

乳牛における分娩前のルーメンフィルスコアの変動と分娩前後の栄養代謝状態および分娩後の疾病発生と繁殖機能回復との関係

近藤萌里¹・長谷川類¹・加藤葉月¹・福嶋知賀子¹・川島千帆¹

¹ 帯広畜産大学畜産フィールド科学センター, 帯広市 080-8555

(2019. 3. 4 受付, 2019. 7. 4 受理)

要約 乾乳牛において, 日間変動の有無を含めたルーメンフィルスコア (RFS) と分娩前後の栄養代謝状態, 分娩後の疾病発生や乳量, 繁殖機能回復との関係をホルスタイン種経産牛 35 頭を用いて調査した. 分娩前 3-4 週の RFS が 3.5 以上で一定 (HM, 6 頭) と変動あり (HC, 9 頭), 3.0 以下で一定 (LM, 5 頭) と変動あり (LC, 15 頭) の 4 群に分けた. 血中代謝物濃度では, LM 群は HM 群より分娩後の低グルコース ($P = 0.05$) や高 β -ヒドロキシ酪酸 ($P < 0.05$) を示し, LM 群の 2 頭は試験期間中に排卵しなかった. HC 群は HM 群より分娩後の低アルブミン ($P < 0.05$) を示し, LC 群は LM 群より分娩後の疾病発症頭数が多く (LM2 頭, LC10 頭), 低乳量だった ($P < 0.1$). 以上より, RFS の低値や日間変動を示す乾乳牛はエネルギー状態が低く, 分娩後の疾病発生や乳量低下, 卵巣機能の回復遅延につながる可能性が示された.

日本畜産学会報 90 (4), 295-305, 2019

キーワード: 栄養代謝, 乾乳牛, 疾病, 周産期, ルーメンフィルスコア

ウシ胎子の体重は, 妊娠の最後の 2 ヶ月間で 2 倍以上に増加する (高橋 2014). それに伴い母牛の養分要求量が増加する一方で, 胎子成長に伴う物理的圧迫のため, 分娩 2-3 週間前から母牛の乾物摂取量 (Dry matter intake; DMI) は減少する (日本飼養標準; 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編 2017). この減少した DMI は, 分娩後 8-10 週目に回復し, それ以降は成長分を除いた養分要求量を満たせるようになる (日本飼養標準; 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編 2017). 一方, 乳量のピークは分娩後 4-5 週目である (日本飼養標準; 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編 2017). したがって, 分娩後の飼料からの摂取エネルギーに比べて, 乳生産に必要なエネルギーが上回る期間は, 不足したエネルギーを体脂肪動員で補うため, 血中の遊離脂肪酸 (Non-esterified fatty acid; NEFA) 濃度の上昇やグルコース濃度の低下, 体重の減少などに特徴づけられる負のエネルギーバランス (Negative energy balance; NEB) が生じる (Beams と Butler 1999; Gross ら 2011). さらに, 近年の育種改良に伴い, わが国の乳牛 1 頭当たりの乳量は著しく増加し, 北海道における 305 日乳量は, 平成元年の 7,818 kg から平成 29 年には 9,574 kg と 2,000 kg 近く増えた (家畜改良事業団 2018). その結果, 産乳能力の高い現在の乳牛は過度な NEB に陥り, これが分娩後の疾病発生やそれに伴う乳量低下, 繁殖機能の回復遅延の要因となっている (Butler と Smith 1989; Goff と

Horst 1997; Lucy 2001; Ingvarstsen ら 2003; Goff 2006; Mulligan と Doherty 2008).

近年の研究において, 分娩前の栄養代謝状態と分娩後の栄養代謝状態, 疾病発生および繁殖機能回復の間にも密接な関係があることが報告されている. 佐藤ら (2005) は, 分娩前の 2 週間において血中グルコース濃度が低く NEFA 濃度が高い, すなわちエネルギー不足で体脂肪動員の多いウシは, 分娩後 2-4 週目においても同様の傾向があることを示した. また, Cameron ら (1998) は, 分娩前の血中 NEFA 濃度が高いウシにおいて, 分娩後にケトosis および第四胃変位の発生リスクが増加することを報告した. さらに Castro ら (2012) は, 分娩後の最初の主席卵胞が排卵しないウシは排卵したウシに比べて, 分娩前のエネルギーバランスが低い傾向ならびに血中グルコース濃度が低いこと, 分娩後では血中代謝物および代謝ホルモン濃度からエネルギーおよび栄養代謝状態がさらに悪化することを示した. 以上より, 分娩後の乳牛の栄養代謝状態, 疾病発生や卵巣機能回復に対する分娩前のエネルギーおよび栄養代謝状態の重要性は明らかである. したがって, 分娩前の乳牛に対してエネルギーおよび栄養代謝状態を評価し, 適切な飼育管理を実施することは, 分娩後の疾病発生予防や繁殖機能の早期回復につながる可能性があるといえる.

採食量の測定は, エネルギーおよび栄養代謝状態の把握において適切な方法の一つである. しかし, 一般の酪農家

連絡者: 川島千帆 (fax: 0155-49-5653, e-mail: kawasima@obihiro.ac.jp)

において、個体ごとの採食量を測定することは困難である。また、血液中の代謝ホルモンや代謝産物濃度に基づきエネルギーおよび栄養代謝状態を評価することは可能であるが、血液採取や測定には技術や費用が必要なだけでなく時間も要する。一方、ウシの左臍部の状態からルーメンの充満度を5段階で評価するルーメンフィルスコア (Rumen fill score ; RFS) は、生産現場で容易に採食状況を評価できる方法の一つである (Zaaijer と Noordhuizen 2003)。Zaaijer と Noordhuizen (2003) は、分娩後1週間以内および泌乳後期以外の搾乳牛における適切な RFS は3、乾乳牛の適切なスコアは4以上であると示している。また、RFS は、測定前の約12時間以内のDMIや原物摂取量と正の相関があり (Burfeind ら 2010)、加えて、乾乳後期牛のRFSと血中総コレステロール (Total cholesterol ; T-cho) 濃度との間に正の相関があることも報告されている (Kawashima ら 2016a)。血中 T-cho 濃度はDMIやエネルギーバランスとの間に正の相関があることから (Spicer ら 1993)、乾乳牛のRFSはリアルタイムなエネルギー状態を反映しているといえる。さらに、RFSは日内変動があるため、同じ時間帯で測定することが推奨されているが、そのような条件下でもRFSの日間変動を示すウシが存在する (Burfeind ら 2010)。しかし、このRFSの日間変動についての研究はなく、ルーメンの充満度を判断する上で重要視すべきであるかは不明である。

そこで本試験では、乾乳牛における日間変動も含めたRFSと分娩前後の栄養代謝状態ならびに分娩後の疾病発生や繁殖機能回復との関係について検討した。

材料および方法

1. 供試牛および飼養管理

本試験は国立大学法人帯広畜産大学動物実験に関する規程に基づき実施した (承認番号 #27-76, 28-41, 29-184)。

試験には、帯広畜産大学畜産フィールド科学センターで飼養されているホルスタイン種乳牛のうち、2016年1月16日から11月4日および2017年8月5日から2017年12月9日に分娩した初産以上 (1-5産) の乾乳牛35頭を用いた。供試牛は、分娩予定の約6週間前よりパドックが併設された乾乳牛用牛舎で飼養した。分娩兆候を確認後、直ちに分娩房に移動し、分娩後約6日目までつなぎ牛舎で飼養した。その後は、搾乳牛用フリーストール牛舎で飼養した。試験期間を通して、グラスサイレージとコーンサイレージを主体に乾乳牛用、もしくは搾乳牛用の配合飼料を混合した完全混合飼料 (表1) を、乾乳牛は制限給餌として1日1回 (午前11時半頃)、搾乳牛は飽食として1日2回 (午前10時および午後4時頃) 給与した。水、ミネラル添加塩、乾草は全期間を通して自由採食とした。また、搾乳は1日2回 (午前5時と午後5時) 行った。

Table 1 Feed ingredients and chemical composition during the prepartum and postpartum period

Items	Ration	
	Prepartum	Postpartum
Ingredient (kg DM/day)		
Grass silage ¹	4.8	7.2
Corn silage	4.1	2.6
Concentrate for dry cows ²	2.6	—
Concentrate for lactating cows ³	—	10.4
Grass hay ¹	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>
Soy bean meal	0.9	—
Beet pulp	—	0.9
Flaked corn	—	1.7
Vitamin-mineral supplement	0.03	0.04
Total	14.1	23.0
Nutrient content except for grass hay (% DM)		
Crude protein	15.6	16.1
peNDF	35.6	26.5
ADF	23.5	20.8
NFC	30.8	37.9
Ether extract	3.5	3.4
NE _L (Mcal/kg DM)	1.60	1.70

¹ Timothy or orchardgrass mixed with clover, alfalfa or galega.

² Crude protein 17.0%, crude fat 2.0%, crude fiber 10.0%, ash 10.0%, Ca 0.50%, P 0.50%, total digestible nutrient 71%.

³ Crude protein 18.0%, crude fat 2.0%, crude fiber 10.0%, ash 10.0%, Ca 0.50%, P 0.40%, total digestible nutrient 74.0%.

peNDF, physically effective neutral detergent fiber ; ADF, acid detergent fiber ; NFC ; non-fibrous carbohydrates.

2. 試料採取

分娩予定日5週間前から分娩後6週目まで週2回、乾乳牛は給餌約3時間前である午前8時頃、搾乳牛は午前9時頃に尾動静脈から採血し、同時にボディコンディションスコア (Body condition score ; BCS) を測定した (Ferguson ら 1994)。RFS は Zaaijer と Noordhuizen (2003) の方法により分娩予定5週間前から分娩まで週3回測定した。本試験ではRFSの各スコア (1から5) の中間に位置する状態を0.5刻みでスコア化し、9段階でスコアリングした。既報より、乾乳牛の適切なRFSは4以上と示されていること (Zaaijer と Noordhuizen 2003)、加えて、給餌の影響などによる日内変動が確認されていることから (Burfeind ら 2010)、給餌3時間前にRFSを測定した本試験において、3.5以上を乾乳牛の適切なRFSと定義した。さらにRFSの判定部位である左臍部をより

詳細に数値化するため、3D カメラ (Hapimo : 3D Rev.2 ; 株式会社ノア, 茨城) で撮影し、左臍部最凹部から腰角前端最凸部にかけての直線距離 (臍部深) を 3D データに基づき測定した。

また、分娩後 2 週目から 6 週目まで、子宮修復状況を確認するため腔内貯留粘液をメトリチェックデバイス (Simcro Tech Ltd, Hamilton, New Zealand) により週 1 回採取し、Sheldon ら (2006) の方法を参考に、採取した粘液のうち 50% 以上の膿や白濁があり悪臭がする状態のスコア 5 から透明または半透明の粘液のスコア 1 までの 5 段階にメトリチェックスコアを測定した。さらに、超音波画像診断装置 (動物用超音波画像診断装置, HS-101V ; 本多電子株式会社, 愛知) を用いた卵巣観察を週 2 回行った。その他に、分娩状況として分娩難易度、子牛の性別や体重、分娩後 3 週目までの疾病の種類、日乳量を記録した。

採血には、血清採取用に 9ml 血清分離剤入りブレイン真空採血管 (滅菌済み ベノジェクト II 真空採血管, テルモ株式会社, 東京)、血漿採取用に同ブレイン管に 200 μ L の抗凝固剤 (0.3M EDTA, 1% アセチルサリチル酸, pH 7.4) を注入した採血管を使用した。採血後、採血管を速やかに氷水に浸し、実験室に持ち帰った後、血清採取用採血管は 38°C の温水中で 10 分間加熱してフィブリンを析出させてから遠心分離 (3500rpm, 4°C, 15 分間) を行い、血清を回収した。血漿採取用採血管はそのまま遠心分離 (3500rpm, 4°C, 15 分間) を行った。血清および血漿は、分析まで -30°C で保存した。

3. 血液分析

血清中代謝物濃度は自動化学分析装置 (TBA-120FR ; 東芝メディカルシステムズ株式会社, 栃木) を用いグルコース、NEFA、 β -ヒドロキシ酪酸 (β -hydroxybutyrate acid ; BHBA)、アルブミン (Albumin ; Alb)、総タンパク (Total protein ; TP)、T-cho、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (Aspartate aminotransferase ; AST)、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -glutamyl transpeptidase ; GGT)、尿素窒素 (Blood urea nitrogen ; BUN)、マグネシウム (Magnesium ; Mg) を測定した。血漿中プロジェステロン (Progesterone ; P4) 濃度は、ジエチルエーテルによって抽出した後、二抗体法により測定した (Miyamoto ら 1992)。抽出効率 80% だった。

4. 繁殖機能回復の定義

分娩後、超音波画像診断装置で排卵とその後の黄体形成を確認したことに加え、血漿中 P4 濃度が 1.0 ng/mL 以上の場合を機能的な黄体が存在するとし (Stevenson と Britt 1979)、分娩後初めて血漿中 P4 濃度が 1.0 ng/mL を超えた週を初回黄体形成週とした。また、本試験において、分娩後 6.5 週目までに初回黄体形成がみられなかった個体は、無排卵と定義した。

分娩後の子宮修復については、メトリチェックスコアに基づいた Kawashima ら (2018) の方法により、子宮内膜炎牛 (分娩後 3 週目以降にスコア 4 以上の個体) と子宮修復遅延牛 (スコア 1 を示した後、スコア 2 以上を示す個体) を特定し、上記以外を正常な子宮修復を伴うウシとした。

5. 試験処理

乾乳牛において、分娩 3-4 週間前は胎子成長による採食量低下が少ない時期である (日本飼養標準 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編 2017)。そこで、分娩 4 週間前と 3 週間前の計 6 回の RFS 測定結果から、ルーメンの充満度の違い (3.5 以上 ; H, または 3.0 以下 ; L) に加え、同期間における RFS の日間変動の有無 (すべて同じスコア ; M, または 1 回以上異なるスコア ; C) と分娩前後の栄養代謝状態、分娩後の疾病発生や繁殖機能回復との関係を解析するため、以下の 4 群に分類した。

HM 群 : 分娩前 4 から 3 週の間 (計 6 回の RFS 測定) において 3.5 以上かつすべて同じ RFS を示したウシ

HC 群 : 同期間に 3.5 以上かつ 1 回以上異なる RFS を示したウシ

LM 群 : 同期間に 3.0 以下かつすべて同じ RFS を示したウシ

LC 群 : 同期間に 3.0 以下かつ 1 回以上異なる RFS を示したウシ

6. 統計解析

RFS によるルーメンの充満度の違いと分娩前後の栄養代謝状態、分娩後の疾病発生や繁殖機能回復との関係を解析するため、HM 群と LM 群との比較を行った。また、RFS の日間変動の有無における同解析を行うため、HM 群と HC 群間、および LM 群と LC 群間において、それぞれ比較した。分娩日を 0 日、分娩後 0-6 日間を 0 週とし、統計解析は、RFS において分娩 1-4 週間前の週 3 回、血中代謝物濃度において分娩 4 週間前から分娩後 6 週目までの週 2 回、BCS において分娩 4 週間前から分娩後 6 週目までの週 1 回のデータに対して実施した。日乳量は分娩後 1-6 週目にあたるデータから各週の平均日乳量を求め、統計解析に用いた。また、分娩前と分娩後では栄養代謝状態が大きく変化するため、それぞれの期間で統計解析を実施した。LC 群の 3 頭は分娩後に重度の乳房炎に罹患し淘汰となったため、分娩後の解析からは除外した。そのため、分娩前の解析には HM 群 6 頭、HC 群 9 頭、LM 群 5 頭、LC 群 15 頭を用い、分娩後の解析には HM 群 6 頭、HC 群 9 頭、LM 群 5 頭、LC 群 12 頭を用いた。

統計解析には、SigmaPlot®13 (Systat Software, Inc, San Jose, CA, USA) を用いた。RFS と臍部深との相関関係はスピアマンの順位相関により解析した。各比較において、血清中代謝物濃度、BCS、RFS および日乳量は、二元配置の反復測定分散分析を行い、群と週次間に交互作用がみられた場合 ($P < 0.05$) は、各週次での

2 群間の比較を Holm-Sidak 法を用いて行った。また、分娩後の疾病発生と出生子牛の雌雄、正常な子宮修復割合は Fisher の直接確率検定によって、その他のデータは、Mann-Whitney の U 検定によって解析した。P < 0.05 を有意差あり、0.05 ≤ p < 0.1 を傾向ありとした。データはすべて平均 ± 標準誤差 (Standard error of the mean ; SEM) で表した。

結果および考察

図 1 に分娩前の RFS (a) と臍部深 (b) の推移および両者の関係 (c) を示した。RFS と臍部深の間に強い負の相関が認められ (r = -0.788, P < 0.001 ; 図 1c), 臍部深を測定することでより詳細なルーメンの充満度を把握できる可能性が示された。また、分娩前に測定した全データにおいて、RFS が 3 の乾乳牛の臍部深は 18.2 ± 0.2 cm, 3.5 の場合は 14.4 ± 0.1 cm, 4 の場合は 12.0 ± 0.2 cm であり、RFS から区分した各臍部深の平均値間に有意な差がみられた (すべて P < 0.001)。これらの結果から、乾乳牛に対して、0.5 刻みの 9 段階で RFS を測定することにより、ルーメンの充満度をより細かく判定できることが示された。しかし、本試験では例数が限られており、その中には成長過程の初産牛と成熟した経産牛が混在している。したがって、実用化に向けて、様々な産次の乾乳牛における臍部深や 9 段階の RFS のデータをさらに蓄積し解

析することが必要である。

1. HM 群と LM 群の比較

RFS は LM 群で低く (P < 0.001 ; 図 1a), 臍部深は深かった (P = 0.016 ; 図 1b)。また、両群ともに RFS と臍部深は、分娩まで有意な変化はなかった。したがって、分娩前 4 から 3 週の間一定の RFS を示す乾乳牛は、その後も分娩まで同様の RFS で推移したため、ルーメンの充満度に大きな変化はないといえる。HM 群と LM 群の産次や分娩状況、分娩後の疾病や繁殖機能回復を表 2 に、BCS, 各血清中代謝物濃度および日乳量を図 2 に示した。産次や分娩状況、分娩後の疾病や繁殖機能回復において、両群間に有意な差はなかったが、HM 群の全頭において、試験期間中に排卵し、その後の黄体形成が確認された一方で、LM 群の 5 頭中 2 頭は試験期間中に排卵しなかった。分娩前の血清中 Alb 濃度は、HM 群に比べて LM 群で高い傾向にあり (P = 0.063), 分娩後は群と週次の間に交互作用が認められ (P < 0.001), 0 週において LM 群の血清中 Alb 濃度が HM 群に比べて高かった (P < 0.05)。血清中 AST 活性値は、分娩前において群と週次の間に交互作用があったが (P = 0.035), 両群間に有意差はなく、分娩後では LM 群が HM 群に比べて高値を示した (P = 0.046)。また、LM 群の方が HM 群に比べて、分娩後の血清中 BHBA 濃度 (P = 0.040) は高く、GGT 活性値は高い傾向を示し (P = 0.052), 一方で血清中グルコース濃度は低い傾向を示した (P = 0.051)。さらに分娩後の血清中 BUN 濃度は群と週次の間に交互作用が認められ (P < 0.001), 0 週において LM 群の血清中 BUN 濃度は HM 群に比べて高かった (P < 0.01)。血中 BUN 濃度は、タンパク代謝の指標であり、飼料中の非繊維性炭水化物に対するルーメン分解性タンパク質の割合や、タンパク質の要求量に対する摂取量の割合により変動する (Kida 2002a ; Puppel & Kuczynska 2016)。本試験では完全混合飼料を給与しているため、血清中 BUN 濃度が 0 週において、HM 群より LM 群で高かった理由は不明である。しかし、0 週以外の血清中 BUN 濃度において、両群間で有意な差はなかったことから、0 週における LM 群の高い BUN 濃度は一時的なものであり、その前後のタンパク代謝に大きな影響を与えていないと推察される。Alb は、代謝に関わる様々な物質の運搬や血液の浸透圧維持などの働きをするタンパク質であり、飲水不足やルーメンアシドーシスによる脱水のウシでは高値を示す (内藤ら 2000 ; Kida 2002a)。本試験では、分娩前の飼料構成から考えてルーメンアシドーシス発症の可能性は低いことから、LM 群で血中 Alb 濃度が高い傾向にあった理由は、飲水量が少なかったことが要因であると考えられる。Lukas ら (2008) は、飲水量と DMI との間には強い正の相関があることを示しており、HM 群と比較して LM 群において分娩前でのルーメン充満度の指標となる RFS が低かったことは、採食量が少なかったことを反映している可能性が高

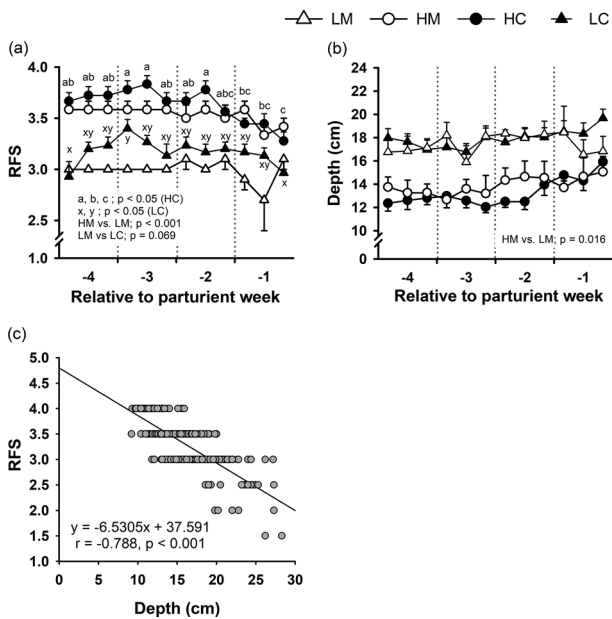


Figure 1 (a) Average of rumen fill score (RFS) and (b) depth of dent in left abdomen in each group, and (c) relationship between depth of dent in left abdomen and RFS. Values are presented as the mean ± SEM. There were 6, 9, 5 and 15 cows in HM, HC, LM and LC, respectively. HM : high and maintained ; HC : high and changed ; LM : low and maintained ; LC : low and changed.

Table 2 Parity, calving difficulty, sex of calves, body weight of calf, diagnosis of postpartum disease, ovarian activity, and healthy uterus involution in HM, HC, LM and LC cows¹

Items	HM	HC	LM		
	(n = 6)	(n = 9)	(n = 5)		
Parity at the onset of experiment	1.2 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.6 ± 0.6		
Calving difficulty ²	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.0 ± 0.0		
Sex of calves (male/female)	4/2	5/4	3/2		
Body weight at the birth of calves (kg)	47.6 ± 1.5	45.2 ± 3.0	49.9 ± 1.7		
Diagnosis of postpartum disease ³	16.7% (1/6)	66.7% (6/9)	40.0% (2/5)		
	Ketosis and mastitis	Hypocalcemia (2), Ketosis (1), Mastitis (2), Mastitis, puerperal fever and retained placenta (1)	Ketosis (1), Mastitis and milk fever (1)		
Onset of luteal activity (week)	2.6 ± 0.2	3.7 ± 0.5	2.3 ± 0.3		
Number of anovulatory cows during the experimental period	0.0% (0/6)	11.1% (1/9)	40.0% (2/5)		
Number of cows with normal uterus involution ⁴	0.0% (0/6)	28.6% (2/5)	50.0% (2/4)		

Items	LC (pre ; n = 15, post ; n = 12)	P-value		
		HM vs. LM	HM vs. HC	LM vs. LC
Parity at the onset of experiment	2.2 ± 0.3	0.931	0.842	0.260
Calving difficulty ²	1.6 ± 0.3	0.429	0.943	0.235
Sex of calves (male/female)	9/6	1.000	1.000	1.000
Body weight at the birth of calves (kg)	48.2 ± 1.3	0.338	0.542	0.506
Diagnosis of postpartum disease ³	66.7% (10/15)	0.545	0.119	0.347
	Ketosis (1), Ketosis and mastitis (1), Ketosis and retained placenta (1), Milk fever (1), Retained placenta (1), Uterine torsion (1), Mastitis (2), Mastitis, metritis, prolapsed uterus and puerperal fever (1), Mastitis and retained placenta (1)	—	—	—
Onset of luteal activity (week)	3.7 ± 0.4	0.572	0.111	0.185
Number of anovulatory cows during the experimental period	0.0% (0/12)	—	—	—
Number of cows with normal uterus involution ⁴	25.0% (3/12)	—	—	0.547

¹ Values are the mean ± SEM.

² 1, unassisted birth (natural, without human assistance) ; 2, easy calving with human assistance ; 3, difficult calving with a few humans ; 4, dystocia (requiring much more force than normal) ; and 5, surgical treatment or death of cow.

³ Ketosis, mastitis, ruminal acidosis, displaced abomasum, astasia, hypocalcemia, milk fever, puerperal fever, retained placenta and endometritis from calving day to 3 weeks postpartum.

⁴ It was classified using a metricheck scores. Some cows were excluded from the analysis due to lack of data.

い。また、血中 NEFA 濃度には両群間で有意差はなかったが、LM 群では分娩直後から半数以上のウシで内藤ら (2000) の示す基準範囲 (分娩後 0-9 日 ; 389 μEq/L, 10-19 日 ; 295 μEq/L, 20-29 日 ; 235 μEq/L) を超えており、加えて分娩後 3 週目以降の BCS において、有意差はないが、LM 群の方が HM 群より 0.25 以上低く推移した。これらの結果から、LM 群は HM 群に比べて体脂肪動員が

多かったことが考えられる。NEFA は肝細胞内で β 酸化を経てアセチル CoA となる (Drackley 1999 ; Roche ら 2007)。エネルギー充足時または軽度なエネルギー不足時では、NEFA から産生されたアセチル CoA は TCA 回路に入り ATP 産生に利用される (Roche ら 2009)。一方、過度な NEB 下では、急激な体脂肪動員により NEFA からアセチル CoA が大量に産生されるが、グルコースが不

足しているため、多くのアセチル CoA は TCA 回路に入れず、ケトン体の産生が高まり、結果として血中 BHBA 濃度の上昇につながる (Roche ら 2009 ; 及川 2015)。また、より多くの体脂肪動員は AST 活性値と GGT 活性値の上昇で示されるような肝機能障害を引き起こし (Kida 2002a), その結果、ケトン体の産生が高まり、血中 BHBA 濃度はさらに上昇し (及川 2015), グルコース濃度は低値となる (Kida 2002a)。したがって、本試験の LM 群は HM 群に比べて分娩前の採食量が低く、分娩後の乳量は両群において同程度であったが、LM 群はエネルギー状態が低かったため、より多くの体脂肪動員から脂質代謝異常につながり、肝機能障害を引き起こしたことが示唆された。また、分娩後の NEB の低さと初回排卵遅延との関係が報告されていることから (Beam と Butler 1999), LM 群の 2 頭で試験期間中に排卵しなかった理由は、エネルギー状態の低さが要因であることが考えられる。

以上より、分娩前 4 から 3 週の間 RFS が変動せず

定の値を示した乾乳牛において、スコアの違いは採食量を反映している可能性が高く、RFS が低いウシは、高いウシと同程度の乳生産が可能であるが、分娩後にはよりエネルギー状態が低くなり、脂質代謝異常や肝機能障害を示し、分娩後の初回排卵を遅らせる可能性が示唆された。また、これらのウシは分娩まで同一の RFS を示したことから、分娩前 4 から 3 週の間 RFS をモニタリングし、RFS が低い乾乳牛へエネルギー改善を促す補助飼料などを給与することで、その後の栄養代謝状態の改善や分娩後の初回排卵を早めることが可能になるかもしれない。

2. HM 群と HC 群の比較

HM 群と HC 群の RFS と臍部深は、ともに両群間で差はみられなかった (図 1a, b)。しかし、HM 群の RFS は分娩まで変化しなかったのに対し、HC 群では分娩 1 週間前から低下しはじめ、分娩直前には有意に低下した ($P < 0.05$; 図 1a)。HM 群と HC 群の産次や分娩状況、疾病発生率ならびに初回黄体形成週は両群間に差はなかった

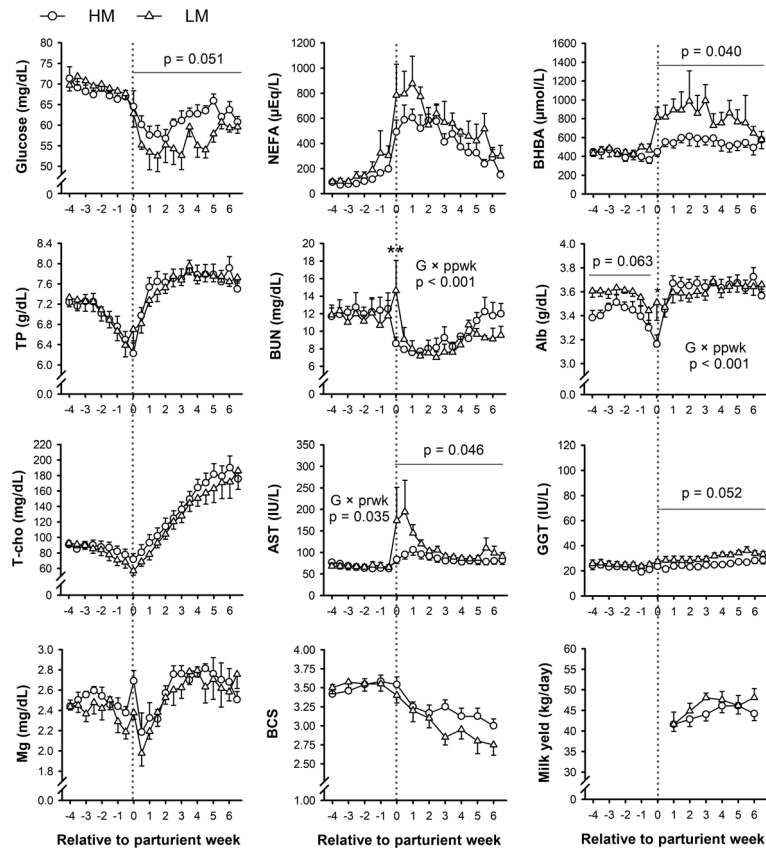


Figure 2 BCS, concentration of serum metabolites and daily milk yield in HM (n = 6) and LM (n = 5). Data are presented as the mean ± SEM. Statistical significance of differences between HM and LM is indicated as follows : * $P < 0.05$ and ** $P < 0.01$. HM : high and maintained ; LM : low and maintained ; Alb : albumin ; AST : aspartate aminotransferase ; BHBA : β -hydroxybutyrate ; BUN : urea nitrogen ; GGT : gamma-glutamyl transpeptidase ; Mg : magnesium ; NEFA : nonesterified fatty acid ; T-cho : total cholesterol ; TP : total protein ; G : group ; prwk : prepartum week ; ppwk ; postpartum week.

が、HC 群の 1 頭は試験期間中に排卵しなかった (表 2)。HM 群と HC 群の BCS, 各血清中代謝物濃度および日乳量を図 3 に示した。分娩前において、血清中 T-cho 濃度で群と週次に交互作用があり ($P = 0.004$)、各週で両群間に有意差はなかったが、HM 群では同期間に変化しなかった一方で、HC 群は分娩に向けて低下した ($P < 0.05$)。また、分娩前の血清中 Mg 濃度は、HC 群が HM 群に比べて低い傾向にあった ($P = 0.097$)。血中 T-cho 濃度と DMI やエネルギーバランスとの間に正の相関があること (Spicer ら 1993)、血中 Mg 濃度は採食量の指標になること (Kida 2002a) が報告されている。これらの結果から、分娩前の RFS は両群間で差はなかったが、血清中 T-cho の濃度変化や Mg の濃度差から、HC 群は HM 群より採食量が低く、さらに分娩に向けた採食量の低下が大きかったことが考えられる。ルーメンの充満度は、ルーメン内の液体と固形物の総量によって決まり、DMI のほかに飼料の種類や形状、化学成分、特に乾物率や繊維含量、ルーメン

内通過速度などの影響を受けること (Boudon ら 2009)、加えて、粗飼料に多く含まれる繊維成分は、ルーメンマットを形成する主成分であり、ルーメン内の分解速度や通過速度が遅いため、ルーメンの充満度に影響を及ぼすことが知られている (日本飼養標準; 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構編 2017)。本試験の結果では、HC 群において分娩前の RFS に変化があった理由を明らかにすることはできないが、HC 群は HM 群に比べてルーメンマットが薄く、ルーメンの膨らみがガスや水分などの影響を受けていた可能性は高いと考えられる。現在、簡易的なルーメンマットの性状やルーメン内容量の評価法には、左臍部の触診による方法があり、乾乳期のこれらのスコアの低下、すなわちルーメンマットの薄さやルーメン内容量の少なさと分娩後の低カルシウム血症やケトosis の発症との関係が報告されている (山岸ら 2004; 江口ら 2005)。測定時の RFS だけでは、ルーメンマットの厚さや性状を判断することが難しいが、本試験で実施した RFS の日間変動の

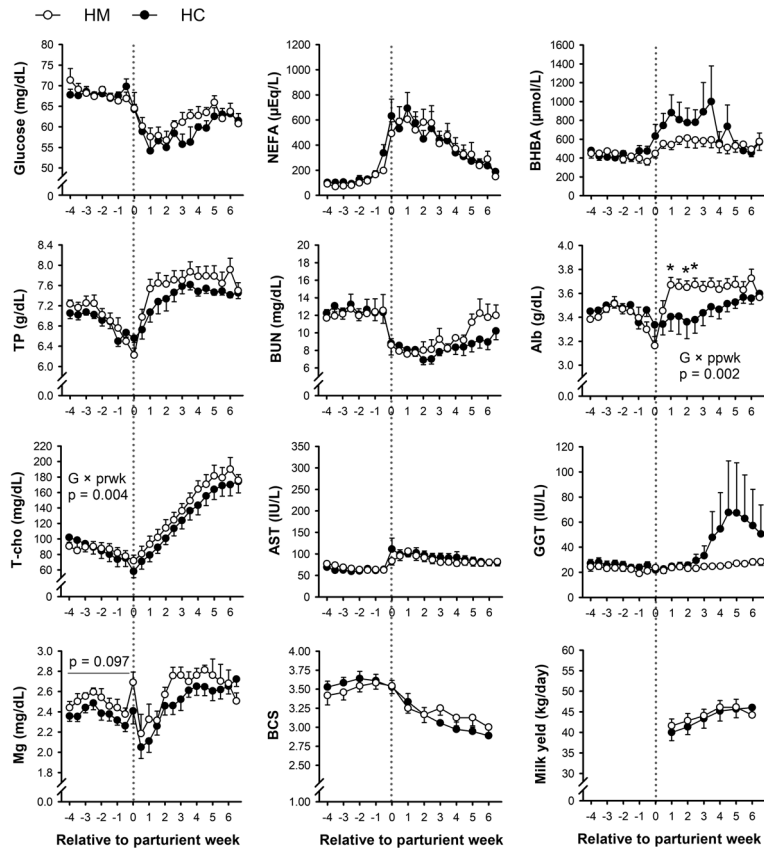


Figure 3 BCS, concentration of serum metabolites and daily milk yield in HM ($n = 6$) and HC ($n = 9$). Data are presented as the mean \pm SEM. Statistical significance of differences between HM and HC is indicated as follows: * $P < 0.05$. HM: high and maintained; HC: high and changed; Alb: albumin; AST: aspartate aminotransferase; BHBA: β -hydroxybutyrate; BUN: urea nitrogen; GGT: gamma-glutamyl transpeptidase; Mg: magnesium; NEFA: nonesterified fatty acid; T-cho: total cholesterol; TP: total protein; G: group; prwk: prepartum week; ppwk: postpartum week.

有無とこれらの触診によるルーメンの性状や内容量との関係を明らかにすることで、よりルーメン内の実態に合わせたRFSによる採食状況の判断方法が構築できるかもしれない。分娩後はHM群に比べてHC群で、血清中Alb濃度が低かったが(分娩後1週: $P = 0.048$, 2週: $P = 0.033$, 2.5週: $P = 0.031$)、その他の血中代謝物濃度には両群間で差はなかった。Albは肝臓で作られるタンパク質であり、低値は肝機能低下や慢性的な炎症を示す(Kida 2002b; BertoniとTrevisi 2013; Montagnerら2016)。肝機能障害の指標であるASTとGGTの血中活性値は両群間で有意な差は認められなかったが、HC群では半数以上のウシが疾病を発症しており、疾病による炎症がAlb合成量の低下を招いた要因である可能性が示唆された。また、分娩後早期の全身性の炎症は分娩後の最初の主席卵胞の排卵を阻害することが報告されており(Cheongら2017)、本試験においてもHC群の分娩後の初回黄体形成週が1週間以上遅かったことや無排卵牛がいたことから、既報と一致する結果となった。

以上より、分娩前4から3週の間には3.5以上のRFSを示しルーメンの充満度が高いと判断されるウシにおいてもRFSの日間変動がある場合は、十分に採食が来ていない可能性があり、このようなウシは分娩後に疾病発生を伴い、それが分娩後の初回排卵遅延を引き起こす可能性が示された。

3. LM群とLC群の比較

RFSはLM群に比べてLC群で高い傾向にあり($P = 0.069$; 図1a)、また、LM群のRFSは分娩まで変化しなかったのに対し、LC群では分娩4週間前から1回スコアが上昇した後、分娩前に再び低下した($P < 0.05$; 図1a)。一方、臍部深は両群間に差はなくRFSと矛盾した結果であった。LC群とLM群において、平均産次に差はないが、LC群の半数以上は2産以上であり、臍部深がウシの体格、つまり腰角の発達に影響を受けて深くなった可能性が挙げられる。したがって、臍部深を用いてルーメンの充満度を把握するためには、今後、産次による影響を調査する必要があると考えられる。両群の産次や分娩状況、分娩後の疾病や繁殖機能回復などにおいて、いずれの項目も差はみられなかった(表2)。しかし、LC群では疾病発症頭数が多く、その中でも子宮疾患は、LM群に認められなかった一方で、LC群では5頭と疾病発症頭数の半数を占めていた。また、LC群では試験期間中、全頭で排卵後に黄体形成が確認されたが、LM群の2頭は排卵しなかった。LM群とLC群のBCS、各血清中代謝物濃度および日乳量を図4に示した。分娩前において、LC群はLM群に比べて、血清中Mg($P = 0.097$)およびBHBA濃度($P = 0.059$)、GGT活性値($P = 0.098$)が低い傾向にあった。血中Mg濃度の結果から、LC群では採食量が低く推移し、分娩直前により低下したことが推測されたが、RFSはLC群がLM群より高かった理由として、前述したHC群と同様、ガ

スや水分などがルーメンの充満度に影響を与えた可能性が考えられる。分娩前の採食量の低下が、分娩後の疾病発生を招くことは多くの報告から明らかであり(OstergaardとGrohn 1999; Bareilleら2003)、本試験においても、同様の理由でLC群の分娩後の疾病発生につながった可能性が考えられる。分娩後において、LC群はLM群に比べて、血清中グルコース濃度が高く($P = 0.005$)、BHBA濃度($P = 0.007$)とAST($P = 0.053$)およびGGT活性値($P = 0.024$)は低いまたは低い傾向にあり、さらに分娩後0週目のBUN濃度は低値であった($P < 0.001$)。また、BCSは群と週次との間に交互作用があったが($P < 0.001$)、両群間に有意な差はなかった。1週目から6週目までの乳量は、LC群がLM群と比較して少ない傾向にあった($P = 0.069$)。BUN濃度は前述したようにタンパク代謝の指標であるが(Kida 2002a; Puppel & Kuczynska 2016)、本試験では試験対象牛に完全混合飼料を給与しており、0週で両群間に有意差があった理由は不明である。しかし、0週を除き両群間で有意な差はなかったことから、0週におけるLM群の高いBUN濃度は一時的なものであり、その前後のタンパク代謝に大きな影響は与えていないと考えられる。血清中グルコース濃度およびBHBA濃度、AST活性値、GGT活性値から、LC群はLM群よりもエネルギー状態は高く、脂質代謝異常や肝機能障害が少なかったことが考えられる。両群間でこのような栄養代謝状態の違いが認められた理由として、LM群では分娩4週前にすでに半数近くのウシで血清中GGT活性値が基準範囲(18.42IU/L, 内藤ら2000)を超えていたため、試験開始前から肝機能障害であったことが考えられる。LM群のウシで分娩4週間前から肝機能障害に陥っていた理由は不明であるが、これが一因となり、分娩後に動員された体脂肪から生じたNEFAはケトン体の産生、すなわち血清中BHBA濃度の上昇につながったこと(及川2015)、ならびに血清中グルコース濃度が低下したこと(Kida 2002a)が考えられる。また、より多くの体脂肪動員は肝機能障害を引き起こす(Kida 2002a)。したがって、LC群に比べLM群において、分娩後の血清中GGT活性値が有意に高くなり、AST活性値も高い傾向を示す結果につながったといえる。さらに、LC群の乳量がLM群に比べて低かったことも一因であると考えられる。両群間に有意差はないが、LC群は疾病発症頭数が多かったことに加えて、半数のウシには子宮疾患が認められた。ケトosisをはじめとするほとんどの分娩後疾病は、乳量低下の原因となる(OstergaardとGrohn 1999)。また、子宮疾患に罹患したウシでは乳量が減少することが報告されている(Burkeら2010; Bicalhoら2017)。このような理由でLC群では乳量が減少したため、結果として、分娩後の栄養代謝状態がLM群に比べて良好に保たれたと推察される。さらに、分娩後の初回排卵遅延は過度なNEB(BeamとButler 1999)だけでなく、継続的な血中GGT

乳牛の分娩前 RFS の変動意義

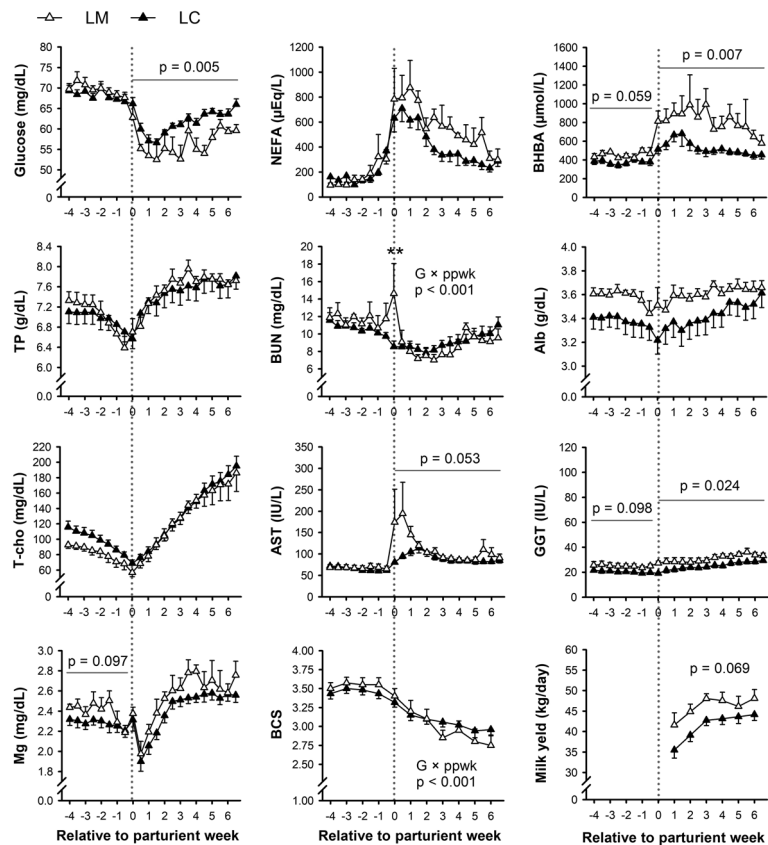


Figure 4 BCS, concentration of serum metabolites and daily milk yield in LM (n = 5) and LC (prwk ; n = 15, ppwk ; n = 12). Data are presented as the mean \pm SEM. Statistical significance of differences between LM and LC is indicated as follows : ** $P < 0.01$. LM : low and maintained ; LC : low and changed ; Alb : albumin ; AST : aspartate aminotransferase ; BHBA : β -hydroxybutyrate ; BUN : urea nitrogen ; GGT : gamma-glutamyl transpeptidase ; Mg : magnesium ; NEFA : nonesterified fatty acid ; T-cho : total cholesterol ; TP : total protein ; G : group ; prwk : prepartum week ; ppwk : postpartum week.

活性値の高値に示される慢性的な肝機能障害も一因になると報告されている (Kawashima ら 2016b). したがって、LM 群のウシで試験期間中に排卵しなかった理由は、試験開始時からの肝機能障害も要因である可能性が示唆された。

以上より、分娩前 4 から 3 週の間には 3.0 以下の RFS を示しルーメンの充満度が低いと判断されるウシにおいて、RFS の日間変動がある場合は、同程度の RFS で日間変動のないウシに比べて、採食量が低い可能性があり、それが分娩後の子宮疾患などの疾病発生につながり、乳量低下を引き起こす可能性が示された。

このように一連の結果から、乾乳牛の RFS の日間変動を確認することは、一時点の RFS 測定よりも、より正確にルーメンの充満度やその性状を予測でき、採食状況の推定に利用できる可能性が示された。また、乾乳牛にとって RFS 値が一定に高く保たれることは、分娩後の疾病発生予防や高い乳生産、卵巣機能の早期回復に重要であるが、

RFS の日間変動がある場合は、RFS から予測するよりも実際の採食量は低い可能性があり、RFS が高く日間変動がある場合は、分娩後の疾病発生につながり、RFS が低く日間変動もある場合は、分娩後の疾病発生とそれに伴う乳量低下につながる可能性が示唆された。そのため、今後は RFS の日間変動がある乾乳牛に対して、生産現場で可能な対策を検討する必要があると考えられる。

謝 辞

本論文の試料採取や執筆にあたり帯広畜産大学木田克弥教授、松井基純教授、ACOSTA AYALA Tomas J 准教授ならびに齋藤朋子助教にご助言およびご協力頂き深く感謝申し上げます。本研究は JSPS 科研費 15K07684 ならびに栗林育英学術財団平成 29 年度研究助成を受け実施したものである。

文 献

- Bareille N, Beaudreau F, Billon S, Robert A, Faverdin P. 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Production Science* **83**, 53-62.
- Beam SW, Butler WR. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement* **54**, 411-424.
- Bertoni G, Trevisi E. 2013. Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice* **29**, 413-431.
- Bicalho ML, Marques EC, Gilbert RO, Bicalho RC. 2017. The association of plasma glucose, BHBA, and NEFA with postpartum uterine diseases, fertility, and milk production of Holstein dairy cows. *Theriogenology* **88**, 70-282.
- Boudon, A, Peyraud JL, Faverdin P, Delagarde R, Delaby L, Chaves AV. 2009. Effect of rumen fill on intake of fresh perennial ryegrass in young and mature dairy cows grazing or zero-grazing fresh perennial ryegrass. *Animal* **3**, 1706-1720.
- Burfeind O, Sepúlveda P, von Keyserlingk MAG, Weary DM, Veira DM, Heuwieser W. 2010. Technical note : Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **93**, 3635-3640.
- Burke CR, Meier S, McDougall S, Compton C, Mitchell M, Roche JR. 2010. Relationships between endometritis and metabolic state during the transition period in pasture-grazed dairy cows. *Journal of Dairy Science* **93**, 5363-5373.
- Butler WR, Smith RD. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **72**, 767-783.
- Cameron REB, Dyk PB, Herdt TH, Kaneene JB, Miller R, Bucholtz HF, Liesman JS, Vandehaar MJ, Emery RS. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science* **81**, 132-139.
- Castro N, Kawashima C, van Dorland HA, Morel I, Miyamoto A, Bruckmaier RM. 2012. Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity postpartum in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **95**, 5804-5812.
- Cheong SH, Sá Filho OG, Absalon-Medina VA, Schneider A, Butler WR, Gilbert RO. 2017. Uterine and systemic inflammation influences ovarian follicular function in postpartum dairy cows. *PLOS ONE* **12**, e0177356.
- Drackley JK. 1999. Biology of Dairy Cows During the Transition Period : the Final Frontier?. *Journal of Dairy Science* **82**, 2259-2273.
- 江口理香, 山岸則夫, 李 仁炯, 大星健治, 高木光博, 中川 昭. 2005. 乳牛の移行期における臨床検査成績とその後の繁殖成績との関係. *日本家畜臨床学会誌* **28**, 34-41.
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in holstein cows. *Journal of Dairy Science* **77**, 2695-2703.
- Goff JP. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science* **89**, 1292-1301.
- Goff JP, Horst RL. 1997. Physiological changes at parturition and their Relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science* **80**, 1260-1268.
- Gross J, van Dorland HA, Bruckmaier RM, Schwarz FJ. 2011. Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of Dairy Science* **94**, 1820-1830.
- Ingvartsen KL, Dewhurst RJ, Friggens NC. 2003. On the relationship between lactational performance and health : is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science* **83**, 277-308.
- 家畜改良事業団. 2018. 乳用牛群能力検定成績のまとめ—平成29年度—. 一般社団法人家畜改良事業団, 東京. [cited 10 April 2019]. Available from URL : <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/18/H29matome.pdf>
- Kawashima C, Ito N, Nagashima S, Matsui M, Sawada K, Schweigert FJ, Miyamoto A, Kida K. 2016b. Influence of hepatic load from far-off dry period to early postpartum period on the first postpartum ovulation and accompanying subsequent fertility in dairy cows. *Journal of Reproduction and Development* **62**, 289-295.
- Kawashima C, Karaki C, Munakata M, Matsui M, Shimizu T, Miyamoto A, Kida K. 2016a. Association of rumen fill score and energy status during the close-up dry period with conception at first artificial insemination in dairy cows. *Animal Science Journal* **87**, 1218-1224.
- Kawashima C, Suwanai M, Honda T, Teramura M, Kida K, Hanada M, Miyamoto A, Matsui M. 2018. Relationship of vaginal discharge characteristics evaluated by Metrichick device to metabolic status in postpartum dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals* **53**, 1396-1404.
- Kida K. 2002a. The Metabolic Profile Test: Its Practicability in Assessing Feeding Management and Periparturient Diseases in High Yielding Commercial Dairy Herds. *Journal of Veterinary Medical Science* **64**, 557-563.
- Kida K. 2002b. Use of Every Ten-Day Criteria for Metabolic Profile Test after Calving and Dry Off in Dairy Herds. *Journal of Veterinary Medical Science* **64**, 1003-1010.
- 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構. 2017. 日本飼養標準・乳牛 (2017年版). pp. 64-68, 117-122. 公益社団法人中央畜産会, 東京.
- Lucy MC. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where Will It End?. *Journal of Dairy Science* **84**, 1277-1293.
- Lukas JM, Reneau JK, Linn JG. 2008. Water intake and dry matter intake changes as a feeding management tool and indicator of health and estrus status in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **91**, 3385-3394.
- Miyamoto A, Okuda K, Schweigert FJ, Schams D. 1992. Effects of basic fibroblast growth factor, transforming growth factor-beta and nerve growth factor on the secretory function of the bovine corpus luteum in vitro. *Journal of Endocrinology* **135**, 103-114.

- Montagner P, Krause AR, Schwegler E, Weschenfelder MM, Rabassa VR, Schneider A, Pereira RA, Brauner CC, Del Pino FA, Goncalves FM, Correa MN. 2016. Reduction of liver function delays resumption of postpartum ovarian activity and alters the synthesis of acute phase proteins in dairy cows. *Research in Veterinary Science* **106**, 84-88.
- Mulligan FJ, Doherty ML. 2008. Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal* **176**, 3-9.
- 内藤善久, 浜名克己, 元井霞子. 2000. 生産獣医療における牛の生産病の実際. pp. 17-23. 文永堂出版, 東京.
- 及川 伸. 2015. 乳牛の潜在性ケトosisに関する最近の研究動向. *日本獣医師会雑誌* **68**, 33-42.
- Ostergaard S, Grohn YT. 1999. Effects of diseases on test day milk yield and body weight of dairy cows from Danish research herds. *Journal of Dairy Science* **82**, 1188-1201.
- Puppel K, Kuczynska B. 2016. Metabolic profiles of cow's blood ; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **96**, 4321-4328.
- Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP. 2009. Invited review : Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* **92**, 5769-5801.
- Roche JR, Lee JM, Macdonald KA, Berry DP. 2007. Relationships among body condition score, body weight, and milk production variables in pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science* **90**, 3802-3815.
- 佐藤 繁, 河野充彦, 村山勇雄, 高橋孝幸, 鈴木利行. 2005. 乳牛における分娩前の血糖および遊離脂肪酸値と分娩後の負のエネルギーバランスの関係. *日本家畜臨床学会誌* **28**, 1-6.
- Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S, Gilbert RO. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* **65**, 1516-1530.
- Spicer LJ, Vernon RK, Tucker WB, Wettemann RP, Hogue JF, Adams GD. 1993. Effects of inert fat on energy balance, plasma concentrations of hormones, and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **76**, 2664-2673.
- Stevenson JS, Britt JH. 1979. Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *Journal of Animal Science* **48**, 570-577.
- 高橋 透. 2014. 胎子および受胎産物. 小笠 晃, 金田義宏, 百目鬼郁男監修. 動物臨床繁殖学. pp. 165-174. 株式会社朝倉書店, 東京.
- 山岸則夫, 李 仁炯, 大星健治, 安藤道雄, 高木光博, 中川 昭. 2004. 乳牛の乾乳後期における第一胃内容および尿性状の簡易臨床検査所見と各種周産期疾病発生との関係. *日本家畜臨床学会誌* **27**, 13-19.
- Zaaijer D, Noordhuizen J. 2003. A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows. *Irish Veterinary Journal* **56**, 145-15.

Relationship between changes in prepartum rumen fill score and peripartum metabolic status, postpartum disease, and recovery of reproductive function in dairy cows

Moeri KONDO¹, Rui HASEGAWA¹, Hazuki KATO¹, Chikako FUKUSHIMA¹ and Chiho KAWASHIMA¹

¹ Field Center of Animal Science and Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

Corresponding : Chiho KAWASHIMA (fax : +81 (0) 155-49-5653, e-mail : kawasima@obihiro.ac.jp)

The present study investigated the relationship between changes in rumen fill score (RFS) during the dry period and peripartum metabolic status, postpartum disease, and recovery of reproductive function in dairy cows. Based on the RFS at 3-4 weeks before calving, 35 multiparous Holstein cows were classified into 4 groups as follows : high (≥ 3.5 , H) or low (≤ 3.0 , L), and maintained (M) or changed (C) RFS (HM, $n = 6$; HC, $n = 9$; LM, $n = 5$; and LC, $n = 15$). The LM group had lower glucose ($P = 0.05$) and higher β -hydroxybutyrate acid ($P < 0.05$) levels than the HM group, and two LM cows did not ovulate during the experimental period. The HC group had lower albumin levels ($P < 0.05$) than HM. In the LC group, a greater number of cows developed postpartum disease than the LM group (LM, $n = 2$; LC, $n = 10$), and overall there was a lower milk yield ($P < 0.1$) in LC than LM. Taken together, dairy cows with low and/or changing RFS during the dry period have lower energy status, higher disease risk, lower milk yield, and delayed resumption of ovarian activity after calving than groups with high and/or unchanging RFS.

Nihon Chikusan Gakkaiho 90 (4), 295-305, 2019

Key words : disease, dry cow, metabolic status, peripartum, rumen fill score.