

NETWORK

2001年7月

第21号

アメリカ穀物協会ニュースレター

INDEX

はじめに

アメリカ IP
ハンドリング視察団

トウモロコシのウェット・
ミリング(湿式製粉)で
得られた食品分画から
製造された加工食品への
Cry9Cタンパク質の混入
の可能性に関する白書

飼料穀物の粉碎と
粒度の家畜への影響

協会の活動紹介

アメリカ、とうもろこしIPハンドリング 視察団報告及び 飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響

はじめに

アメリカ穀物協会は去る5月に日本のスターチ・糖化工業会のアメリカのIPハンドリング、スターリンク問題に関する米国視察団と共にアメリカ中西部、輸出港そしてワシントンD.Cを訪問いたしました。

スターリンクの問題をめぐるのは、昨年秋に、日本とアメリカの政府間で、日本向け食用とうもろこし輸出プロトコルが合意・交わされ、それに基づいて輸出前の地点でサンプル採取・検査が行われています。更に本年2月には食用とうもろこしのスターリンク検査を強化することを日米両国が合意しました。

しかし、本年4月に、厚生労働省は食品衛生法に基づき、とうもろこし、及びその加工品について、組換えDNA技術応用食品のモニタリング検査を日本の港及び国内で実施すると発表しました。

表記視察団は、日本のとうもろこしの食用加工業者にとって大変なリスクとコストを強めているその様な事態を踏まえて、アメリカのとうもろこしに関する種子生産、播種、収穫、保管、流通、輸出すべての段階における食用、輸出用とうもろこしからのスターリンクコーンの排除、そしてIPハンドリングの実態を視察するために計画・実施されました。

本誌では、その視察団の報告、及び今年の春にアメリカ環境保護庁が発表した関連白書等を掲載致します。

また、本誌後半では、アメリカ穀物協会の委託により、畜産・飼料分野の専門家プロジェクトチームが作成した飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響に関するレポートをご紹介します。



ルイジアナ州ニューオーリンズ、全農グレイン(株)エレベーターにて。



すべての訪問日程を終了して、東海岸ならではのシーフードレストラン「The Wharf」前にて。

視察団 団長からの報告

日本スターチ・糖化工業会としても各種活動を実施していたが、昨年9月米国において突如としてStarLink混入食品の回収騒ぎが勃発し、続いて日本においても10月「遺伝子組換え食品いらないキャンペーン」が、政府未承認の遺伝子組換えとうもろこしであるStarLink混入食品を摘発し、マスコミが大きく取り上げるとともに国会においても安全性を巡って再三議論されることとなった。事態を重視した政府は11月から12月にかけて食品用・飼料用とうもろこしに関する日米政府間プロトコルを発表し、今年4月の食品衛生法改正にまで及んだ。

StarLink種についてはとうもろこし本船到着時の着地検査と末端食品の抜き取り検査と二重の検査体制が取られることとなり、万一検査結果が陽性となれば、単に個別企業のみならず我が業界全体が存亡の危機に立たされることとなった。

こうした情勢から理事会において急速、米国の遺伝子組換えとうもろこしの実態について改めて調査し、特にStarLinkとうもろこしの日本持ち込みを未然に防ぐ対策を米国側に求めるため調査団を派遣することになった。

当工業会所属13社の中から7社の原料担当責任者が選出され、5月1日より12日まで産地はもとより流通・種子企業を訪問し、最後にワシントンでUSDA・EPA・FDA等政府機関との会合の結果、遺伝子組換えとうもろこしの実態と今後の見通しについて多くの知見を得ることが出来た。

そもそもの発端は米国においてSPLIT APPROVAL(飼料用にのみ承認し、食用・輸出用は認めなかったこと)が正しく機能しなかったことであり、次いでアレルゲンとされたStarLink中の蛋白質Cry9Cの科学的・医学的解明が遅れたことにある。

米国における遺伝子組換えとうもろこしの普及度は3割程度に達して完全に市民権を得ているが、StarLink種については98年から3年連続して米国各地で栽培されたあと、各種措置が取られた結果、今年度からは植え付けは皆無となっていることと、米国のアレルギー発症例はCry9Cが真の原因ではないとする見解が有力になってきていることが今回の実地調査で明らかとなった。

USGCをはじめ米国のとうもろこし関係団体はこぞって日本の食品用とうもろこしが米国離れを起していることに強い衝撃を受けており、各団体が米国政府に対して最終食品中の

Cry9Cに一定の許容限度を設定するよう働きかけていることから、Cry9Cの科学的解明がなされ次第、米国の政策に大転換が起こる可能性もある。

何れにしるこの春先1,000万トンを超えたとされるStarLink汚染とうもろこし在庫は順次米国内で飼料用に消費されており、今秋のニュークロップがきちんとIPされれば、来年以降日本にStarLinkが持ち込まれる可能性は極めて少なくなるものと思われる。今後とも日米両国政府に適切に働き掛け、この難局を乗り切ることが業界最大のテーマであると思われる。

最後に今回の視察団派遣に際しては、事前に米国政府機関をはじめ民間諸団体・企業・農家の視察団受入態勢に万全の準備を果たし、米国内の全行程を我々に同行し、通訳業務を一手に引受けたアメリカ穀物協会の絶大な協力に深甚の謝意を捧げなければならない。また、遺伝子組換えとうもろこしに関する最新情報の事前提供とDuPont/Pioneer社訪問に立ち会われたDuPont社日本・韓国地区担当部長の関口英雄氏にも感謝の意を表したい。アメリカ側のこのような真摯な対応、協力がなければ、これだけの短時間でこれだけの調査活動は到底為し得なかった。

平成13年5月

日本スターチ・糖化工業会副会長

萬代 誠



5月7日 ルイジアナ州、ニューオリンズのUSDA/FGIS(農務省、飼料穀物検査サービス)でスターリンク検査を体験。あえて陽性のサンプルを使わせてもらった。

アメリカ穀物協会 同行者よりの報告

アメリカ中西部のとうもろこし生産者が、將に2001年クropp (2001年に収穫される作物)のための作付け作業で大忙しの5月に、アメリカ穀物協会は日本スターチ・糖化工業会のアメリカIPハンドリング視察団に同行し、とうもろこし農家、種子のブリーダー農場、種子開発会社、食品加工会社、行政当局そして穀物関係諸団体を案内しました。

アイオワ州、ネブラスカ州での訪問先は、とうもろこし種子の開発をリードするパイオニア社、付加価値の高い穀物を流通販売するデュボン・スペシャリティー・グレインズ社、種子のブリーダーであるゴールデン・ハーベスト社、種子や農業生産資材販売会社であるベルグロウ社、食品メジャー企業コナグラ本社、食用穀物取り扱い会社であるオマーリー社などです。そしてミズーリ州の全米とうもろこし生産者協会(NCGA)本部、ルイジアナ州全農グレイン社の穀物輸出エレベーターを訪れ、2001年クroppの作付状況やIPハンドリング、種の管理などについてディスカッションを行いました。更にワシントンD.C.では農務省(USDA)、保健福祉省(FDA)、環境保護庁(EPA)などの行政当局と関連団体(ASTA,CRA,USGC,NAEGAなど)と会合を持ち、日本の実情を説明するとともに、アメリカ側の一層の関心、対応を喚起しました。ネブラスカ州では、州知事の執務室で、知事と視察団との間で率直な話し合いがもたれました。後日、ネブラスカ州のとうもろこし委員会はEPAに対し、同視察団の見解をサポートする書簡を提出しました。

アメリカでは、4月にEPAから「トウモロコシのウェット・ミリング加工食品へのCry9Cタンパク質の混入の可能性に関する白

書」が発表され、視察団員の関心を集めました。更にアベンティス社がEPAに提出した追加データ・報告書の中で食用に20ppbの許容値を求めていることも、旅の途中で知らされ、さぞや日本でも注目されているだろうと期待して帰国しました。

ところが帰国してみても、EPAがとうもろこしの加工食品の安全性を科学的にサポートしている当資料が日本では、新聞・業界紙などでほとんど取り上げられていない状況を見て愕然としました。浦島太郎のような気持ちを味わった団員は私だけではないと思います。

上記EPA白書では巻末で次のように提言しています。

「EPAは、ウェットミリング製品中にはCry9Cタンパク質は事実上存在しない、そしてスターリンクコーンがウェットミリングに流用されることがないように妥当な手段が講じられる限り、トウモロコシのウェットミリングにより製造された食物の消費に伴う公衆の健康に対する心配はないものと確信しています。」

詳しくは当協会でご参考翻訳したので、本誌4ページをご覧ください。

またつい最近の情報として、アメリカFDAの機関であるCDC (Centers for Disease Control)が6月13日に発表した、スターリンクコーンのタンパク質は昨年秋に報告されたアレルギー発症例の真の原因では無いという報告書は、日本でも注目されているようです。

アメリカ穀物協会 代表代理 坂下洋子



ネブラスカ州 ゴールデンハーベスト社にて、種の検査証明書について説明をするロビンソン氏。

スターリンクについて検査済種子である旨の証明書の一例



アメリカ環境保護庁(EPA)2001年4月24日に発表した報告書の参考和訳です。
原文はEPAのホームページをご覧ください。

トウモロコシのウェット・ミリング(湿式製粉)で得られた 食品分画から製造された加工食品への Cry9Cタンパク質の混入の可能性に関する白書

I 緒論

スターリンクは、トウモロコシにつくある種の害虫に有害となることを意図してCry9Cタンパク質を作らせるよう遺伝子操作したBtコーンの一品種です。米国環境保護局(EPA)は、この産物の安全性に関して徹底的な科学的調査を行った上で、「Cry9Cは人にアレルギーを引き起こす危険性があるかも知れないという問題が未解決であることを除けば、スターリンクは公衆衛生にも環境にも危険性はない」との結論を出しています。そして、EPAは1998年にAgrEvo(現、アベンティス・クロップサイエンス)に対してCry9Cタンパク質およびその生産に必要な遺伝子物質を植物殺虫剤として登録することを認可しました。EPAはすべてのスターリンクコーンの使用を飼料、工業用に限定することを条件に認可登録しました。当局はCry9Cタンパク質がアレルギー誘発性をもつかもれないという疑問が未解決であるという理由から、人間の摂取向けの食品へスターリンクコーンを使用することを許可しませんでした。

アベンティス社が食品の製造に対するスターリンクの使用の認可を受けることになお関心を持ち続けていたことと、アレルギー誘発性の評価に関して新しい科学的問題が持ち上がったことを受けて、EPAは2000年2月29日にCry9Cタンパク質に関するFIFRA(連邦殺虫剤・殺菌剤・殺鼠剤に係わる法律)科学諮問委員会(SAP)会議を召集しました(SAPとは、殺虫剤の危険性を検討する科学分野の自主的な外部専門家からなる連邦諮問委員会法公認の諮問委員会です)。2000年2月29日、SAPは、Cry9Cがアレルギータンパク質であるかどうか特定できなかったことを報告しています(データは公開)。

2000年9月、最終的な食品(タコスの皮)からCry9C DNAが検出されました。次いで、このDNAおよびタンパク質が食品中のトウモロコシ粒およびその他のトウモロコシ製品中でも発見されました。つまり、EPAが規制していたにも拘わらず、いくらかの量のスターリンクコーンが直接人間の食物連鎖に入り込んでいたことを示しています。

2000年10月12日、アベンティス社はスターリンクコーン製品の認可登録を自ら取り下げを申し出ました。このため、今後スターリンクコーンの作付けは認められないものとなりました。2000年10月25日、アベンティス社は連邦食品・医薬品・化粧品法(FFDCA)の食品許容値免除に対するその申し立てを改め、1998年、1999年および2000年に作付けされたスターリンクコーンから製造された食品に存在する可能性のあるCry9Cタンパク質およびCry9C DNAをカバーすべく、4年間の一時的容認を求めました。アベンティス社はCry9Cタンパク質が公衆衛生上アレルギー誘発性を持っていないという争点を支持するため、この申し立てと共に更なる情報を提出しました。EPAは2000年11月28日、Cry9Cタンパク質がアレルゲンとなる可能性があるという問題、つまり、トウモロコシ中のこのタンパク質が感作を引き起こすほどの量なのか、また今回許容値免除を認めた場合、食品にどれくらいの量のCry9Cが存在することになるのかを検討するため、再びSAP会議を召集しました。アベンティス社の申し立て、SAPの検討に関するEPAの報告書、背景となる情報、またSAPの最終報告など、更に詳しくは下記のウェブサイトをご参照下さい。

<http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/cry9c/index.htm>

<http://www.epa.gov/scipoly/sap/index.htm>

2000年11月28日のSAP会議の最終報告は2000年12月5日に公表され、「Cry9Cはアレルゲンとしては『中程度の可能性』を持つが、タンパク質の発現レベルと混入が認められるトウモロコシの量とを勘案すればCry9Cに感作する『確率は低い』とした諮問委員会の結論を示しています。この諮問委員会の報告では、このタンパク質が様々なトウモロコシ製品中に検出される可能性は、特に加工方法や、その製品が白色系トウモロコシに由来するものか、黄色系トウモロコシに由来するものかによってもかなり違ってくる」と注記しています。Cry9C DNAはある黄色系統だけを遺伝子操作したものです。SAP報告書はEPAに対し、加工後にタンパク質を含むトウモロコシ成分だけを食物評価に含めることを要求しています。このSAP報告書では、コーンシロップ、コーン油、およびデンプンなどの品目が実質上タンパク質を含まないことが述べられています。

EPAは、コーンシロップとコーン油にはタンパク質が含まれていないか、事実上検出されないという理由から、2000年11月28日のSAP会議で提案された食物評価にはこれらの食品を含めませんでした。しかし、当局は食物へのCry9Cタンパク質汚染の可能性に更に取り組むために、ウェットミリング法を検討することを決定しました。EPAの検討は発表されている文献、11月のSAP会議中にSAPメンバーから出されたコメント、食物汚染に関するソフトウェア、またトウモロコシ業界の代表者からの情報をもとにしたものです。EPAは業界で行われているデンプン研究からの生データをいくつか調査しましたが、挙げられた文献や業界の代表者たちからの情報や結論の基礎をなす他の生データは調査しませんでした。

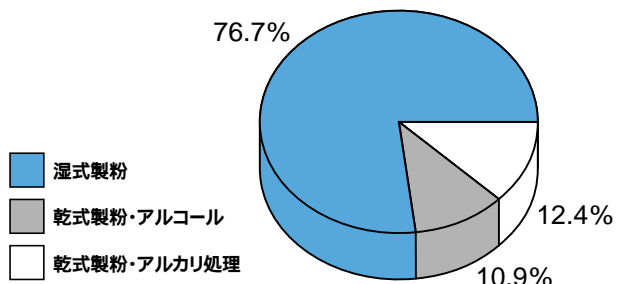
人間の摂取向けの加工食品となるトウモロコシは製粉します。主に2つのタイプの製粉法があります。主に粉やミールを作る「ドライミリング」と、主に高フラクトースコーンシロップ、油、デンプン、飼料、エタノールを作る「ウェットミリング」です。ウェットミリングで製造されるトウモロコシ製品は様々なレベルのタンパク質を含みますが、人間の消費を目的とするこれらの製品は完全な状態のタンパク質を全く含まないか、または極めて低レベルでしか含みません。ただし、特にトウモロコシから抽出されたタンパク質、ツェインの使用は例外です。ツェインについては第III章で更に考察します。これに対し、動物飼料を目的とした製品には高レベルのタンパク質が含まれます。ウェットミリング法ではこれらの製品が効果的に分離され、工業基準によって食品中のタンパク質含量を極めて低いレベル、あるいは検出されないレベルまで制御されます。ドライミリング法はずっと簡単ですが、人間の消費を目的とした製品からタンパク質を取り除くことはできません。アルカリ処理や調理といった更なる加工も最終的な食品中のタンパク質レベルに影響を与えますが、この報告ではウェットミリング法に着目します。また、製粉法をより完全に理解できるようにドライミリング(乾式製粉)法も取り上げます。

II トウモロコシの製粉

アメリカでは食品およびその他工業用に年間20億ブッシェル近くのトウモロコシが生産されています。これは年間アメリカで栽培されるトウモロコシのおよそ20%を占め、残りの80%は通常、飼料に用いられています。食品または工業用に指定されたトウモロコシの大部分はウェットミリングされます(図1)。残りのトウモロコシはドライミリングか、アルカリ調理とドライミリングの

併用(Masa加工)のいずれかが行われます。一般に、ウェットミリングでは黄色系統だけを使い、ドライミリング製品では白色系統と黄色系統の両方を使います。ウェットミリングに用いられる黄色系統の主なタイプは「デント系」です。ウェットミリングでデンプン生産に用いられる黄色系統のおよそ3分の1が「ワキシー系」です。スターリンクは「デント系」のトウモロコシであって、ワキシー系のものではありません。

図1 各製粉法に用いられるトウモロコシの割合%



出典:<http://www.ianr.unl.edu/pubs/fieldcrops/g1115.htm>

A. トウモロコシのウェットミリング

ウェットミリング法は一連のステップを含み、それによってトウモロコシは様々な成分に分離されます。そして、これらは更に処理を施したり、飼料に用いたりします。ウェットミリングの基本的なステップには浸漬、胚芽分離、微粉砕、デンプン分離、発酵およびシロップ化が含まれます。ウェットミリングによって加工されたトウモロコシは普通、デンプン、胚芽、グルテン、繊維、および浸漬リカー(CSL)の5つの基本成分に分離されます(Blanchard, 1992)。胚芽や大部分のグルテンと共にウェットミリングの副産物は飼料製品に使用されます。極めて少量のグルテンが酸加水分解を受けてアミノ酸や植物性タンパク質加水分解物(HVP)と呼ばれる短いペプチドになります。

ウェットミリング法には以下に示される種々の分画を作り出す一連のステップが含まれます(Corn Refiners Association, 2000年; AAC, 1998年; Blanchard, 1992; Jackson, 1996年; May, 1987年)。図2(次ページ)はウェットミリング法の基本的な概略を示しています。精製所で受け取ったトウモロコシは検品し、浸漬前に2回洗浄して穂軸、ゴミ、屑、混入物を取り除きます。

1. 浸漬

浸漬は約3,000ブッシェルのトウモロコシが入るステンレス鋼製のタンクで行います。これらのタンクで50 で約30～40時間、約0.1%の二酸化硫黄を含む(細菌の増殖を抑えるため)水に漬けて保存します。インキュベーション中、粒の水分含量は15～45%まで高まり、また粒も2倍にまで大きくなります。トウモロコシは弱酸性の浸漬液で保存されているので、トウモロコシ内のグルテン結合が弱くなってデンプンが遊離します。浸漬後、トウモロコシは粗砕して胚芽をその他の成分をから遊離させます。浸漬液を濃縮して栄養素を取り、この液は飼料やその後の発酵工程に使用します。ここで粉碎されたトウモロコシはスラリー状態になっており、これをサイクロン胚芽分離機に流し込みます。

2. 胚芽分離

胚芽はトウモロコシ中に含む油の約85%を含みます。サイクロン分離機は遠心分離機に似たもので、スラリーから低比重の胚芽を回転させて除去し、その胚芽をスクリーンへポンプで汲み上げ、そこで繰り返し洗浄して残りのデンプンを除去します。最後に胚芽を物理的方法と溶媒的方法を組み合わせる処理し、胚芽から油を抽出します。ここで得られた胚芽の残渣は飼料の原料として用います。

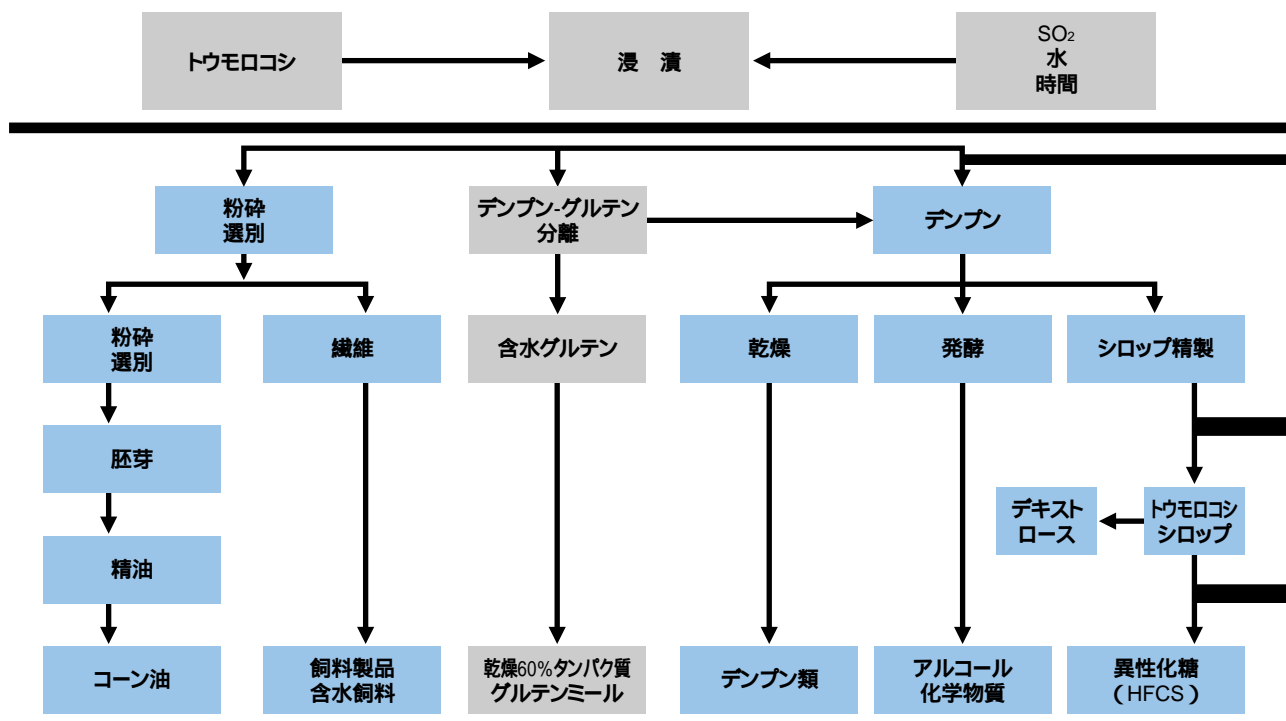
3. 微粉碎

トウモロコシと水のスラリーを胚芽分離機から衝撃粉碎機または磨砕衝撃粉碎機へ移し、粒の繊維からデンプンとグルテンを遊離させます。デンプン、グルテンおよび繊維の懸濁物を固定された凹面スクリーンに流し込みます。この凹面スクリーンは繊維を捉え、デンプンおよびグルテンを通します。次に、この繊維を回収してスラリーにし、再び選別して残りのデンプンまたはタンパク質を利用します。そしてこれを飼料工程へとパイプで送り、飼料の主原料として用います。デンプン・グルテンの懸濁物(粉碎デンプン)はデンプン分離機へパイプ輸送します。

4. デンプン分離

粉碎デンプンを遠心分離機へ送り込み、グルテンを回転除去し、このほとんどが飼料用となります(グルテンはデンプンよりも低比重です)。この時点でデンプンのタンパク質残留量は約1～2%でしかありません。デンプンは8～14倍に希釈し、ハイドロクロンで再希釈して洗浄し、最後の痕跡タンパク質を除去し、高品質のデンプン(通常、純度>99.5%)が出来上がります。このコーンスターチの大部分はコーンシロップ、デキストロース、高フラクトースコーンシロップ、結晶フラクトースへ変換します。デンプンには、乾燥させて未加工コーンスターチとして流通するもの、特殊デンプンへと加工させるものがあります。

図2 トウモロコシのウェットミリング法



出典: Minnesota Corn Processors, LLC: <http://www.mcp.net/info/wetmill.html>

ウェットミリング法(Corn Refiners Association, 2000; Minnesota Corn Processors, 1999による)

5. シロップ化

デンプンを水に懸濁させ、酸および/または酵素の存在下で液化します。ここで低デキストロース溶液が得られます。この溶液を酵素処理して、デンプンからシロップへの変換工程を更に続けます。このプロセス中、シロップに適した糖混合物（例えば、デキストロースやマルトース）を作るのに必要な時点で酸または酵素の作用を止めます。シロップはフィルター、遠心分離機およびイオン交換カラムで精製し、余分な水を飛ばします。シロップはそのまま販売されたり、結晶化して純粋なデキストロースとされたり、あるいはまた高フラクトースコーンシロップを作るために更に加工されたりします。

6. 発酵

また、コーンスターチは、従来の酵母やバクテリア発酵法に適した原料を作るのにも利用されます。酵素でコーンスターチを変性させてこの原料とします。ここで得られる発酵産物はエタノールです。ウェットミリングで生産されるアルコールは年間約306百万ブッシェルのトウモロコシに相当します。このエタノール生成物は蒸留して余分な水分を飛ばし、工業用や飲料用として売られます。発酵の副産物である二酸化炭素も飲料製造業者に販売され、炭酸飲料用に使用されます。

B. トウモロコシのドライミリング

アメリカでは食品用のドライミリング（Masa加工を含む）は年間およそ1億6千5百万ブッシェルを占めます。白色系・黄色系の両方がドライミリングで加工され食品となりますが、このうちおよそ5千万ブッシェル（約30%）が白色系トウモロコシです（David Shipman, Personal Communication, 2000）。手の込んだウェットミリング法とは違い、ドライミリングは基本的に単純な磨砕方法です。ウェットミリング法ではまずトウモロコシを洗

浄します。洗浄すると、トウモロコシの水分含量が約20%まで高められます。次に油抽出のために胚芽を取り出し、残りのトウモロコシを磨砕し、粒子の大きさや組成の異なる多数の分画に選別します。ドライミリングの一次産物はフラワー、コーンミールとグリッツです。また、ぬかや飼料混合物も含まれます。これらの産物は醸造、食品、建築資材（接着剤）、発酵（医薬および燃料）や飼料に用います。アルコール製造のためのドライミリングは、アメリカで年間およそ1億6千万ブッシェルのトウモロコシに相当します。

アルカリ調理したトウモロコシはトルティア、トルティアチップス、コーンチップス、その他同様の製品に用いられます。全粒コーンを1%石灰を含んだ沸騰水の中で約20分間調理します。これを8～12時間浸しておきます（浸漬）。その後水を切り、きれいな水で洗浄して余分な石灰と外れやすくなった果皮を除去します。洗浄したトウモロコシの水分はこの時約45～50%となっており、これを石で磨砕して生地を作ります。この生地を細長くて油で揚げればコーンチップスが出来上がります。また、生地を薄いパンケーキ状のシートにして焼けばトルティアとなります。焼いたトルティアを油で揚げればトルティアチップスとなります。

III ウェットミリングから得られる分画のタンパク質含量

ウェットミリング法はタンパク質を含む産物と含まない産物を効果的に分けることができます。下記の表1では、様々なウェットミリング分画/産物の各々について見られるタンパク質およびその割合%を示しています。

表1 ウェットミリング製品のタンパク質含量および用途

分画	およそのタンパク質含有率*1	用途
浸漬リカー（CSL）	タンパク質45～48%	飼料
胚芽	20%	飼料
ぬか/グルテンフィード	タンパク質18～22%	飼料*2
グルテンミール	タンパク質60%	飼料*2
デンプン	タンパク質0.3～0.35% （高アミローストウモロコシでは1%まで）*3	未加工コーンスターチ、特殊コーンスターチ、コーンシロップ、およびデキストロース
シロップ	検出されず*4 （コーンスターチから製造）	純粋デキストロース、コーンシロップ、高フラクトースコーンシロップ
アルコール	検出されず*4 （コーンスターチから製造）	エタノール
コーン油	検出されず	料理油またはサラダ油

*1 出典: Blanchard, 1992; Kyd Brenner, 2000

*2 トウモロコシのグルテンの大半は飼料に用いられます。ツェインを抽出する目的で処理されるものや、III章B（次ページ）に述べたように加水分解した植物性タンパク質を製造する目的で酸加水分解されるものがあります。

*3 高アミローストウモロコシはCry9C DNAまたはタンパク質を含有しません。

*4 コーンスターチを更に加工すると残留タンパク質が除去されます。

アメリカ環境保護庁 (EPA) 2001 年 4 月 24 日に発表した報告書の参考和訳

EnviroLogix (EnviroLogix, Inc) および SDI (Strategic Diagnostics, Inc) 両社の Cry9C ELISA Well Test を用いて 74 のデンブン試料に Cry9C タンパク質が存在するかどうかを調べる予備研究が行われました。EPA の再調査のための生データもいくつか用意されました。この研究では、対照試料はデンブンからのものでなく全粒から得たものでしたので、試験系はデンブン中の Cry9C の検出に関しては批准されていません。本研究の結果は 74 のどのデンブン試料にも Cry9C タンパク質が検出されなかったことを示しています (Charles Conner, Personal Communication, 2001)。

更に、メイズ (トウモロコシ) デンブンおよびデンブン加水分解物 (ウェットミリング法から得られる多様なトウモロコシ糖) における DNA 分析に関する報告書は、トウモロコシの DNA およびトウモロコシ内へ挿入されたバチルス・チューリングエンシス (Bacillus thuringiensis, Bt) 由来の DNA がデンブンには検出され、デンブン加水分解物には検出されないとしています (AAC, 1998)。トウモロコシのタンパク質が通常見られる胚芽や繊維などのウェットミリング製品においても Bt DNA が検出されるはずですが、5 か所の独立した研究室で、マルトデキストリン、グルコースシロップ (3 段階法で製造したもの)、結晶デキストロース、および結晶フラクトースにおいてトウモロコシ DNA も Bt DNA も検出できませんでした。更に、精製コーン油でも DNA は検出されませんでした。このような試験では通常 DNA 断片が検出されるもので、加熱およびその他の粉碎工程ではタンパク質はいずれも分解・変性しがちです。著者らは Bt タンパク質を検出する分析法を得ることができなかったため、これらの分析を行うことができませんでした。一般に、DNA 試験はタンパク質に対する試験よりも感度が高いものです。必ずしも断定できるわけではありませんが、DNA を検出できなかったことはタンパク質がコーンシロップやコーン油に存在しないという証拠に重みを加えます。トウモロコシのタンパク質は、食品用のデンブンに極めて低いレベルで見られませんが、全粒トウモロコシには約 8.5 ~ 12% のタンパク質が含まれていますが、食品用デンブンのタンパク質レベルは二桁低い 0.3 ~ 0.35% です (Kyd Brenner, Personal Communication, 2000; Blanchard, 1992)。

A. 飼料製品

4 つの主要な飼料製品は浸漬液 (LSW)、胚芽残渣 (ジャームカス)、繊維およびグルテンを様々に組合せて製造されています (Corn Refiners Association, 2000)。これらの製品にはグルテンミール、グルテンフィード、胚芽ミールおよび濃縮発酵ト

ウモロコシ抽出物 (浸漬液) が含まれます。各製品は比較的高い割合でタンパク質を含んでいます。グルテンミールは家禽類の飼料などでビタミン、ミネラルおよびエネルギーを供給します。浸漬液は畜牛用の液体タンパク質補給物で、飼料ペレットのつなぎとしても用いられます。グルテンフィードは畜牛へタンパク質と繊維を供給します。これらの製品はすべて飼料用に厳しく制限されており、人間の食糧中には存在しません。

B. グルテン製品

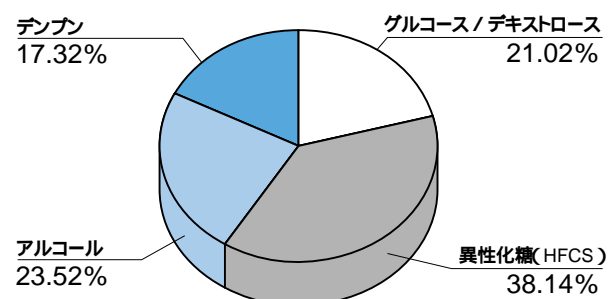
ツェインはグルテン分画に含まれる不溶性タンパク質です (<http://www.arserrc.gov/es/zeinextratech.htm> 参照)。ツェインは食品業界や製菓業界でつや出し剤や被膜剤に用いられます。これに対して、Cry9C は水溶性タンパク質です。抽出/精製工程でツェインを得るために大量の水が用いられるため、ツェインから Cry9C および他の水溶性タンパク質が除去されます。

植物性タンパク質の加水分解物 (HVP) を得るために酸加水分解にかけられるグルテンの量はごくわずかです。高濃度 (6 規定まで) の塩酸を用いて酸加水分解を 24 時間行くと、タンパク質はその構成要素であるアミノ酸および/または短いペプチドへと分解されます。これらの HVP は、より一般的には大豆や小麦から製造されます。トウモロコシ、小麦および大豆が食物アレルギーとして知られてはいますが、植物性タンパク質の加水分解物に対する副作用について詳細に記載された事例はまだひとつとしてありません (Talyor, Personal Communication, 2001)。

C. デンブンおよびデンブン製品

デンブンおよびデンブン製品は、生のトウモロコシとして、ウェットミリングで得られる製品の約 74% を占めます (1987 年 5 月)。図 3 はウェットミリングで得られたデンブン関連製品の食品用途のおよその分布を示しています。

図 3 トウモロコシのウェットミリングから得られたデンブンの食品用途



出典: <http://www.janr.unl.edu/pubs/fieldcrops/g1115.htm>

デンプンおよびデンプン由来化学物質に用いられるトウモロコシの量はアメリカで年間ほぼ10億ブッシェルに達し、これらのうち約2億5千万ブッシェルがコーンスターチ生産に用いられます(表2)。このコーンスターチの約15%(3,750万ブッシェル)が食用および医薬用で、残りの85%(2億1,250万ブッシェル)が工業用に向けられています(David Shipman, Personal Communication, 2000)。食用デンプン市場の約33%はワキシー系統から作られたコーンスターチが占めています(Cry9Cはこの特殊コーンには組み込まれていません[Torres, Personal Communication, 2000])。大多数のトウモロコシから製造されるコーンスターチに関しては、工業基準によると残存タンパク質レベルは0.5%以下でなければなりません(NAS食品用化学品公定書[Brenner, Personal Communication, 2000])。一般に、このレベルは更に0.3~0.35%まで引き下げられます(Blanchard, 1992; Corn Refiners Association, 2000b)。このようなデンプン中のタンパク質レベルについては例外がひとつだけあります。それは出発材料が高アミロース系統のトウモロコシである場合です。高アミロース系統は少数の特殊コーンで(Cry9Cはこの特殊コーンには組み込まれていません)この場合のタンパク質レベルは最終的にデンプン中1.0%以下となるはずですが、ウェットミリング工程で大量に水で洗浄されるために、水溶性タンパク質は最終的なデンプン中のタンパク質の約0.01%にしか過ぎません(Corn Refiners Association, 2000a)。繰り返しますが、Cry9Cは水溶性タンパク質であり、デンプン中に残存するCry9Cはいずれもこの0.01%の可溶性タンパク質の分画として存在します。コーンスターチに見られる水溶性タンパク質は低レベルであるため、コーンスターチ製品中のタンパク質レベルは0.01%未満であり、更に加工処理されるためにコーンシロップやアルコールなどの製品では検出されません。食用のほか、デンプンは製紙用接着剤、壁材、接着剤、凝結防止剤、打粉、増粘剤、および医薬品の増量剤としてよく用いられています(Jackson, 1996)。

D. コーン油

既に記載したように、胚芽はトウモロコシに含まれる油の約85%を含んでいます。トウモロコシ胚芽はウェットミリング工程のある段階で一旦分離され、コーン油は更に精製されます(Rich Torres, Personal Communication, 2000)。リン酸の存在下で原油をデガミング(ゴム質の除去)しますが、これによってタンパク質、リン脂質、ゴム質などが除去されます。デガミングの後、油をアルカリで処理して脂肪酸を除去し、中和し、漂白します。最後に、脱臭処理を施して残存するタンパク質/アミノ酸および色素を除去し、精油製品となります。アメリカ産のコーン油の約50%が料理油またはサラダ油に用いられ、25%がコーン油のマーガリンに用いられています(Corn Refiners Association, 2000)。コーン油の精製工程を通じてタンパク質は除去され食用コーン油では検出されません(Brenner, Personal communication, 2000; Torres, Personal Communication, 2000)。Bt DNAもコーン油では検出されません(AAC, 1998)。

IV コーンスターチ含有食品の消費による暴露

既に言及したように、FIFRA科学諮問委員会(SAP)が2000年11月28日に会議を持ち、EPAの「スターリンクコーンに関する科学情報の評価」についての助言を提出しました。この会議についてのSAPの最終報告には、トウモロコシのウェットミリングから製造された食品分画は、仮に人間がCry9Cタンパク質にさらされる可能性があったとしても重大なものではない、という同報告書の予測に対する参考資料がいくつか含まれています。例えば、SAPIは、「全く適正ではあるが、当局およびアベンティス社の両者は食物暴露量の評価の際、加工処理後にタンパク質を含む成分だけを計算している。従ってトウモロコシ

表2 食用デンプンとなるトウモロコシの配分一覧

トウモロコシの用途	およその量
ウェットミリングされるトウモロコシの年間総量	13.5億ブッシェル
デンプンおよびデンプン製品を製造するためにウェットミリングされるトウモロコシの量(割合)	10億ブッシェル(74%)
特にコーンスターチを製造するために使用されるデンプンの生産高(割合)	2.5億ブッシェル(25%)
食用および製薬用に使用されるコーンスターチの割合	3,750万ブッシェル(15%)

アメリカ環境保護庁 (EPA) 2001 年 4 月 24 日に発表した報告書の参考和訳

のぬかや内胚乳を含む食品は計算され、一方でコーンシロップ、コーン油、デンプンおよびトウモロコシ粒から作られる他の食品形態は、これらには事実上タンパク質が含まれないという理由で計算されていない。」と述べています (SAP 報告書 P.21)。

食品に使われるコーンスターチは極めて低いレベルでトウモロコシタンパク質 (通常、総タンパク質の約 0.3%) しか含んでいませんが、総タンパク質に Cry9C が含まれている可能性があるため、EPA は人間がコーンスターチから Cry9C タンパク質にさらされる可能性の定量的評価を行いました。EPA は、2000 年 11 月 28 日の会議 (SAP) に提出した EPA の以前の暴露量の推計、および 11 月以降に収集した新たな情報に基づいて、コーンスターチ含有食品の消費による暴露量の推計を明らかにしました。原文 (11 月の暴露量の評価を引用) は以下を参照してください。

http://www.epa.gov/scipoly/sap/2000/november/prelim_eval_sub_102500.pdf

EPA の 11 月の暴露量の評価は 3 つの変数、つまり (1) 消費されるトウモロコシ製品の総量、(2) 食品に用いられるスターリンクトウモロコシの割合、および (3) 食品部分のスターリンクコーンにおける Cry9C のレベル、に左右されます。SAP は EPA の基本アプローチに同意し、それゆえに EPA はコーンスターチからの Cry9C タンパク質単独の推計暴露量を計算する際は同様のアプローチをしてきました。EPA はその「混合」の推定、すなわち混入したトウモロコシ (スターリンク) の割合に留意する仮定条件を変えることはないであろうと結論づけました。その他 2 つの変数はウェットミリングで製造されたコーンスターチに関して入手可能な情報および FDA から貸与された TAS-DIET ソフトからのデンプン消費量データに基づいて改変されました。

コーンスターチの消費量が USDA の 1989 ~ 91 年一人あたりの食物摂取量の継続調査 (CSFII) をもとに TAS-DIET ソフトを用いて推計されました (表 3 参照)。コーンスターチの消費量自

体は CSFII に報告されていないにも拘わらず、TAS-DIET は調査食物コードから生鮮農産物 (raw agricultural commodities, RAC) の消費量を推計することができます。コーンスターチの消費量はトウモロコシ粒の内胚乳のみ (コーンミールおよびトウモロコシ粉と同様にコーンスターチの成分) の RAC コードを用いて推計されましたが、調査食物コードをコーンミールまたはトウモロコシ粉に対してコーンスターチを含有しそうなものだけに制限しています。

EPA はアメリカの総人口に対して、また乳児から児童までの様々な年齢層に対して Cry9C タンパク質にさらされる可能性を推計しました (表 3 参照)。データはラテンアメリカ系の人々が一般にコーンフラワーおよびコーンミールを基にした多くの食物を高いレベルで消費していることを示したので、11 月の暴露量評価ではラテンアメリカ系、また種々の年齢層のラテンアメリカ系の子供たちに対する暴露量も推計しました。しかし、データはラテンアメリカ系の母集団がその他のアメリカのどの母集団よりもウェットミリングによって生産されたコーンスターチを消費する傾向にあることを示すわけではありませんでした。従って EPA の 11 月の評価はこれらの部分母集団を特に考慮しつつも、ウェットミリング法から作られたコーンスターチに対する暴露量についてのこの評価はラテンアメリカ系の部分母集団に対する独自の評価は含んでいません。

上記のように、デンプンはタンパク質を除去するウェットミリング法によって高度に精製されるので、EPA はコーンスターチ中にタンパク質 0.01% という値 (タンパク質 0.0001g / デンプン g) を用いています。この値は水溶性タンパク質がコーンスターチに残存する可能性を最大量反映したものです (1987 年 5 月)。限られた数の試料からではありますが、Cry9C タンパク質がコーンスターチ中に検出され得ないことが示されました (Conner, 2001)。コーンスターチ中の Cry9C タンパク質レベルに関する業界データの検討に加えて、EPA は Cry9C がコーンスターチ中に存在し得る量を計算しました。この計算はいくつかの鍵となる条件に左右されます。まず、USDA (米国農務省) およびアベンティス社のスターリンクコーンに対する計画が、全てのス

表 3 コーンスターチの一人一日あたりの消費量の推計 (g/日)

サブグループの人数	95百分位数	99百分位数	99.5百分位数
アメリカの総人口	20	57	81
全乳児 (1歳未満)	7	11	12
全幼児 (1~6歳)	6	15	20
全児童 (7~12歳)	9	25	33

出典: 1989 ~ 1991 年の一人あたりの食物摂取量の継続調査に基づく TAS-DIET ソフトウェア

ターリンクおよび緩衝地帯トウモロコシは動物用飼料または工業目的に用いる適正な事業分野にのみ使用されることを保証するという条件です。たとえウェットミリングから作られた食品がほとんどまたは全くどんな種類のタンパク質を含まないとしても、スターリンクコーンがウェットミリング法に振り分けられることはありません。次に、穀物倉庫(エレベーター)のトウモロコシはCry9Cタンパク質の有無を調べ、もし検出された場合にはそのトウモロコシは国内の飼料または工業用だけに向けられるという条件です。

最後に、EPAの11月の暴露量評価における高い最終推計では曝露の可能性が誇張される傾向にあったことをSAPが結論付けたことを記しておくことも重要です。特にSAPはこう記載しています:「当局の分析は結局はかなり高い上限の推計であって、挙げられている問題点のいくつかを勘案すればこの数値は減少してもおかしくない。しかし、この控えめなアプローチは重要な安全因子で推計した結果である(SAP報告書P.19)。SAPは見込みよりも高い推計値となった要因をいくつか挙げています。その中には、(1)EPAの高い最終推計値によって仮定されるものよりも、スターリンクとスターリンク以外のトウモロコシの混合度を大きくしていること、(2)実際の産業では加工食品の生産にはスターリンク以外のトウモロコシ品種が好まれるため、スターリンクが食品流通に向けられる可能性が小さくなること、(3)加工食品においてはCry9Cタンパク質のレベルに対して加工努力がなされていること、などが含まれます。

EPAは11月の上限推計がかなりの程度まで曝露の可能性があることを誇張したことについて、SAPに同意を示しています。例えば、2000年の混合率に対する上限推計ではスターリンクコーンが約1.5%となります。1999年の上限推計ではスターリンクコーンは約1.2%であり、これは11月のSAP会議を受けてEPAが11月の暴露量評価で議論されたように2000年よりわずかに少ないだけです。これらの数値はこれらの年にアメリカ全域でスターリンクコーンを作付けしたエーカー数の割合よりも3~4倍多くなっています。EPAは以前の推計に用いた方法論をこれらの要因を勘案するために変更しなかったため、推計はこれらの重要な安全要因を低く保ったままとなっています。

最初にEPAはコーンスターチ中のCry9Cタンパク質の量を次のように計算しました:コーンスターチ中の総タンパク質(総タンパク質0.0001g/コーンスターチg)×0.0000129(Cry9Cタンパク質g/トウモロコシ粒g)/0.08(総タンパク質g/トウモロコシ粒g)従って、コーンスターチ中に存在すると仮定されるCry9Cの量は、コーンスターチのグラムあたり0.00000001グラム、または $1.61 \times 10^{-2} \mu\text{g/g}$ となります。この推計および表3から推計した消費量を用い、EPAはアメリカの成人、幼児、および児童の食事に含まれる可能性のあるCry9Cタンパク質の量を計算しました。下記の表4および5を参照してください。なお、これらの数字は存在したとしてもCry9Cタンパク質の量は極めて低いことを強調するためにマイクログラムで表されています。

表4 コーンスターチ含有食物がスターリンクコーンを1.5%含有する穀粒から作られたと仮定した場合に種々の母集団について推計した上限暴露量(2000年)

ug=マイクログラム

群	一日あたりにコーンスターチから暴露する可能性のあるCry9Cタンパク質量		
	2000年の上限暴露量(1.5%)		
百分位数	95	99	99.5
アメリカの総人口	0.019 ug	0.019 ug	0.019 ug
乳児	0.001 ug	0.002 ug	0.002 ug
幼児1~6歳	0.001 ug	0.003 ug	0.004 ug
児童7~12歳	0.002 ug	0.006 ug	0.007 ug

データはFDA TAS-DIET分析からのもの

表5 コーンスターチ含有食物がスターリンクコーンを1.2%含有する穀粒から作られたと仮定した場合に種々の母集団について推計した上限暴露量(1999年)

ug=マイクログラム

群	一日あたりにコーンスターチから暴露する可能性のあるCry9Cタンパク質量		
	2000年の上限暴露量(1.2%)		
百分位数	95	99	99.5
アメリカの総人口	0.03 ug	0.011 ug	0.015 ug
乳児	0.001 ug	0.002 ug	0.002 ug
幼児1~6歳	0.001 ug	0.002 ug	0.003 ug
児童7~12歳	0.001 ug	0.004 ug	0.006 ug

データはFDA TAS-DIET分析からのもの

要約すれば、EPAはコーンスターチを消費した結果、暴露する可能性のあるCry9Cタンパク質の上限推計は極めて低いものである(一日に約100分の1マイクログラム)と確信しています。SAPの再調査、およびCry9Cが商業用のコーンスターチの中には検出され得ないことを示す、入手できる限られたデータに基づけば、この極めて低い量は暴露量をかなりのものであると捉えがちです。公的・科学的な再調査の後、EPAはこの新しい情報が、ウェットミリング法によって製造された食物を摂取した場合に暴露する可能性のあるスターリンクコーン量の評価にどう影響するかを検討することになっています。

V 提言

上記の検討に基づいて、EPAは、ウェットミリング製品中にはCry9Cタンパク質は事実上存在しない、そしてスターリンクコーンがウェットミリングに流用されることがないように妥当な手段が講じられる限り、トウモロコシのウェットミリングにより製造された食物の消費に伴う公衆の健康に対する心配はないものと確信しています。データはトウモロコシのタンパク質が高フラクトースコーンシロップ、コーン油、またはアルコール(エタノール)中に存在しないこと、またコーンスターチにはこのようにトウモロコシのタンパク質が極めて低レベルしか含まれず、人間がコーンスターチを消費してCry9Cタンパク質にさらされる可能性は事実上ないことを示しています。トウモロコシ粒のCry9Cタンパク質に関する継続的検査を食物加工系に入る前に先行し、陽性とされた出荷物を国内の飼料または工業目的に転用するようにすれば、ウェットミリングから得られた食品分画が事実上Cry9Cタンパク質を含まないことが保証できます。このような検査により、スターリンクを含有するトウモロコシがウェットミリングの工程に入る可能性は最小となるでしょう。

ウェットミリング作業で食用デンプンが製造されたら必ず検査されることになっています。この方法では、UDSAの穀物検査、家畜食肉生産・卸売事業部(GIPSA)に批准されFDAに認可された方法を用いて選択された輸送機関(例えば、列車、船舶、トラックなど)からトウモロコシ400粒の標本サンプルを取って、加工する前にCry9Cタンパク質の有無を検査する必要があります。もしスターリンクコーンが穀粒の中に存在することが確定されると、適当な経路へ転用しなければなりません。ドライミリングのための推奨方法に関する詳細および関連情報は以下のウェブサイトをご覧ください。

飼料穀物の粉碎と 粒度の家畜への影響

日本畜産技術士会
飼料プロジェクトチームサブリーダー
技術士 本澤 清治

はじめに

飼料の粒度は、古くて新しい課題である。日本の畜産が急速に発展した1960年代の配合飼料は、ふすまや米ぬかの配合比率が高く細かい粉末に近いものが多かった。その後、育種改良による家畜の高性能化に対応して高効率飼料のニーズが高まり、穀類の配合比率のアップと油脂の液体添加が普及した。油脂添加は飼料をしっとりさせながら、畜産の規模拡大に伴う配合飼料のバラ輸送および自動給餌システムの普及は、飼料のサラサラ度の要求を高め、飼料の粒度は家畜に適しているかどうかは別として、粗目の方向へ進んだ。

近年、微粒飼料のエキスパンダー加工に起因すると考えられる豚の胃潰瘍が発生している。微粒飼料による胃の障害は、鶏や牛にも見られるが、単胃の豚と筋胃を持つ鶏と反芻胃を持つ牛の適正粒度は、各々異なるであろう。適正な粒度は同じ日齢の家畜でも、嗜好性、消化性、発育性、健康性の何れを指標にするかによって、あるいは飼料製造システムや給餌システムなどによって異なる。しかも、それらの要因は相反する粒度を要求する例が少なくないので、最適な粒度はケースバイケースで総合的に判断する必要がある。

粒度に関する部分的な報告は見かけるが、総説的なものは少ない。本レポートはトウモロコシを中心に飼料穀物の粉碎と粒度およびその家畜への影響について概観する。

1. 粒度の表示法

現状は統一された的確な表示法がない。かつて、篩い分けした粒度分布を基に算出する粒度係数 (Modulus of Fineness) と粒度構成 (Modulus of Uniformity) を組合せて表示した時期もあったが、粒度の性状を必ずしも的確に表わしていないこと、篩い分けに用いるタイラー標準篩の普及不足もあり、最近は一般的でない。

標準篩の規格はタイラーや国際標準の他に、日欧米各々国によって異なることが、粒度の表示法を一層複雑にしている。篩の規格をメッシュで表わすこともあるが、メッシュは1インチ

(25.4mm)中の目数を示すので、ワイヤーの太さによって目開きは微妙に違う。例えば、目開き1mmはタイラー規格で16メッシュ、アメリカ規格で18メッシュである。従って、篩のサイズは目開きで表示する方が無難である。

最近の粒度表示は、平均粒子径(ミクロンまたはミリメートル)を使うことが多いが、簡略なものでもよいので、その算出基礎の粒度分布を併記することが望ましい。ハンマーミルで粉碎した場合、スクリーンの穴径の付記は重要であり、ハンマー(ピーター)の回転数(望ましくは周速度)も参考になる。

2. 粉碎機

飼料工場の汎用粉碎機のハンマーミルは、ハンマーによる衝撃粉碎機能とスクリーンによる粒度選別機能を持つ。ローラーミルは元来、製粉工場用に開発普及したものであり歯付ロールと平滑ロールの2種あるが、飼料工場用としては歯付が用いられる。回転速度の異なる2つのロールの間隙で破碎するローラーミルや微粉碎用の高速度粉碎機は、2台目あるいは3台目として使われることが多い。Feed Management 編集者のロボ(P.Lobo,2001)の調査によれば、アメリカの平均的な飼料工場(月間能力9千トン/2交替)における粉碎機保有状況は、ハンマーミル1.3台、ローラーミル0.6台である。ローラーミルを保有しない飼料工場が半数近いことになる。

① ハンマーミルによる粉碎

ハンマーミルにおいて、粉碎粒度を制御するのは主にスクリーンの穴径であるが、スクリーン穴の面積合計、スクリーンの厚さ、ハンマーの周速度なども粒度に関与する。同じ機種であっても、ハンマーの磨耗度、スクリーン穴の磨耗度、穀粒の供給量、穀物の品種、穀粒の水分含量、穀粒の油脂含量、穀粒の温度などが粉碎粒度に影響する。

表-1はハンマーミルによるスクリーン穴径サイズ別の粉碎粒度分布である。スクリーン穴径と粒度分布の相対的な関係を示しているが、その粒度は穴径に対して全体的にやや細かい実験例である。ハンマーミルでトウモロコシを粉碎する場合、その最大粒子径は、スクリーン穴径や穀粒供給量などによって変動するが、スクリーン穴径の50~80%である。

自家配合養豚の工場などで、粉碎機1台のみで必要とする粒度を供給する場合、例えば、粗目のスクリーン(穴径6~8mm)で粉碎してから、目開き2.5~3.0mmのリブルフロースクリーン(篩網面が15~25度傾斜している振動篩)で篩い、オーバー部分(数%)をリターンして再粉碎するシステムにすれば、必要とする粒度が得やすい。

② ハンマーミルとローラーミルの比較

ノースダコタ州立大学のコックの報告(K.Koch,1996)によれば、ハンマーミルは設備費が安く、ローラーミルは電気代などの運転費が安いので相殺され、粉碎に要する経済性はほぼ同じである。このことは日本においても同様であろう。一方、ローラーミルは粉碎粒度分布の粉末部が比較的少なく(表-2)粉碎中のダストの発生も少ない。しかし、両粉碎機の飼養成績に及ぼす影響は、本誌前号(20号2頁)で示したように離乳子豚、あるいは表-2(次ページ)に示したように肥育豚において差はない。なお、粉碎における粉末部の削減とダストの削減は、ハイオイルコーンや高栄養コーンの使用によっても可能である。

大型飼料工場では、両粉碎機を上手く併用する例はあるが、小型飼料工場、特に自家配合工場においては、いずれか1台を使う。ローラーミルは、改良されて使い易くなった小型機種もあるが、一般的には、日常の運転管理においてローラー間隙の調整など難しい面もあること、ローラーの歯の目立てなどの定期的な維持管理の設置地域における難易性も考慮して選定したい(表-3)。

表-1 ハンマーミルのスクリーン穴径とトウモロコシの粉碎粒度分布

スクリーン穴径		2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
篩の目開き	3.36mm以上	0 %	0 %	0 %	0 %	0.6 %	1.4 %
	2.38 ~ 3.36	0	0	0.3	2.5	6.2	8.5
	1.19 ~ 2.38	5.1	23.8	35.5	43.3	45.3	42.5
	0.59 ~ 1.19	49.0	46.5	39.6	32.7	26.9	25.8
	0.59mm以下	45.9	29.7	24.6	21.5	21.0	21.8
合計		100%	100%	100%	100%	100%	100%

S.M.Glenらの報告(1965)より作成

飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響

表-2 粉碎機と全粒粉碎トウモロコシ粒度および肥育豚^{*1}の成績^{*2}

粉 碎 機		ハンマーミル		ローラーミル	
粒度(スクリーン穴径) 平均粒子径 mm		粉(1.6mm)	中目(9.5mm)	粉	中目
		0.419	0.826	0.415	0.793
篩目開き	2.38mm 以上 %	0.5	12.1	0	1.1
	1.19~2.38mm %	1.5	26.0	1.4	30.8
	0.42~1.19mm %	50.3	40.0	59.2	52.8
	0.42mm 以下 %	47.7	21.9	39.4	15.3
粉碎生産性 トン/時間		2.0	3.9	1.1	1.7
消費電力 kWh/トン		12.9	4.6	9.8	4.3
増体量 g/日/頭		964	931	924	958
摂餌量 g/日/頭		3,134	3,282	3,033	3,295
飼料効率 ^{*3} %		30.8	28.4	30.5	29.1

*1 平均初体重55kg/頭・128頭供試

K.J.Wondraらの報告(1995)より作成

*2 粉碎機による増体量・摂餌量・飼料効率への影響は有意差なし(P>0.15)

粒度による増体量への影響は有意差ないが摂餌量・飼料効率への影響は有意差あり(P<0.006)

*3 増体量/摂餌量

表-3 粉碎機の適性

粉 碎 機	設備費	電気代	操作性	維持管理	粒度構成
ハンマーミル		x			x
ローラーミル	x		x	x	

: 相対的に良い・安価, x : 相対的に良くない・高価

3. トウモロコシ穀粒の部位別および

篩い分け粒度別の成分

① 穀粒の部位別の成分

表-4はデータが古いので、トウモロコシ全粒中の蛋白質と脂肪含量はやや多いが、各部位の成分比率は現在のものと大差ないであろう。トウモロコシ穀粒の中で、胚乳の占める比率が最も多く、その胚乳の主成分はでん粉質で、脂肪と灰分は少ない。胚芽の主成分は脂肪で、次にでん粉質と蛋白質を同程度含んでいる。因みに、ハイオイルコーンは穀粒中の胚芽比率が高くなるように育種改良されているので、脂肪が多く蛋白質もやや多い。

② 篩い分け粒度別の成分

表-5は、トウモロコシをスクリーン穴径8mmのハンマーミルで粉碎後、目開き1.41mmと0.64mmの篩で分別した粉、中目、粗目の成分分析値である。

粉は胚乳を比較的多く含むので、粗目や中目に比べてでん粉質が多く、それ以外の粗蛋白質などはやや少ない。それらの成分差がそれほど大きくないのは、ハンマーミルで粉碎したことに起因しているであろう。ハンマーミルの場合、胚芽や皮も比較的粉碎されるので、各粒度の部位的な偏りが少ないからである。

ローラーミルの場合、目開き4.0mm前後で篩ったオーバーの粗目は、部位的に胚芽や皮を多く含むので、でん粉質以外の

粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、灰分が多い。しかし、オーバーの粗目は、通常、ハンマーミルで再粉碎して粉に混ぜるので、ローラーミルにおいても結果的に、中目と粉の成分差は小さくなる。

しかし、ビタミン、ミネラルも含めて、粉、細目、中目の成分差は多少あるので、近年のコンピュータによる配合設計においては、粒度別に成分を管理して、粒度間の成分差は品質管理上およびコスト管理上、補正するようになってきている。

なお、飼料工場はそこで製造する畜種構成によって、例えば豚用の比率が多く粉の必要量が多い工場では、粉の出货量が多いハンマーミルで粉碎したり、篩い分け用最下段篩の目開きを少し広くして粉の収量を上げたり、あるいはオーバーの粗目を再粉碎して粉にする量を増やすなどの工夫をしている。

4.飼料のサラサラ度

畜産の規模拡大に伴う自動給餌システムの普及は、飼料タンクや給餌・搬送装置の詰まり防止上、配合飼料のサラサラ度の必要性を高めた。配合飼料のサラサラ度に影響する要因には、飼料の平均粒子径・粒度分布・水分、原料の種類、添

加油脂の量と質、環境の温湿度などがある。粉粒体のサラサラ度の測定は、粉粒体を少しづつ落下させてできる円錐形の安息角(傾斜度)を測定する方法(点供給法)や円筒型流動管の粉粒体通過性を流動管下部排出口の絞り度合い別にみる方法(排出角法)など幾つかある。しかし、サラサラ度に影響する要因が複雑なため、実用的で的確にサラサラ度を測定できる方法は無い状況であるが、後者の排出角法はサラサラ度の目安程度には使えるであろう。

飼料のサラサラ度を上げる粒度対策において、鶏や牛に比べて飼料の最適粒度が細かい豚では、粒度分布の粗目を増やすのではなく粉の比率を減らす方が効果的であり、豚にとっても望ましい。マイロのサラサラ度は同じ粒度のトウモロコシよりも良いので、マイロの配合比率を増やすことによってサラサラ度は向上する。融点の高い油脂を添加した飼料は、厳寒期に農場タンク内で固まることもある。

飼料の詰まり防止対策は、飼料のサラサラ度向上だけで解決するのではなく、家畜への負担を防ぐ意味からも給餌・搬送装置などの構造上の改善も実施したい。

表-4 トウモロコシ穀粒の各部位の成分(原物中)

部 位	全 粒	胚 乳	胚 芽	皮	穀粒の付根
全粒中比率%	100	82.3	11.5	5.3	0.8
蛋白質 %	10.3	9.4	18.8	3.7	9.1
脂 肪 %	4.8	0.8	34.5	1.0	3.8
でん粉質 %	73.5	87.0	19.0	7.6	6.9
灰 分 %	1.4	0.3	10.1	0.8	1.6

G.E.Inglettの報告(1970)より作成

表-5 トウモロコシの篩い分け粒度別の成分*(原物中)

粒 度	全粒粉	粉	中 目	粗 目
篩目開き mm	無分別	0.64スルー	0.64~1.41	1.41オーバー
粒子径*2 mm	1.102±2.05	0.525±1.75	0.897±1.41	2.010±1.00
水 分 %	12.6	12.8	12.4	12.8
粗蛋白質 %	9.3	7.8	9.2	9.0
粗脂肪 %	3.7	3.6	3.7	3.7
でん粉質 %	72.3	73.5	71.6	71.5
粗繊維 %	1.1	0.8	1.7	1.1
灰 分 %	1.3	1.2	1.4	1.6
カルシウム %	0.03	0.01	0.03	0.02
リ ン %	0.25	0.27	0.30	0.26

*1 スクリーン穴径8mmのハンマーミルで粉碎後、目開き1.41mmと0.64mmの篩で分別した。

粗目の粒度分布は目開き2.4mmオーバーが30%、1.7~2.4mmが40%、1.7mmスルーが30%である。

I.Nirらの報告(1994)より作成

*2 平均値±標準偏差

飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響

5. 粒度の家畜へ及ぼす影響

① 豚における影響

例えば最適粒度が0.7～0.8mmという場合、一般的には平均粒子径が0.7～0.8mmということであり、その粒度分布の幅は0.1mm以下から3.5mm以上までである。最適粒度を論じる時、粒度の幅、特に上限のサイズとその量が問題である。仮に粒度の幅を限定できるとすれば、肥育豚に最適なトウモロコシ粒度は、肥育成績(消化性・嗜好性・消化器健康性)・物性(配合均一性・サラサラ度)・製造コストなどを考慮して、平均粒子径1.0mm、粒度分布0.2～2.8mm程度(最大粒子径3.0mm)と考えられる。しかし、全粒粉碎トウモロコシの場合、平均粒子径を1.0mmにした時の最大粒子径は、3.0mm以上の混入比率が多くなるので、平均粒子径は0.7～0.8mmに抑えることになる。表-2の中目区、特にハンマーミルの飼料効率が劣ったのは、篩目開き2.38mm以上が12.1%、しかもその内訳として3.36mm以上が4.3%もあることが、消化率に影響(ハンマーミル中目区のエネルギー消化率81.2%、同粉区86.7%)して飼料効率を低下させている。

飼料はエキスパンダーやペレットミルなどで加工すると、でん粉質の化による糊化が進むだけでなく、粒度が細かくなり消化率は向上する。木村信熙(表-10)によれば麦類主体の肉牛用飼料の場合、粗粉碎区はペレット加工によって、粒度分布は目開き2.38mm以上が37%から14%に、同3.36mm以上が18%から4.5%に減少した。表-7の消化率におけるペレット化効

果が粉に比べ、細目以上の区で大きい傾向にあるのは、ペレット加工における砕け効果によるものと考えられる。

一方、粒度の細かい飼料、特にその熱加工飼料は消化が良い反面、豚胃潰瘍を発症し易くするので注意したい。換言すれば、肉豚用や種豚用飼料の粒度は、やや粗い方が消化器のウォーキング的な運動を促進し消化器を強健にする。

(その1)

離乳子豚用ペレットにおける全粒粉碎トウモロコシ粒度の影響

ヒーリらは離乳子豚用ペレット飼料において、全粒粉碎トウモロコシを40%配合した前期用(粗蛋白質22%)および59%配合した後期用(粗蛋白質20%)について、粒度の影響を検討している(表-6)。

その結果、前期の増体量はトウモロコシ粒度が粗いほど劣ったが、後期の増体量はトウモロコシ粒度が粗い方が優れた。前期の飼料効率(増体量/摂餌量)は、増体量同様にトウモロコシ粒度が粗い方が劣った。後期の飼料効率は一定の傾向を示さなかったが、エネルギー消化率(61日齢)はトウモロコシ粒度が粗いほど劣った。

表-6 離乳子豚用ペレット*1における全粒粉碎トウモロコシ*2の粒度

トウモロコシの粒度 同上 平均粒子径	粉 0.369mm	細目 0.487mm	中目 0.702mm	粗目 0.919mm
前期(22～36日齢)*3				
増体量 g/日/頭	350	332	290	276
飼料効率 %	93.3	93.8	81.2	79.8
後期(36～57日齢)*3				
増体量 g/日/頭	469	508	486	528
飼料効率 %	61.7	64.2	64.2	62.9
後期(61日齢) エネルギー消化率%	91.1	91.0	90.6	89.2

*1 全粒粉碎トウモロコシは前期用(CP22%)40%、後期用(CP20%)59%を配合後ペレット化

B.J.Healyらの報告(1994)より作成

*2 粉はハンマーミル(スクリーン穴径1.6と1.2mm)、細目以上はローラーミルで製造

*3 22日齢離乳平均初体重5.3kg・80頭供試、ペレットダイ孔径は前期4.0mm・後期4.8mm

(その2)

肥育豚用のミールとペレットにおける全粒粉碎トウモロコシ粒度の影響

ウォンドラらは全粒粉碎トウモロコシを82.7%配合した肥育豚用飼料について、トウモロコシ粒度4レベルと飼料形態(ミールとペレット)の影響を検討している(表-7)

粒度の増体量に対する影響は、有意でなかったが(P>0.15)、粒度の飼料効率(増体量/摂餌量)に対する影響は、有意な(P<0.001)1次式を示し、粉は粗目よりも指数で8%優れた。粒度の乾物消化率に対する影響は、有意な(P<0.001)1次式を示し、粉は粗目よりも指数で5%優れた。同様に枝肉歩留は粒度が大きくなるに従って低下し、有意な(P<0.02)1次式を示した。これは消化器が増強し大きくなった結果と考えられる。事実、胃潰瘍と胃角質化は粒度が大きくなるに従って有意に減少した(潰瘍:P<0.03、角質化:P<0.003)

飼料形態の増体量に対する影響は、ペレットが指数で5%有意に優れた(P<0.01)、ペレットの飼料効率は指数で7%有意に優れた(P<0.001)、乾物消化率は指数で5%有意に優れた(P<0.001)が、胃壁の角質化はペレット化によって有意に進行した(P<0.02)

② 鶏における影響

ブロイラー後期あるいは採卵用中雛以降に対する粒度は、粗目が適しているが、次の2つのデータから判断して、筋胃が発達途上のブロイラー前期における穀類の最適粒度は、その粒度分布にもよるが平均粒子径1mm前後(最大粒子径3mm)と考える。飼料の粒度が胃の状態に影響することは、各畜種に共通しているが、ブロイラーにおける筋胃の大小は、焼き鳥用としての砂ぎもの収量、正肉歩留、胃潰瘍発生にも影響する。

なお、発育を重視するブロイラーにおいて、初生雛の餌付け2~3日間は、微粉碎飼料が適していると言われている。

(その1)

ブロイラーにおけるトウモロコシの篩い分け粒度

前記の表-5の篩い分け粒度別トウモロコシと大豆粕を用いた配合飼料のブロイラーに及ぼす影響を表-8に示した。

7日齢までの増体量は、篩い分けトウモロコシの粗目区が他区よりも統計学上有意に劣り、飼料効率(増体量/摂餌量)も粗目区が有意に最も劣った。中目区の飼料効率は有意に最も優れた。次の7~21日齢の増体量と飼料効率は、中目区が他区よりも統計学上有意に優れた。

表-7 肥育豚*1における全粒粉碎トウモロコシの粒度と飼料*2の形態

トウモロコシの粒度	粉	細目	中目	粗目
平均粒子径mm	0.450(1.6)*3	0.650(3.2)	0.778(4.8)	1.020(9.5)
1回目				
2回目	0.517(1.6)	0.705(4.8)	0.886(9.5)	1.017(12.7)
ミール				
増体量 g/日/頭	980	950	940	960
飼料効率 %	31.0	29.1	29.3	29.5
乾物消化率 %	84.8	81.7	78.9	79.9
枝肉歩留(湯剥ぎ) %	74.0	73.1	73.6	73.1
胃潰瘍*4	1.8	1.5	1.2	1.1
胃角質化*5	3.2	2.5	2.4	1.4
ペレット(ダイ4.8mm)				
増体量 g/日/頭	990	1,020	1,010	990
飼料効率 %	33.2	31.9	31.8	30.1
乾物消化率 %	87.3	86.1	85.1	84.1
枝肉歩留(湯剥ぎ) %	74.0	74.0	73.3	73.6
胃潰瘍*4	1.9	1.4	1.7	1.2
胃角質化*5	3.4	3.3	2.8	2.0

*1 平均初体重55kg平均終体重115kg・160頭供試

*2 トウモロコシ82.7%・脱皮大豆粕14.4%配合

*3 ()内数字は供試ハンマーミールのスクリーン穴径mm

*4 正常1、びらん2、潰瘍3、重度の潰瘍4の評点

*5 正常1、軽度2、中度3、重度4の評点

K.J.Wondraらの報告(1995)より作成

飼料穀物の粉碎と粒度の家畜への影響

表-8 プロイラーにおけるトウモロコシ篩い分け粒度と肥育成績

粒 度 篩目 開き mm 平均粒子径* mm	全粒粉 無分別 1.102 ± 2.05	中 目 0.64 ~ 1.41 0.897 ± 1.41	粗 目 1.41オーバー 2.010 ± 1.00
1 7日齢(全432羽) 期間増体量g/羽 期間摂餌量g/羽 飼料効率 %	96 ^a 112 84.7 ^{a,b}	100 ^a 112 89.3 ^a	86 ^b 106 80.6 ^b
7 21日齢(全54羽) 期間増体量g/羽 期間摂餌量g/羽 飼料効率 %	463 ^B 716 64.9 ^B	522 ^A 725 72.5 ^A	473 ^B 740 66.2 ^B

* 平均値 ± 標準偏差

a,b 異種記号間で有意差あり (P<0.05)

A,B 異種記号間で有意差あり (P<0.01)

I.Nirらの報告(1994)より作成

(その2)

プロイラーにおける穀類の篩い分け粒度

イスラエルのニルらはトウモロコシ、小麦、マイロをスクリーン孔径6mmのハンマーミル(回転数3,000rpm,周速度3,770m/min)で粉碎後、粉、中目、粗目に篩い分けし、粒度別の各穀類と大豆粕を用いた配合飼料(9種類)のプロイラーに及ぼす影響を検討している。表-9は肥育成績と筋胃重量のデータを粒度別にまとめたものである。

7日齢までは肥育成績において、有意な差はないが中目区の増体量は多い傾向を示した。7日齢時の筋胃重量は、粉区が有意に最も小さかった。次の7~21日齢の増体量と摂餌量は、粉区が統計学上有意に最も少なかった。飼料効率(増体量/摂餌量)は中目区が有意に最も優れ、次いで粗目区が優れ、粉区が有意に最も劣った。21日齢時の筋胃重量は、粒度に比例して粗目区が有意に大きく、粉区が有意に最も小さかった。

③ 牛における影響

反芻動物用の飼料の粒度は、細かいよりもある程度粗くすることで消化率が高くなる。また牛用、特に肉牛用においてトウモロコシのフレークは、十分に加熱圧片した薄いフレークよりも、やや厚目のフレークがよい。その方が反芻やぜん動を促進する物理的機能が大きく、嗜好性も良いからである。

(その1)

肉牛における飼料の粒度・形態と消化率

木村信照は飼料の粒度と形態の組合せについて検討している。大麦53%、えん麦20%、ビートパルプ15%、アマニ粕他12%(計100%)の配合割合中、大麦、えん麦、ビートパルプをスクリーン孔径2mm(微粉碎)または7mm(粗粉碎)のハンマーミル

で事前に粉碎後、配合した。2種の粒度の配合飼料は、各々ミールのままのもの、孔径6mmまたは8mmのダイを用いてペレット化したものについて、ホルスタイン種肉用牛を供試して消化試験を行った。粗飼料の影響を除くために、試験期間は配合飼料のみを給与した。供試飼料の日本標準飼料成分表(78)による可消化養分総量の計算値は69.5%である。粒度の測定は胃の中に近い状態、即ち水に漬けた後、篩上で洗い流しながら分別する湿式測定法(Wilcoxら,1970)を用いた。

その結果、乾物消化率は粒度では粗い方が、形態では8mmペレットが高かった。可消化養分総量においても同様な傾向を示した(表-11)。

ペレット化による消化性の向上は、ペレットミルにおける加熱・加圧で粒度が細くなる(表-10)一方、でん粉質は糊化と共に多少膨化するためと思われる。

(その2)

肉牛における飼料の粒度と第1胃内性状・肥育成績

表-12は大麦80.7%、えん麦9.7%、ビートパルプ他9.6%(計100%)の配合割合中、大麦とえん麦の粒度を5段階にして行った試験結果である。

第1胃内性状は、粒度が細かいほどプロトゾア(原虫類)の数が激しく減少した。また粒度が細かいほど第1胃粘膜異常の発生が多く、その程度も重症になった。

肥育成績は、増体量と摂餌量において粒度が統計学的に有意に影響した。即ち粒度が細かいと摂餌量が少なくなり、増体量も減少した。しかし、粒度が粗くなり過ぎても成績が低下し、大麦を主体とする飼料の最適粒度(平均粒子径)は、0.9~1.0mmの間に存在することが示された。

表-9 プロイラーにおける穀類の篩い分け粒度と肥育成績・筋胃重

粒 度 穀類の粒度範囲 mm	粉 0.212 ~ 1.18	中 目 0.30 ~ 1.70	粗 目 0.85 ~ 3.35
トウモロコシ粒子径*mm	0.627 ± 1.40	1.132 ± 1.28	2.028 ± 1.19
小 麦粒子径*mm	0.574 ± 1.34	1.228 ± 1.35	2.024 ± 1.19
マ イ ロ粒子径*mm	0.675 ± 1.31	1.144 ± 1.35	2.105 ± 1.21
1 7日齢(3穀類平均) 期間増体量g/羽	72	75	70
期間摂餌量g/羽	106	106	111
飼料効率 %	67.9	67.0	65.9
筋胃重g/体重100g	3.95 ^b	4.50 ^a	4.87 ^a
7 21日齢(3穀類平均) 期間増体量g/羽	375 ^b	427 ^a	401 ^a
期間摂餌量g/羽	591 ^b	662 ^a	645 ^a
飼料効率 %	60.4 ^b	64.2 ^a	62.2 ^{a,b}
筋胃重g/体重100g	2.22 ^c	2.80 ^b	3.13 ^a

* 平均値 ± 標準偏差

I.Nirらの報告(1994)より作成

a-c 異種記号間で有意差あり(P<0.05)

表-10 供試飼料の粒度分布*と形態

粒 度 飼料形態	微粉碎(スクリーン孔径2mm)			粗粉碎(スクリーン孔径7mm)		
	ミール	6mmベレット	8mmベレット	ミール	6mmベレット	8mmベレット
3.36mm 以上	0 %	0 %	0 %	17.6%	4.4 %	4.6 %
2.38 ~ 3.36mm	0.5	0.4	0.5	19.6	9.2	10.4
1.19 ~ 2.38mm	11.2	10.3	12.6	45.6	30.6	42.6
1.19mm 以下	88.3	89.3	86.9	17.2	55.8	42.4
合 計	100%	100%	100%	100%	100%	100%

* Wilcoxらの水に漬け流水で篩う湿式測定法による

木村信照の報告(1990)より作成

表-11 肉牛における飼料の粒度・形態と乾物消化率・可消化養分総量(TDN)

粒 度 飼料形態	微粉碎(スクリーン孔径2mm)			粗粉碎(スクリーン孔径7mm)		
	ミール	6mmベレット	8mmベレット	ミール	6mmベレット	8mmベレット
乾物消化率 %*	76.2 ± 1.2	75.5 ± 0.3	77.4 ± 0.1	76.9 ± 0.6	77.4 ± 1.9	80.6 ± 1.6
TDN(原物中)%*	69.3 ± 1.3	69.7 ± 0.8	70.1 ± 0.1	69.0 ± 0.6	70.4 ± 1.4	72.7 ± 0.6

* 平均値 ± 標準偏差

木村信照の報告(1990)より作成

表-12 肉牛における飼料粒度と第1胃内性状・肥育成績

飼料の粒度 平均粒子径*1	微 粒 0.476mm	やや微粒 0.674mm	中 粒 0.868mm	やや粗粒 1.028mm	粗 粒 1.526mm
供試牛数*2	12	12	12	12	12
総プロトゾア*3	0.54	0.67	1.00	1.46	3.17
第1胃炎*4	0.46	0.08	0.08	0	0
増体量g/頭/日	1,388	1,482	1,636	1,422	1,349
摂餌量g/頭/日	8,689	9,248	10,029	9,968	9,254
飼料効率 %	16.0	16.0	16.3	14.3	14.6

*1 Wilcoxらの水に漬け流水で篩う湿式測定法による

木村信照の報告(1990)より作成

*2 アンガス種またはヘレフォード × アンガス種の去勢牛

*3 第1胃液の総プロトゾアが最少1 ~ 最多4の評点

*4 胃炎の発生なし0 ~ 重症4の評点

協会の活動紹介 (2001年5・6月)



6月 東京、鹿児島、八戸：養豚・養鶏セミナー。アメリカとイギリスから来日したスピーカーが狂牛病、口蹄疫、低フィテン酸コーン、飼料設計などについて講演。



セミナー終了後、スピーカー達は日本食、焼酎を味わってリラックス。左より、スティーブ・ドリッツ博士(米国カンザス州立大学)、ジュリアン・ワズマン博士(英国ノッチンガム大学)、ジム・エックル氏(アメリカ大豆協会)、ダン・ジョーンズ博士(米国デュボン・スペシャリティ・グレイン社)



5月31日 インターコンチネンタルホテルにおける「Great American Regional Cuisine」にて、ホワイト・ソルガム料理のデモンストレーションを行う 同ホテルの僱シェフ。



当日 ホテル・レストラン関係者が多数来場し、ホワイト・ソルガムの粉・粒が新素材として注目された。

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

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。