

COW BELL

カウ・ベル 全酪連購買事業情報紙

No. **145**
2017 秋季

全酪連のブランド・エッセンス ソイプラス20周年に寄せて

大場真人の技術レポート

免疫システムのエネルギー要求量
子牛による炭水化物の消化



Your Partner 全酪連

原料情勢／粗飼料情勢

原料情勢

平成29年10～12月の牛用飼料価格について

▶▶主原料

主原料である米国産トウモロコシは、9月12日米国農務省の需給予想において2017年産の生産量は141億8,400万ブッシェル(3億6,029万トン・前年比93.6%)、単収は169.9ブッシェル/エーカー、総需要量142億5,000万ブッシェル(3億6,197万トン)、期末在庫23億3,500万ブッシェル(5,931万トン)、在庫率16.4%と発表されました。

米国産とうもろこしの生産量は史上最高であった昨年よりも減少の予想ですが、史上3番目の豊作が見込まれています。さらにブラジル産とうもろこしも豊作が見込まれ、世界全体のとうもろこしは需給が緩和するとの見通しから、相場は弱含みで推移しています。

▶▶副原料

大豆粕については、米国中西部の高温乾燥予報による作柄悪化懸念から相場は上昇していましたが、現状は落ち着きを取り戻し、前期対比横ばいからやや軟調に推移しています。

糟糠類については、グルテンフィードは輸入品が高値で推移していることから、輸入数量が減少しており、需給は引き締まり相場は値上げの情勢です。

さらに、ふすまも、発生量が若干減少している状況の中、堅調な需要があることから、相場は値上げの情勢です。

▶▶脱脂粉乳

脱脂粉乳については、低迷していた欧州・オセアニアの生乳生産量が回復基調にあるものの、中国・東南アジアからの需要が旺盛なことから、市況は堅調に推移しています。

▶▶海上運賃

海上運賃については、中国向けの鉄鉱石需要から引き合いが強まり、堅調に推移しています。

▶▶外国為替

為替相場は、米国トランプ政権の経済政策先行き不透明感、朝鮮半島における地政学的リスクの高まりなどの円高要因、一方、日本と米国の金融政策の方向性の違いを受けた金利差拡大による円安要因などが混在し、方向感の定まらない展開が予想されます。

本会が供給する牛用飼料(配合・哺育)について、下記のとおり価格を改定することといたしましたのでご案内申し上げます。

記

1. 改定額(平成29年7～9月期対比)

(1) 牛用配合飼料 トン当たり 200円 値下げ(全国全銘柄平均)

(2) 牛用哺育飼料 トン当たり 27,000円 値上げ(全国全銘柄平均)

ただし、改定額は地域別・品目別・銘柄別に異なります。

2. 適用期間 平成29年10月1日から平成29年12月31日までの出荷分

3. 安定基金

(一社)全国畜産配合飼料価格安定基金からの価格差補填金の交付につきましては、10月中旬頃、決定されます。なお、発動となった場合、交付日程は従来通りとなります。

粗飼料情勢

平成29年9月8日

▶▶北米コンテナ船情勢

海運各社は10～12月の需要期を迎えるにあたり、海上運賃の修復に向け動いています。足並みは揃っていませんが、10月から北米発アジア向けの貨物に対し、GRI（海上運賃一斉値上げ）の実施を通知して来ているところもあります。日本からの輸出についても、10月からGRIを実施する船社もあり、海運各社の収支回復への動きが見え始めています。

▶▶ビートパルプ

《米国産》

日本向けの主力産地であるミネソタ州とノースダコタ州では、8月17日以降順次ニュークロップの製糖作業が開始されました。来春まで24時間体制での操業が続くこととなります。

今クロップは春先の作付けはやや遅れ気味で5月中旬に終了、その後の生育期は乾燥傾向にありましたが、収穫前の7月下旬から8月上旬にかけて適度な降雨があり、総じて良好な作柄だったと言えます。作付面積は前年比で減少し、産地や地域によっては単収の増減はありますが、全体としては昨年並みの収量を確保できるものと予想されています。

また、旧穀は期首予想を10%以上下回る減産となった影響もあり、米国産の供給余力は低下しています。そのため、米国内及び日本を始めとする米国産輸入量が多い地域では需給がひっ迫し始めており、その影響で新穀の価格も上昇しています。

▶▶アルファルファ

《ワシントン州》

主産地コロンビアベースンでは、3番刈の収穫が終盤を迎えており、一部の圃場では4番刈の収穫が始まっています。3番刈の品質は、序盤で収穫されたものについては天候にも恵まれ、緑目の強い良品が多く生産されているようです。一方、8月中旬以降はワシントン州北部で発生した山火事による煙の影響で、圃場での予乾（ウインドロー）の時間が長くなり、色が抜け変色したもの（ブリーチ）が多く発生しているようです。

産地価格については、今冬に低グレード品を肥育農家向けに多く供給したため、繰り越し在庫がなく、さらには米国内酪農家が積極的に高成分の上級品の買付を進めていることから、全てのグレードにおいて、昨年よりも強含みで取引が続いています。

《オレゴン州》

南部クラマスフォールズでは2番刈の収穫が終盤を迎えており、一部の圃場では3番刈の収穫が始まっています。1番刈は、その大半が降雨被害を受けたもの、もしくは降雨を避けて収穫された刈遅れ品となっており、例年のような良品は非常に限定的となっています。2番刈については、1番刈の収穫の遅れを取り戻すために早刈りされた圃場では、降雨被害を受けることなく良品が多く発生しているようです。一方、1番刈の収穫遅れのまま、通常のペースで2番刈を迎えた圃場では収穫期に一部で降雨被害があったようです。

今年は昨年とは異なり、春先の冷涼な気候と収穫期の悪天候による収穫作業の遅れにより、4番刈まで収穫可能な生産農家は例年並みで、全体の30～40%程度に留まる見込みです。

中部クリスマスバレーでは2番刈が終了し、9月上旬から3番刈の収穫が始まる見込みです。2番刈の品質は収穫期の天候に恵まれたことから、例年並みの良品が発生しているようです。

価格については、両産地とも米国内の酪農家および他国向けも含めた輸出業者からの需



クラマス産2番刈アルファルファ



クリスマス産2番刈アルファルファ

要が旺盛なため、1 番刈同様に引き続き昨年比よりも高値で堅調に推移しています。

《ネバダ州》

17 年産のネバダ産 1 番刈は全体の 50%以上が降雨被害を受ける厳しい作柄となりましたが、一部では良品が発生しているようです。2 番刈は収穫期に高温となったことから中級品の発生が中心となりました。現在、3 番刈の収穫が終了していますが、例年並みの品質のものが収穫されたようです。当地は米国最大の酪農州であるカリフォルニア州に隣接していることから米国内酪農家からの需要は特に堅調であり、また、輸出業者の需要も旺盛で、他産地と同様に価格は強含んだまま堅調に推移しています。



ネバダ産 1 番刈アルファルファプレミアム品 8月上旬撮影

《カリフォルニア州》

南部インペリアルバレーでは圃場では 5 番刈の収穫が終盤を迎えており、一部の圃場では 6 番刈の収穫が始まっています。当地では 8 月に入ってから連日、日中の最高気温は 100F (約 38℃) を超えており、低成分のいわゆるサマーヘイ発生が中心となっています。このような低級品の発生が中心ではありますが、産地価格は、引き続き堅調に推移しており、昨年の同時期に比べても 20 ドルから 30 ドル高値で取引が進んでいるようです。

▶▶ 米国産チモシー

ワシントン州では 2 番刈の収穫が順調に進捗しています。8 月末時点で、コロンビアベースンで 50%、キティマスバレーで 20%のベーリングが終了しており、品質に関しては、今のところ良好なようです。産地相場は馬向けについては、全般的に不足していることから強含んで推移しています。酪農向けについても、低級品の発生量が限定的なこと、自給粗飼料が不足している韓国からの需要が引き続き旺盛なこと産地価格は上昇しています。

▶▶ カナダ産チモシー

アルバータ州南部レスブリッジ地区では 1 番刈が終了しました。収穫された多くは上級品で、中級品以下の発生量が限定的となっています。収穫期の天候に恵まれたことに加え、収穫時期に風が強く乾燥した日が多かったことから、収穫に要する期間が例年より 1 ～ 2 週間短くなったことで、良品が多く発生しているようです。また、当地では 16 年産の繰り越し在庫はなく、すでに新穀の出荷が始まっています。

中部クレモナ地区も 7 月下旬より収穫が始まっています。収穫の序盤はレスブリッジ地区と同様に天候に恵まれていましたが、8 月中旬頃から天候が崩れる日もあり、雨あたり品の発生もあるようです。

価格については、中国、韓国および米国の馬向け需要は引き続き堅調のため、産地相場は強含みで推移しています。特に、発生量が限定的な中級品の値上がり幅は、他のグレードより大きくなってきています。

▶▶ スーダングラス

インペリアルバレーにおけるスーダングラスの作付面積は、8 月 15 日現在で約 29,357 エーカーと昨年同期比 184%となっています。これは、昨年に比べて今年の相場が生産農家にとって、良好だったため 2 番刈まで収穫する圃場が増えたことが要因と言えます。8 月は湿気が高く、色抜け品(ライトカラー品)も発生していますが、湿気による茶葉の混入も増えています。色抜けの上級品については、その発生は限られており、他のグレードに比べて価格の上昇の幅は非常に大きくなってきています。



北カリフォルニア産スーダン(8月中旬撮影) エルセントロ産スーダン色抜け品(8月中旬撮影)

北カリフォルニアでは収穫が始まっています。近年の水不足も解消されており、作付面積は若干増えているようですが、収穫は9月中には終わる見込みです。産地価格はエルセントロ産と同様、やや強含みで推移すると予想されています。

▶▶ クレイングラス (クレインは全酪連の登録商標です)

8月上旬から4番刈が本格化しています。今年は作付面積が大幅に減少しスタートしましたが、7月以降、急激に作付面積は回復しています。8月15日に発表された作付面積は14,875エーカーで、前年比106%、前月比プラス620エーカーと引き続き増加しています。生産量は回復していく可能性が高くなっていますが、産地価格は、日本および韓国からの堅調な引き合いにより、引き続き強含みで推移しています。

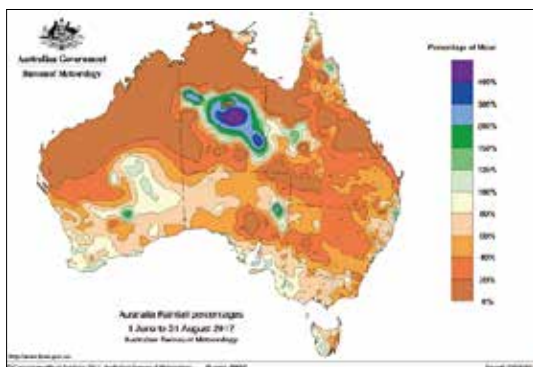
▶▶ ストロー類 (フェスキュー・ライグラス)

主産地オレゴン州ウィラメットバレーではペレニアルライグラス、フェスキューともに収穫がほぼ終了しました。今年は品質面では特段問題がないといわれていますが、作付面積が減少しているため、旧穀の価格高騰の流れのまま、産地相場は堅調に推移していくと思われます。

▶▶ 豪州産オーツヘイ

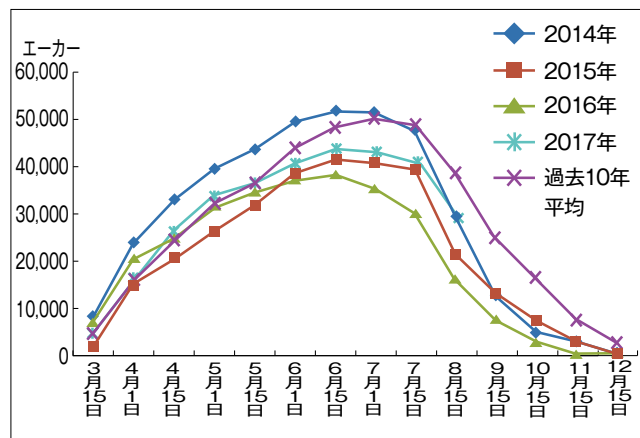
西豪州では7月末まで降雨不足による単収減が懸念されていましたが、7月下旬から8月上旬にかけて十分な降雨があり、生育状況は回復し始めています。このため、一転して生産量の懸念が緩和、旧穀の一部を保管していた生産農家から各サプライヤーへ在庫が売り込まれており、中級品以下の価格が軟化し始めているようです。一方で、需要が堅調な上級品の価格に動きは見られません。

豪州からの輸出は6月まで依然として月間90,000トンを超える量が輸出されています。特に中国向け輸出は今年5月に30,000トン弱と過去最高の輸出量となりました。中国向けの主力である中級品以下の価格が軟化した場合、今冬の新穀まではこの状況が続いていくと思われます。

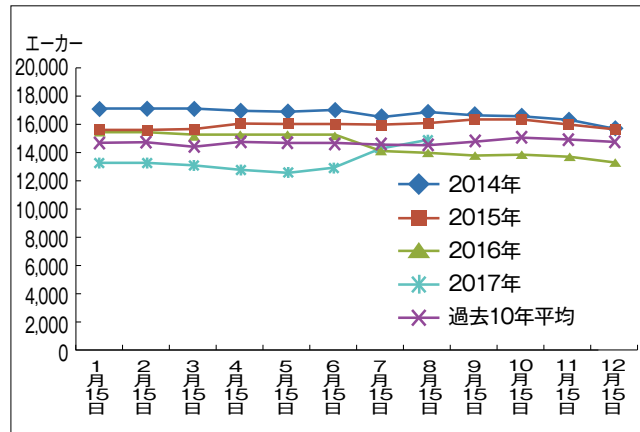


豪州気象庁データ 6月-8月の降雨量(過去との平均雨量との比較)

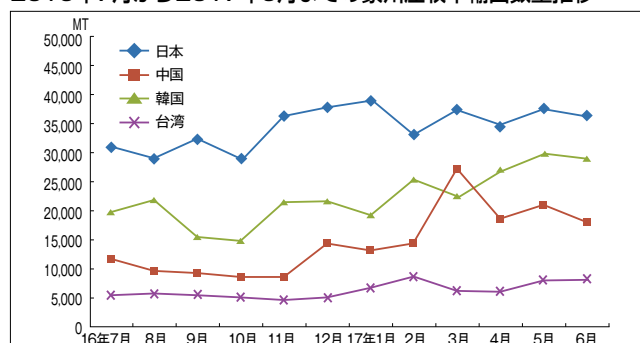
インペリアルバレー スーダングラス作付面積 (2017年8月15日時点)



インペリアルバレー クレイングラス作付面積 (2017年8月15日時点)



2016年7月から2017年6月までの豪州産牧草輸出数量推移



ソイプラス20周年に寄せて



購買部・酪農生産指導室 研究開発顧問 齋藤 昭

始めに

全酪連がソイプラスの輸入を開始してから20年が経過しました。ソイプラスとは、米国のランダス（旧ウエスト・セントラル）協同組合が製造・供給している大豆由来のルーメンバイパス蛋白（以下、バイパス蛋白と略）製品で、最大の特徴は精密な加熱加工による安定した蛋白のバイパス率とアミノ酸組成であります。このため、大学などの研究機関がバイパス蛋白の基準・指標として数多くの研究に用いられてきました。現在では北米のみならず、南米、中東、ヨーロッパ、オーストラリア、アフリカにも輸出されています。今号では、全酪連のバイパス蛋白への取り組み、ソイプラス導入経緯と現状について説明します。

ルーメンバイパス蛋白とアミノ酸

乳牛の栄養におけるバイパス蛋白の必要性・重要性は1980年代にはすでにいくつかの研究論文が発表されていました。反芻動物である乳牛に蛋白を給与すると一定の割合でルーメン微生物が窒素まで分解し、それを基にルーメン微生物が増殖して、牛が小腸から蛋白として消化吸収しますが、一般的にはルーメンに入った蛋白質の30%前後はルーメンを素通りしてそのまま小腸で消化吸収されます。これらの合計が代謝可能蛋白（MP）として現在の飼料設計などで用いられているものです。

全酪連の研究開発部門では1985年より独自の製法によりソエックス（SOYEX = 1992年製法特許取得）という大豆粕に油脂を加えてエクストルーダーで加熱・加圧したものをバイパス蛋白源として利用していました。ソエックスは1980年代からバイパス蛋白源として高泌乳牛用サプリメントや乾乳牛用飼料、カーフスターターや育成前期など、蛋白栄養が特に重要な時期の牛に活用していました。日本国内でBSE（牛海綿状脳症）症例が発見されるまでは魚粉などの動物性蛋白原料もアミノ酸バランスの良いバイパス蛋白源として利用可能でした。しかし、北米におけるバイパス蛋白の研究論文の多くが蛋白のルーメン・バイパス率が60%のソイプラスを用いており、注目しました。

ソイプラスへの取り組み

そこで、実際に全酪連・サンフランシスコ事務所経由でソイプラスやその類似品を全酪連・酪農技術研究所に送り、ルーメン・フィステル（第1胃に付けた蓋つきの窓）に吊るして分解速度を測定し、またアミノ酸組成などについても数多くのロットを分析比較しました。その結果、ルーメン内での分解性とアミノ酸組成においてソイプラスが最も一貫して安定していることが判明しました。

この結果を受けて製造元であるウエスト・セントラル（現在はランダス）協同組合とコンタクトを始め、1997年からアジアでは全酪連が唯一輸入してきました。ソイプラスの長所は安定した蛋白のルーメン・バイパス率のみならず、リジンが豊富なことでした。リジンは加熱加工に比較的弱く、加工時には極めて精密な温度管理が必要です。なお、当時のルーメン・バイパス・アミノ酸製品としてメチオニン製剤がありましたが、リジンのルーメン・バイパス製品はごく近年になるまで、ほぼ存在せず、ソイプラスからリジンを供給することが有効な手段と考えられました。

ソイプラスの活用

1980年代後半には、バイパス蛋白の必要性は高泌乳牛では広く知られ、応用が始まっていました。しかし、全酪連は通常の飼料原料では牛が利用可能な代謝蛋白（MP）の必要量を賄いきれない時期があることに注目し、特に分娩前後の移行期牛、離乳～春機発動までの若牛の配合飼料にバイパス蛋白源を処方して供給を開始しました。ただし、全酪連として注意したことは、乳牛や哺育育成牛の蛋白栄養を適切に給与するために：

- ①飼料摂取量そのものを最大化することこそ最重要（ルーメン微生物の生産増加が第1）
- ②飼料原料成分分析（蛋白、炭水化物の分解速度も調べる＝ルーメン微生物生産増加の為）
- ③飼料設計により、代謝蛋白摂取量を最適化させ、その後アミノ酸を補正する
- ④乳牛の様々な反応をモニターする

・・・ことを重視しています。この概念は AA (アミノ酸) 体系、移行期体系に反映されています。

泌乳牛への応用

日本における初期のソイプラスを用いた研究は、コーネル大学の Dr. チェイスらの研究を再現したもので、飼料乾物中の CP を 18% から 14.5% に下げても、ルーメンバイパス蛋白% を高めることにより、乳量に差が無く、過剰な窒素・蛋白給与を節約可能であることを示したものでした。実際に、約 20 年後の現在では、飼料分析と飼料設計プログラムの進歩により、バイパス蛋白とアミノ酸が考慮され、アメリカの高泌乳牛群における飼料乾物中 CP は 16% 前後となっています。

移行期飼料への応用

乳牛の分娩前後 3 週間は特に蛋白栄養が逼迫しやすい時期なので、コーネル大学トム・オバートン博士らの指導により、代謝蛋白摂取量を増大させるためにソイプラスを主体とするバイパス蛋白源の処方を行ってきました。この移行期の蛋白栄養は生産性のみならず、乳牛の健康や繁殖、そして生まれてくる子牛の活力や初乳の品質など、将来に大きな影響を及ぼす大事な時期であります。

哺育育成への応用

全酪連は 1997 年にソイプラスの輸入を開始後、全ての泌乳牛の蛋白サプリメント、移行期飼料、カーフスターター、育成牛前期飼料にバイパス蛋白源としての処方を始め、短期間の内に日本の乳用牛飼料に定着させました。全酪連はソイプラスの処方によってカーフスターターの蛋白のルーメンバイパスを向上させ、離乳後の窒素過剰 (注: BUN= 血中尿素態窒素) への対策による蛋白利用効率を改善しました。このカーフスターターの蛋白栄養の見直しは、イリノイ大学ドラックレイ博士の指導によるものであり、離乳後に増加するカーフスターターからのバイパス蛋白給与は重要なものでした。この時にドラックレイ博士から入手した回帰式は数年後の NRC2001 年版に採用された内容を先取りしたものでした。全酪連はこれをフォローした動物試験を行い、高蛋白 (現物中 CP20%) カーフスターターに対してソイプラスを処方した低蛋白 (現物中 CP18%) カーフスターターを給与比較しました。この結果、低蛋白カーフスターター区は BUN が 16mg/100ml 以下 (これ

以上は過剰な窒素または過剰な分解性蛋白の供給を示唆) を示し、実際の増体重の改善を確認し、2000 年から蛋白栄養を改善したカーフスターターの供給を開始しました (21 世紀哺育・育成体系の一環として)。

当時から現在に及び、カーフスターターにおける蛋白のルーメンバイパス率に関する指標は存在していません。一般論として、植物性蛋白源の成牛のルーメンにおけるバイパス率は 30% 前後とされていますが、ソイプラスの蛋白のルーメンバイパス率は約 60% であり、この方法で計算すると全酪連のカーフスターターの処方からは、蛋白のルーメンバイパス率は 43 ~ 45% の範囲に入ることになります。離乳移行期～春機発動までのカーフスターター摂取量の増加に伴う蛋白分画について、ルーメン・バイパス蛋白の可能性について述べている論文もあり、バイパス蛋白質の量を増やすことの基本的な概念が注目されていました。

全酪連は 2005 年より、『強化哺育®』体系を導入して以来、日本国内に幅広く普及し、離乳前のホルスタイン子牛で平均日増体量 1.5kg を達成している農場も数多く存在しています。その後、離乳後のアシドーシスを軽減するために炭水化物の量と質を見直す (より低澱粉へ) 試験を行い、円滑な離乳プログラムと相まってこれを解消し、離乳後も 1.0kg 以上の平均日増体量を可能にしました。

和牛への応用

酪農家における和牛受精卵移植の増加に伴い、全酪連は 1995 年から和牛子牛向けの代用乳カーフトップ E T の供給を開始しました。近年では和牛子牛における『強化哺育®』プログラムが定着し、それにつづくカーフスターター、前期飼料のコンセプトは和牛の若牛にも応用されています。和牛の場合、初乳や泌乳量に



個体差が大きく、極めて泌乳量の低い個体が多いことが問題となっています。2007 年より、全酪連は和牛用『強化哺育[®]』代用乳カーフトップ EX ブラックの供給を開始し、哺育期間中の良好な発育と健康に貢献し、短期間の内に日本全国に急速に普及されました。和牛の場合、かつては体重 300kg に達して素牛として出荷されるまでに 9～10 か月を要していましたが、強化哺育の導入により 7～8 か月に短縮することが可能となって、大きな注目を集めています。

酪農家と同様、和牛子牛にも強化哺育が浸透すると、離乳後の良好な発育のためのプログラムが注目され、ソイプラス処方による良質なバイパス蛋白と低澱粉カーフスターターが注目を集めています。全酪連はこれまでに日本国内 12 の大学・研究機関と共同で和牛の強化哺育試験を実施し、全て日本国内の学会で発表されています。特に九州大学の後藤准教授らによる和牛子牛に対する強化哺育を用いた「代謝性インプリンティング」の研究は米国の畜産学会でも大きな注目を集めました。

この研究発表を応用し、日本国内の現場では強化哺育の哺育量を増加させた応用が広く行われており、和牛子牛でも平均日増体量 1.5kg を超える農場

が増えています。これらの農場では、離乳後の発育速度や質(過肥にならずにフレームサイズを大きく)のためにソイプラスによるバイパス蛋白を処方したカーフスターター・育成前期飼料の給与が普及しています。和牛一貫農場においては、従来は 29～30 か月で生体重 800kg、枝肉重量 500kg で出荷していましたが、『強化哺育[®]』プログラム導入後同じ増体量、格付け等級を 26～27 か月で達成しています。

ソイプラスのこれから

全酪連は 2015 年から米国のデイリー・ワン・フォーレージ・ラボに参加し、日本国内で AMTS や NDS などの飼料設計プログラムに対応した飼料分析を開始しており、これを活用した現場での飼料設計に対応しています。これにより、高泌乳期のメニューでも乾物中 CP は 16% 程度で対応可能となり、過剰な蛋白給与を防ぐ＝乳牛へのストレス軽減を目指しています。

今回はソイプラスの製造元であるランダス協同組合をご紹介します。

ランダス協同組合のご紹介



ランダス協同組合 技術担当常務 **ティム・ブラウン**博士

日本の酪農家の皆様、こんにちは！

私が全酪連を知ったのは、2010 年の ADSA (米国酪農学会) 総会における、全酪連がセットした当時のウエスト・セントラルの営業チーム上層部とのミーティングでした。私は当時、技術担当常務として採用されたばかりでしたが、全酪連がソイプラスを用いた新しい研究情報について強く要望をしているのを知りました。私はこの時、全酪連がソイプラスの品質と性能を理解し、更に発展させる上で常に研究に基づく情報を求めていること、特に哺育育成分野に関するバイパス蛋白の情報を求めていることは興味深いことでした。泌乳牛用の蛋白栄養以外の分野に関する米国でのバイパス蛋白の研究は少なく、日本の全酪連から哺育育成

牛のバイパス蛋白研究の必要性を知りました。

その後 8 年の間、米国内の学会等で全酪連と多くの技術的ミーティングをくりかえしました。全酪連は常に先鋭的な新しい研究開発に強い興味を持っており、有意義な情報交換ができました。

私は全酪連がこれからも日本の酪農・畜産業改善のために活躍することを期待しています。





ビジネス・インテリジェント・スペシャリスト マリー・ハリントン

ランダスと全酪連の取り組み

私たちは1997年より全酪連と提携して高品質なバイパス蛋白源であるソイプラスを日本市場に輸出してきました。今年は、両社のパートナーシップによりソイプラス輸入開始から20周年記念の年であり、大変嬉しく思います。バイパス蛋白の研究と分析技術の共有とソイプラスの安定した品質は日本全国に受け入れられていることを喜んでおります。

ソイプラスの製造元のランダス協同組合は農家により所有され、農家に奉仕する組織

ランダス協同組合（以下 ランダスと略）と全酪連はともに農家により構築された農協組織であり、農家がオーナーであるところが共通しています。ランダスと全酪連は、過去20年に渡り、研究と品質に裏付けられたソイプラスの価値を永続的なパートナーシップにより分かち合ってきました。ランダスは1907年に地元アイオワ州の農家のグループにより始まり、1933年に農家が所有する協同組合組織としてウエスト・セントラル協同組合として正式に設立されました。

その後、ウエスト・セントラルは名称の変更と大きな成長を経て、現在はランダス協同組合として組合員農家7,000と約450万トン（1億7,000万ブッシェル）の穀物（トウモロコシ、大豆）を貯蔵する施設を有するようになりました。現在、組合が扱う大豆の半分はソイプラスの製造に供されています。近年ソイプラスは年間52万トン以上生産されています。

生産者は高品質な大豆製品を生産することに重点を置いており、ランダスはそのための資材や技術を提供しています。それゆえに、全酪連のような農協組織とのパートナーシップを大切にしています。現在ソイプラスは米国内のみでなく、世界中の国々に輸出されていますが、アジア市場では日本の全酪連のみに輸出しています。

ソイプラスの開発経緯

大豆の搾油処理は新しい技術ではなく、ランダスの前身であるウエスト・セントラル協同組合は1942年に大豆加工を開始しました。しかしながら、普通の大豆粕では家畜に一貫性のある高い付加価値を提供するに至らず、最終的にはソイプラスの開発へと繋がります。

した。1970年代から80年代の初期にかけて、当時のウエスト・セントラルはアイオワ州立大学との協力により、大豆粕の加熱加圧製法によるバイパス蛋白製品が乳牛栄養分野における未来を激変させることになりました。1980年代初頭、ルーメンバイ



パス蛋白の概念は、コーネル大学とウィスコンシン大学が興味深い研究を始めたばかりであり、研究者の大半はこの概念に精通していない時代でした。

ウィスコンシン大学構内にある米国農務省粗飼料研究センターの共同研究員だったD グレン・プロデリック博士らは、加熱処理大豆粕を含む飼料が小腸におけるアミノ酸栄養にどのような影響を及ぼすか測定可能な価値を証明しました。

1987年、プロデリック博士はソイプラスを用いた最初の論文をジャーナル・オブ・デイリー・サイエンス（以下 JDS）誌に発表しました。この論文が当時、乳牛へのバイパス蛋白給与の概念の始まりとなり、その後 JDS 誌に掲載された150を超えるソイプラスを用いた論文の先駆けとなりました。ソイプラスを用いた数多くの研究データは、バイパス蛋白分野における製品性能を検証し、“ゴールド・スタンダード（黄金律＝標準基準）”としての地位を確立しました。一方、当時の全酪連は研究に裏付けされた乳牛用製品を求めて世界のマーケットを調査し、地球の反対側にあるソイプラスを見つけました。

全酪連との出会い、パートナーシップ形成

1994年に全酪連サンフランシスコ事務所はバイパス蛋白源としてのソイプラスの情報収集を開始しました。ソイプラスのサンプルを入手比較した結果、蛋白のバイパス率とアミノ酸組成の安定性はソイプラスが最も優れていることを確認しました。その主な理由は加熱温度と時間の厳密な管理によるものでした。これ以来、全酪連とウエスト・セントラルとの情報交換が始まりました。全酪連は6か月ごとにソイプラスとその

類似品サンプルも入手し、分析やルーメン内分解試験、泌乳試験などの比較検討を継続しました。

1997年に全酪連とウエスト・セントラルの間にソイプラスの日本市場への輸出のための契約が締結され、両者の正式なパートナーシップが始まりました。全酪連はバイパス蛋白源を処方する飼料にソイプラスの処方を開始しました。ウエスト・セントラルと全酪連は日本への輸出のための物流を始めましたが、これはウエスト・セントラルにとっては初めての経験でした。幸いにも、当時の全酪連はすでに系列企業のゼン・トレーディングにより毎月コンテナで1,000本以上の乾草を北米西海岸から日本向けに輸出しており、ウエスト・セントラルはカリフォルニア州のバーフーベン・グレイン社に出荷作業を任せることを推奨しました。

1997年 日本でソイプラスが始動

ソイプラスの輸入開始以来、全酪連は日本国内の公的研究機関や大学と協力してソイプラスを用いたバイパス蛋白の研究を継続しています。このソイプラスを用いた研究開発手法は米国で行われている戦略と一致するものでした。また、全酪連は哺育・育成分野でも春機発動前の過剰な蛋白給与の抑制と同時に十分な代謝蛋白を摂取させるためのバイパス蛋白源としてソイプラスを活用しました。ウエスト・セントラルは日本のパートナーが哺育育成分野においてソイプラスの新

しい価値を見出したことを高く評価しました。米国と日本の両国内の家畜栄養学会において、ソイプラスを用いた様々な研究が発表され、これは日本の研究機関や全酪連が米国内の研究機関との協力関係がもたらした成果でした。ウエスト・セントラルでは、Dr. フィル・ジョーダン、Dr. ジェシー・ゴフ、Dr. ティム・ブラウンら歴代の研究者らによる研究開発と技術普及が推進されました。そして2016年にはウエスト・セントラルは他の農協と合併してランダス協同組合となりました。

ソイプラスの製造と品質管理

ソイプラスの安定したバイパス率、アミノ酸組成、消化性は研究者らにとってバイパス蛋白の基準として用いられ、これまでに180を超える研究論文が発表され、研究者らの間に長く定着しています。製品性能・品質の一貫性は、農家がランダスのオーナーであることに起因する方針です。ランダスは大豆農家が使う種子から、栽培、収穫、集荷、加工までの全工程を監視、コントロールできる体制になっています。ソイプラスの製造工程では、集荷された原料大豆の品質管理から定期的な検査が行われています。また、ソイプラスの製品粒子サイズ（これもバイパス率に影響）も所定の範囲に収められるよう管理されています。全ての製造ロットは週2回、蛋白含量とバイパス率をテストされ、バイパス率は16時間培養により評価されています。更にまた、バイパス率と全消化管内蛋白消化率の推定をコーネル大学のロスらの試験管内測定法により検査して品質管理を行っています。

ソイプラス製造に使われる原料大豆の加熱と冷却は無数のセンサーとコンピュータ管理により正確に維持され、加熱後のエクスペラー（搾油機）処理でも個別にモニターされ、全てのチェックポイントのデータが記録されています。ソイプラスはISOとHAACP認定を取得しています。

全酪連とランダスは、互い協調して常に分析結果とデータの共有を優先しています。全酪連サンフランシスコ事務所は日本に輸入する乾牧草の分析を1994年からニューヨーク州のデイリー・ワン・フォレージ・ラボを用いて品質確認と飼料設計用のデータを蓄積しており、これは現在も継続しています。全酪連が長年に渡るランダスとの提携に加え、これらの飼料分析体制と日本国内への飼料設計教育プログラムの普及はソイプラスのより精密な活用を支えるでしょう。





国際業務部長 レオポルド・オルズコ

日本の酪農家の皆様、こんにちは。私はランダス（旧ウエスト・セントラル）協同組合でソイプラスの国際ビジネスを担当しています。ソイプラスは私共ランダスにとって最初の重要な製品であり、日本の全酪連をはじめ、メキシコ、カナダ、コスタリカ、サウジアラビア、オーストラリア、イギリス、チリ、ウルグアイ、南アフリカ、ペルー、レバノン、オマーン、アラブ首長国連邦(UAE)、エジプトなど世界中に輸出されております。

私自身は製造には係わっておりませんが、ソイプラスの性能と品質は広く認識されており、全酪連との間におけるパートナーシップは製品の信頼性に基づくものであると思います。高品質な製品が重要であることは言うまでもありません。しかし、それだけではなく、

全酪連とランダスの互いの業務の信頼関係が成功の鍵であると信じております。

私共は、全酪連が私共のソイプラスを日本市場で展開していること、そしてそれを20年間ご利用いただいている酪農家の皆様に深く感謝しております。私はこれからの全酪連とのビジネスの将来を楽しみにしております。



ソイプラスの発展に影響力のある人々からの手紙

チャーリー・スニッフェン博士（フェンクレスト社社長）

全酪連を知るきっかけは伊藤紘一氏のセミナーだった。全酪連とはずいぶん長い付き合いで、かれこれ20年程になる。米国内の学会や日本でのウィリアム・マイナー農業研究所の研修会などでも良く話をしたものだ。

我々の間では、CPM デイリーに関する話が多かったが、しばしば栄養モデルの背後にある科学の話をした。当時から大豆粕とソイプラスの組み合わせによる蛋白サプリメントの説明や議論を良くしたものだ。この議論はランダス（当時のウエスト・セ

ントラル）が用いているソイプラスのバイパス加工技術に及ぶものだった。

私は、この技術の論点をよく覚えている。バイパス蛋白のプール、消化速度をどのような尺度で推定したかについて、米国の大学が分析し、農場で実施された試験を CPM デイリーを用いて判定したものだ。

私は日本の生産者、飼料産業界、そして伊藤紘一氏と素晴らしい時間を過ごせたことに感謝している。

I came to know Zen-Raku-Ren through Dr. Saito. I have known Dr. Saito for a very long time, seeing him at the annual ADSA and Cornell Nutrition Conference meetings almost every year since I can remember. I used to make trips to Japan on behalf of Miner Japan and would meet with Dr. Saito.

In our conversations over the years we have frequently discussed the science behind nutrition models, and at that time we were focusing more on CPM Dairy.

This, of course, brought up discussions of protein supplements where I would be giving presentations using combinations of soybean meal and SoyPlus.

This led us to discussions about processing technology that Landus Cooperative (West Central Cooperative at that time) was using.

I remember emphasis of our discussion of this cooperative's new technology dealing with the importance of defining how we estimated bypass using CPM with measurements of pools, and rates of digestion of the pools to back up the laboratory analyses and on-farm studies that were being conducted for SoyPlus at many universities throughout the United States.

It was a great time in those early days in Japan working with producers, the feed industry and Dr. Koichi Ito, Miner Japan, that served them.



マイク・ヴァンアンバーグ博士（コーネル大学教授）

私が初めて全酪連と出会ったのは 1994 年で、私はまだ博士課程の大学院生だった。全酪連はコーネル大学を訪れ、乳牛と哺育育成牛の栄養、CNCPS（コーネル・正味炭水化物・蛋白質システム）の開発について我々がどのような研究をしているか興味を持っていた。

当時の私は CNCPS を用いて育成牛の発育栄養要求と早期分娩による泌乳量の影響に関する大規模な試験に取り組んでいた。全酪連は当時から我々が行っていた子牛の離乳移行期と離乳後まもない時期の子牛に十分な代謝蛋白を供給して高速発育を達成させるためにいくらかのバイパス蛋白の必要性に興味を持っていた。

この時以来今日まで、全酪連と私は子牛がより良く発育しても生産性を損なうことなく早期に分娩させるための最善の栄養供給について情報交換を継続し続けている。全酪連は子牛と乳牛の栄養と管理に関する研究に対して継続的に我々を強くサポートしており、当時から代謝蛋白の充足とそれによる効率化のためにソイプラスのような優れた技術を用いてきた。

更に全酪連は、CNCPS の開発や化学分析にも強力にサポートしており、酪農業界がより良い栄養意思決定をする上で助けになってきた。

この四半世紀、全酪連と我々の関係が続き共に働いてきた。そしてそれはとても楽しいものである。

My relationship with Dr. Akira Saito started quietly in 1994 when I was finishing up my Ph.D. and he visited Cornell University to learn what we were doing in the areas of dairy cow and calf nutrition and CNCPS model development. At the time I was working on a large heifer study exploring the requirements for growth using the CNCPS and also evaluating the effects of early calving on milk yield.

Dr. Saito was very interested in the work we were doing that suggested that calves in the transition and early post-weaned period required some protected forms of protein to ensure that metabolizable requirements were being met as we fed higher levels of energy for faster growth rates. This led to many conversations with Akira that continue today about how to best deliver nutrients to the calf and heifer to achieve proper growth and earlier calving without a loss of productivity.

Akira has been a strong supporter of a science based approach to nutrition and management of both calves and cows and accordingly has championed technologies like those in SoyPlus, that make it easier to meet the MP requirements of cattle and provide a good return on investment.

Further, Akira has been a strong supporter of our modeling efforts with the CNCPS and the feed chemistry that helps the industry make better nutrition decisions for the industry and that relationship and our work together has been a lot of fun over the last 23 years.



トム・オバートン博士（コーネル大学教授）

私が全酪連と移行期牛の仕事をするようになってからほぼ 20 年が経過した。全酪連は、献身的に日本における乳牛の移行期牛栄養と飼養管理の最先端技術を現場にもたらしえてきた。私と全酪連は移行期牛の栄養プログラムを最善に改善することについて努力してきた。

私達はまた、分娩前後に高品質なバイパス蛋白源の給与により十分な代謝蛋白（MP）を供給することの重要性を良く認識している。ソイプラスは大変高品質なルーメンバイパス蛋白源であり、分娩前後の乳牛の蛋白要求を満たすうえで優れた製品である。

I have been working with Zenrakuren on transition cow strategies for nearly 20 years and admire the commitment of Zenrakuren and Dr. Akira Saito to bring cutting edge research and field application in the area of transition cow nutrition and management to the dairy industry in Japan.

We have become even more convinced over the past several years that effective implementation of dry cow nutritional programs using DCAD principles and anionic supplements to help achieve that is critical and the best strategy for managing hypocalcemia in the post calving cow. SoyChlor is an anionic supplement with a proven track record of success and is one of the supplements of choice when considering anionic supplements because of its effectiveness and palatability.

We also have recognized the importance of providing enough metabolizable protein to the cow both before and after calving, which focuses our protein supplementation on high quality sources of rumen undegradable protein. SoyPLUS is a very consistent source of high quality rumen undegradable protein and can greatly help to meet these protein needs of the cow both before and after calving.



ラリー・チェイス博士（コーネル大学名誉教授・全酪連技術顧問）

最初に全酪連を知ったのは Dr. 伊藤の日本セミナー・ツアー（1980 年代）だった。それ以降、全酪連の職員とは日本国内と米国内で頻繁に会う機会があった。

全酪連との初期の話題は、私がソイプラスを使って行った泌乳試験（CP を 18 から 14.5% まで下げてソイプラスでバイパス蛋白を増加させると乳量に変化が無い）や現場での経験に関するものであった。

その後、全酪連はソイプラスの品質や性能を検証するために数年を費やし、輸入することを決断した。全酪連は新しい手法や製品を始める前にその技術を学び、研究成果やサポートするデータを得ることに鋭い興味を示した。全酪連は日本の酪農家と酪農業界に最善の繁栄と成長を見ることに興味を持っていた。

全酪連はまた、毎年恒例となっている酪農セミナー・シリーズを日本の酪農家のために尽力してきた。これらのセミナー



では国際的に尊敬されているスピーカーを招聘し、毎年全国で6カ所実施されている。私もこれまでにこのセミナーのために2回招聘された。

哺育・育成牛の栄養と管理、代用乳、移行期牛栄養が全酪連が最も重点をおいている研究開発分野である。

近年、全酪連はデリー・ワン・フォレージ・ラボのサテライト・ラボに参加し、従来より数多くの日本産の粗飼料分析結果を得ているが、クローズアップ期の粗飼料として分析依頼されている粗飼料の多くが高いカリを含んでいた。このこ

とがDCAD調整をより積極的に行うことの必要性が示唆された。

私はこのカウベルに酪農家向けにDCADの基本と利用法について記事を書いている。

全酪連は情熱を持って日本の酪農業界を前進させ続けている。私は全酪連との関係を両者がプロとして今後も彼と互いに影響し合うと思う。全酪連はこれまで、そしてこれからも日本の酪農業界が成長して反映するための原動力であり続けると考えている。

I first met Akira Saito during a trip to Japan organized by Dr. Koichi Ito. Since that time, I have had the opportunity to interact with Akira very frequently both in Japan and his trips to the U.S. and Cornell. Akira also introduced me to the Zen-Raku-Ren Cooperative.

My earliest discussions with Akira regarded my experiences with SoyPlus and the results of a dairy farm field trial we had conducted with SoyPlus. Akira took time to obtain information on the quality and consistency of SoyPlus and thus Zen-Raku-Ren started importing SoyPlus into Japan.

Akira has a keen interest in learning new things, obtaining research and other supporting data before making decisions on the use of new approaches or products. He has the best interests of Japanese dairy farmers and heart and wants to see the dairy industry prosper and grow.

Dr. Saito has been instrumental in developing a yearly seminar series for dairy producers in Japan. He brings in highly-respected speakers from the U.S. and has 6-7 programs throughout Japan. I have had the opportunity to be participate in these 2 times. Akira's real passion is management and nutrition of young calves and formulation of milk replacers.

Recently, he was the driving force in getting the Zen-Raku-Ren forage testing lab to link up with the Dairy One Forage Lab. In the last few years, Akira has been interested in implementing a dietary cation-anion balance (DCAB) program in Japan. This interest has led to importing of SoyChlor by Zen-Raku-Ren. I am now working with Akira to develop an article for dairy producers on the basics of DCAB and how they can use it on their farm.

Even though retired, Akira still maintains the passion and drive to move the industry ahead in Japan. I consider my relationship with Akira to be both personal and professional and look forward to continuing to interact with him. He has been and will continue to be a driving force in assisting the Japanese dairy industry to grow and prosper.



トム・タルキー博士 (AMTS社社長)

日本への私の最初の旅は2011年の震災後約1か月後だった。その旅は日本とAMTS (Agricultural Modeling and Training Systems = CNCPSベースの飼料設計プログラム)、そして私にとって素晴らしい関係の始まりであった。日本が私のお気に入りの国である理由は数多くの思い出や経験に基づいているが、全酪連はこれらの日本との関係において多くを占めている。毎年4月に全酪連は私を招き、飼料設計の研修を職員やコンサルタントを対象に全国3カ所で実施している。そして、農場訪問の現場や子牛の栄養について熱く議論することは喜びでもある。

全酪連は酪農科学を現場で実践するうえの原動力であり、日本の酪農家と肥育農家、反芻動物の産業界にとって、全酪連の活動は常に科学的根拠に基づくものであった。当初、全酪連がソ

イブラスを使い続け、そして科学に裏付けられた強みを熟知していることを知ったとき、私は自身の経験から、全酪連はともに仕事をするために良い組織であることを本能的に悟った。

良い飼料設計には3つのポイントがある：良い原料・製品、優れた設計者、そして優れた飼料分析技術である。全酪連はこのことを理解しており、世界でベストのラボの一つであるデリー・ワン・フォレージ・ラボとのサテライト契約に繋がっている。この、全酪連とデリー・ワン・フォレージ・ラボの組み合わせは私の全酪連スタッフをサポートする仕事をよりやりやすくしている。

私は全酪連やランダスと仕事をできることを常に喜んでい。そして、常にそこにいる人々こそが特別なのである。

My first trip to Japan was about a month after the Fukushima disaster. That trip was the start of a beautiful relationship with Japan for AMTS and myself. There are many stories and experiences since then making Japan one of my favorite countries to visit.

Dr. Saito has been instrumental in many of these relationships, and stories. It is always a pleasure to work with Akira be it having heated discussions regarding translations, visiting farms, or having discussions about calves. He has been a driving force within Zen-Raku-Ren with a large focus on implementing good science. Akira's drive to do what is best for the dairy/beef producer has always been backed by science has helped us, Zen-Raku-Ren, and the entire ruminant industry in Japan.

When I learned that Zen-Raku-Ren had been using Soy Plus, I knew it was going to be a good company to work with given my experiences with Soy Plus and knowing the strength of the science behind it. And once again, Akira illustrated his desire to drive the industry further with getting Soy Chlor within the Zen-Raku-Ren arsenal.

Again, a product, and thought process, backed by science allowing me, a nutritionist, to help train Zen-Raku-Ren staff on improving transition cow health and performance. Good formulations have three legs: good ingredients and products, good people to do formulations, and good analytical data (feed analysis).

Akira and Zen-Raku-Ren recognized this and entered a relationship with one of the best forage labs in the world: DairyOne. This combination has made my job much easier during trainings and doing support with the Zen-Raku-Ren staff. It is always a pleasure to work with companies like Zen-Raku-Ren and Landus. But it is always the people that make it special.



ジム・ドラックレイ博士 (イリノイ大学教授)

全酪連と交流するようになってから15年以上が経つが、全酪連のスタッフとは親しい友人として信頼している。全酪連の日本の酪農業界における技術の整合性、品質管理、動物の福祉、研究と経済性に基づく酪農家への推奨に一貫した姿勢には驚くべきものがある。従って、20年も以前からソイプラスをいち早く導入したことは必然であった。

私のこれまでのキャリアにおいて、世界中の酪農業界の膨大な人々との交流は喜びであった。しかし、本当に尊敬し、友と呼べる人々は少ない。全酪連はそのリストのトップである。全酪連のビジネスに対する姿勢は、これまで米国内や日本国内でのスタッフとの交流で理解しているつもりだ。更に、私は酪農業界における彼らの実用的な知識を数多く学んだ。私はひとりの科学者として、ソイプラスなどランダス協同組合の製品の有効性は良く認識しているが、実際にそれがツールとして現場で

成功裏に使用されていることは、私にとって強いインパクトがある。私は幸運にも、全酪連のような優良な組織とそのスタッフと交流でき、それは私の学会での位置づけの基礎となっている。理論と私の研究と現場の観察や経験から学んだことを組み合わせることは、私をより効率的な教師、あるいは現場に即した研究者として導いてくれる。

私は2回の全酪連セミナー・シリーズのために日本を訪問した。その際に感じたことは、全酪連とそのスタッフがセミナーに参加した日本の酪農家から敬意と称賛を受けても謙虚な姿勢であったことだ。セミナー自体は高尚であったが、同時にユーモアに満ちた楽しいものであった。セミナーのツアー中は、本当に沢山の思い出や面白いことがあった。

全酪連とランダス協同組合の20年におよぶビジネスの成功に、心よりお祝い申し上げる。

From the moment I met Dr. Akira Saito more than 15 years ago, he has been a close friend and trusted colleague. Dr. Saito's commitment to integrity, quality, research-based recommendations, animal well-being and the economic sustainability of Japanese dairy farms is remarkable. Consequently, his early adoption of SoyPlus into Zen-Raku-Ren's product line is not surprising, nor is his long journey to get SoyChlor approved for the Japanese market.

During my career, I have had the pleasure to know a huge number of people in the dairy industry worldwide. There are fewer, however, that I truly respect and can call friends. Akira is at the top of that list. His humor and approach to business (and life) have been the source of many late-night conversations during my trips to

Japan and his trips to the US. Moreover, I have learned so much from him through his practical knowledge of the dairy industry. While as a scientist it is easy for me to recognize the efficacy of Landus Cooperative's Products, it is enormously powerful for me to learn firsthand from those in the field using the products with success. My good fortune to learn from quality companies like Zen-Raku-Ren and their quality employees like Akira have been a cornerstone of my success as an academic. The combination of theory and my own research, coupled with observing and learning from those working in the field, have led to my ability to be an effective teacher and interface between research and practice.

I have had the pleasure to travel twice with Akira on his Zen-Raku-Ren seminar series. It is humbling to see the respect and admiration for Akira by the employees of the company and the dairy farmers in Japan. They also know, as do I, about Akira's wicked sense of humor and his lofty personal standards that he expects others should follow. There are many, many funny stories and memories about traveling with Akira, with more added each time I see him!

My sincere congratulations to both Landus and Zen-Raku-Ren on the anniversary of a very successful business relationship!



ランディ・ヴァンフーベン (ヴァンフーベン・グレイン社長)

1990年代の中頃、私はカリフォルニア州トゥラレ郡の農業資材展示会で毎年ウエスト・セントラルと共にソイプラスのブースを展開していた。当時私はソイプラスをカリフォルニア州の市場に導入して素晴らしい結果を得ていた。1994年の展示会で全酪連が私のブースに来てソイプラスのことを色々と話をして、全酪連という日本の酪農団体がソイプラスの輸入に興味を持っていることを知った。これが、永続的なパートナーシップ形成の始まりだった。

全酪連にとって製品の品質は極めて重要なものであり、純度、一貫性を保持するための数多くの手順を私の会社と全酪連で構築した(ソイプラス出荷のための作業では、他の物質の混

雑が許されないことから、作業開始前に輸送用コンテナ内部の掃除を徹底することから始めた)。

我々の施設では、貨車で到着したソイプラスに篩かけをした後、全酪連専用のエレベーターを用意して夾雑物の混入を予防する措置を行っている。はじめはソイプラスの日本への輸出は当初コンテナ数本/月だったが、その後25~30本/月に増加した。これまでパートナーを組んできたどの会社でもここまでの成果は得られなかった。全酪連のソイプラス・ビジネスの現在の成功は、数多くの品質管理、分析、研究開発によるものだ。

In the mid-1990s I had been helping every year at the World Ag Expo in Tulare, Ca, and our company had just been selling SoyPlus for a few years with great success in California. Dr. Saito approached our booth, expressing interest in SoyPlus, and I was able to share with him the recent success we had experienced as a distributor. We spent that day at the farm show forming what would become a lasting partnership.

Quality is very important to Zen-Raku-Ren, as is the purity and consistency of product, so throughout our partnership we've taken many steps to ensure those values are upheld. We are diligent about making sure no foreign objects ever appear when we load containers for export. We run all SoyPlus through a screen, and we dedicate one elevator strictly to SoyPlus to eliminate any chance of cross contamination.

When we first started working with Zen-Raku-Ren, we were shipping just a few containers a month. That's grown to 25-30 containers per month. Nobody has worked harder at selling the product than our partners in Japan. Their success has been the result of much testing, and research.



1 免疫システムのエネルギー要求量

はじめに

分娩移行期は、乳牛の生産性を最大にするうえで最も重要な時期です。分娩移行期は、感染症や代謝障害などのリスクが高く、免疫システムに大きな負担をかけます。乳牛が生体維持、乳生産、増体に使うエネルギーや栄養素の要求量に関しては理解が進んでおり、飼料設計ソフトなどを使い簡単に計算することができます。しかし、乳牛が病気になったとき、牛がどれだけのエネルギーを余分に使っているのかに関しては、十分に理解されていません。免疫システムが機能するために、エネルギー要求量が増えていることに間違いはありませんし、余分のエネルギーを必要としていることそのものに疑問を持つ人はいないと思います。しかし、免疫システムがどれだけのエネルギーを余分に必要としているかに関しては、具体的な数値を示す研究データは存在しません。分娩移行期の健康問題のインパクトの大きさを考えるうえで、あるいは分娩移行期の栄養管理を考えるうえで、免疫システムのエネルギー要求量を知ることは大切だと思います。今月の全酪連レポートでは、その点を研究し、今年の3月のJournal of Dairy Science誌で発表されたアイオワ州立大学の研究データを紹介したいと思います。

試験の概要

この試験では、18頭の泌乳牛を使い、12頭の牛には大腸菌由来の

LPS（リポ・ポリサッカライド；内毒素）を静脈から注入し、6頭の牛には生理食塩水を静脈に注入し（対照区）、牛の反応を比較しました。LPSを注入された12頭の牛は、「毒」を注入されたことにより免疫システムが体を守る反応を示しました。具体的には、体温が上昇したり、血液中の急性期タンパクの濃度が上昇しました。さらに、LPSを注入された直後、血糖値は急激に上昇しました（図1）。これは免疫システムをサポートするための反応で、下記の理由により血糖値が一時的に急上昇したと考えられます。

- 1) 肝臓がそれまで蓄積していたグリコーゲンを大量に放出した
- 2) 肝臓がブドウ糖の生成量を増やした
- 3) 乳腺などの体器官がブドウ糖を取り込まないようにした

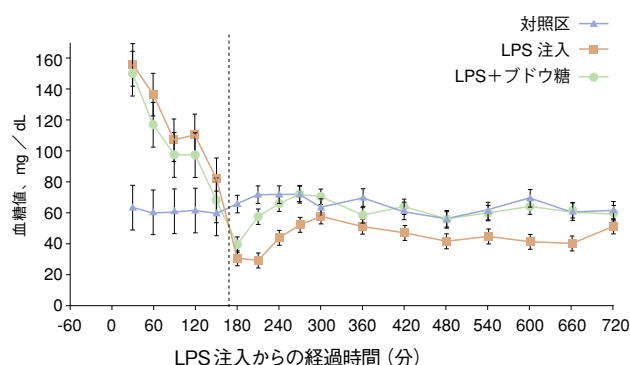
病原菌や異物が体内に侵入している状況は、いわば「戦争状態」です。免疫システムが十分に機能できるように、肝臓が食料（ブドウ糖）を供給したり、乳腺などの器官が資源の利用（ブドウ糖から乳糖を作り乳生産）を減らしたりするなどの「協力体制」に入るのは

自然なことだと考えられます。

しかし、その後3時間かけて血糖値は下がり続け、そのレベルはLPSを注入されなかった牛よりも低くなりました。血糖値が低下した主な原因は、免疫システム（白血球、脾臓など）がその機能を発揮するために大量のエネルギー、大量のブドウ糖を必要としたためであると考えられます。この試験では、LPSを注入された12頭の牛の中で、6頭の牛にブドウ糖を静注し、血糖値が低下しないようにしました。「血糖値が低下しないように・・・」の定義ですが、LPSを注入されなかった牛（対照区）と同じレベルの血糖値を維持できるようにという意味です。そして、血糖値を維持するために必要なブドウ糖を、約9時間にわたって注入し続けました。

図1で示したように、LPSを注入された後にブドウ糖の補給を受けなかった牛の血糖値は対照区の牛と比較して約30%低下しています。しかし、ブドウ糖の補給を受けた牛の血糖値は対照区の牛と同じレベルでした。この研究グループは、血糖値を維持するために

図1 LPS注入後の血糖値の変化(Kvidera et al., 2017)

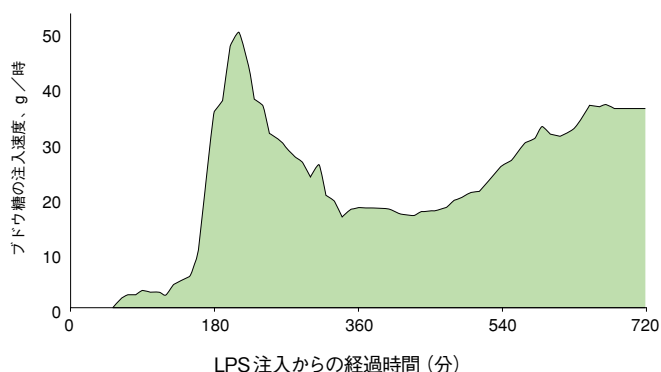


どれだけのブドウ糖を注入する必要があるのかというデータをまとめ(図2)、これを免疫システムの機能のために必要となったブドウ糖の量(A)だと解釈しました。試験結果ですが、対照区の牛と同レベルの血糖値を維持するために必要だったブドウ糖の注入量は約265 gでした。

LPSを注入された牛は、血糖値が下がるだけではなく、乳量も約80%低くなりました。牛乳にはブドウ糖を原料として生成される乳糖が含まれています。この研究グループは、LPS注入により減少した乳糖生成量に相当するブドウ糖も、免疫システムにより消費されたと仮定しました。そして、このブドウ糖も免疫システムの機能に利用された量(B)であると解釈して計算した結果、それは827gでした。そして、AとBを足して、どれだけの量のブドウ糖が免疫システムにより使われたのかを推定し、その合計量が12時間で1092gであったと報告しています。これは乳量に換算すると約20kgに相当します。免疫システムが機能するために、わずか半日の間に、約20kgの乳量に相当するブドウ糖が失われたのです。

この研究データの解釈には注意が必要です。それは、この試験で算出された「ブドウ糖要求量」の推定方法に幾つかの「穴」があるからです。一例を挙げると、すでに述べたように、肝臓は血糖値を上げるためにグリコーゲンを分解したり、ブドウ糖をたくさん生成しようとしたりしますが、この試験では、どれだけの量のブドウ糖が肝臓から放出されたのかを計測しませんでした(技術的に非常に難しい)。しかし、肝臓からのブドウ糖放出量が増えたことが想定されるにも関わらず、それでも「血糖値が下がった」という事実は、

図2 LPS注入後に血糖値を維持するために必要だったブドウ糖の注入量 (Kvidera et al., 2017)



この試験で推定された「免疫システムにより消費されたブドウ糖」の量が過小評価されている可能性があることを示しています。

分娩移行期の負のスパイラル

分娩移行期の牛では、免疫システムには大きな負担がかかっていることが考えられます。まず、子宮炎や乳房炎などが起これば免疫システムが対応する必要があります。しかし、免疫システムはこのような感染症だけに対応しているわけではありません。通常、「感染症」とは定義されませんが、アシドーシスになった牛も、消化器官からLPSを吸収します。消化器官、特に大腸壁が傷んでしまうため、本来なら体内に吸収されないはずのLPSなどの毒素が血液中に吸収されてしまうのです。この現象を「Leaky Gut」と英語では表現しますが、これは直訳すると「漏れやすい消化器官」という意味になります。

さらに、消化器官からのLPS吸収を促進するのは、アシドーシスだけではありません。最近の研究は、乾物摂取量が一時的に低下した牛、ヒート・ストレスを受けた牛の消化器官も「漏れやすく」なることを示唆しています。乳熱になって起立不能になった牛、第四胃変位の牛は乾物摂取量が低下します。足を痛めている牛、ケトーシスの牛も同じです。乾物摂取量が低

下することにより、消化器官の腸壁の機能が衰えてしまい、LPSなどの毒が血液中に吸収されてしまうのです。そのようになれば、免疫システムはフル回転で働く必要があります。大量のエネルギー・ブドウ糖が必要になります。今月のレポートで紹介した試験では、LPSを注入した後、血糖値を維持するためにどれだけの量のブドウ糖の注入が必要だったかを調べて、免疫システムが必要としているエネルギー量を間接的に推定しました。これは、完璧な方法ではありませんが、免疫システムがしっかりと機能するためには、大量のブドウ糖が必要であることを示唆しています。分娩後の牛の乾物摂取量や乳量の立ち上がりのスピードには大きな個体差があります。免疫システムが必要としているエネルギー量のインパクトを考えると、この個体差も十分に理解できます。

分娩直後に調子が悪くなった牛は、免疫システムのエネルギー要求量が飛躍的に増えているにも関わらず、乾物摂取量の立ち上がりも遅く、エネルギー不足に拍車がかかります。乾物摂取量が低ければ、腸壁の機能も衰えて、消化器官からのLPS(毒)の侵入も止まりません。エネルギー不足になった牛は、大量の体脂肪を動員することになるため、さらに肝臓に負担をかけます。これは言わば「負

のスパイラル」で、このような状態になってからでは手遅れです。

まとめ

免疫システムは大量のエネルギーを必要としており、分娩直後の牛の生産性やピーク乳量に大きな影響を与えます。免疫システムにエネルギーや栄養分を「横取り」されないようにするためには、乳房炎や子宮炎などの感染症のリス

クに注意を払うだけではなく、分娩移行期の代謝障害を少なくし、分娩直後の乾物摂取量を高めるための努力も必要になります。分娩移行期の問題を解決するのに、「これだけすれば良い」という特效薬

のようなものではありません。分娩前後の牛のカウ・コンフォートを最大にし、分娩移行期の代謝障害を少なくし、分娩直後の乾物摂取量を高めるための地道な努力が必要になります。

●引用文献

Kvidera, S. K., E. A. Horst, M. Abuajamieh, E. J. Mayorga, M. V. Sanz Fernandez, L. H. Baumgard. 2017. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 100:2360-2374.

2 | 子牛による炭水化物の消化

はじめに

先日、電解質や代用乳に砂糖を混ぜたものを子牛に飲ませる酪農家がいることを伝え聞きました。「消化の良い、嗜好性の高いモノを与えたい」という気持ちから飲ませているのかもしれませんが、子牛にとって実際のところ、どうなのでしょう。子牛は炭水化物（デンプン、糖など）を消化する能力が、人間や成牛とは大きく異なります。今月の全酪連レポートでは、炭水化物の消化・吸収メカニズム、子牛の消化機能について考えてみたいと思います。

炭水化物の消化・吸収メカニズム

デンプンとは、ブドウ糖が数百個から数千個つながって出来たものであり、デキストリンはブドウ糖が数10個程度つながったものです。マルトース（麦芽糖）は、デンプンやデキストリンがアミラーゼによって消化される過程で出来るものであり、ブドウ糖が二つ結合したものです。それに対して、乳糖は、ブ

ドウ糖とガラクトースからできており、砂糖（蔗糖）は、ブドウ糖と果糖からできています（図1）。

動物はこれらの炭水化物をそのまま体内に吸収することは出来ません。例えば、デンプンであれば、まずアミラーゼによって麦芽糖にします。アミラーゼはデンプンを切る“ハサミ”のようなものです。しかし、大きな“ハサミ”なので、ブドウ糖が一つずつになるまで分解するという細かい仕事が出来ません。ブドウ糖が二つ結合した麦芽糖まで分解した後は、小腸の粘膜についている別の“ハサミ”（マルターゼ）により、ブドウ糖を一つずつに切り離します。そして、ブドウ糖の形で体内に吸収します。乳糖も同じです。乳糖のままでは大きすぎて小腸壁から吸収することができません。そこで小腸の粘膜についている乳糖を切る“ハサミ”（ラクターゼ）により、ブドウ糖とガラクトースにします。そしてブドウ糖とガラクトースを体内に吸収します。蔗糖の場合も、蔗糖を切る“ハサミ”（スークラーゼ）により、ブドウ糖と果糖にし

てから、体内に吸収します。

このような消化プロセスを考えると、炭水化物を分解する“ハサミ”（消化酵素）の働きが炭水化物の消化・吸収には必要不可欠であることが理解できます。子牛に限らず、動物が炭水化物をどれだけ消化・吸収できるかは、消化酵素を持っているかどうかにより決まるのです。

乳糖不耐症

大人の人間にとって、ミルクは必ずしも消化の良いものではありません。それはミルクには乳糖が含まれているからです。赤ちゃんの小腸の粘膜には乳糖を分解する消化酵素（ラクターゼ）があり、ミルクに含まれる乳糖をきちんと消化・吸収できます。しかし、離乳に伴い（成長するにつれ）、日本人の一部は乳糖を消化するための酵素を失います。そのため、牛乳を飲むと下痢・軟便になるのです。乳糖が消化できずに消化管の中にとどまると、体内の浸透圧と消化管内の浸透圧を同じに保とう機能が働き、消化管内には水が入ってきます。そのため消化不良による軟便・

下痢になってしまうのです。

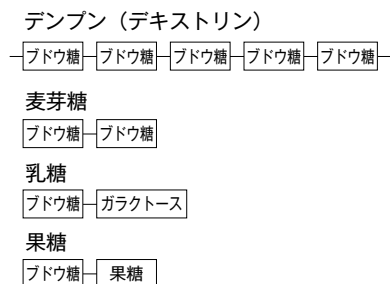
これは、乳糖不耐症として知られる現象ですが、日本人だけではなく多くのアジア人に多く見られます。これまでの数千年、農耕民族の食生活では、大人になってから乳糖を含む牛乳やチーズなどの乳製品を摂取する食習慣が無かったため、大人になると乳糖の消化酵素を失ってしまうのです。牧畜に依存する食生活を確立してきた西洋人では、大人になっても乳糖を分解する消化酵素は無くなりません。そのため、牛乳をたくさん飲んでも下痢をすることはありません。ちなみにモンゴル人はアジア人ですが、遊牧民であり牧畜による食生活をずっと維持してきたため、西洋人と同様、大人になっても乳糖を消化する酵素を持っています。

乳糖を分解する消化酵素を持っていないという理由から、日本人の大人の場合、ミルクを飲むと消化不良の下痢になる人がいますが、これはミルクの品質の問題ではなく、消化酵素の有無の問題です。それでは、子牛にも同様の現象は起きるのでしょうか。ミルクは哺乳動物の赤ちゃんが飲むものであり、どの哺乳動物でも離乳するまでは、乳糖を消化する酵素をたくさん持っています。消化酵素の限界を越えるような大量のミルクを飲ませない限り、子牛はミルクそして乳糖を十分に消化する力を持っています。しかし、子牛は他の炭水化物を消化する酵素を持っているのでしょうか。その点を調べた研究データを紹介したいと思います。

子牛が炭水化物を消化する力

この試験では、子牛の第四胃に乳糖、蔗糖、麦芽糖（すべて二糖）を注入し、その後に血糖値がどのように変化するかを調べました。第四胃に直接注入することにより、ルーメン微生物による発酵に

図1 炭水化物のタイプ

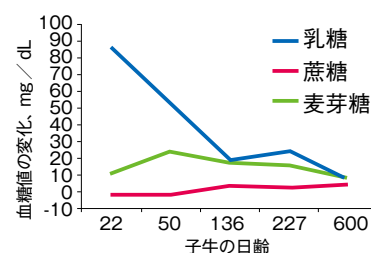


頼らずに、子牛そのものが炭水化物を消化する力をどの程度持っているかを調べたわけです。そして同じ試験を、22日齢（哺乳中）、55日齢（離乳移行期）、136日齢（離乳後）、227日齢、600日齢と合計5回繰り返して、炭水化物を消化する力が成長とともにどのように変化するかを見たわけです。

22日齢の子牛の場合、乳糖を注入した後に血糖値は大きく上昇しました。これは、乳糖を消化・吸収する能力が非常に高いことを示唆しています。しかし、成長とともに、この乳糖を消化・吸収する能力はゼロにはならないまでも、大きく減少しています。これはある意味で自然なことと言えるかもしれません。離乳後、子牛は炭水化物をルーメンで発酵させ、その結果として生成される発酵酸を吸収してエネルギー源として利用する消化メカニズムを獲得し、小腸で乳糖を消化する必要が無くなるからです。

麦芽糖（デンプンの消化過程でできる二糖）の場合、子牛はある程度の消化能力をずっと維持していることが分かります。そのため、ルーメンで発酵しなかったデンプンが小腸に入ってきて、牛はある程度消化することができます。しかし、蔗糖はどうでしょうか。日齢に関わらず、蔗糖を注入しても血糖値に変化はありません。これは蔗糖が消化・吸収されず、そのまま消化管の中にとどまっていることを示しています。言い換えると、この事実子は子牛は蔗糖を分解する消化酵素

図2 第四胃への二糖注入後の血糖値の変化(Huber et al., 1961)



を持っていない（あるいは消化酵素が非常に少ない）ことを示唆しています。ルーメンが発達した離乳後の子牛であれば、蔗糖を固形飼料として摂取すればルーメンで発酵させることができるかもしれません。しかし、離乳前の子牛にとって、蔗糖は消化できないものです。消化できないものを与えれば、下痢を引き起こすだけです。下痢になれば、体内の水分や電解質も一緒に失ってしまいます。そのように考えると、蔗糖は離乳前の子牛にとって「毒」であると言っても良いかもしれません。

まとめ

代用乳に砂糖水を混ぜて飲まそうとする酪農家さんは、「人間」の感覚で消化されやすいもの、嗜好性の高いものを与えようとしているのかもしれません。しかし、それは離乳前の子牛への対応としては大きな誤りです。離乳前の子牛にとって「乳糖」は最も重要な炭水化物であり、デンプン、デキストリン、蔗糖など他の炭水化物で代用が利くものではありません。乳糖以外の炭水化物、とりわけ蔗糖を消化する力は非常に限られていることを理解しておく必要があります。

●引用文献

Huber, J. T., N. L. Jacobson, A. D. McGilliard, and R. S. Allen. 1961. Utilization of carbohydrates introduced directly into the omaso-abomasal area of the stomach of cattle of various ages. J. Dairy Sci. 44:321-330.

全酪連購買部 酪農生産指導室の活動状況

平成29年6月～8月

月	日	対象名	活動内容	実施者	担当部署
6	1	中国3県購買担当者会	研修会「現場の観察」	成田	大阪支所
	8	東北酪農生産研究会	研修会「平成28年度のDMS決算データの分析・解説」	丹戸	仙台支所
	12～13	日出地区酪農経営研究会	研修会「夏を控えての暑熱対策」 パーンミーティング2戸	成田	福岡支所
	21	愛知県酪農農業協同組合 尾張支所	研修会「哺育育成管理技術～ホルスタイン後継牛の適正な発育を考える～」	下田	名古屋支所
	22	赤城酪農農業協同組合連合会	農場相談1戸	成田	東京支所
	23	榛名酪農農業協同組合連合会	農場相談1戸	成田	東京支所
	26	福島県酪農南酪農研究会	研修会「酪農経営の自己分析」	丹戸	仙台支所
7	27～29	鹿児島県酪農協 酪農経営塾 大隅支所／志布志支所／栗野事業所	研修会「暑熱対策で儲かろう～暑熱対策による費用対効果を実感する～」	下田	福岡支所
	3	大分県酪農日田酪農青年部	研修会「確定申告から見る経営戦略」	丹戸	福岡支所
	5	酪農とちぎ農業協同組合	研修会「酪農は別格!その未来金脈を探ろう」	村上	東京支所
	5	串間市酪農農業協同組合	農場相談1戸	成田	福岡支所
	6	宮崎県全共出品対策協議会	研修会「積極的な繁殖管理」	成田	福岡支所
	6～7	都城農業協同組合	職員研修会「繁殖管理を徹底して学ぶ」 パーンミーティング1戸	成田	福岡支所
	7	熊本県牛群検定組合	研修会「お金が残るお金の使い方」	丹戸	福岡支所
	7	鹿児島県酪農協 酪農経営塾 南薩飼料基地	研修会「暑熱対策で儲かろう～暑熱対策による費用対効果を実感する～」	久保園	福岡支所
	18	美濃酪農農業協同組合連合会	職員研修会「規模拡大について」 農場相談1戸	成田	名古屋支所
	19	静岡県大家畜研究会	強化哺育～健康な牛を育てる	齋藤	名古屋支所
	24～25	大分県酪農農業協同組合／大分県職員	研修会「AMTSの活用」	成田	福岡支所
8	31	美野里酪農農業協同組合	農場相談1戸	成田	東京支所
	10	ふくおか県酪農農業協同組合	育成牛舎改造相談	成田	福岡支所

平成29年度会員指導・購買職員初級研修が開催されました！

平成29年8月24日(木)～8月26日(土)、全酪連酪農技術研究所(福島県大吹町)にて、会員指導・購買初級研修が開催され、北は北海道、南は鹿児島県と、全国各地より、昨年を上回る18名の会員職員の方にご参加を頂きました。

当研修会は、これから生産現場で業務をされる会員の職員の方を対象に、生産現場で必要な酪農技術・知識の習得を目標としております。研修室での広範囲に亘る講義の他、フィステル牛を使った反芻動物の消化生理に関する実習や、ミルカーの搾乳原理など、各種実習も盛り込まれています。また、昨年度より稼働している本会若齢預託施設も見学していただき、参加者の皆様からは普段できない体験ができたとの声を頂きました。



3日間という限られた時間の中で、非常にタイトなスケジュールとなり、参加者の皆様に十分ご説明できない部分もございましたが、頂戴したご意見・ご感想を基に、今後一層充実した

研修内容を企画して参ります。

職員様の貴重なお時間を、当研修参加に割り当てて頂いた参加会員各位に対し、心より感謝申し上げますとともに、今後、参加者の皆様と弊社推進スタッフとが継続的に情報共有させて頂けますようお願い申し上げます。

会員指導・購買職員初級研修カリキュラム

	区分	内容	担当
8/24 (木)		開講式・挨拶	置本
	講義	乳牛の生理(全般)～牛とは～	鈴木
	講義	流通粗飼料	置本
	講義	哺育・育成管理(代用乳溶解演習)	村山・三枝
8/25 (金)	実習	酪技研施設見学	山口・猪内
	講義	乳牛の移行期管理	小畑
	講義	酪農情勢・購買事業	山崎
	講義	配合飼料について(飼料の安全性)	久保園
	講義	乳牛消化生理・カウコンフォート	小畑
	実習	搾乳作業見学・ミルカーの原理について	猪内・矢口
	講義	泌乳生理(搾乳方法・衛生管理)	猪内
8/26 (土)	講義	自給飼料・サイレージ調製・堆肥処理	松場・三枝
	実習	フィステル牛による消化生理実習	山口・西澤
	講義	酪農経営(DMSシステム)	丹戸
		閉講式	置本

表紙の写真



木の実

CONTENTS No.145

- 原料情勢..... 2
- 粗飼料情勢..... 3
- 全酪連のブランド・エッセンス ソイプラス 20周年に寄せて..... 6
- 大場真人の技術レポート 免疫システムのエネルギー要求量 子牛による炭水化物の消化..... 15
- information 19

全酪連購買事業情報紙

COW BELL ーカウ・ペルー

No.145(秋季号)平成29年10月10日発行

発行責任者 岡田 征雄

発行所 全国酪農農業協同組合連合会 購買部

〒108-0014 東京都港区芝四丁目17番5号

TEL 03(5931)8007 <http://www.zenrakuren.or.jp>



おかげさまで、50年

2017年

子牛育成用代用乳「カーフトップ」は

供給開始から50年を迎えます。

今後も、酪農家の皆様とともに日本の酪農を支える組織として

あり続けていきます。

子牛用代用乳

カーフトップ



和牛・ET和牛用代用乳

カーフトップET



F1子牛用代用乳

カーフトップF1



ホルスタイン・黒子牛強化増育用

カーフトップEX



和牛・F1子牛強化増育用代用乳

カーフトップEXブラック



全乳（販売不可）のバリエーション用代用乳

カーフトップZERO



全国酪農業協同組合連合会