

令和 3 年 10 月 19 日現在

機関番号：82111

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K14845

研究課題名(和文) 栄養配分のギアチェンジによる泌乳初期乳量の調節

研究課題名(英文) Control of lactation due to regulation of nutritional balance of feed (lactation gear change) in early stage of lactating cows.

研究代表者

田鎖 直澄 (takusari, naozumi)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・グループ長

研究者番号：60343951

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：乳牛の繁殖性低下や周産期疾病の原因となる泌乳初期の低栄養状態を改善するため、泌乳初期の乳量の増加を制御する飼養管理について検討した。分娩後、泌乳量は実験処理の有無にかかわらず増加したが、飼料栄養素バランスの調節により、泌乳量の増加を一時的に抑制し、その後亢進させる、すなわち、泌乳をギアチェンジさせることに成功した。この処理により、泌乳初期の乳牛のエネルギーバランスも改善させることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

乳牛は分娩を境に急激に乳生産を始めるが、最初の3か月はこれに見合うだけの飼料を食べることができずに低栄養状態になる。この低栄養を原因として繁殖障害などの疾病が増えるため、抜本的に改善する方法が求められている。この研究では全く新たな試みとして飼料栄養の制御のみで分娩後の泌乳量の増加を一時的に抑制し、その後亢進させる、すなわち、泌乳をギアチェンジさせることに成功し、泌乳初期の乳牛の低栄養状態を大きく改善することができた。

研究成果の概要(英文)：In order to improve the malnutrition, which is responsible for the decline in fertility and increase of perinatal diseases in the early stage of lactation, feeding management to control the increase in milk yield in early lactation was examined. After parturition, milk yields increased irrespective of experimental treatment, but by regulating feed nutrient balance, we succeeded the response (lactation gear change) that is temporarily suppressing the increase in lactation and then accelerating it. By this treatment, energy balance of dairy cows in early lactation could also be improved.

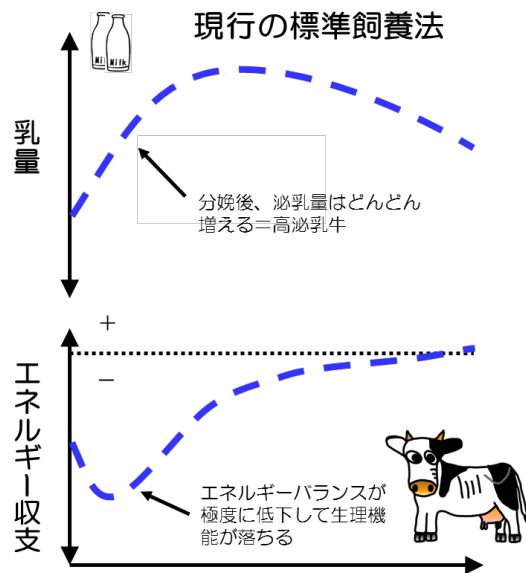
研究分野：動物生産科学

キーワード：栄養・飼養 乳牛 産乳制御 栄養 生理 ギアチェンジ 泌乳 エネルギーバランス

1. 研究開始当初の背景

(1) 泌乳初期の負のエネルギーバランス

乳牛では、分娩後、泌乳が本格的に開始されると日々の乳量が急激に増加し、約5週間で泌乳ピーク(泌乳最盛期)に到達する。一方、分娩後には採食量(栄養摂取量)も増加するが、泌乳量に遅れることが多い。分娩前の採食量は、妊娠後期に必要な栄養素が増給されるものの、乳生産のための栄養素を必要としない乾乳期間であるため、泌乳期の半分以下に減少している。分娩後、採食量は泌乳量の増加に合わせて増えることが望ましいが、近年の乳牛の高能力化に伴って、一乳期で生産される乳量と同時に泌乳ピークの乳量レベルも高くなっており、日々摂取しなくてはならない飼料(要求量)の増加が大きい。採食量の増加が要求量に追いつかなくなっている。そのため、泌乳初期の泌乳牛は極端な負のエネルギーバランスの状態に陥る。エネルギー不足の泌乳牛では、種々の生理機能が低下し、次産のための繁殖成績の低下や栄養素代謝の障害、免疫機能の低下などにより周産期疾病が多発している。



(2) 泌乳持続性を向上させる改良

乳牛の乳生産量と栄養摂取量の増加パターンをマッチさせる飼養技術の開発は急務となっている。この問題に関連して、泌乳高持続型乳牛への育種改良法の開発が進められ、新たに泌乳持続性育種評価値が設定された。我々はこの研究開発において、泌乳初期の乳量の増加速度が大きいほど、あるいは瘦肥度指標のボディコンディションスコア(BCS)の低下が大きい乳牛ほど繁殖成績が低下することを示した(2011年度畜産大賞研究開発部門最優秀賞、富樫・萩谷・田鎖ら)。このことは、泌乳ピーク時の乳量だけでなく、泌乳ピークまでの増乳速度を緩やかにするよう制御して、エネルギーバランスが極端に低下するのを防ぎ、生体機能が十分発揮され

るように栄養状態を適正に保つことが有用であることを示唆している。

(3) 乾乳期短縮技術の開発

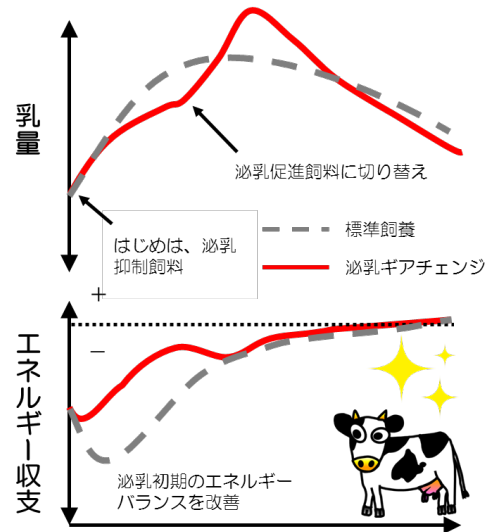
分娩後の増乳速度を制御する方法の一つとして、乾乳期短縮技術に取り組んできた。しかしながら、乾乳期間40日程度への短縮では、泌乳ピークまでの増乳速度を十分に抑えることはできなかった(山科・田鎖ら, 日畜会報2012)。

(3) 飼料栄養素のバランスと泌乳の関係に関する閃き

泌乳初期に最適なエネルギー含量や粗タンパク質(CP)の構成を検討する試験のなかで、飼料CPの割合が低下すると泌乳初期乳量の増加が抑制されるとともに、体重減少も少ないことを見出した(高山・田鎖ら 日本畜産学会口頭発表2006, 時田・田鎖ら 日本畜産学会口頭発表2008)。我々は、栄養素バランスの変化によって泌乳初期の乳生産をコントロールすることができれば、泌乳曲線と栄養摂取量の増加パターンを適合させることが可能になるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究では分娩直後から泌乳初期における泌乳量と栄養摂取量の増加パターンをマッチさせる飼料・栄養設計を試みて、その効果を検証する。



<実験モデル>

飼料栄養素のバランスを調節することで、泌乳初期の乳生産をギアチェンジさせ、負のエネルギーバランスを改善する

特に、飼料からのエネルギーとタンパク質摂取のバランスを調節することによって乳生産が増加したり、減少したりするかに着目する。分娩から1ヵ月程度(泌乳初期)の泌乳量増加を一時的に抑制した後、飼料構成を変更して乳生産を促進状態に「ギアチェンジ」させる栄養管理は可能かどうか、飼養

試験を行う。そして、泌乳曲線と栄養状態、ボディコンディションや血液性状の変化を検討する。基本となる栄養素のバランスを基軸にして、泌乳初期のエネルギー状態を改善し、乳生産性と健全性を向上させる飼養管理技術の開発に寄与する基礎的知見を得る。

3. 研究の方法

(1) 供試牛と飼料設計

3~4産のホルスタイン種経産牛14頭を供試した。平均乳量は約10,500kgであった。供試牛をタイストールに繋留し、個別の飼槽により、体重と乳量に合わせて設計した飼料を給与した。

飼料の条件としては、泌乳をギアチェンジさせるために栄養素(エネルギーとタンパク質含量など)のバランスを調節する「処理区」と現行の標準的飼料、すなわち飼養標準準拠の「対照区」を設定した。処理区と対照区には、供試牛を7頭ずつ配置した。対照区では、日本飼養標準「乳牛」(2006)の泌乳最盛期の要求量に基づき、可消化養分総量(TDN)74%、CP15%の飼料を泌乳初期の標準飼料とした。これに対し処理区では、泌乳抑制飼料(高山・田鎖ら、日本畜産学会第106回大会口頭発表2006)と泌乳促進飼料を調整した。

飼養試験は、まず分娩から1ヵ月程度(泌乳ピーク前の期間)、処理区では泌乳抑制飼料を給与した。次に泌乳促進飼料に切り替え、さらに約1ヵ月飼養した。対照区は、分娩後から実験終了までの約2.5ヵ月間、標準飼料一定とした。飼料中の繊維含量(NDF)は両区で同じにした。

(2) 飼養条件とサンプリング

供試牛には、それぞれ調製した混合飼料(TMR)を1日2回給与した。自由採食とするため、乾物要求量の110%程度を給与し、残食を毎日採取、計量した。残食と給与飼料の水分含量を測定し、毎日の乾物摂取量(DMI)を把握した。水はウォーターカップにより自由摂取させた。搾乳は1日2回、ミルクングパーラーにて行った。個体ごとの泌乳量は毎日計量した。また、週1回、個体ごとの牛乳サンプルを採取し、乳タンパク、乳脂肪、乳糖などの乳成分と体細胞数を測定した。搾乳後に体重とBCSを週1回測定した。また、同じく週1回、頸静脈から採血を行い、血液生化学成分、代謝産物、ホルモン等の濃度を測定した。

4. 研究成果

(1) 乳生産の反応

分娩直後の泌乳量には、泌乳ギアチェンジを誘起する処理区と飼養標準に準拠した対照区で差はなかった。処理区では、泌乳抑制飼料給与により分娩後の乳量増加が抑制された。エネルギー補正乳量(ECM)で見ると、分娩1ヵ月以内において対照区に比べ処理区では有意に低値となった。その後、泌乳促進

飼料に切り替えるとECMは増加し、対照区と同じレベルに達した。

(2) 体重・BCSの反応

分娩前と分娩直後の体重とBCSには、両区で差は認められなかった。その後、泌乳初期では、体重とBCSは飼料の栄養調整に関わらず低下したが、処理区では泌乳促進飼料に切り替えた後、分娩後2ヵ月頃より増加に転じる傾向にあり、処理区に比べて有意に高かった。

(3) 採食量とエネルギーバランスの反応

採食量は対照区と処理区で差がなかったため、一時的に泌乳量が抑制された処理区では泌乳初期のエネルギーバランスが改善する傾向にあった。すなわち、泌乳抑制飼料を給与した分娩後1ヵ月間は対照区よりも処理区においてエネルギーバランスは良好であった。一方、泌乳促進飼料を給与し、泌乳量が増加へとギアチェンジした期間においては、処理区と対照区に差はなかった。この時期には、エネルギーバランスは僅かにマイナスではあるものの、乳生産による利用と飼料からの供給のバランスが取れてきた。

(4) 血液成分の反応

血糖値には飼料調整による影響は認められなかったが、遊離脂肪酸の血中濃度は、処理区の方が継続して低値となった。血中尿素態窒素濃度(BUN)は、処理区の栄養調整レベルに反応して増減した。

(5) 考察と展望

本研究では、飼料からの栄養素供給のバランスを調節することで、泌乳初期の過度な泌乳量の増加を一時的に抑制し、その後回復させることに成功した。これにより、エネルギーバランスも改善させることができた。したがって、周産期の健全性を向上させる飼養管理技術につながる重要な生理反応(泌乳ギアチェンジ)を発見したと考えている。

これまで、泌乳初期・前期の乳牛の低栄養問題に対しては、育種改良と飼養管理の両面から数多くの試みがなされてきた。しかしながら、それぞれ一定の効果はあるものの解決には至っていなかった。例えば、泌乳ピーク乳量が抑制され、エネルギーバランスも改善した実験では、ピークと同様に泌乳曲線全体が低く推移したままとなり、乳生産量が大きく減少した。この反応だと、泌乳牛の健全性はある程度改善するが、乳生産が犠牲となっており、酪農現場での受け止めは芳しくないと考えられる。

今回、我々が行った泌乳ギアチェンジでは、栄養が不足する泌乳初期において、給与する栄養素のバランスをあえて崩すという発想がポイントになっており、斬新であり、挑戦的であった。今回得られた、乳生産を一時的にダウンさせるが、その後再び活性化できる

泌乳ギアチェンジ飼養法は、国内外の泌乳生理・栄養学の研究者はもとより、酪農現場に対しても今後大きなインパクトを持つと考えている。泌乳をより効果的にギアチェンジさせる、泌乳初期の栄養状態を改善して繁殖性の向上や疾病の発生低減に繋げる、そのための栄養生理学的知見をさらに積み上げる必要があり、本研究はその端緒となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Togashi, K., K.Moribe, S.Iwama, S.Matamoto, S.Yamaguchi, K.Adachi, T.Takahashi, S.Saitoh, T.Shinkuni, T.Yamazaki, T.Ikeda,
Genotype-by-environment interaction on genetic relationships between lactation persistency and conception measures in Japanese Holstein cows. *Livestock Science.*, 183: 40-47, 2016.

[学会発表](計 3 件)

伊藤文彰・山崎武志・田鎖直澄、タンパク給与量を調節する泌乳ギアチェンジ栄養給与法による泌乳初期乳量の制御、日本畜産学会第 124 回大会、東京大学農学部、2018 年 3 月 28 日

伊藤文彰・山崎武志・杉山あかね・梅田世奈・舩田正博・田鎖直澄、泌乳関連ホルモンと泌乳平準化に関する泌乳形質との関係、日本畜産学会第 122 回大会、神戸大学鶴甲第 1 キャンパス、2017 年 3 月 29 日

山崎武志・武田尚人・田鎖直澄、305 日乳量と泌乳持続性の育種価の違いが乳正味エネルギー(NEL)泌乳曲線に及ぼす影響、日本畜産学会第 122 回大会、神戸大学鶴甲第 1 キャンパス、2017 年 3 月 29 日

[図書](計 3 件)

田鎖直澄、第 6 章「泌乳曲線の平準化」、日本飼養標準「乳牛」(2017 年版)、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構(編) 中央畜産会、東京、178-183、2017 .

田鎖直澄、泌乳持続性と飼養標準、畜産技術、(公社)畜産技術協会、東京、751 巻、178-183、2017 .

山崎武志、泌乳持続性の改良に対する乳量および体細胞スコアの相関反応の予測、畜産技術、(公社)畜産技術協会、東京、720 巻、5-7、2015 .

6. 研究組織

(1)研究代表者

田鎖直澄 (TAKUSARI, Naozumi)
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・グループ長
研究者番号：60343951

(2)研究分担者

伊藤文彰 (ITO, Fumiaki)
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・上級研究員
研究者番号：60391380

山崎武志 (YAMAZAKI, Takeshi)
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・主任研究員
研究者番号：00414764