

COW BELL

カウ・ベル 全酪連購買事業情報紙

No. **157**
2020 秋季

トピックス

日本版酪農作業標準書 「デーリィNavi」がリリースされました!!

世界一受けたい酪農講座

ゲノム(遺伝子)解析の 恩恵を得るためには

ラリー・E・チェイス 技術顧問

大場真人の技術レポート

分娩移行期のタンパク・バランスを考える アメリカ酪農学会レポート(子牛)



Your Partner 全酪連

原料情勢／粗飼料情勢

日本版酪農作業標準書 「デーリィNavi」 がリリースされました!!

Dairyナヴィ

酪農は生乳出荷という結果に至るまで、多くの要因が複雑に関与しています。長年、生産者とともに関係機関の方々がそれらの要因ひとつひとつに働きかけてきた結果、生乳の生産効率は向上し、相応の成果を挙げてきました。

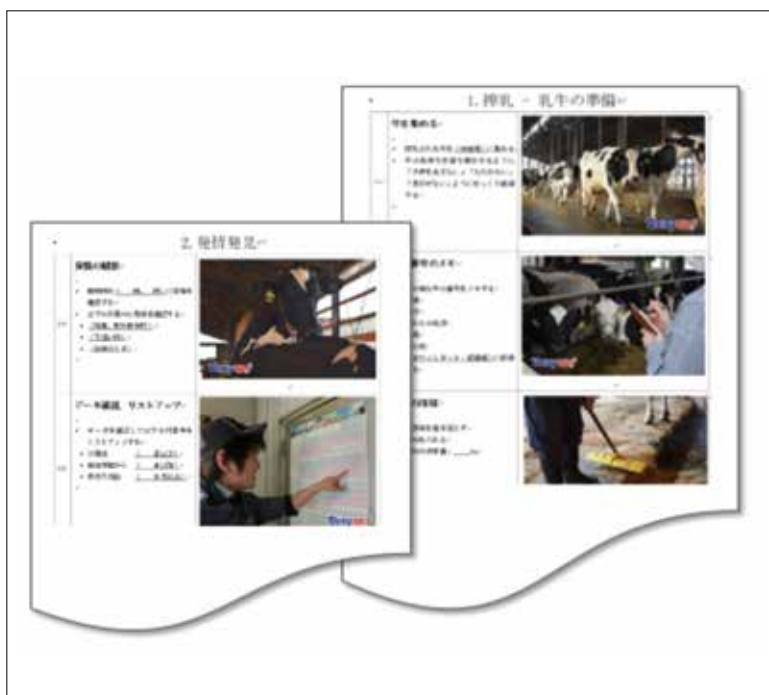
取り残されている大きな課題のひとつは、同じことに取り組んだとしても農場によって、あるいは作業にあたる人によって、得られる結果が違うことが少なくないことです。それが作業内容への理解や精度によって生じているものであれば大変にもったいないことですし、最終的な経営成果にも相違をもたらすことになってしまいます。

家族経営、ギガファームといった規模にかかわらず、生産過程に関与する作業をいかにスムーズに行い、仕事の目的を効率的に達成し、ロスが発生しないようコントロールすることは今後さらに重視されるべきポイントとなっています。



そこで強力なツールとなるのは「作業標準書（SOP：standard operating procedure）」です。これは仕事の手順とそのポイントや注意点を記したもので、これを遵守することで人による作業結果のバラツキを大幅に抑えることができます。同時に作業標準書は、新人などに仕事の内容を正確に伝えるために大変に便利なツールとなります。さらに作業内容が明確になることで、農場内の全ての人に共通認識を創出することができ、円滑なコミュニケーションに役立てることもできます。

これまで作業標準書の価値は認識されても「作成する時間がない」、「具体的にどのような内容にしてよいのか分からない」といった理由で浸透してこなかった側面がありました。日本の酪農現場に即した作業標準書である「デーリィNavi」を利用することで、その手間を大幅に取り除くことができます。高品質な生産物をより早く、安全に、ムダなく作るため、是非「デーリィNavi」をお役立てください。



「デーリィNavi」の使い方

▶ 下記の専用ホームページからアカウント登録をすると、ファイルのダウンロードが可能となります。

▶ ファイルはWord文書形式でダウンロードできます。

▶ 全8章の構成（①搾乳・②子牛・③分娩・④乾乳牛・⑤繁殖・⑥飼料/水・⑦蹄・⑧農場衛生）で構成されています。それぞれの章に対応する基本的な作業手順例や決めるべきポイントが用意されていますので、酪農場の実情に沿って記載内容を検討し、自身の酪農場の標準作業書を作成してください。



▶ 内容の加筆修正、写真の差し替えは自由です。

▶ 本文中のアンダーライン部分も必要に応じて書き換えて下さい。

▶ 「管理目標」、「諸連絡先」、「構成」、「緊急対応等」などの様式についても加修除自由です。なお「管理目標」の内容については「管理目標の解説」（PDFファイル）をご参照下さい。

▶ 「作業標準書」については、カウベル155号（2020年春季号）「作業標準を考える（村上明弘技術顧問寄稿記事）」も併せてご覧ください。

「デーリィNavi」ご使用にあたって

- 「デーリィNavi」はデンマークのSEGES（農業アドバイザーサービス）が発行するSOPを参考に日本の酪農場の実情に応じて編集・作成されています。
- 「デーリィNavi」の著作権は釧路農業協同組合連合会、ホクレン農業協同組合連合会、全国酪農業協同組合連合会が有しています。3団体が生産現場の生産性向上に寄与することを目的としてご提供するものです。
- 「デーリィNavi」は各農場の実情に応じて書き換えて利用することができます。
- その他、FAQ（よくある質問）のファイル（PDF）もご参照ください。



デーリィNavi ダウンロードHP
<http://946nokyoren.or.jp/dairynavi/>



お問合せ先

お近くの全酪連職員または、
全酪連 購買生産指導部 酪農生産指導室（置本）まで

原料情勢

令和2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とうもろこしは、9月11日米国農務省の需給予想において2020年産の生産量は149億ブッシェル(3億7,848万トン・前年比109.4%)、単収は178.5ブッシェル/エーカー、総需要量146億7,500万ブッシェル(3億7,276万トン)、期末在庫25億300万ブッシェル(6,358万トン)、在庫率17.1%と発表されました。

米国産とうもろこしについては、20/21年産トウモロコシ生産量が豊作と予想され軟調に推移していましたが、米国主要生産地での強風被害による生産量減少懸念や中国の米国産トウモロコシの大量買付けが続いているため、相場は堅調に推移しています。

▶▶副原料

大豆粕については、国産は食用油の外食需要減退により発生量が低調で、輸入は中国内の飼料需要増加により価格競争力が低下しているため、相場は高値で推移しています。

糟糠類については、グルテンフィードは依然としてスターチメーカーの稼働が低調なため、需給が非常に逼迫し相場が高騰しています。ふすまも小麦粉挽砕量が引続き減少しているため、需給が逼迫し相場は強含みで推移しています。

▶▶脱脂粉乳

脱脂粉乳については、各国において外食需要が回復傾向にあるものの、オセアニア産の生産が増加していく時期に入ることから相場は弱含みで推移しています。

▶▶海上運賃

海上運賃は、世界的な経済活動再開への期待感を材料に、中国向け鉄鉱石の荷動きがブラジル、豪州出しを中心に一気に増加しているため堅調に推移しています。

▶▶外国為替

為替相場は、米金利低下を背景に円高基調で推移していますが、新型コロナ、米中関係、米大統領選挙を見据え、先行き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)につきまして、下記のとおり価格を改定することと致しましたのでご案内申し上げます。

記

1. 改定額(令和2年7～9月期対比)

(1) 牛用配合飼料 トン当たり 1,800円 値上げ(全国全銘柄平均)

(2) 牛用哺育飼料 トン当たり 49,000円 値下げ(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 令和2年10月1日から令和2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いては、令和3年1月中下旬頃決定されます。なお、発動となった場合の交付日程は従来通りとなります。

粗飼料情勢

令和2年9月10日

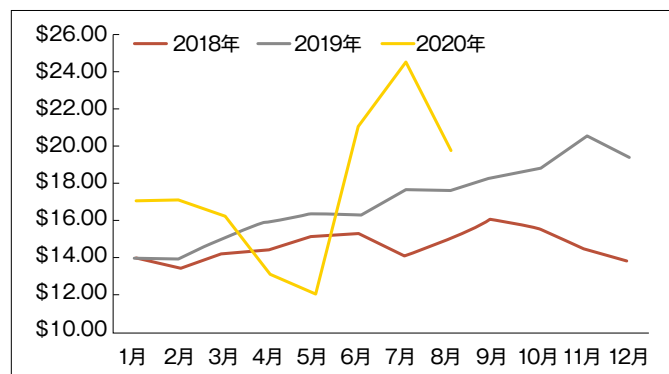
▶▶北米コンテナ船情勢

中国をはじめとしたアジア諸国からの輸出量は回復傾向にあります。COVID-19 を起因とした貨物の落ち込みから、各船社はこれまで本船を減便し船腹を調整していましたが、輸出量が急速に回復していることから、中国を中心とするアジア地域において輸出用の空コンテナ及び船腹が不足しています。この影響でアジア発米国向けの航路の運賃は上昇しており、歴史的な高値となっています。

一方で米国発日本向け航路は春先の混乱からひと段落しており、PSW、PNW ともに落ち着きを取り戻しつつあります。

▶▶米国乳価状況

9月2日にUSDA(米国農務省)が発表した8月の全米平均クラスⅢ乳価は、乳製品100ポンドあたり\$19.77と前月比\$4.77下落しています。米国における夏場のCOVID-19感染者増加で外食産業向けの乳製品需要が減少し、この数か月非常に不安定な乳価となっています。



出典:USDA 全米平均クラスⅢ乳価 単位:米国ドル/100ポンド

▶▶ビートパルプ

《米国》

産地では順調に20年産ビートの収穫が開始されています。

ノースダコタ州レッドリバーバレー北部では8月中旬から収穫作業が開始されており一部の地域で降雨がありましたが、収穫進捗は順調です。

ミシガン州とミネソタ州中南部では過去にないほどの早いスケジュールとなる8月上旬から収穫が開始されています。これは例年に比べ、およそ1ヶ月早い収穫のスタートです。ミシガン州の単収については過去5年の平均並みとなることが予測されています。夏季に雨が多く降ったため作付面積の減少が危惧されていたノースダコタ州東南部ミンダックでしたが、最終的に大きな減少なく8月上旬から収穫作業が開始されています。

▶▶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番刈の終盤を迎えており、南部では4番刈の収穫が始まっています。3番刈は収穫時天候がよかったため雨当たり被害はほとんどなく、色目の良いアルファルファが発生しています。一方、産地では暑い日が続いたため、成分と葉付きは様々で上級品から下級品まで幅広く発生しています。高成分な上級品の供給は限られているため、輸出向け及び内需から強い引き合いがあり相場は堅調に推移しています。

《オレゴン州》

オレゴン州南部クラマスフォールズでは2番刈の収穫作業は終了し、3番刈の収穫作業が開始しています。2番刈は一部雨当たり被害が発生したものの、全般的に作柄は良好で多くの良品

が発生しています。過去2年山火事の影響を受けブリーチが散見されましたが、20年産は産地で大きな山火事なかったことから、過去2年と比較すると非常に綺麗に仕上がっています。産地相場は高成分品を求める内需が積極的に買付けを行っており価格は堅調に推移しています。

オレゴン州中部クリスマスバレーでは2番刈の収穫作業が終了しています。2番刈はクラマスフォールズ同様、一部の圃場で降雨被害を受けたものの、概ね例年並みの仕上がりとなっております。3番刈の収穫作業は9月上旬頃開始される見込みです。



クラマスフォールズ産2番刈アルファルファ
8月中旬撮影

《ネバダ州・ユタ州》

ネバダ州北部ウィナマッカ地区では2番刈の収穫作業が終了しており、3番刈の収穫が開始しています。2番刈は収穫時天候に恵まれたため良品が発生していますが、3番刈では降雨被害及び、カリフォルニア州の山火事による煙の影響で、通常以上に乾燥に時間を要したため、ブリーチが目立つアルファルファが多く発生しています。

ユタ州では、2番刈の収穫は終了し3番刈の収穫が始まっています。2番刈は天候に恵まれたため、降雨被害無く、緑目が鮮やかな、きれいな牧草が収穫されています。

《カリフォルニア州》

カリフォルニア州南部インペリアルバレーでは6番刈が本格化しており、生産者によっては7番刈の収穫を開始しています。高温多湿な気候が続いたため茎が固くブリーチが入った低成分のサマーヘイが中心に発生しています。

カリフォルニア州北部ディクソン地区では現在4番刈が収穫されています。2番刈までは湿度も少なく、色目の綺麗なアルファルファが収穫されましたが、3番刈以降湿度が高くなっておりブリーチ混じりのアルファルファの発生が多くなっています。

▶▶ 米国産チモシー

主産地であるコロンビアベースン、キティタスバレーでは2番刈の収穫が終盤を迎えています。20年産の2番刈りは、収穫期の天候に恵まれ良品が収穫できましたが、1番刈収穫後に、チモシーから他の換金性の高い作物への転作が多くみられ、生産量が減少しています。このため国内需要が強い3タイ原料を中心に産地価格は上昇しております。

▶▶ スーダングラス

主産地であるインペリアルバレーでは2番刈の収穫が終盤を迎えています。

産地ではスーダングラスの作付面積が減少したこと、収穫スケジュールが遅れたため上級品の発生量は例年に比べ少なく、特に色が抜けた上級品の発生は限定的です。このため日本の需要を満たすため輸出業者による旺盛な買い付けが行われており、例年では買付を見送られるような品質も色抜け上級品として高値で売買されています。また茎の太い低級品についても国内の肥育農家による旺盛な買い



カリフォルニア州北部 スーダングラス
8月下旬撮影

付けが行われており、産地相場は上昇しています。

カルフォルニア州北部のディクソン地区周辺では1番刈りスーダンの収穫が本格化しています。降雨もなく順調に収穫できており良品も発生しています。9月の中旬には収穫は終了する見込みです。

▶▶ クレイングラス

(クレインは全酪連の登録商標です)

産地では5番刈の収穫が行われており、スケジュールの早い生産者はすでに6番刈りを開始しています。8月に入り高温多湿な天候が続き、茎の固いブリーチが混じったクレイングラスの発生が多くなっています。産地相場は落ち着いています。

▶▶ ストローク類(フェスキュー・ライグラス)

主要産地のウィラメットバレーでは、アニュアル種、ペレニアル種のライグラスストロークとフェスクストロークの収穫が終了しています。収穫期間中は好天に恵まれ良品が発生しています。

産地の多くの輸出業者は19年産からの繰り越し在庫を持ち合わせておらず、工場を稼働させるため、各社収穫されたばかりのストロークを旺盛に買い進めており、産地相場は堅調に推移しています。

▶▶ カナダ産チモシー

主産地であるアルバータ州南部レスブリッジでは例年より1週間遅い7月上旬から1番刈の収穫が開始し、現在収穫作業を終えています。収穫期に比較的天候が安定したため20年産は50%以上が中級品以上と言われていますが、全般的に例年よりも多く茶葉が混入しています。

非灌漑エリアである同州中部のクレモナでも収穫を終えています。70%で降雨被害を避けることができたため、良品の発生が期待されていましたが、茶葉の混入が多く上級品の発生は限定的となり大半が中級品以下になることが見込まれています。

▶▶ 豪州産オーツヘイ／ウィートストローク

南豪州、東豪州ともに8月は降雨に恵まれ生育は順調です。東豪州の北部で一部、降雨量が少なく低収量が予想される地域もありますが、東豪州、南豪州ともに9月中旬から順次収穫が開始される見込みです。

西豪州は地域によって降雨量にバラつきがあり、一部地域では乾燥気味な気候が影響しやや生育が遅れています。西豪州では9月上旬から中旬にかけて順次収穫が開始される見込みです。産地では暖冬傾向で気温も高く適度な降雨があったため放牧草の生育状況はよく、内需からの引き合いは落ち着いている印象です。



東豪州 9月中旬頃の収穫が見込まれる圃場 8月下旬撮影



西豪州の生育が順調な圃場 丈90cm、出穂率5割〜7割程 8月下旬撮影



ゲノム(遺伝子)解析の恩恵を得るためには

Reaping the Benefit of Genomics on Your Farm

ラリー・E・チェイス
技術顧問



ゲノム解析は、牛群の遺伝改良に必要な情報を提供するツールです。他の新しいテクノロジーと同様に、ゲノム解析もその本質を理解して定義をする上で必要となる単語があります。以下に、それら重要単語を記述します。

●遺伝子 (Genes)

DNAの2重螺旋の一方ずつに配置される塩基(ヌクレオチド)が3つのコードとして配列され、この配列は蛋白質を構成するアミノ酸を決定する。塩基にはアデニン(A)、シトシン(C)、グアニン(G)、チミン(T)と4種類あり、それぞれA、C、G、Tと記述される。上記の3つの塩基配列(コード)とは、例として、AGT、ACT、CGTなどがある。

●ゲノム (Genome)

各生物の遺伝子に組み込まれている遺伝情報。牛のゲノムは22,000の遺伝子から構成されている。遺伝子の研究においては、どの遺伝子が乳量、乳質、繁殖に寄与するかにフォーカスを当てている。牛の遺伝子情報については、200人以上の各国の研究者が6年に渡り研究を続け、2009年に初めて発表された。

●ゲノミクス (Genomics)

遺伝子マッピング(遺伝子座)、DNAの塩基配列やゲノム全体を解析する学問。

●遺伝子発現 (Gene expression)

DNA上の遺伝情報が蛋白質の合成などに実際に寄与するように転換されるプロセス。

●エピジェネティクス (Epigenetics)

エピジェネティクスとは、DNA上の塩基配列の変化を伴わずに遺伝性の特徴を転換させる学術分野で、現在最も注目されている学問の分野である。特定の遺伝子が発現するかしないか、すなわち、オン/オフのプロセスであり、遺伝子検索により分析ができる。

胎児期や離乳前など生命体の初期ほどその影響は強

く表れ、妊娠初期からの胎児栄養はもちろん、強化哺育もその一部を担っている。それを確認するためには、ゲノム検査の次の段階として個々の遺伝子が活性化されているか否かを検査することが必要である。

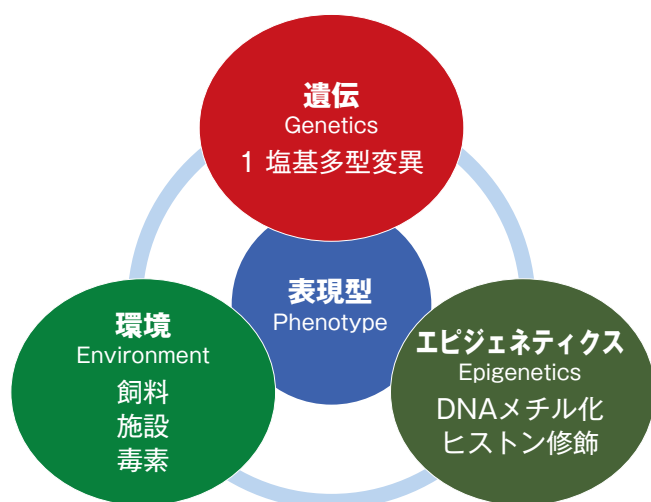
●表現型 (Phenotype)

遺伝性の特徴が形質として表現されたもの。産乳量や、被毛の色などが例として挙げられる。表現型には遺伝情報と飼養管理などの環境的な要因が影響する。

上記の記述を、新生子牛を例に考えてみましょう。新生子牛は親牛からの遺伝子と遺伝情報を持って生まれてきます。エビジェネティクスには、特に哺育期間のミルク、または代用乳の給与水準が影響します。高水準の哺乳量を給与された子牛の離乳前の日平均増体重(ADG)は、制限哺乳で管理された子牛のADGよりも高くなります。コーネル大学のマイク・ヴァン・アンバーグ博士は1,244頭のコーネル大学の初産牛群を対象に哺乳量と産乳量の追跡調査をおこないました。この調査によると、離乳までの個体別平均日増体重の範囲は0.1kg/日から1.58kg/日で、離乳までの平均日増体重が1kg/日増えるごとに、初産乳期の産乳量が850kg増えることが分かりました。2産次、3産次の産乳量も増加する事が確認され、3産目乳期終了までの総増乳量は約2,278kgになります。

遺伝情報の解析(ゲノミクス)がもたらすメリットの主要因は世代間隔の短縮で、最も利益を得るのはブリーダーや精液販売会社などです。従来の種雄牛の遺伝情報改良プログラムでは、十分な頭数の雌子牛が初産乳期を終えて、乳生産の違いの予測を確立できるようになるまで時間がかかっていました。予測が確立できるようになるころには、その雄牛は5-6歳になってしまいます。遺伝情報解析により、雄子牛は出生直後に遺伝子テストがおこなわれ、短時間で予測遺伝能力(PTA)が計算されます。PTAが予測された雄牛の精液は、その牛が1歳になる前から繁殖に使用されます。牛の遺伝子情報が報告された2009年以降、PTAを使用した遺伝評価は、米国ホルスタイン種とジャージー種の公式な遺伝子評価方法となっ

図1 表現型へ影響する様々な要因
(全酪連 酪農セミナー2019より抜粋 改編)



ています。産乳量における遺伝改善率は、ゲノミクスと世代間隔の短縮によって2倍になりました。

遺伝子検査は雄子牛同様に、雌子牛(後継牛)や雌牛にも使用できます。ブリーダーは遺伝検査結果を雌子牛販売時の情報として使用しています。ブリーダーの中には、雌子牛が生まれた直後に全頭検査し、どの子牛を販売用として育てるかの判断材料として使用しているところもありますが、この取り組みは主に、増頭などは考えておらず、後継牛数に余裕がある農場です。ウイスコンシン大学がおこなった初産実乳量と遺伝予測乳量の関連調査では、遺伝能力が上位25%だった子牛の平均日乳量と遺伝能力が下位25%だった子牛の平均日乳量の差が約7kgであったことが分かりました。皆さんが遺伝的予測数値の高い子牛を後継牛として導入した場合、その子牛は将来、産乳量が高くなる能力(可能性)を持ち合わせているでしょう。親牛(雌牛)の遺伝解析情報を活用し、F1を生産して効率よく副収入を得るための判断材料に使用することも出来ます。

次に、表現型、つまり実際の牛の姿や能力についてお話しします。遺伝解析で得た情報(遺伝子型)を表現型で実現させるためには、2つの要因が大きく影響します。主要な要因は、ゲルフ大学のマイク・スティール博士(全酪連 酪農セミナー2019講師)によって説明されており(図1)、遺伝情報と飼養環境双方の影響によって、将来の生産性(表現型)は決定されることが分かります。現在、遺伝要因と環境要因による表現型への影響は、それぞれ50%と考えられています。

エピジェネティクスは遺伝子が寄与する生産性を変化させ、その次に栄養、日々の飼養管理、牛群の健康、施設や安楽性等、多くの環境的要因が影響します。もし飼養している牛が遺伝的に高泌乳な能力を持っていたとしても、十分な管理が行き届いていない場合、その生産には遺伝的能力を発揮できません。経産牛を売却したり導入された方は多いと思いますが、導入された牛は、以前の農場と現在とを比較して、同じ生産性を発揮できているでしょうか?導入前も後も牛の遺伝的能力は同じものですが、この牛の生産性は、飼養される農場の管理状態や環境状態によって変わるはずで。私も農場間で移動した牛が、移動前よりも乳量が伸びたり、下がったりした事例を確認したことがあります。以下は、この内容を説明する上で分かり易い例になります。

●	高い遺伝能力	+	最良な飼養環境	=	遺伝能力を最大にした高生産
●	高い遺伝能力	+	良くはあるが、改善の余地がある飼養管理	=	遺伝能力を活かしきれない生産性
●	良い遺伝能力	+	最良な飼養管理	=	遺伝能力に見合った生産性
●	良い遺伝能力	+	良くはあるが、改善の余地がある飼養管理	=	生産性は悪くないが、遺伝能力を活かしきれない

上記の例は、生産性に影響する管理環境の重要性を表した一例です。遺伝能力は可能な生産性の基礎となりますが、実際の生産性を決定づけるのは飼養管理環境です。良い牛群とは、高い遺伝能力を持ち、その能力を発揮できるような管理環境も伴っている牛群です。

■最後に

ゲノム(遺伝子)解析は牛群の生産率向上を目指すにあたり、画期的なツールとなります。また、牛群の健康や繁殖能力も同様に向上できます。しかし、飼養環境や管理の質が、その遺伝的能力を十分に発揮させるためには重要な要因となります。ニューヨークの牛群では、牛の遺伝的能力は実乳量よりも高いことが多くあります。これは、これらの農場が環境や管理の質を完全させることにより、乳量を伸ばせる機会があることを示しています。

1 分娩移行期のタンパク・バランスを考える



はじめに

「負のエネルギー・バランス」、これは分娩移行期の乳牛の管理で、頻繁に耳にする言葉です。泌乳初期の牛が、生体維持や乳生産に必要なエネルギーを十分に摂取できず、体脂肪を動員してエネルギー不足を補い、どんどん痩せていく現象です。しかし、分娩後にマイナスになるのは、エネルギー・バランスだけではありません。タンパク・バランスもマイナスになります。タンパクの摂取量が足りなければ、筋肉がどんどん落ちていきます。消化物を除いた乳牛の体重の12-13%はタンパク質とされ、これは760kgの乳牛では約95kgに相当します。そのうち20kg以上のタンパク質が、分娩直後の5週間で失われると報告している研究があります。別の研究でも、タンパクの摂取量を制限された泌乳初期の乳牛は、体タンパクの25%を失うと報告しています。これはかなりの量です。今月の全酪連レポートでは、乳牛のタンパク・バランスについて、パーデュー大学の研究者が発表した総説論文を、解説を交えながら紹介したいと思います。

分娩移行期のタンパク需要

分娩前の乳牛は乳生産を始めていませんが、分娩直前にアミノ酸の要求量が急増します。生体維持、そして2産目以下の牛であれば自分が成長するのに必要なアミノ酸に加えて、妊娠後期に急速に大きくなる子宮・胎仔の成長のための

アミノ酸も必要になります。子宮と胎仔の成長に必要な代謝タンパク (MP) の量は、合わせて230g/日になります。さらに、分娩直前の3週間は、乳腺も急速に大きくなります。乳腺の成長に必要なMPの量は、120g/日です。それに加えて、分娩直前には初乳の生産も始まります。このようにMPの要求量が高くなっていくに関わらず、分娩数日前からDMIは減り始めるため、分娩数日前からタンパク・バランスはマイナスになります。

分娩後、アミノ酸の需要は飛躍的に増えます。いうまでもなく、乳タンパクを生産するため、アミノ酸の必要量が急増しますが、アミノ酸は乳生産のためだけに使われるわけではありません。分娩直後の数週間、消化器官の重量も増えます。経産牛の分娩3週間前の消化器官の重量と分娩3週間後の重量(消化内容物を除く)を比較した研究では、ルーメンが約2kg、小腸が約0.7kg、大腸が約1.1kg増えたと報告しています(表1)。これは、それぞれ16%、8%、22%の増加を意味します。乾物摂取量が増えるに伴い、栄養分の消化・吸収を担う臓器も、短期間で発達・成長するのです。分娩日の7日前

から分娩後60日目まで、消化器官の成長のためのMP要求量は50.6g/日だと計算されます。

都市開発で建てるものは、家屋や建物だけではありません。物流等を担う公共インフラにも多額のお金が必要です。それと同じように、分娩直後の牛は、消化器官を成長させるために大量のアミノ酸を必要としているのです。

さらに乳生産には大量のグルコース(血糖)が必要になります。乳糖を作る原材料になるのは血液中のグルコースだからです。エネルギー・バランスがマイナスになれば、体脂肪が動員されてエネルギー源になります。しかし、脂肪はグルコースになれません。エネルギー不足で体脂肪が分解されても、脂肪に血糖値を上げる力はありません。それでは、血糖値を維持するために牛はどうしているのでしょうか。反芻動物でグルコースを作る主な材料は、プロピオン酸とアミノ酸です。プロピオン酸はルーメンでデンプンが発酵すれば増えますが、プロピオン酸からグルコースを十分に作れないときは、アミノ酸が肝臓で分解されてグルコースになります。

アミノ酸をエネルギー源として使うこと、これは例えて言うと、

表1 分娩前後の消化器官の重量(kg)

	分娩予定3週間前	分娩3週間後
ルーメン	12.25	14.20
小腸	8.87	9.54
大腸	4.87	5.94

キャンプで焚火をしているときに、燃やすものがなくなって、暖を取るためにテントを燃やし始めるようなものです。体タンパクを構成しているアミノ酸を、エネルギー源やグルコースを作るための材料として利用するのは、出来るだけ避けるべきことです。改めて言うまでもなく、分娩直後の乳牛はDMIの立ち上がりが遅く、乳量に見合ったエネルギーやタンパクを摂取できません。需要は激増するが、供給が追いつかない状態で、タンパク・バランスもマイナスになり、乳牛は文字通り身を削って分娩後の数週間を凌ごうとするわけです。

体タンパク vs. 乳タンパク

乳牛が体タンパクを動員して、分娩後の需要を充足させようとするとは言っても、直接、体タンパクが乳タンパクになるわけではありません。体タンパクと乳タンパクのアミノ酸組成には大きな違いがあります。必須アミノ酸の組成の違いを表2に示しました。

乳タンパク中の分岐鎖アミノ酸（ロイシン、バリン、イソロイシン）の濃度が、体タンパクよりも高いことが分かります。乳タンパクに含まれている必須アミノ酸の44%は分岐アミノ酸です。さらに、分岐アミノ酸は乳腺の中で、分解されてエネルギー源にもなります。乳生産のために必要な分岐アミノ酸は非常に多いため、体タンパクが分解されてアミノ酸になっても、それがそのまま乳生産には直結しないのです。

表2 乳牛の体タンパクと乳タンパクの必須アミノ酸組成(g/100g AA)

	体タンパク	乳タンパク	比率
アルギニン	7.3	3.40	2.15
スレオニン	4.3	3.79	1.13
ヒスチジン	2.7	2.74	0.99
リジン	7.0	7.64	0.92
フェニルアラニン	3.9	4.75	0.82
メチオニン	2.2	2.71	0.81
ロイシン	7.4	9.18	0.81
バリン	4.4	5.89	0.75
イソロイシン	3.1	5.79	0.54
トリプトファン	0.8	1.51	0.53

興味深いことに「エサからの代謝タンパク（MP）供給を増やすと、乳タンパクの生産量は増えたが、乳牛のタンパク・バランスは改善されなかった」と報告している研究もあります。つまり、余分に供給されたタンパク質は、乳タンパクを増やすために利用されましたが、体タンパクの分解を抑えられなかったのです。アミノ酸の需要が増えたり、エサからのタンパク供給が不十分であれば、その穴埋めをするために、体タンパクが分解されるかもしれません。しかし、エサからのMP供給だけで、体タンパクの分解・動員を防ぐことは出来ないのです。

タンパク・バランスをコントロールしているメカニズム

それでは、どのようなメカニズムで体タンパクが分解・動員され

るのでしょうか。通常、インシュリンやIGF-1というホルモンが分泌されると、筋肉組織はタンパクの分解を減らし、アミノ酸を血中から吸収してタンパクを作ろうとします。その反対に、血液中のインシュリン濃度が低かったり、体組織がインシュリンに反応しにくい状態になっている場合、体タンパクの分解が促進されます。これは脂肪細胞と同じです。

泌乳初期、乳牛の血中インシュリン濃度は低く、体組織もインシュリン抵抗性を持ちます。そのため、インシュリンやIGF-1、またインシュリン抵抗性といったエネルギー代謝と関係のある要因も、体タンパクの分解・動員やタンパク・バランスに影響を与えると考えられます。さらに、乾乳時のBCSが3.75を越えている過肥牛は、筋肉（タンパク）の分解と関

連のある遺伝子の発現が多かったと報告している研究もあります。さらに、過肥の牛はインシュリン抵抗性を持つリスクが高いため、BCSの高い牛はタンパク・バランスもマイナスになりやすいと考えられます。単純にタンパクの過不足だけが、分娩後のタンパクバランスを決めているわけではないのです。

タンパク・バランスを良くするために、MPの給与やアミノ酸バランスを考えるのは重要ですが、それだけでは不十分です。エネルギー給与がしっかりできていない段階で、タンパクやアミノ酸の栄養を最適化しても効果は限定的であり、タンパク・バランスの改善にはなりません。エネルギーが足りなければ、アミノ酸はエネルギー源として燃焼されますし、グルコースが足りなければ、アミノ酸はグルコースを作る材料になります。それ自体は悪いことではありませんが、高価なタンパク源がエネルギー源となるのは経済的にもつたいない話です。

体脂肪と体タンパクを比較すると、「脂肪は簡単に補充ができるが、筋肉やタンパクは補充が難しい」という違いもあります。アミノ酸を過剰供給しても、筋肉は「溜め」られません。ボディビルダーはプロテイン（タンパク）を飲んでますが、筋トレをしてプロテインを飲むから筋肉になるのであって、筋トレもせずにプロテインだけをガブ飲みしても筋肉にはなりません。乳牛の場合、運動量も限られているので、体タンパ

クの補充はIGF-1などのホルモンの働きに依存すると考えられます。体脂肪の場合、減った脂肪は比較的簡単に補充できます。しかし、タンパクの場合、増給というアプローチだけで、一度失ったタンパクを元の状態に戻すのは難しいのです。

タンパク・バランスの指標

乳牛のエネルギー・バランスを評価する場合、NEFAやBCSなど、完全ではないにしても有用な指標が幾つかあります。比較的簡単に分析できるものです。タンパク・バランスに関しては、血液中のクレアチニンや3-メチルヒスチジンなどがあります。クレアチニン濃度は、人間の医学では腎機能をチェックするために利用されていますが、腎機能が正常な場合、血液中のクレアチニン濃度は筋肉の量と比例します。乳牛では、血中クレアチニン濃度が分娩4週間前から分娩7週後にかけて低下するというデータがありますが、これはタンパク・バランスがマイナスになり、筋肉の量が落ちていることを示唆しています。それに対して、3-メチルヒスチジンは筋肉が分解されるときに作られるものです。この値が高ければ高いほど、それだけ多くの筋肉

が分解されていることを示します。さらに、直接、筋肉の量を高精度で数値化できるわけではありませんが、超音波を使って筋肉の厚さ・薄さをチェックするという方法もあります。

まとめ

タンパク・バランスを評価した試験の多くは20年以上前に行われた研究で、その当時から乳牛の年間平均乳量は2500kg増えています。ここで紹介している研究データの多くは、いわば「時代遅れ」で、高泌乳牛のタンパク・バランスを考える上で不十分かもしれません。高泌乳牛のタンパク・バランスは、既存のデータから推測するよりも、はるかに大きな問題になっている可能性があるとは考えています。エネルギー・バランスと同様、分娩移行期の乳牛のタンパク・バランスは重要です。分娩後の数週間で筋肉を多く失った牛は、ピーク乳量を維持するのが難しくなりますし、筋肉の落ちた牛が泌乳中後期にエネルギーを過剰摂取すれば過肥になるリスクも高くなります。これからの高泌乳牛の栄養管理では、タンパク・バランスを考慮することも重要になっていくでしょう。

●引用文献

McCabe, C. J., and J. P. Boerman. 2020. Invited review: quantifying protein mobilization in dairy cows during the transition period. *Appl. Anim. Sci.* 36:389-396.

2 | アメリカ酪農学会レポート(子牛)

はじめに

今年のアメリカ酪農科学学会はオンラインのバーチャル学会という形で、6月22日から24日まで行われました。今月の全酪連レポートも、先月に引き続き、学会で発表された研究結果の幾つかを解説を交えながら紹介したいと思います。今月は、子牛の栄養管理に関する研究の紹介です。

移行乳の給与効果

新生子牛に初乳を飲ませる重要性は誰もが理解しています。しかし、分娩してから3日間くらいは、初乳とも通常の乳とも成分の異なる乳が生産され、移行乳と呼ばれています。今、移行乳を給与するメリットに関する研究が、いろいろな大学で行われていますが、ここでミシガン州立大学で行われた研究を紹介したいと思います。

この試験では、23頭の新生子牛に2.8Lの初乳を飲ませた後、移行乳(乾物ベースで39% CP、30% 脂肪、IgG 20 g / L)を飲ませるグループと代用乳(27% CP、21% 脂肪)を飲ませるグループに分けました。一回あたりの給与量は移行乳が1.89 L (255 g DM)で、代用乳が275 g DMです。給与回数はいずれも1日3回で、試験期間は4日間でした。

生後5日目に子牛を安楽死させた後、小腸のサンプルを取りました。代用乳を給与された子牛と比較したデータを表1に示しましたが、移行乳を給与された子牛は、十二指腸、空腸、回腸、小腸のすべ

ての部位で、柔毛の長さや幅、粘膜と粘膜下層の厚みが増えました。移行乳の給与が生後1週間の増体速度を高めるという研究データが多くあります。移行乳の給与が消化器官のキャパを高めることが、その理由の一つであることが、この研究から理解できます。移行乳の栄養濃度やIgG濃度は、初乳ほどではないものの、通常の乳よりは高く濃いものです。脂肪やCP濃度が高いだけでなく、オリゴ糖や様々なホルモン、生理機能が十分に理解されていない未特定の成分も多く含まれています。子牛の健康・成長を高めるために、移行乳の給与は、子牛の栄養管理のルーチン作業の一部として組み込む必要があるかもしれません。

イースト菌培養物サプリメント

次に紹介したいのは、イースト菌培養物(SCFP)のサプリメント製品を代用乳やスターターに添加する効果を調べた、パーデュー大学の試験です。子牛には代用乳(24% CP、17% 脂肪)を1日に5.68L

(12.5%乾物)飲ませ、生後56日目に離乳させました。スターターは18% CPのものを71日目まで、16% CPのものを72日目から112日目まで給与しました。代用乳にはSmartCareという製品を1g / 日、スターターにはNutriTekという製品を0.44% (71日目まで)か0.27% (72日目以降)添加しました。

代用乳やスターターの摂取量に差はありませんでしたが、SCFPをサプリメントされた子牛は、離乳後の飼料効率が高くなり、増体速度が高まる傾向が観察されました(表2)。さらに、呼吸器系の疾病の治療回数が少なくなりました。SCFPとは、ルーメン発酵を安定させる効果があるということで、泌乳牛の飼料設計で使われているサプリメントですが、なぜ子牛の呼吸系の疾病の治療回数が減ったのでしょうか。SCFPには、ルーメン内で微生物に与える影響だけでなく、動物の免疫機能にも何らかの影響があると報告している研究が幾つかあります。

表1 代用乳を給与された子牛と比較して移行乳の給与が小腸の発達に与えた効果 (Van Soest et al., 2020)

	十二指腸	空腸	回腸
柔毛の長さ	63% ↑	76% ↑	51% ↑
柔毛の幅	43% ↑	64% ↑	39% ↑
粘膜の厚み	37% ↑	47% ↑	33% ↑
粘膜下層の厚み	35% ↑	65% ↑	20% ↑

その点を確かめるため、この研究グループは離乳直前の子牛 20 頭を使って、LPS チャレンジ試験を行いました。LPS という「毒」を注入して、子牛の炎症反応を比較したのです。その結果も表 2 に示しましたが、LPS チャレンジの直後、SCFP のサプリメントを受けた子牛の体温は高くなり、呼吸器回数も増えました。さらに、LPS チャレンジ当日、DMI は激減し、TNF- α や IL-6 という炎症の指標となる値も高くなりました。しかし、体温、呼吸回数、DMI、炎症などの数値はすべて、翌日にはベース・ライン値に戻りました。これらのデータは、SCFP をサプリメントされた子牛が、体内に侵入した「毒」に対して、より大きな急性の免疫反応（戦い）をしたことを示しています。つまり、「毒」が体内に侵入してきたときに、それを駆逐するために、より大きな急性の炎症反応で対抗したのです。

今年の学会では、アイオワ州立大学の別の研究グループも同じような試験を行いました (Mahmoud et al., 2020)。SCFP をサプリメントした子牛としなかった子牛に、それぞれ BRSV チャレンジ（意図的に BRSV に感染させる）を行い反応を比較しました。簡単に結論を言うと、SCFP のサプリメントは、先天性の免疫機能を向上させましたが（サイトカインの放出を高めた）、呼吸器官内のローカルな炎症反応は抑えました。この研究結果は、パーデュー大学の研究結果と合致しています。

「炎症」とは外敵と戦うために

表2 代用乳とスターターへのイースト菌培養物のサプリメント効果(Klopp et al., 2020ab)

	対照区	SCFP サプリメント
増体速度、kg/日		
離乳前	1.74	1.77
離乳後*	1.13	1.21
呼吸器系の疾病治療回数、/頭	0.95	0.31
LPSチャレンジへの反応		
30分後の体温**	39.0	39.5
30分後の呼吸回数、/分**	80	103
DMI、g/日**	1258	325
TNF- α 、pg/mL**	441	702
IL-6、pg/mL	155	309

** 統計上の有意差あり

* 統計上の傾向差あり

必要不可欠なものです。そして、この「戦い」は短期戦で総力を結集して戦うのがベストです。長期戦にもつれ込むと、炎症により自分の体も傷つけてしまうリスクがあるからです。さらに、ある程度のエネルギーを「戦い」のために割り当てれば、エネルギー摂取量が同じでも、増体のために使えるエネルギーが目減りしてしまい、飼料効率は低下します。SCFP のサプリメントは、短期的な炎症の力を強化して、もともと子牛が持っている免疫力だけで感染に対応できるようにサポートしていることが分かります。そのため、呼吸系疾患の治療回数が減少したり、飼料効率が高まったと考えることが出来ます。

離乳直後（2－4月齢）の乾草給与方法

離乳移行期の乾草給与は、多す

ぎればスターターの摂取量を制限してしまうリスクがありますが、適切な量（摂取量の 5% 程度）をスターターに混ぜて給与すれば、増体速度が高くなると報告している研究があります。しかし、同じ乾草でも切断長が変われば、子牛の反応も変わってくるはずです。

ここで紹介する研究では、98 頭の離乳したばかりの子牛を使った試験を行いました。ペレット & フレークのカーフ・スターター（未加工のコーン 37%、タンパク源のペレット 35%、未加工のオーツ麦 25%、糖蜜 3%）に乾草を混ぜて子牛に給与しました。処理区は下記の四つです。

- (1) スターターのみで乾草なし
- (2) スターター 95% + 乾草ペレット 5%
- (3) スターター 95% + 2.5cm 以下の細切断乾草 5%

(4) スターター 95% + 約 12.5cm の粗切断乾草 5%

試験結果を表 3 に示しましたが、ペレットとしてであれ切断乾草としてであれ、乾草の給与により、NDF の消化率が高まり、体高が高くなったことが分かります。そして、DMI と増体速度が最も高くなったのは、乾草をペレットとして与えたケースでした。乾草を物理性のある「切断乾草」という形で与えた場合、DMI が制限されてしまうことで、増体速度も低くなったのかもしれません。

この試験データは、ペレット & フレーク・タイプのスターターを給与していても、離乳後の子牛への

乾草給与は必要であること、しかし、その物理性は、それほど重要ではないことを示しています。

表3 離乳直後の乾草給与の効果(Aragona et al., 2020)

	乾草なし	乾草給与		
		ペレット	細切断	粗切断
DMI, kg/日 §	3.30	3.63	3.18	3.00
増体速度, kg/日 §	1.12	1.22	1.11	1.08
体高の変化, cm*	+12.3	+13.9	+14.2	+14.0
消化率				
NDF, %*	43.3	51.4	50.8	51.2
デンプン, %	96.8	96.9	97.0	95.4

§ ペレット乾草と切断乾草の間に有意差あり

* 乾草給与の効果あり

●引用文献

Klopp, R. N., I. Yoon, and J. P. Boerman. 2020. Effects of feeding *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the health and growth performance of Holstein dairy calves through 4 months of age. *J. Dairy Sci.* 103(Suppl. 1):19.

Van Soest, B., M. Weber Nielsen, A. Moeser, A. Abuelo Sebio, and M. VandeHaar. 2020. Effects of transition milk on intestinal development of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 103(Suppl. 1):51.

Mahmoud, A., J. Slate, S. Hong, I. Yoon, and J. McGill. 2020. Feeding *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products modulates immune function and reduces the severity of bovine respiratory syncytial virus infection in preweaned calves. *J. Dairy Sci.* 103(Suppl. 1):72.

Klopp, R. N., I. Yoon, and J. P. Boerman. 2020. Effects of feeding *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the health of Holstein dairy calves following a lipopolysaccharide (LPS) challenge. *J. Dairy Sci.* 103(Suppl. 1):103.

Aragona, K., T. Dennis, F. Suarez, T. Hill, and J. Quigley. 2020. Evaluating physically effective fiber from hay in the diet of 2- to 4-month-old Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 103(Suppl. 1):182.



表紙の 写真

信州の秋の牧草地

CONTENTS No.157

●酪農 TOPICS 日本版酪農作業標準書「デリー Navi」がリリースされました！！	2
●原料情勢	4
●粗飼料情勢	5
●世界一受けた酪農講座	
ゲノム(遺伝子)解析の恩恵を得るためには ラリー・E・チェイス技術顧問	8
●大場真人の技術レポート 分娩移行期のタンパク・バランスを考える	10
アメリカ酪農学会レポート(子牛)	

全酪連購買事業情報紙

COW BELL 一カウ・ペルー

No.157 (秋季号) 令和2年10月10日発行

発行責任者 山崎 正典

発行所 全国酪農業協同組合連合会 購買生産指導部

〒151-0053 東京都渋谷区代々木一丁目37番2号

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

初乳粉末製品

GOODSTART PREMIUM

免疫グロブリン
70g/袋以上
含有

初乳が足りない時、イザという時の備えに、
グッドスタートプレミアムが皆さんのお役に立ちます。

○作業性は「3楽」

～溶かすも楽、給与も楽、片付け作業も楽々～

何かと余裕がなく、慌ただしい子牛の分娩。

溶解性に優れているグッドスタートプレミアムを使えばスムーズです。

消化・吸収・機能性に優れた各種成分を配合しました!

良質な
初乳粉末

中鎖脂肪酸

ビタミン
ミネラル

乳酸菌
ビフィズス菌

全卵粉末

製品紹介サイトはこちら



牛用配合飼料

SOYCHLOR

ソイクロール

～ソイクロールで移行期を乗り切ろう～

ソイクロールの特長

エネルギーコントロールのしやすさ

乾乳期の過剰なエネルギー給与は、様々な周産期疾病の一因とされます。ソイクロールは、クローズアップ期の代謝タンパクを充足させながらエネルギーのコントロールがしやすい飼料です。

分娩後の代謝を考えたミネラルバランス (DCAD)

ソイクロールはDCADを適正化させる塩素を強化しつつ、不足しがちなマグネシウムとカルシウムも配合しました。乾乳期のDCADを整えることによって、分娩後の良いスタートを切りましょう。

給与量

●給与推奨量 クローズアップ期にて1頭当たり600g～1kg/日

※詳しくは弊会スタッフまで。

お問い合わせ先



全国酪農業協同組合連合会

札幌支所 011(241)0765
釧路事務所 0154(52)1232
帯広事務所 0155(37)6051
道北事務所 01654(2)2368
根室駐在員事務所 01537(6)1877

仙台支所 022(221)5381
北東北事務所 019(688)7143
東京支所 03(5931)8011
北関東事務所 027(310)7676
栃木駐在員事務所 028(689)2871

名古屋支所 052(209)5611
大阪支所 06(6305)4196
中四国事務所 0868(54)7469
近畿事務所 0794(62)5441
三次事務所 0824(68)2133

福岡支所 092(431)8111
南九州事務所 0986(62)0006

