに対し、とうもろこしのトレオニン、トリプトファン等はこれまでよりも低く見直されている。これらの値は日本での最近の分析結果に基づくものであり、ソルガムの主要アミノ酸バランスは見直し前より僅かではあるが良くなり、とうもろこしとの差はやや小さくなったといえる(表 - 4)。

図 - 4 新飼料成分表における主要穀類のエネルギー価のソルガムとの対比



日本標準飼料成分表(2001年版)より作成

表 - 3 新飼料成分表における主要穀類のエネルギー価

(原物中)

	ソルガム*	とうもろこし*	小麦	大麦	ライ麦
ME(鶏) kcal/kg	3,220(3,210)	3,270(3,270)	2,970	2,770	2,720
TDN(豚)(%)	80.9(80.6)	81.0(80.7)	79.7	70.4	78.0
TDN(牛)(%)	78.4(78.2)	79.9(79.9)	78.7	74.1	75.9

* ()内は旧版の値

日本標準飼料成分表(2001,1995版)より作成

表 - 4 飼料成分表におけるソルガム・とうもろこしの主要アミノ酸含量

(原物中 単位:%)

		リジン	メチオニン	シスチン	トレオニン	トリプトファン
新飼料成分表	ソルガム	0.20	0.15	0.16	0.29	0.10
	とうもろこし	0.24	0.17	0.18	0.29	0.07
旧版	ソルガム	0.20	0.13	0.14	0.26	0.10
	とうもろこし	0.24	0.15	0.17	0.30	0.10

日本標準飼料成分表(2001,1995版)より作成

2)ソルガムのタンニン

<穀粒の色とタンニン含量>

ソルガムはフェノール酸、タンニン、フラボノイドなどのフェノール類を含みこれらは微生物の増殖を防ぎカビに対する抵抗力を持っている。タンニンについては渋味により野鳥の被害を防ぐ一方で、家畜の嗜好性や蛋白質の消化を低下させたり消化酵素の働きを弱めたりすることにより飼料効率低下の要因とされ、その程度は家畜の種類や飼養方法等により変動するとされる。ソルガムの色が濃いものはタンニン含量も多いと認識されている場合があるが、穀粒の表面の色はタンニン含量を表わさない。ソルガムの穀粒の表面には白、黄色、ピンク、オレンジ、赤、褐色などの色をした果皮(Pericarp)があるが、タンニンは果皮の内側にある色素沈着種皮(Pigmented Testa:通常は茶色。あるいはその他の場合もある。)に含まれるからである。高タンニンソルガムはこの色素沈着種皮を有しているが、無タンニン・ソルガムはこれを有していない(Rooney,2001, Dudley-Cash,1999)

タンニン含量と飼育成績に関する試験は各種実施されているが、ネブラスカ大学のDouglasら(1990)はプロイラーにおける試験で、タンニン含量が0.018~0.091%(乾物基準)のソルガムのME価はとうもろこしの差が認められなかったとしている。

<米国産ソルガムの品質とタンニン含量>

米国では長年、ソルガムのタンニン含量を低減または排除するための改良が続けられ、それによって他国のタンニン含量の高いソルガムに比べて栄養効率が30%程度良くなっているといわれる(飼料原料ガイドブック,1998)。最近の米国産ソルガムについてアメリカ穀物協会(USGC)がテキサスA&M大学穀物品質研究所で実

施した品質試験の結果では、成分、容積重、破碎粒・異物混入状況等は後述する米国等級基準に照らして良好なものであり(表-5)、タンニンについては、2000年産は“trace(痕跡)”で、1999年産のサンプルもゼロであった。また、ネブラスカ・グレインソルガム・ボードの年次報告によれば、2000年産のソルガムの品質は全サンプルの93%が米国等級基準のNo.1およびNo.2を占めており、タンニンについては検査したサンプルのすべてがこれ含まないものであることを確認している。

上記品質検査結果等から、改良された現在の米国産ソルガムはタンニン含量に関しては飼料原料として何の問題もないものといえよう。

3)飼料原料としての物性

ソルガムの粒サイズは産地により異なり、オーストラリア産は粒が大きくアルゼンチン産は小さく米国産はその中間である。日本国内における篩による測定例では3.35mmの網目篩の上に残った粒の重量割合は、米国産が27%、オーストラリア産が51%、アルゼンチン産が11%であった。粒サイズが大きいとローラーミルによる粉碎により成鶏用飼料に向く粗粒を多く得ることが出来る。圧ぺん加工の場合には大きなフレークができ、またポッピング加工の場合には大きく膨らみ見栄えがよくなる。一方、粒サイズが小さいと粉碎ロールの間を粉碎されずにそのまま通過する粒があるなど製造・加工上好ましくない。カサ比重については飼料工場において貯蔵容量や配合後の製品の比重にも影響し、バルク車への積載容量とも関係する。容積重は大きいものが望ましい。

表-5 米国産のソルガムサンプルの品質試験結果(抜粋)

(原物中)

	米国等級要因		成分(%)		
	容積重(lb/bu)	破碎粒・異物(%)	水分	粗蛋白質	タンニン
2000-2001 VEG Quality Report 1(2000年産平均)	60.2	2.1	10.7	9.3	trace
2000 Nebraska Grain Sorghum Quality Study 2(2000年産平均)	58.8	2.7	13.4	9.3	0

1)アメリカ穀物協会発行 2)ネブラスカ・グレイン・ソルガム・ボード発行

上記レポートより作成

4)米国のソルガムの規格

米国産ソルガムは、米国連邦穀物検査局(FGIS)により規格を定められており、市場クラスとしては次の4つを設定している。即ち、「ソルガム」は果皮の色は何であれ、タンニン・ソルガムが3%以下のものであり、「ホワイト・ソルガム」は色素沈着した種皮がない白色の果皮をもつ穀粒であり、色彩のある果皮またはタンニン・ソルガムが2%以下のものである。「タンニン・ソルガム」は厚みのある色素沈着した種皮をもつ穀粒を90%以上含むものであり、「混合ソルガム」は前述3クラスのどの必要条件にも合致しないものである。米国の市場に出回っているほとんどが「ソルガム」クラスに入り、「ホワイト・ソルガム」は主に食品用である。また、表 - 6は全クラスについての等級必要条件の一部を示したものであるが、日本に輸出される飼料用ソルガムの等級は通常US No.2である。なお、この表以外の項目についても設定されているが、詳細な規格等については本誌第3号(1993)、第17号(2000)に掲載されているので参照されたい。

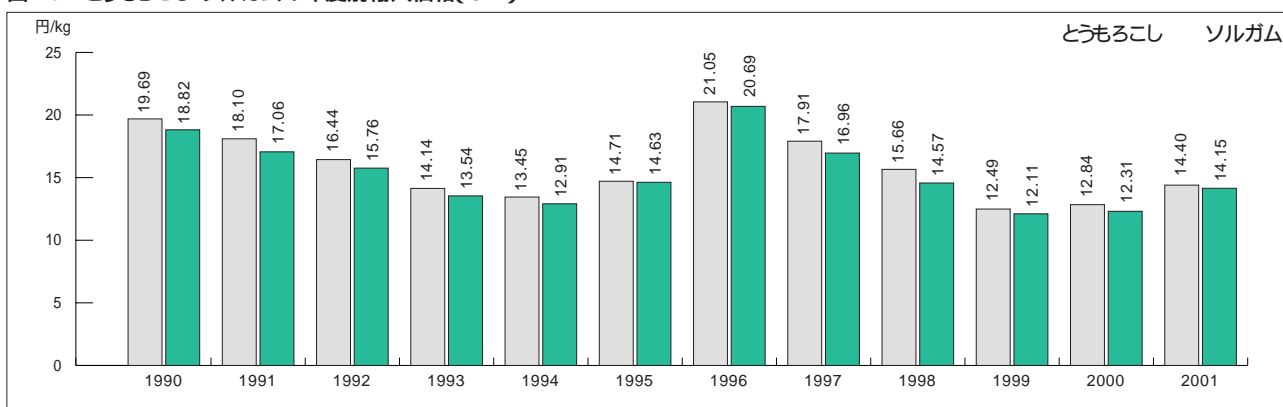
4 成分からみたソルガム価格の試算

とうもろこしとソルガムの日本への輸入価格(CIF)を年度単位で図 - 5に示したが、1990年以降のソルガムの対とうもろこし価格比は93%(1998)から99.5%(1995)の間で変動し、平均ではおよそ96%に相当している。一方、栄養成分からみた価格を試算するとソルガムはとうもろこし対比96%より高いものと算出される。即ち、ソルガムととうもろこしの差を穀類としての重要成分であるエネルギー(TDN: 豚) 粗蛋白質およびリジンについてのみ単純に比較し、成分の補正を大豆粕、動物性油脂、リジン(飼料添加物)により行なうと代替式は次のようになる。ここで、原料単価を式に挿入した価格(円 / kg)とすれば、

$$\begin{aligned} \text{ソルガム} &= \text{とうもろこし} (18.0\text{円}) \times 97.606\% + \\ &\quad \text{大豆粕} (30.0\text{円}) \times 2.398\% + \\ &\quad \text{動物性油脂} (80.0\text{円}) \times 0.118\% - \\ &\quad \text{塩酸リジン} (250.0\text{円}) \times 0.122\% \\ &= 18.078 (\text{円} / \text{kg}) \end{aligned}$$

となる。

図 - 5 とうもろこし・ソルガムの年度別輸入価格(CIF)



財務省資料等より作成

表 - 6 ソルガムの米国等級基準(抜粋)

等級	容積重(最小限)		損傷粒(最大限)		破砕粒・異物(最大限)	
	(lb/bu)	(kg/hl)	総量(%)	熱損傷(%)	総量(%)	異物(%)
US No.1	57.0	(73.4)	2.0	0.2	4.0	1.5
US No.2	55.0	(70.8)	5.0	0.5	7.0	2.5
US No.3	53.0	(68.2)	10.0	1.0	10.0	3.5
US No.4	51.0	(65.6)	15.0	3.0	13.0	4.5

アメリカ穀物協会資料より作成

粗蛋白質がとうもろこしより0.8%高く、TDN(豚)が0.1%、リジンが0.04%低いソルガムの価格は、とうもろこしの18.0円/kgに対して18.078円/kgと算出され、上記の条件ではとうもろこしとほぼ同等の価格と試算される。実際の配合計算においては、栄養成分としてこのほかのアミノ酸、ミネラル等の条件が追加されるが、この代替式からの結果と大きく変わることはないと思われる。また、ソルガムは過去10年余の対とうもろこし価格比が平均96%であることから、栄養成分的にはとうもろこしよりも割安原料といえる。

5 飼料工場でのソルガムの粉砕

穀類の粉砕に要する費用や時間当りの生産性(粉砕処理量)は飼料製造に際しての重要な要素であるが、配合設計においては栄養価ほどに考慮されないことが多い。とうもろこしの粉砕及び粉砕粒度の家畜への影響については本誌第21号(2001)で本澤により解説されているが、ここではとうもろこしとソルガムの粉砕に要するエネルギー(消費電力)と生産性について触れる。

カンザス州立大学のHealyら(1991)によれば、ローラーミルで平均粒径を0.9、0.7、0.5mmに粉砕する場合、

同一サイズの粒度に粉砕するにはソルガムのほうがとうもろこしよりも粉砕時の負荷が少ないため電力の消費は少なく済むとしている(表-7)。また時間当りの粉砕量も多くなり、あるいは同じ消費電力ならばソルガムのほうがより細かい粒度に粉砕することができるという報告している。なおハンマーミルで微粉砕(0.3mm)する場合の差はローラーミルにおける差ほど大きくなかったとしている。同大学のCabreraら(1993)はローラーミルで0.6mmに粉砕した場合、消費電力はとうもろこしの7.0kwh/トンに対してソルガムは6.4kwh/トン、生産性は同じく0.9トン/hに対して1.1トン/hであり、ソルガムの粉砕効率がよいとする結果を得ている。この試験では粉砕時に発生するノイズ(騒音)も測定しており、とうもろこし粉砕時のノイズが95デシベルであるのに対しソルガム粉砕時は84デシベルであったとしている。工場の騒音の低減化は作業環境の向上にとって望ましいことであり、この意味でもソルガムはとうもろこしに比べて粉砕時の副次的メリットがあるといえる。

飼料工場に設置されている粉砕機はこの試験に使用されたものと性能等は異なるであろうが、その場合でも粉砕時の生産性等の差は同様に発生するものと思われる。



表-7 とうもろこし・ソルガムの粉砕粒度と消費電力・生産性

	ローラーミル						ハンマーミル	
	とうもろこし			ソルガム			とうもろこし	ソルガム
平均粒径(mm)	0.92	0.70	0.49	0.90	0.74	0.51	0.37	0.35
消費電力(kwh/トン)	4.8	8.4	14.3	1.5	2.1	3.4	22.2	18.2
生産性(トン/時間)	1.9	1.1	0.7	6.6	4.5	2.6	0.7	0.8

B.J.Healyらの報告(1991)より作成

細かい粒度の飼料は家畜・家禽の消化率の向上につながるが、胃の障害等にも関係するため畜種・発育段階に適した粒度が必要である。また粉碎粒度は製品(飼料)の流動性(サラサラの程度)に関係し、工場や農場のタンクでの貯蔵、パルク車での飼料の運搬、農場の給餌機での飼料の流れ等に影響することから、飼料への配合率の多いとうもろこしやソルガムの粒度管理は非常に重要である。一般的にはマッシュ製品における流動性は、同じ粒径であるならばとうもろこしよりもソルガム使用時のほうがサラサラして良好であるとされる。

6 加工処理と飼養成績

穀類は単なる粉碎によっても飼料価値は増すが、ペレット、エキスパンダーや圧ぺんなどの加工処理により更に飼料価値が増加することが知られている。プロイラーでの試験では、ヘブライ大学のNirら(1995)がソルガム主体の飼料により、全期間マッシュ区とクランブル・ペレット(28日令切替え)区を比較した結果、クランブル・ペレット区のほうが体重、飼料要求率とも有意に優れたことを示している(表-8)。

肉豚仕上期における試験では、カンザス州立大学のJohnstonら(1998)がソルガムをベースにした飼料の加工処理の効果を報じている(表-9)。それによれば、ミールをペレット化することにより飼料要求率が改善され、また、エキスパンダー処理したソルガムを使用してペレット化す

ることにより増体量、飼料要求率ともに改善され、更に乾物、窒素等の消化率が向上し、ペレットの耐久性も改善されたとしている。同大学のHancockら(1992)は、ハンマーミルで粉碎したソルガム、とうもろこし、小麦、大麦をそれぞれ配合した飼料、およびそれら穀類をエクストルーダー処理して配合した飼料を肉豚仕上期に給与した結果、エクストルーダー処理した飼料は、処理しないものより飼料効率が改善した。改善の割合はソルガムが9%であったのに対し、とうもろこし、小麦、大麦は3%から6%の改善であり、エクストルーダー処理の効果はソルガムで大きいとしている。

7 ネブラスカにおける最近のソルガムの評価

米国のソルガム主要生産地の一つであるネブラスカ州のグレインソルガム・ボードの年次報告において、Kliment(2001)が各家畜におけるソルガムに関する最近の実践的な試験結果等をダイジェストしているのでその一部を紹介する。

<家禽> ...ソルガムは家禽にとり経済的な飼料である

ソルガムの大きな優位性は栄養価であり、プロイラーにおける研究によれば、ソルガムはとうもろこしと同等か少しよい成績を示している。またソルガムは雛が必要とする蛋白質の1/3以上を供給することができるとしてい

表-8 プロイラー飼料におけるソルガムの加工の効果

	マッシュ	クランブル ペレット	標準誤差	危険率
49日令体重(g)	2,483	2,650	30.5	.01
累計飼料摂取量(g)	5,098	5,323	70.1	.01
累計飼料要求率	2.06	2.01	.024	.06

Nirらの報告(1995)より作成

表-9 仕上豚飼料におけるソルガムの加工の効果

	ミール	ペレット	エキスパンダー ペレット	標準誤差
期間1日増体量 (lb)	2.45	2.30	2.44	.07
期間1日飼料摂取量(lb)	7.31	6.55	6.74	.16
期間飼料要求率	2.98	2.85	2.76	.08
消化率	乾物(%)	90.8	91.8	92.9
	窒素(%)	84.3	86.7	87.8
ペレットの耐久性(%)	---	83.7	93.4	

開始時体重:128lb 期間:50日間

S. L. Johnstonらの報告(1998)より作成

る。一方ソルガムのカロリーはとうもろこしよりも2～3%少ないので油脂を加えるとよい。

ネブラスカ大学の研究ではソルガムの栄養価と種実の色との相関は少ないかあるいは関係しないとし、ソルガムの色はどの色のものも使用することができるとしている。

<養豚> ...ソルガムはとうもろこしと等量代替できる

養豚用飼料の研究においてソルガムがとうもろこしに等量代替できることを見出しており、発育速度、屠体性状はとうもろこし飼料と差がないとしている。また、ソルガム飼料は摂取量、嗜好性がとうもろこし飼料よりもよい。一般的にはソルガムはとうもろこしよりも高蛋白質であるがリジンが少ないとしている。

<乳牛> ...ソルガムは乳生産に適している

ネブラスカ大学とアリゾナ大学の最近の研究によれば、ソルガムは高度で最適な乳牛用飼料の鍵となる原料である。研究では乳牛が適切に加工処理されたソルガムを給与されたときに高蛋白乳を生産することを示している。乳蛋白の増加は乳価格プレミアムが蛋白含量によっていることから特に重要であるとしている。

またソルガムは微粉碎だけでなくスチームフレーキングも生産者に利益をもたらすとされている。微粉碎ソルガムは微粉碎とうもろこしよりもより高い乳蛋白と無脂固形分をもたらす。スチームフレークソルガムはスチームロールコーンに比べて平均6%の乳生産量が増加したとしている。

<肉牛> ...仕上用飼料にソルガムを加えるとパワフルな効果がある

肉牛の栄養研究において、とうもろこしベースの肉牛仕上用飼料にソルガムを組み合わせることで穀類双方の消化を改善し、その結果、低価格でより効果的な飼料とすることができるとしている。その例では、ソルガムだけによる増体量は3ポンド/日であり、とうもろこしだけでは3.25ポンド/日であった。よってソルガムととうもろこしの組み合わせ(50:50)により理論的には3.125ポンド/日の増体量になる。しかし試験によればソルガムととうもろこしの相乗効果により、3.25～3.28ポンド/日の増体量が得られた。その結果とうもろこしでの飼養と同じ成績を低価格で得ることができたとしている。

また、ネブラスカ大学とカンザス州立大学の研究では、ドライロールソルガムはドライロールコーン又は高水分とうもろこしの組み合わせがベストであるとした。スチームフレークソルガムの場合では、3つの穀類(スチームフレークコーン、ドライロールコーン又は高水分とうもろこし)のうちの1つとの組合せの効果は、ソルガム単独やとうもろこし単独よりもよいとしている。

表 - 10 肉用牛におけるS-DDGS等の給与の効果

	対照 1)	S-WDG 2)	S-WDGS 3)	S-DDGS 4)	標準誤差
乾物摂取量(kg/日)	12.11	11.97	12.23	12.49	.38
増体量 (kg/日)	1.86	1.83	1.91	1.78	.10
飼料効率	.153 b	.153 b	.155 b	.142 c	.003
脂肪厚 (cm)	1.1	1.1	1.1	1.1	.03
品質等級 5)	18.8	19.0	19.0	19.3	.3

1) ドライロールコーン(DRC)78.9%配合

2) DRC 38.9% + S-WDG(ソルガム・ウェット・ジ・スチラス・グレイン)40%配合

3) DRC 38.9% + S-WDG 26.7% + 濃縮ジ・スチラス・ソルガム 13.3%配合

4) DRC 38.9% + S-DDGS(ソルガム・ドライ・ジ・スチラス・グレイン+ソルガム)40%配合

1)~4)配合率は乾物%

5) High Select = 18; Low Choice = 19.

開始時体重:352kg 期間:130日間

bc異なる間有意差あり(p < .05)

Lodgeらの報告(1997)より作成

8 ソルガムの新しい用途

1) エタノール生産の副産物の活用

ソルガムを飼料としてそのまま使用する以外での利用が検討されており、その一つにエタノール生産の副産物として発生するソルガム由来のドライ・ジスチラス・グレイン(S-DDG)あるいはそれにソリュブルを吸着させたS-DDGS等の飼料利用試験が行なわれている。ネブラスカ大学のLodgeら(1997)によれば、肉用牛に対するS-DDGS等の給与の効果をとうもろこしと比較した結果、S-DDGS(40%配合)の飼料効率はやや劣るものの良好な肉質が得られたとしている(表-10)。また、カンザス州立大学のSenneら(1996)は仕上期の肉豚に、とうもろこしをベースにした飼料とS-DDGSを20、40、60%配合した飼料を給与した結果、飼料要求率はとうもろこし区3.34に対し、S-DDGS 20%区は3.04、40%区は3.00、60%区は2.91となりS-DDGSの配合率に応じて改善されたという結果を示している。なお、とうもろこし由来のC-DDGSの養豚飼料への利用について平野により本誌第24号(2002)で詳述されていることを付記する。

2) ソルガムのペットフードへの使用

押出機(エクストルーダー)による発泡タイプのペットフードには栄養面および加工面での必要性から適当量の穀類が配合されている。通常、穀類としてはとうもろこし、小麦粉、米粉などを使用するが、米国ではソルガムが一部製品に用いられており、今後日本においてもドライフード、ウェットフード(缶詰等)での使用が検討されるものと思われる。また、屋内での飼育が多いペットの糞尿臭の低減が望まれており、このために、ペットの腸内の細菌構成を望ましい方向へと変化させ、その結果、糞の臭気の低減も期待できるとしてペットフードへのフラクトオリゴ糖の添加が行なわれている。これに関連してイリノイ大学のHusseinら(1998)により、ペットに対する機能性成分としてソルガムのフラクトオリゴ糖含量が調査されるなど新しい用途が検討されている。

9 ソルガムの再評価

ソルガムの飼料価値はとうもろこしに比べ幾分劣ると見られることがあるが、実際には、日本の輸入量の多くを占める米国産の改良されたソルガムは、タンニンを含まないかあるいは實際上問題ない低レベルのものであり、家畜の発育成績もとうもろこしと比較して劣るものではない。また、ソルガムはプロイラーや肉豚・肉牛の体脂肪を軟脂にしたり黄色化させず、更に牛用飼料では他の穀類との併用でより飼料の効率がよくなるとされる。加工面ではとうもろこしに比べて粉碎効率がよく粉碎時の騒音は小さい。栄養成分的にはとうもろこしより割安原料と試算されるなど多くの利点を有している。これらに加え、本年改訂された標準飼料成分表ではエネルギー価と一部のアミノ酸もこれまでより高く見直されたことから、日本の配合飼料業界では今後ソルガムが他の穀類に比較して有利になる機会が多くなる可能性がある。また自家配合設計においてもソルガムの再評価が望まれる。

新規用途としては、S-DDGSの家畜への給与試験が行なわれ、あるいはペットフードへの使用が検討されるなどソルガムの新たな利用方法の開発が進められており、今後日本におけるこれらの実用化が期待される。



ソルガムの育種研究圃場

< 参考・引用資料 >

- Cabrera, M. R. et al., 1993. Sorghum genotype and particle size affect growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. Kansas State Univ. Swine Day Rep. 129-134.
- Douglas, J. H. et al., 1990. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. Poultry Sci. 69:1147-1155.
- Dudley-Cash, W. A. 1999. **ソルガムの栄養価値について ,ステップアップ養豚・養鶏シンポジウム資料**, 75-81. **アメリカ穀物協会, アメリカ大豆協会, アニマル・メディア社**
- Hancock, J. D. et al., 1992. Extruded corn, sorghum, wheat, and barley for finishing pigs. Kansas State Univ. Swine Day Rep. 130-133.
- Healy, B. J. et al., 1991. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum grain for nursery pigs and broiler chicks. Kansas State Univ. Swine Day Rep. 56-62.
- 平野 進**, 2002. **DDGSの養豚飼料への新たなる展開**. NETWORK, No.24. 5-11. **アメリカ穀物協会**
- 本澤 清治**, 2001. **飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響**. NETOWORK, No.21. 12-19. **アメリカ穀物協会**
- Hussein, H. S. et al., 1998. Selected fructooligosaccharide composition of pet-food ingredients. J. Nutr. 128:2803S- 2805S.
- Johnston, S. L. et al., 1998. Effects of expander conditioning of corn-and sorghum-based diets on pellet quality and performance in finishing pigs and lactating sows. Kansas State Univ. Swine Day Rep. 213-220.
- Kliment, B. 2001. 2000 Nebraska Grain Sorghum Quality Study. 35-37. Nebraska Grain Sorghum Board.
- Lodge, S. L. et al., 1997. Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. J. Anim. Sci. 75:37-43.
- NETWORK, 2000, No.17.2-11, 1993, No.3.1-3. **アメリカ穀物協会**
- Nir, I. et al., 1995. Effect of particle size on performance. 3.Grinding pelleting interactions. Poultry Sci. 74, 771-783.
- Rooney, L. W. 2001. Tannins and phenols of sorghums, 2000 Nebraska Grain Sorghum Quality Study, 41-42. Nebraska Grain Sorghum Board.
- Senne, B. W. et al., 1996. Use of sorghum-based distillers grains in diets for nursery and finishing pigs. Kansas State Univ. Swine Day Rep. 140-144.
- 飼料原料ガイドブック・主原料編**, 1998. 97-108. **飼料輸出入協議会**
- Value-Enhanced Grains Quality Report: 2000-2001. U.S. Grains Council,
http://www.vegrains.org/documents/2001veg_report/index.htm

協会の活動紹介(2002年3月~5月)

3月

幕張メッセ FOOD EX に参加
ホワイトソルガム生産者来日



向かって右：ネブラスカ州ホワイトソルガム生産者、
ジェラルド・サイモンセン氏

4月

札幌フード・ショー参加



ヘルシー・グルメ・クイジーン・クッキング・パフォーマンスでホワイトソルガム料理を披露するデビッド・J・キド氏

5月

米国大麦コンサルタント来日



福岡県農業総合試験場、二条大麦育種研究室長 古庄雅彦 博士とモンタナ州で大麦育種研究をしているデールR. クラーク博士

アメリカ穀物協会は、米国産大麦、とうもろこし、ソルガム、およびその加工品の国際市場の創出と拡大を目的とした、アグリビジネス企業と生産者をメンバーとする民間の非営利団体です。当協会は、国外に11の事務所を置き、80を超える国々のプログラムを管理しています。当協会は、協会会員である生産者とアグリビジネス関係者、米国農務省の支援を受けています。

本紙編集：坂下

お知らせ 本紙『NETWORK』のバックナンバーをインターネットで見ることができます。
<http://www2.gol.com/users/grainsjp>

ネットワークに関するご意見、
ご感想をお寄せ下さい。



アメリカ穀物協会

〒107-0052 東京都港区赤坂1丁目1番14号
東信溜池ビル7F
Tel: 03-3505-0601 Fax: 03-3505-0670

日本事務所のE-mailアドレスは、grainsjp@gol.com
ホームページ(英語)は、<http://www.grains.org>です。