

## DDGSセミナーの概要

去る2013年7月1日および2日に、北海道帯広市のホテル日航ノースランド帯広および東京アメリカンクラブにおいてDDGSセミナーを開催(帯広では十勝農業協同組合連合会との共催)し、多くの関係者の皆様にご参加いただきました。以下に当日の講演概要を取りまとめましたのでご参照ください。

### 「DDGSの成分、栄養価の現状」

(前・日本科学飼料協会事務局長 米持千里氏)

最近、米国のエタノール工場では、エタノール発酵後に残ったホール・スチレージから遠心分離された液状部分であるシン・スチレージから粗トウモロコシ油を抽出する工程を組み込む動きが進んでいる。2012年末時点では米国内の60~70%のエタノール工場がこの工程が導入されているが、今後この動きはさらに進むものと予想されている。

これら粗トウモロコシ油抽出工程を導入したエタノール工場で製造されるDDGSでは、これまでのDDGSに比べて粗脂肪含量が低く(7~9%、従来は12%前後:乾物中)、その分、CP(粗たん白質)や粗繊維などの含量が高まることになるため、家畜や家禽におけるTDN(可消化養分総量)ME(代謝エネルギー)などに影響を及ぼすことが予想される。このため、アメリカ穀物協会では農林水産省への暫定値申請を目指して、現在、試験を実施中であり、来春には脂肪含量が低いDDGSの栄養価について暫定値が農林水産省から公示されるものと思われる。

### 「北海道・十勝の自給飼料の特性と栄養補給」

(畜産・飼料調査所御影庵主宰 阿部亮氏)

十勝農業協同組合連合会では牧草サイレージおよびトウモロコシサイレージの収量増加と高品質化を目指したプロジェクト「飼料アップとかち」を展開している。このプロジェクトの一環として昨年11月に開催された展示会には、牧草サイレージ30点とトウモロコシサイレージ31点が出品されたが、牧草サイレージの品質をCP含量、TDN含量、乾物摂取量およびTDN摂取量から表に示す5つのカテゴリーにあてはめると、最も品質が優れているカテゴリー1に分類されるものは全体の7%であり、以下、カテゴリー2、3、4および5に分類されるものが43%、27%、10%および13%あった。また、トウモロコシサイレージの場合には易発酵性炭水化物(デンプン、乳酸、高消化

性繊維Oa)の含量から、A(易発酵性炭水化物含量30~38DM%)、B(同39~46)、C(同47以上で最も優れている)に分類できるが、出品されたトウモロコシサイレージの48%がカテゴリーAに、39%がカテゴリーBに、残りの13%がカテゴリーCに属していた。理想的には、これら栄養学的な性質を基礎として濃厚飼料の給与体系を考えるべきであり、北海道における酪農経営を考えると、牧草サイレージとトウモロコシサイレージを目いっぱい食べさせて牛乳を搾り、さらに乳量をアップさせるために、使用する牧草サイレージとトウモロコシサイレージの品質に見合った濃厚飼料を補うという方向に向かうべきである。一方、DDGSは、CPのルーメン内での分解率が低い(大豆粕に比べてバイパスたん白質含量が多い)ことが特性としてあげられ、カテゴリー1および2の牧草サイレージとカテゴリーBおよびCのトウモロコシサイレージを組み合わせる場合には代謝たん白質の供給という面で考えると理想的な補助飼料であるといえる。また、CP含量が低いカテゴリー5の牧草サイレージを利用する場合やトウモロコシサイレージを多給する場合にはCPの補給源としての価値が高いものと思われる。なお、DDGSの粗脂肪にはリノール酸が多く含まれており、ルーメン微生物の活性を阻害することから給与の際に量的制限が出てくるが、低脂肪DDGSではそのリスクが緩和されることから、その分給与量を増すことができる。

表 牧草サイレージの品質カテゴリー

カテゴリー	TDN(DM%)	粗たん白質(DM%)	乾物摂取量(kg)	TDN摂取量(kg)
1	65以上	13以上	11以上	7以上
2	61~64	11~13	9.8~11	6~7
3	59~60	9~11	8.5~9.8	5~6
4	57前後	9~12	7.3~8.5	4~5
5	54以下	7~11	4.8~7.5	2~4.2

### 「養牛飼料への低脂肪DDGS利用」

(日本獣医生命科学大学名誉教授 木村信照氏)

わが国における米国からのDDGS輸入量は2004年8月に農林水産省から栄養価が告示されて以降年々増加し、2012年度には47.3万トンに達している。畜種別の用途を2013年3月の実績でみると、育雛・成鶏用途が57.93%、ブロイラー用途が12.78%、養豚用途が11.78%、乳牛用途が11.48%、肉牛用途が5.01%となっている。

DDGSの特性は、①CPが高い、②脂肪が多い(デンプンが少ない)、③リノール酸が多い、④有効リンが多い、⑤カロチノイドが多い、⑥αトコフェロールが多いことがあげられ、畜種や使用方法によっては欠点になる可能性もあるが、組み合わせる他の飼料原料が持つ欠点を補う形での使用方法を考えれば、さらに使用量が増加する可能性がある。

トウモロコシと大豆粕の牛におけるTDNおよびDCP(可消化粗たん白質)と価格を基に、Petersenの価格算出式を用いてDDGSの牛用飼料原料としての適正価格を試算したところ、現在わが国で利用しているDDGS、今後輸入量が増加すると思われる低脂肪DDGSのいずれも、現状の国内流通価格に比べてかなり高く、有利であることが明らかとなった。

## 「低脂肪DDGSの家畜と乳牛への飼料価値」

(ミネソタ大学動物科学部教授 ジェリー・シャーソン氏)

現在、米国内のエタノール発酵工場の約75%では、DDGS製造工程中に、エタノール発酵で残った液状部分(シン・スチレージ)から遠心分離により粗トウモロコシ油を抽出しており、粗トウモロコシ油のバイオディーゼル原料用の油脂としての需要の高まりに伴って2013年末には全米の約90%の工場に拡大すると予想されている。製造工程中での粗トウモロコシ油の抽出により、生産されるDDGSの粗脂肪含量は7~9%であり、現状のDDGSの13%から5%程度低下するため、エネルギー含量が低下する。

粗トウモロコシ油の抽出は、ほぼ1年半前から新たに始まった技術であることから、家畜や家禽に使用する際の影響評価に関する公表された文献は少なく、研究が継続中のものが多いが、これまでの公表文献などから考えられる家禽用飼料原料として低脂肪DDGSの利用性に関する見解は以下のとおりである。

- 1) 鶏におけるAMEn(窒素補正した見かけの代謝エネルギー)値には粗脂肪含量より繊維の内容や含量が大きく寄与しているようであり、粗脂肪含量のみからAMEn値を判断することは危険である。
- 2) 産卵鶏に対して低脂肪DDGSを20%配合した飼料を給与した場合、DDGSを含まない飼料や通常のDDGSを20%配合した飼料を給与した場合に比べて飼料摂取日量が2~2.4g増加する可能性があるが、産卵成績には影響を及ぼさない。
- 3) 産卵鶏ではブロイラーに比べてエネルギーの要求量が低いいため、低脂肪DDGSを利用する場合の影響はより少ないものと思われる。
- 4) 現在、DDGSの鶏におけるAMEn値を見積もるため以下の推定式が示されている。米国内では飼料業界側からの働きかけにより価格設定の際の指標としてこれらの推定式が使用され始めているようであるが、現在は米国内では飼料

原料供給量が全般的に不足傾向にあることから、DDGSの低脂肪化による価格のディスカウントは行われていないようである。

$$\text{式1: AMEn (kcal/kg)} = -14322 + (2.69 \times \text{総エネルギー (GE)}) + (117.08 \times \text{CP}) + (149.41 \times \text{炭水化物}) - (18.30 \times \text{NDF (中性デタージェント繊維)}) \quad R^2 = 0.88$$

$$\text{式2: AMEn (kcal/kg)} = -12282 + (2.60 \times \text{GE}) + (89.75 \times \text{CP}) + (125.80 \times \text{炭水化物}) - (40.67 \times \text{総食物性繊維}) \quad R^2 = 0.86$$

$$\text{式3: AMEn (kcal/kg)} = -8213 + (1.82 \times \text{GE}) - (73.58 \times \text{ADF (酸性デタージェント繊維)}) + (76.81 \times \text{CP}) \quad R^2 = 0.71$$

乳牛への低脂肪DDGSの利用に関する文献は現在のところ1報しか公表されていない。この文献によると、粗脂肪含量3.5%の低脂肪DDGSを30%まで段階的に配合した飼料を乳牛に対して給与しても、乾物摂取量、CP摂取量、窒素効率および産乳量には影響は認められなかった。一方、産乳効率(エネルギー補正乳量÷乾物摂取量)、乳脂肪含量、乳脂肪生産量、乳固形分量、乳固形分生産量は直線的に高まり、乳たん白質量は二字曲線的に高まる傾向を示している。なお、乳牛に対して通常のDDGSと低脂肪DDGSを給与した場合の比較試験が現在行われているようだが、まだその成果は公表されていない。

肉牛への低脂肪DDGSの利用に関する研究成果はネブラスカ大学のGigaxらにより公表されている。この文献によると、仕上げ期の肉牛に対してトウモロコシ、通常のDDGS(粗脂肪含量12.9%)あるいは低脂肪DDGS(粗脂肪含量6.7%)を給与した結果、低脂肪DDGS給与区の日増体量、温屠体重量は通常のDDGS給与区より少なかったが、トウモロコシを給与した対照区とは差がなかった。さらに、枝肉成績にも影響は与えなかったことから、少なくとも低脂肪化による悪影響はないものとみなされる。また、2013年2月にラスベガスで開催されたNational Ethanol Conferenceで発表されたG. Ericksonの研究結果では、通常のDDGSおよび低脂肪DDGSを仕上げ期の肉牛に対して0、30、50および65%配合した飼料を給与した場合、配合率が35%までの場合には日増体量および乾物摂取日量には両DDGS間で差が見られなかった、また、配合割合が50%以上の場合の低脂肪DDGS給与区の乾物摂取日量は通常のDDGS給与区より用量依存的に増加したが、日増体量には差が見られなかった。なお、DDGSを多量に配合すると脂質への影響(脂肪酸組成の変化)が見られたが、通常考えられる給与レベル(10~20%)では脂肪酸組成への影響はないものと思われる。

## 空飛ぶ豚と海を渡るトウモロコシ

アメリカ穀物協会から資料提供させて頂いた書籍、『空飛ぶ豚と海を渡るトウモロコシ』（三石誠司著、日経BPコンサルティング発行 ISBN978-4-901823-87-6）の本文を、少しずつご紹介いたします。

日本は年間1600万トンという世界最大のトウモロコシを100%輸入する国です。そこには国や企業の都合ではなく、米国の生産者の「日本に届けたい」という思いが込められていました。私たちの食料、世界の食料、未来の食料について考えるヒントとなる書です

### 1. 大震災で見た日本のフードシステムの現実

#### ■1億2000万人を養う

ここで、食料生産に直結する基本的な事実を考えてみましょう。農林水産省のデータによると、2011年度の日本の農地面積は461万ヘクタールです。内訳は田んぼが251万ヘクタール、畑が210万ヘクタールとなっています。では、この農地だけで本当に日本の人口である1億2000万人を養っていけるのでしょうか。私たちは、自国の農地だけで自分たちが生きていくのに必要な食料をすべて生産していけると無意識に思っているのかもしれませんが、食料自給率の問題や日本の食料と農業の将来を考えるときに、これは極めて基本的かつ重要な問題です。しかしながら、わが国が抱える農業問題と食料問題のこうした本質を正面から堂々と取り扱っている論考はいまだに少ないと思います。もちろん、この分野に数多くの研究の蓄積がありますし、多くの研究者がいます。はるか昔から日本の食料と農業の将来について警鐘を鳴らしてきた方も数多くおられますし、こうした内容が、いわば知る人ぞ知る文献として流通していることも確かです。一方で、生活水準が向上し、日々の食生活で悩むことは、食べるものがないことではなく、いかに美味しいものを食べるかであったり、いかに太らないように食べるかであったりといった状況に陥っている現代の私たちにとって、目の前から食料がなくなる事態など、それこそ「想定外」というのが2011年3月11日以前の多くの日本人の状況だったのではないのでしょうか。ここで、私が外部の講演や研修などでよく用いる食肉の例を取り上げてみたいと思います。私たちの多くは、日々の食事の中で肉を食べますが、その肉、つまり牛肉、豚肉、鶏肉のもととなる家畜は何で育てられているのでしょうか。答えは飼料、いわゆるエサです。そして、飼料の大半は海外から輸入されています。言い換えれば、大量の輸入穀物のおかげで存続が可能となっているのが、日本における畜産です。これこそ、私たちがしっかりと理解しなければならない現実です。好きとか嫌いとかではなく、まず現実をしっかりと見て、それから物事を考えるということが必要です。こうした姿勢のもとで、社会で起こっている様々な現象を見ていくと、印象や感情で物事を見ていたのとは全く違った様々な側面が見えてきます。例えば、日本は毎月約100万トンの飼料用トウモロコシを輸入していますが、それは具体的にどのような形で、どのようなルートを通して日本に入っているのでしょうか（トウモロコシの年間輸入数量は年によって多少増減しますが約1600万トンです。このうち約1200万トンが畜産の飼料用で、残りの約400万トンは工業用・食品用として利用されていますが、ここでは分かりやすく飼料用だけに限って話を進めていきます）。もっと言えば、毎月100万トンのトウモロコシを円滑に輸入するシステムは誰に支えられ、私た

ちの生活にどのような恩恵をもたらしているのでしょうか。あるいはどのようなリスクがあるのでしょうか。おそらく多くの人にとっては、100万トンはおろか、1000トンのトウモロコシですら、「どのくらいの量か」と言われても、すぐに想像ができないのではないかと思います。なぜならば、私たちは毎日の生活で、直接100万トンのトウモロコシを見ている訳ではないからです。実は、トウモロコシから作られた様々な製品は私たちの日常に山ほどあるのですが、それはあの見慣れた黄色い粒のトウモロコシの形をしていません。家畜の飼料はもちろん、清涼飲料に溶け込んでいたり、工業用の「のり」となっていたり、生分解性プラスチックだったり、最近では自動車の燃料となっていたり、とても黄色い粒を想像することができません。したがって、私たちは目の前にあってもその原材料がトウモロコシだとは分からない状況で生活をしていることがほとんどです。家畜の飼料などは、都市部に住む一般の人々の生活にはほとんどかわり合いがないと思っている方がおられるかもしれませんが、実は極めて深い関係があり、重要なものです。詳細は後ほど述べますが、私たちの生活の中には、実はこうした目に見えないけれども、「当たり前」となったシステムがかなり存在しています。今回の大震災は、この「当たり前」を支えるシステムを直撃したのです。

#### ■見えざるインフラ

私は目に見えない「当たり前」を支えるシステムのことを「見えざるインフラ」と呼んでいます。私たちの生活にとって必要不可欠でありながら、普段は全く見えない、インヴィジブル・インフラストラクチャー（invisible infrastructure）という意味です。道路や鉄道といった目に見える輸送システムを通常の見えるインフラとすれば、大量の穀物や原油などを事故なく着実かつ時間どおりに輸送するシステムはまさに「見えざるインフラ」であり、私たちの生活はこうしたいくつもの「見えざるインフラ」に支えられています。数年前に米国で生活していたとき、世界的な企業のトップがこういう話をすることがありました。「現代の米国が持っている最大にして最後の競争力とは、大量の穀物を安定的かつ正確に輸送する能力である」これは極めて示唆に富んだ発言だと思います。なぜならば、米国は世界中に穀物を輸出していますが、その輸出相手先で様々な産業や社会生活が円滑に運営されているのは、まさに米国の食料や穀物輸送システムがそれを支えているからということを行っているからです。それにもかかわらず、普段、私たちはここまで考えが及ばないことが多いのではないかと思います。食料問題を考えるときによく聞かれる輸入か国産かという議論は、概念上も実質上も重要ですが、現代では伝統的な国内産業と考えられているものの中にすら、海外とのかかわりがあつて

はじめて存続可能になっているものも多くあります。この点を忘れては本質を見失うこととなります。ソバの例を持ち出すまでもなく「原材料が外国産の日本の伝統食」なども数多くあります。今やこうした状況を、私たち自身が正面から堂々と認めるべき段階にきたのではないのでしょうか。私が生活している宮城県には伝統食品として全国的に有名な「白石温麺(うーめん)」があります。原料は水と塩とコムギ粉だけであり、約400年の歴史がある県を代表する伝統食品です。この「温麺」に最適なコムギ粉はASW(Australian Standard White)、つまりオーストラリア産です。今や私たちは様々な面で国内と海外の関係性の中で食に接していることが分かるかと思えます。

## ■震災で白日の下にさらされた日本のボトルネック

こうした視点から見ると、東日本大震災は、フードシステムに限らず、私たちが無意識のうちに「考えること」を避けてきた、あるいは理解はしてはいても対応を先延ばしにしてきた様々な「盲点」について、冷酷な「現実」を突き付けるきっかけとなったような気がしてなりません。

言い方を変えれば、今回の大震災は、ヒト、モノ、カネ、情報など、私たちが社会生活を送る上で最も基本的な事柄は何かということだけでなく、過去何十年にもわたり構築してきた既存の社会システム全般について、何が「根拠のない暗黙の前提」であったかを明らかにしたとも言えるでしょう。そして、フードシステムのような個別のサプライチェーン全体については、生産・加工・流通・消費のどの部分に、最も弱い部分、すなわちボトルネックが存在しているのかを白日の下にさらしたと言えるのではないかと考えています。次に、もう少し具体的にその内容を見ていきましょう。

## ■安全に対する根拠なき妄信

私たちが住んでいる日本列島は、地殻という観点から見た場合、地球上でもかなり複雑な状況に位置しています。「地球を覆っている十数枚のプレートのうち4枚のプレートの衝突部」にあり、「マグニチュード7以上の地震は世界中でこの90年間に900回ほど起きているが、そのうち10%もの地震が日本で起きている」といわれています(注1)。さらに、気象庁によれば、世界の活火山数約800のうち、日本の活火山数は108、東北地方にはそのうち18と、日本全体の2割弱が存在しています。以上が示す事実は簡単です。私たちの国土は、豊かな自然と美しい四季というメリットと同時に、世界でも有数の地震多発地帯であり火山活動が活発な地域というデメリットも備えているということです。東日本大震災以降、頻発する余震を見ても分かる通り、今や日本中どこでも地震は起こり得るというこの事実。これを、食料・農業関連産業従事者にかかわらず、すべての産業における企業の経営者や従業員、そして消費者も冷静に再認識しておくべきであると思えます。この当たり前の事実を、明治から昭和の時代を生きた物理学者、寺田寅彦は今から80年近く前の1934年(昭和9年)、明確に述べ

ています(注2)。彼は「日本は……気象学的地球物理学的にもまた極めて特殊な環境の支配を受けているために、その結果として特殊な天変地異に絶えず脅かされなければならない運命の下に置かれていることを1日も忘れてはならない」と指摘し、その上で、「良い年廻りの間に十分の用意をしておかなければならないということは、実に明白過ぎるほど明白なことであるが、またこれほど万人がきれいに忘れがちなこと稀である」と言っています。歴史の教訓、先人の知恵に、私たちは真剣に耳を傾ける必要があると思えます。

## ■フードシステムにおけるボトルネック

さて、今回の大震災で明らかになった最大の問題点の1つは、現在のグローバル化した世界の中では、あらゆる産業が世界中と密接に関係しており、その「相互依存関係(interdependencies)」が想像以上に拡大しているという点ではないのでしょうか。日本の東北地方の被災により、米国の自動車生産工場に影響が及んだことなどが象徴的ですが、こうした相互依存性については、これまで一部の業界関係者を除き、まさに「想定外」であったのではないかと思います。やや話がずれますが、東北地方は、自動車、電機、半導体、デジタルカメラといった日本の主要製品の最終製造拠点であるだけでなく、これらの製品製造に不可欠な部品製造を担う有力な中堅メーカーが日本の中でも特に集中している地域でもあります。また、鋼板処理、回路基板、出版・印刷といった産業素材の生産地域でもあるため、今回の震災の影響は、木材合板や新聞、チラシから自動車、家電、建材など、それこそ想定外の多方面にわたることとなったと言えます。2011年3月29日版の『朝日新聞』では、自動車や屋根に使用する鋼板のめっき処理に使用する亜鉛生産は、業界トップの3社が生産を中止したため生産量は震災前の7割減、また、銅の生産についても国内需要の4割減と報じています。次に、今回の震災で明らかになったわが国のフードシステムに特徴的なボトルネックを3点ほど挙げます。いずれもほかの多くの業界と共通していますが、フードシステムの構成要素にとっては特に重要と思われる点ではないかと考えています。

(次号に続く)

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

〒107-0052 東京都港区赤坂1丁目6番19号  
KY溜池ビル4階

Tel: 03-3505-0601 Fax: 03-3505-0670  
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/>