

乾乳期間の短縮(40日間)が乳牛の泌乳成績,繁殖成績および健康状態に及ぼす影響

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 日本畜産學會報 = The Japanese journal of zootechnical science |
| ISSN | 1346907X |
| 著者名 | 山科,一樹 吉村,義久 生田,健太郎 丸山,朝子 村中,洋美 時田,康広 加藤,和雄 田鎖,直澄 寺田,文典 |
| 発行元 | Zootechnical Science Society of Japan |
| 巻/号 | 83巻4号 |
| 掲載ページ | p. 363-372 |
| 発行年月 | 2012年11月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



乾乳期間の短縮（40日間）が乳牛の泌乳成績、 繁殖成績および健康状態に及ぼす影響

山科一樹^{1,a}・吉村義久²・生田健太郎³・丸山朝子⁴・村中洋美⁴・
時田康広⁵・加藤和雄⁶・田鎖直澄⁷・寺田文典⁸

¹ 富山県農林水産総合技術センター畜産研究所，富山市 939-2622

² 岐阜県畜産研究所，恵那市 509-7601

³ 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター，南あわじ市 656-0442

⁴ 千葉県畜産総合研究センター，八街市 289-1113

⁵ 熊本県農業研究センター畜産研究所，合志市 861-1113

⁶ 東北大学大学院農学研究科，仙台市青葉区 981-8555

⁷ (独)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，札幌市豊平区 062-8555

⁸ (独)農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所，つくば市 305-0901

(2011. 10. 21 受付, 2012. 7. 17 受理)

要約 ホルスタイン種乳用牛において乾乳期間の短縮が、乳牛の泌乳成績、繁殖成績および健康状態に及ぼす影響を、乾乳期間を40日に短縮した乳牛群（短縮区）と乾乳期間60日の牛群（慣行区）を設定し、比較検討した。2産以上かつ分娩予定60日前に約20kg/日以上泌乳しているウシを短縮区21頭、慣行区20頭供試した。実乾乳期間は、短縮区40.7日、慣行区61.4日となった。短縮区における搾乳期間延長（3週間）に伴う乳生産量は325kg/頭であった。分娩後43週までの泌乳成績は、乳量、乳成分ともに区間に差はなく、泌乳曲線にもほとんど差はなかった。分娩後10週までの飼料摂取状況、体重およびボディコンディションスコア（BCS）の推移に区間の差はなかった。分娩難易度、出生子牛の体重、初乳の比重・IgG濃度、分娩後の繁殖成績、および疾病発生状況について区間に差はなかった。以上のことから、乾乳期間を60日から40日に短縮しても、乳牛の泌乳成績、繁殖成績および健康状態の低下を招くことなく、搾乳期間延長分の乳生産量が増加することが示された。

日本畜産学会報 83 (4), 363-372, 2012

乾乳を滞りなく行うには、飼料からの栄養供給を段階的に低減し、泌乳量を低下させる必要がある。しかし、近年、ホルスタイン種は改良により305日乳量が平成2年の7,798kgから平成21年の9,217kg（家畜改良事業団2009）へと泌乳能力が飛躍的に向上し、乾乳時（分娩前60日）に20kg/日以上泌乳するウシも少なくないと推察される。このような乾乳時においても泌乳量が多いウシでは、泌乳停止による急激な生理状態の変化や、乾乳後の漏乳等から乳房炎等の疾病発生も懸念される（Dingwellら2004）。

これら問題の対策として、搾乳期間を延長し、乾乳に向けての泌乳量低減速度を緩やかにすることによって、乾乳に伴うストレスを緩和できるものと考えられる。しかし、泌乳牛の乳生産サイクルにおいて、乾乳期間は依

然として60日が遵守され今日に至っている。ただし、60日の乾乳期間は、乳生産成績に限定された調査研究により、60日未満の乾乳期間は乳量の低下を招くとの結論を得ているものが多く、繁殖成績などの検討が不足している（GrummerとRastani2004）。すなわち、搾乳期間の延長が乾乳時の健康状態や分娩状況などに与える影響については報告されていない。

一方、分娩後の周産期病の多発、発情兆候の鈍化および卵胞の発育不良による受胎率の低下などは、泌乳初期の急激な乳生産量の増加による栄養バランスの悪化が要因の一つと考えられている（農業・食品産業総合技術研究機構2007a）。飼料構成の改善やビタミン、ミネラルの充足により、受胎率などが改善するとの報告（農業・食品産業総合技術研究機構2007b）もあるが、平均空胎日

現所属：^a 富山県庁，富山市 930-8501

連絡者：山科一樹（fax：076-444-4410，e-mail：kazuki.yamashina@pref.toyama.lg.jp）

数は平成2年の131日から平成21年の157日と、依然として延長傾向にある(家畜改良事業団1990;2009)。乾乳期間を30日程度に短縮すると、約5%乳量が減少し、無乾乳・連続搾乳の場合は20~25%程度乳量が低下(BachmanとSchairer2003)するとともに、最高乳量が低く抑えられることが報告(Annenら2004)されている。中村ら(2011)も乾乳期間を30日に短縮することで、平均110日間の乾乳期間の牛群に比べて次泌乳前期の乳量が抑制され、栄養状態が改善されることを示唆している。また、無乾乳・連続搾乳の場合は泌乳初期の代謝病発生が軽減され繁殖成績が改善する傾向にあることが報告されている(Gümenら2005)。これらのことから、乾乳期間を短縮し、泌乳初期の最高乳量を低下させることにより、泌乳初期の栄養バランスを改善し、分娩後の疾病発生の低減、繁殖成績の向上が期待される。

そこで、本研究では、ホルスタイン種経産牛に対する乾乳期間短縮の効果について明らかにすることを目的として、乾乳期間を従前の60日とした牛群を対照として、40日に短縮した牛群について、分娩前後の泌乳成績、飼料摂取量、分娩状況、健康状態および繁殖成績を調査した。

材料および方法

1. 供試牛の飼養管理

供試動物は公立5研究所(岐阜県、千葉県、兵庫県、熊本県、富山県)で飼養されているホルスタイン種経産牛(2産以上かつ分娩60日前に約20kg/日泌乳)41頭を分娩前80日から分娩後305日まで供試した。区構成は短縮区(40日乾乳)と慣行区(60日乾乳)の2区とし、短縮区21頭、慣行区20頭を配置した。なお、40日の設定は、乳房炎感染予防に用いられている乾乳軟膏の休薬期間(30日)内に分娩する可能性を回避するためである。平均産歴は、試験区は2.8産、対照区は3.2産であった。

飼料給与形態は混合飼料とし、給与飼料、給与時間および泌乳時の給与量は各所慣行法とした。乾乳期間中の飼料給与量は日本飼養標準(農業・食品産業総合技術研究機構1999)に基づき、可消化養分総量(TDN)充足率100%、粗タンパク質(CP)充足率120%を目途に、短縮区は乾乳後期の栄養水準で分娩まで給与したのに対し、慣行区は、分娩予定57日前から分娩予定22日前まで乾乳前期栄養水準で、分娩予定21日前から分娩まで乾乳後期栄養水準で給与した。乾乳処理時の給与飼料は、短縮区で乾乳前2日間、慣行区で乾乳前4日間ならびに両区とも乾乳後3日間は、粗飼料のみの飽食とした。

給与飼料の概略を富山県を例に示すと以下のとおりである。試験は短縮区と慣行区2頭を一組として行い、粗飼料は同一のものを同量給与し、配合飼料給与量により要求量等への対応を行った。搾乳時はコーンサイレー

を基本にグラスサイレーまたは乾草、およびビートパルプ、ヘイキューブを混合したものに、要求量に応じ配合飼料を加えた。粗濃比は概ね45:55~60:40であった。乾乳処理中はグラスサイレーのみの飽食とし、乾乳期間中は、コーンサイレーを基本にグラスサイレーまたは乾草を混合したものに、要求量に応じ3.0~4.5kg程度配合飼料を加えた。この結果、乾乳期間中の乾物給与量は概ね9kgから10kgとなった。なお、慣行区の乾乳後期は、乾乳前期よりも、要求量に応じ1日当たりの濃厚飼料給与量を0.6~0.8kg増やした。分娩後は、配合飼料を1日当たり0.4kgずつ増給した。飼料は1日3回に分け、9:00と13:00および16:00に給与した。水およびミネラル添加塩は自由摂取させた。

乾乳前日までは1日2回搾乳とし、乾乳前日の2回目搾乳後、乾乳軟膏(セファゾリンDC「KMK」:川崎三鷹製薬、神奈川)を全乳頭に注入した。乳熱予防として分娩予定7日前にビタミンD1000万単位を筋肉内注射し、分娩直後にカルシウム剤の経口投与を行った。

2. 試料の採取および分析方法

飼料摂取量は、分娩前80日から分娩後70日まで調査を行い、朝の飼料給与前に残飼を回収、秤量し、給与量との差から算出した。調査は、週に3回行い、その平均値を当該週の1日当り平均飼料摂取量とした。

血液採取時期は、各時期における給与飼料の影響を調査することを目的とし、慣行区は、濃厚飼料給与中の乾乳4日前、粗飼料のみ給与中の乾乳4日後、乾乳前期飼料給与開始の乾乳8日後、乾乳後期飼料への切替時の40日後、乾乳後期飼料給与中の43日後とした。短縮区は、同様に飼料切替時を除く乾乳2日前、乾乳4,8,23日後とした。分娩後は、両区とも分娩直後、分娩後1,3,6,10週に調査を行った。なお、血漿中総タンパク質、アルブミンおよび総コレステロール測定は、短縮区12頭、慣行区11頭において、分娩前は短縮区が乾乳2日前と乾乳23日後、慣行区が乾乳4日前と乾乳43日後、分娩後は、両区とも分娩後1,3,10週の試料を用いて測定した。採血は朝の飼料給与前に頸静脈から行った。血液はヘパリンナトリウム入り真空採血管に採取し、直ちに4°C、1880×gで30分間遠心分離した後、血漿を採取し、分析に供するまで-30°C以下で凍結保存した。血漿中代謝産物濃度のうち、グルコース、尿素態窒素、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ、リンおよびカルシウムの測定には、生化学自動分析装置(富士ドライケム3000;富士写真フイルム、東京)を用い、総タンパク質、アルブミンおよび総コレステロールは、ディスクリット方式臨床化学自動分析装置(7020型日立自動分析装置;日立ハイテクノロジーズ、茨城)を用いた。また、遊離脂肪酸の測定は、ACS・ACOD法(NEFAC-テストワコー;和光純薬、大阪)および分光光度計(UV-2500PC;島津製作所、京都)を用いた。血漿中ホルモン濃度

は、成長ホルモン (H)、インスリン様成長因子 1 (IGF-1)、インスリンおよび副腎皮質ホルモン (ACTH) について、ラジオイムノアッセイ法によって測定した (Katoh ら 2005a, b)。乳量は分娩予定 80 日前から乾乳前日まで、分娩日から分娩後 305 日まで毎日測定した。最高乳量は、週合計乳量が一番多い週の中の最高日乳量とした。乳成分分析のため、分娩から分娩後 70 日までは週に 1 回、それ以降 305 日までは隔週で試料採取を行った。初乳免疫グロブリン (IgG) 濃度の測定は一元放射免疫拡散 (SRID) 法 (ウシ IgG 定量用プレート; メタボリックエコシステム研究所, 茨城) により行った。乳汁中ケトン体 (3-ヒドロキシ酪酸) は、分娩直後、分娩後 5 日目、分娩後 1, 2, 3, 4 週目に、乳汁中ケトン体 (3-ヒドロキシ酪酸) 測定用試験紙 (サンケトペーパー; 日本全薬工業, 福島) を用いて測定した。

第一胃内容液は、試験区 5 頭, 対照区 5 頭について調査した。採取時期は濃厚飼料を給与している乾乳処理直前, 粗飼料のみを給与している乾乳処理中, 乾乳期飼料給与開始一週間後の朝飼料給与前とした。第一胃内容液は、胃カテーテルにより経口で 300 mL 以上採取し、4 重のガーゼにより濾過した。原虫数は、濾液と MHS 液 (中村ら 1973) と混合後、分析に供するまで室温で保存し、FUCHS-ROSENTHAL 計算板を用い計測した。揮発性脂肪酸は、濾液とメタリン酸と混合後、18 時間室温放置し、4°C, 1880×g で 30 分間遠心分離した後、分析に供するまで -30°C で凍結保存し、水系 0.45 μm のディスクフィルター (GL クロマトディスク 25A; ジーエルサイエンス, 東京) で濾過し、ガスクロマトグラフ (HITACHI-163 型; 日立製作所, 東京) で測定した。

アンモニア態窒素濃度は凍結保存した濾過胃液を用いて、窒素自動蒸留装置 (ケルテックオート 1035 型; アクタック (株), 東京) による水蒸気蒸留法で測定した。

体重, ボディコンディションスコア (BCS) (Ferguson ら 1994) は、分娩予定日 80 日前から分娩後 70 日までは週に 1 回、それ以降は 305 日まで隔週で測定した。ただし、分娩時の体重は分娩後 3 日間の平均体重とした。各測定は、朝の搾乳後から飼料給与前までに行った。

疾病発生状況は、発生日時, 疾病内容, 治療方法, 使用薬剤を記録した。分娩状況は、分娩難易, 出生子牛の生時体重を記録した。繁殖成績は、分娩後の初回発情日数, 授精日数, 授精回数, 空胎日数を記録した。なお、初回授精は分娩後 40 日以降に実施し、分娩後 84 日目以降に繁殖障害が確認されたウシに対し、ゴナドトロピン放出ホルモン等によるホルモン処理を行った。

3. 統計処理

分娩前および分娩後 10 週の飼養成績については主試験区を乾乳期間の違いを処理因子, 場所をブロックとする乱塊法とし、週次を処理因子とする副試験区を有する分割区法によって、その他の飼養成績, 血液性状, 第一胃内容液性状については、場所をブロックとし、乾乳期間の違いを処理因子とする乱塊法によって解析した (吉田 1975)。疾病発生状況, 繁殖成績については、場所をプールし χ^2 自乗検定により解析を行った (吉田 1975)。

なお、305 日の搾乳記録が得られなかった個体については、305 日乳量を Wood (1967) の式によって推定した。

結果および考察

乾乳前の泌乳成績等を表 1 に示した。分娩前 10 週か

Table 1 Lactation performances during 10-11 weeks before parturition and total milk yield during the prolonged 3-week lactation period (6-8 weeks before parturition) in cows

| | | Treatment*1 | |
|---|----------|--------------------------|--------------------------|
| | | S | T |
| No. of cows | | 21 | 20 |
| Body weight | (kg) | 702 ± 12*2 | 718 ± 12 |
| Average milk yield | (kg/day) | 20.45 ± 1.04 | 19.75 ± 1.07 |
| Milk composition | | | |
| Fat | (%) | 4.49 ± 0.16 | 4.31 ± 0.16 |
| Protein | (%) | 3.76 ± 0.09 ^a | 3.62 ± 0.09 ^b |
| Lactose | (%) | 4.47 ± 0.05 ^a | 4.33 ± 0.05 ^b |
| Actual length of dry period | (day) | 40.7 ± 1.2 ^A | 61.4 ± 1.2 ^B |
| Total milk yield in the prolonged 3-week lactation period | (kg) | 325 ± 24 | — |

*1 S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*2 Least squares means ± standard error

^{A,B} $P < 0.01$

^{a,b} $P < 0.05$

ら11週の平均では、乳量に差はなかったが、乳成分率の乳脂率、乳タンパク率、無脂固形分率は、いずれも短縮区が高く、乳タンパク率、無脂固形分率は5%水準で有意差が認められた。実乾乳期間は、短縮区40.7日、慣行区61.4日となり、短縮区の搾乳期間延長による乾乳前3週（分娩前6～8週）の合計乳量は325kg/頭であった。すなわち、短縮区の搾乳延長期間中の平均乳量は15kg/日であり、分娩前10～11週に比較して著しく低減していた。高泌乳牛においては、乾乳開始時点での高乳量が、漏乳による乳房炎などの疾病発生につながりやすいため、問題となっている（Dingwellら2004）。本試験では、

乾乳期間の短縮により乾乳前の乳量が低減され、漏乳を防ぎ分娩後の乳房炎の発症を抑制できるのではないかと考えた。しかし、分娩時に乳房炎を発症していたのは、慣行区2頭、短縮区1頭であり区間に差はなかったことから、これらの関係は確認出来なかった。ただし、搾乳期間の延長により、乳量が低減することから、乾乳期間の短縮が漏乳自体の発生を低減させる可能性はある。

分娩後10週までの泌乳成績と分娩後43週の総乳量を表2に示した。分娩後10週間の平均乳量は、短縮区39.4kg/日、慣行区39.4kg/日、43週合計乳量は、短縮区9,838kg、慣行区9,949kgで、区間に差はなかった。最高乳量

Table 2 Effects of dry period length on lactation performances during 10 weeks after parturition and total milk yield during 43 weeks after parturition in cows

| | | Treatment* ¹ | |
|--|----------|---|-----------------|
| | | S | T |
| Lactation performances during 10 weeks after parturition | | | |
| Milk yield | (kg/day) | 39.4 ± 1.2* ² (21)* ³ | 39.4 ± 1.4 (20) |
| Milk composition | | | |
| Fat | (%) | 4.03 ± 0.11 | 3.99 ± 0.12 |
| Protein | (%) | 3.13 ± 0.04 | 3.07 ± 0.06 |
| Lactose | (%) | 4.47 ± 0.04 | 4.41 ± 0.05 |
| Maximum milk production | | | |
| Milk yield | (kg/day) | 45.1 ± 1.2 | 46.2 ± 1.2 |
| Accession day | (day) | 49.0 ± 3.5 | 47.4 ± 3.6 |
| Total milk yield during 43 weeks after parturition | | | |
| | (kg) | 9838 ± 239 (16) | 9949 ± 251 (14) |

*¹S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*²Least squares means ± standard error

*³number of cows

Table 3 Effects of dry period length on dry matter intake during 8 weeks before parturition (prepartum period) and 10 weeks after parturition (postpartum period) in cows

| | | Treatment* ¹ | |
|----------------------|----------|------------------------------|---------------------------|
| | | S | T |
| Prepartum | | | |
| Dry matter intake | (kg/day) | 11.54 ± 0.27* ^{2,A} | 10.01 ± 0.26 ^B |
| TDN sufficiency rate | (%) | 108.1 ± 2.6 | 109.3 ± 2.5 |
| CP sufficiency rate | (%) | 124.8 ± 5.4 | 130 ± 5.3 |
| Postpartum | | | |
| Dry matter intake | (kg/day) | 22.54 ± 0.47 | 21.69 ± 0.50 |
| TDN sufficiency rate | (%) | 92.3 ± 2.6 | 89.0 ± 3.1 |
| CP sufficiency rate | (%) | 133.2 ± 3.9 | 128 ± 4.6 |

*¹S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*²Least squares means ± standard error

^{A,B}P < 0.01

乾乳期間短縮が乳牛に及ぼす影響

は、短縮区 45.1kg/日、慣行区 46.2kg/日であり、その到達日数は短縮区で分娩後 49 日、慣行区で 47.4 日であり、いずれも区間に差はなかった。総乳量に差がなく、泌乳ピークにも差がないことを考えると、泌乳曲線の形状にもほとんど差はないものと考えられた。無乾乳・連続搾乳の場合、乳腺組織の機能低下により次産次の乳量が低下するとされている (Annenら 2004)。また、乾乳期間 55 日の牛群と 34 日の牛群を、分娩後 150 日までと比較した結果、34 日の牛群の方が乳量が低く、乳脂肪分率は高かったと報告されている (Wattersら 2009)。しかし、本試験では 43 週合計乳量および泌乳ピーク時乳量も両区に差がなく、乳成分においても差がなかった。このことは、乾乳期間を 40 日に短縮しても次産次の乳量低下を防ぎつつ、搾乳期間延長による乳量増が期待できる。

乾乳期から分娩後 10 週までの飼料摂取状況を表 3 に示した。乾乳期間中の乾物摂取量は、短縮区の方が 1.5 kg/日多く、1% 水準で有意差が認められたが、TDN 充足率、CP 充足率は、区間に差はなかった。乾乳後期は栄養水準を上げるため、乾乳前期よりも飼料給与量を増加させている。短縮区は乾乳期間を通して、乾乳後期の栄養水準で飼料給与を行っており、このことが、短縮区の乾物摂取量が慣行区より多くなった要因と考えられる。な

お、短縮区と慣行区の後期の栄養水準は同一である。日本飼養標準では、乾乳期間の養分要求量について 60 日間乾乳を前提に設定し、栄養水準を前期と後期に分けることを推奨している。しかし、Gulayら (2003) は、給与飼料の栄養水準を乾乳後期の水準とした、30 日間乾乳の場合と、栄養水準切り替えを伴う 60 日間乾乳の場合を比較したところ、BCS 等が変わらなかったと報告している。これらのことから乾乳期間を短縮する場合は、短縮した期間に応じた飼料給与水準および給与方法の再検討が必要であると思われる。分娩後 10 週までの乾物摂取量、TDN 充足率および CP 充足率は、平均値、推移ともに両区間に差はなかった。TDN 充足率および CP 充足率に差がなかったのは、両区の乳量、乳質に差がなかったためと考えられる。

分娩前後における血液性状を表 4 に示した。分娩前 18 日となる短縮区の乾乳 23 日後、慣行区の乾乳 43 日後では、総コレステロール、アルブミンは、両区とも正常値の範囲 (全国家畜産物衛生指導協会 2001a) であるが、1% 水準で短縮区が高くなった。総コレステロールはエネルギーの摂取状況、アルブミンはタンパク摂取状況や肝機能障害の指標である。また、本試験において、短縮区では慣行区に比べて乾乳期間中の乾物摂取量が高かった。したがって、短縮区の方が良好な栄養状態であった

Table 4 Effects of dry period length on plasma metabolites and hormones in cows

| | Treatment*1 | Dry | | | | Postpartum | | | | |
|---|-------------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | | -4 (T), -2 (S) day | 4day | 8day | 23 (S), 43 (T) day | Calving | 1 Week | 3 Week | 6 Week | 10 Week |
| Glucose mg/dL | S | 69.8 ± 1.7*2 | 66.5 ± 1.2 | 67.3 ± 1.4 | 66.0 ± 1.4 | 103.8 ± 6.9 | 57.7 ± 2.2 | 60.8 ± 2.1 | 66.4 ± 1.7 | 68.1 ± 1.2 |
| | T | 69.6 ± 1.6 | 68.9 ± 1.2 | 69.9 ± 1.3 | 66.4 ± 1.4 | 89.5 ± 6.1 | 55.7 ± 2.1 | 60.5 ± 2.1 | 66.8 ± 1.7 | 70.9 ± 1.3 |
| Nonesterified fatty acid μEq/L | S | 260 ± 46 | 475 ± 51 | 308 ± 39 | 316 ± 36 | 866 ± 82 | 869 ± 96 | 722 ± 75 | 453 ± 65 | 277 ± 35 |
| | T | 276 ± 46 | 430 ± 51 | 323 ± 38 | 269 ± 34 | 943 ± 76 | 1053 ± 93 | 678 ± 75 | 442 ± 64 | 281 ± 36 |
| Total cholesterol*3 mg/dL | S | 178.4 ± 11.0 | — | — | 115.8 ± 7.3 ^a | — | 95.3 ± 7.5 | 149.7 ± 10.1 | — | 241.1 ± 21.1 |
| | T | 180.7 ± 11.4 | — | — | 83.1 ± 7.6 ^b | — | 79.3 ± 7.8 | 125.6 ± 10.4 | — | 202.7 ± 21.9 |
| Blood urea nitrogen mg/dL | S | 13.3 ± 0.5 | 7.8 ± 0.7 | 10.1 ± 0.8 | 11.2 ± 0.6 ^a | 10.3 ± 0.9 | 9.3 ± 0.7 | 10.1 ± 0.7 | 11.6 ± 0.8 | 13.6 ± 0.7 |
| | T | 12.6 ± 0.5 | 8.2 ± 0.7 | 9.6 ± 0.8 | 9.5 ± 0.6 ^b | 11.4 ± 0.8 | 9.2 ± 0.7 | 10.1 ± 0.7 | 10.7 ± 0.7 | 12.8 ± 0.7 |
| Total protein*3 g/dL | S | 7.88 ± 0.27 | — | — | 8.02 ± 0.19 | — | 7.84 ± 0.15 | 8.34 ± 0.11 | — | 8.27 ± 0.22 |
| | T | 8.35 ± 0.28 | — | — | 7.72 ± 0.20 | — | 7.59 ± 0.16 | 8.25 ± 0.11 | — | 8.81 ± 0.23 |
| Albumin*3 g/dL | S | 3.88 ± 0.70 | — | — | 3.73 ± 0.07 ^a | — | 3.75 ± 0.12 | 3.83 ± 0.11 | — | 4.08 ± 0.14 |
| | T | 3.98 ± 0.07 | — | — | 3.43 ± 0.07 ^b | — | 3.47 ± 0.13 | 3.64 ± 0.11 | — | 3.79 ± 0.15 |
| Glutamic oxaloacetic transaminase U/L | S | 64.6 ± 2.6 | 64.2 ± 4.6 | 55.8 ± 2.9 ^a | 56.3 ± 2.0 ^a | 54.8 ± 2.3 | 81.0 ± 6.9 | 82.0 ± 4.2 | 75.3 ± 3.8 | 73.7 ± 4.2 |
| | T | 66.3 ± 2.5 | 74.7 ± 4.5 | 64.5 ± 2.8 ^b | 50.8 ± 1.9 ^b | 59.9 ± 2.0 | 97.8 ± 6.7 | 80.9 ± 4.2 | 76.8 ± 3.7 | 75.0 ± 4.3 |
| Calcium mg/dL | S | 9.9 ± 0.2 | 10.1 ± 0.2 | 9.7 ± 0.2 | 9.5 ± 0.1 | 8.3 ± 0.3 | 9.4 ± 0.2 | 9.5 ± 0.2 | 9.9 ± 0.2 | 9.4 ± 0.3 |
| | T | 9.8 ± 0.2 | 10.2 ± 0.2 | 9.9 ± 0.2 | 9.5 ± 0.1 | 7.7 ± 0.2 | 9.2 ± 0.2 | 9.6 ± 0.2 | 9.6 ± 0.2 | 9.9 ± 0.3 |
| Phosphorus mg/dL | S | 5.4 ± 0.4 | 5.9 ± 0.4 | 5.5 ± 0.3 | 5.2 ± 0.3 | 3.7 ± 0.3 | 4.5 ± 0.4 | 4.6 ± 0.3 | 4.8 ± 0.4 | 4.9 ± 0.3 |
| | T | 5.8 ± 0.4 | 6.0 ± 0.4 | 5.5 ± 0.3 | 5.2 ± 0.3 | 4.1 ± 0.3 | 4.9 ± 0.4 | 5.1 ± 0.3 | 4.4 ± 0.4 | 4.5 ± 0.3 |
| Adrenocorticotrophic hormone pg/mL | S | 83.2 ± 14.1 | 75.5 ± 10.8 | 80.6 ± 11.2 | 85.6 ± 10.9 | 72.3 ± 13.5 | 81.8 ± 12.8 | 77.6 ± 10.8 | 87.1 ± 10.3 | 87.1 ± 10.9 |
| | T | 69.2 ± 13.0 | 61.7 ± 11.7 | 60.6 ± 11.2 | 60.4 ± 10.9 | 45.1 ± 10.8 | 55.2 ± 11.8 | 58.0 ± 10.0 | 69.0 ± 10.3 | 66.1 ± 10.9 |
| Growth hormone ng/mL | S | 1.94 ± 0.30 | 1.99 ± 0.32 | 1.47 ± 0.49 | 2.19 ± 0.36 | 9.04 ± 2.95 | 4.95 ± 2.21 | 3.94 ± 1.20 | 2.80 ± 0.65 | 4.09 ± 0.56 |
| | T | 1.93 ± 0.33 | 2.24 ± 0.35 | 2.70 ± 0.49 | 1.80 ± 0.36 | 7.49 ± 2.73 | 4.73 ± 2.04 | 4.82 ± 1.20 | 3.15 ± 0.65 | 3.45 ± 0.60 |
| Insulin mg/mL | S | 3.14 ± 0.71 | 1.67 ± 0.20 | 2.72 ± 0.51 | 1.87 ± 0.18 | 1.37 ± 0.20 | 1.24 ± 0.25 | 1.37 ± 0.24 | 1.87 ± 0.44 | 1.85 ± 0.17 |
| | T | 2.62 ± 0.77 | 2.27 ± 0.22 | 2.11 ± 0.51 | 2.23 ± 0.18 | 1.23 ± 0.18 | 1.26 ± 0.23 | 1.70 ± 0.24 | 2.29 ± 0.44 | 2.05 ± 0.18 |
| IGF-I ng/mL | S | 88.9 ± 4.8 | 95.4 ± 4.6 | 99.3 ± 4.6 | 106.0 ± 9.4 | 52.6 ± 2.4 | 42.4 ± 4.2 | 53.5 ± 4.2 | 49.1 ± 3.0 | 53.2 ± 3.1 |
| | T | 75.2 ± 5.2 | 88.4 ± 5.0 | 87.8 ± 4.6 | 97.2 ± 9.1 | 55.0 ± 2.3 | 47.0 ± 3.9 | 54.5 ± 4.2 | 47.1 ± 3.0 | 56.4 ± 2.8 |

*1 S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*2 Least squares means ± standard error

*3 No. of cows S : n = 12, T : n = 11

^{a,b} P < 0.01

^{a,b} P < 0.05

ことが推察される。グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼは、肝機能障害を指標となる。乾乳後 8 日目には慣行区が、分娩前 18 日には短縮区が 5% 水準で高くなったが、両区とも正常値の範囲であった（全国家畜畜産物衛生指導協会 2001b）。他の血液の成分も、遊離脂肪酸が分娩時から分娩後 3 週において高い値を示すなど、分娩前後の特徴的な動きは認められるが、両区間に差はなかった。乾乳期間を 56 日から 28 日に短縮しても血中の遊離脂肪酸、グルコースは大きく変動しないことが報告されている（Rastani ら 2005）。本試験においても同様の結果であり、20 日程度の乾乳期間の短縮では血液性状に影響を与えない可能性が示された。泌乳関連ホルモンである GH、IGF-1、インスリンおよび ACTH についても、分娩前後の特徴的な変動は認められたが、両区間に差はなかった。

第一胃内容液性状について表 5 に示した。アンモニア態窒素濃度、総揮発性脂肪酸濃度、原虫総数の推移は、いずれも乾乳処理中に減少し、乾乳処理後に増加した。

第一胃内容液のアンモニア態窒素濃度や揮発性脂肪酸濃度は給与飼料中の粗タンパク質含量や炭水化物含量により左右される（全国家畜畜産物衛生指導協会 2001c）。本試験でも給与飼料中の粗タンパク質含量や炭水化物含量が低下する乾乳処理中に大きく減少するとともに、濃厚飼料の給与が再開された乾乳処理後に増加に転じた。揮発性脂肪酸の構成割合のうち酢酸および酪酸割合については乾乳前、乾乳後で区間に違いが見られたが、これは、乾乳前 2 週間は短縮区の乳量が有意に低く、慣行区と比較して栄養充足率が高かったこと、また、乾乳後の給与飼料は短縮区の方が飼料給与量が多かったことが反映されたものと推察される。また、原虫総数も乾乳処理により大きく変動するとされており（Odensten ら 2005）、本試験でも同様であった。このことから、乾乳期間の短縮により、分娩後の飼料摂取量に影響がないこととあわせて、20 日程度の乾乳期間の短縮は、第一胃内容液の諸性状の変化には、大きな影響を与える可能性は低いことが示唆された。

Table 5 Effects of dry period length on rumen characteristics of cows at dry-off

| Treatment* ¹ | Before dry-off | | At dry-off | | After dry-off | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | S | T | S | T | S | T |
| No. of cows | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| NH ₃ -N mg/dL | 8.7 ± 1.8* ² | 11.2 ± 1.8 | 3.6 ± 0.6 | 3.5 ± 0.6 | 7.1 ± 0.7 | 5.4 ± 0.7 |
| Total volatile fatty acids mmol/dL | 6.89 ± 0.87 | 9.35 ± 0.87 | 6.01 ± 0.42 | 5.03 ± 0.42 | 6.43 ± 0.47 | 5.56 ± 0.52 |
| Acetic acid (A) % | 69.3 ± 0.8 ^A | 64.8 ± 0.8 ^B | 73.0 ± 2.3 | 70.4 ± 2.3 | 70.5 ± 0.4 ^A | 73.3 ± 0.5 ^B |
| Propionic acid (P) % | 17.6 ± 0.7 | 19.8 ± 0.7 | 17.6 ± 2.6 | 20.9 ± 2.6 | 16.8 ± 0.3 | 16.0 ± 0.3 |
| Butyric acid % | 10.4 ± 0.5 ^a | 12.7 ± 0.5 ^b | 7.7 ± 0.7 | 7.1 ± 0.7 | 10.4 ± 0.4 ^a | 8.6 ± 0.5 ^b |
| No. of Protozoa LOG ₁₀ /mL | | | | | | |
| Entodinium | 5.5 ± 0.1 | 5.5 ± 0.1 | 4.2 ± 0.2 | 4.3 ± 0.2 | 5.2 ± 0.1 | 5.0 ± 0.1 |
| Isotricha | 3.7 ± 0.1 | 3.5 ± 0.1 | 1.9 ± 0.7 | 2.5 ± 0.7 | 2.3 ± 0.5 | 1.7 ± 0.5 |
| Dasytricha | 3.9 ± 0.1 | 4.0 ± 0.1 | 2.7 ± 0.7 | 2.7 ± 0.7 | 3.8 ± 0.2 | 4.0 ± 0.2 |

*¹ S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*² Least squares means ± standard error

^{A,B} $P < 0.01$, ^{a,b} $P < 0.05$

Table 6 Effects of dry period length on calving and colostrum performance in cows

| | Treatment* ¹ | |
|--|--|--------------------|
| | S | T |
| Calving difficulty score* ⁴ | 1.59 ± 0.14* ² (21)* ³ | 1.66 ± 0.14 (20) |
| Calf body weight (kg) | 46.7 ± 1.4 (17) | 45.3 ± 1.3 (19) |
| Specific gravity of colostrum | 1.054 ± 0.003 (17) | 1.055 ± 0.003 (14) |
| IgG content in colostrum (mg/mL) | 62.7 ± 4.3 (15) | 67.4 ± 4.6 (13) |

*¹ S : 40-day dry period group T : Traditional 60-day dry period group

*² Least squares means ± standard error

*³ number of cows

*⁴ 1 = No problem, 2 = Slight problem, 3 = Needed assistance, 4 = Considerable force, 5 = Caesarean operation

乾乳期間短縮が乳牛に及ぼす影響

分娩状況を表6に示した。今回、我々は、乾乳期間を短縮した場合、乳生産へのエネルギー供給が優先され、胎子へ十分な栄養補給が行われず、発育不良になることを懸念した。しかし、分娩難易度、出生子牛の体重について両区に差はなかったことから、胎子の発育や分娩難易には乾乳期間短縮による悪影響はないことが示唆された。また、乾乳期間を設けない、あるいは乾乳期間を短縮すると乳成分中の比重やIgG濃度が低下すると報告されている(石井ら2007)。しかし、初乳の比重・IgG濃

度について両区に差はなく影響のないことが示唆された。

分娩後の体重の推移を図1に、BCSの推移を図2に示した。両区とも分娩後4週目に分娩時体重の93.5%まで減少し、その後増加した。BCSは7週目まで減少し、その後増加した。いずれもその推移に区間の差は認められなかった。乳用牛における体重やBCSは、栄養充足率と乳量によって大きく左右される。本試験では、短縮区と慣行区の間に分娩後の採食量や乳量の差がなかったこと

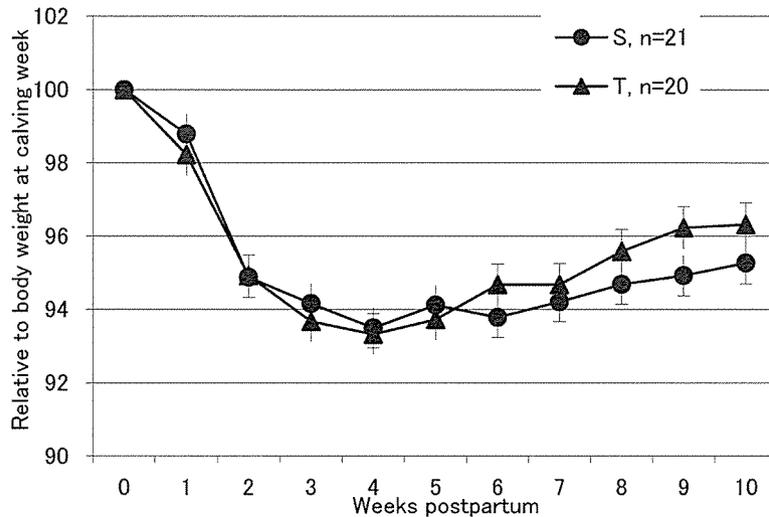


Figure 1 Effects of dry period length on body weights expressed as the ratio to body weight (average in 1-3 days after parturition) of cows during postpartum periods.
 S : 40-day dry period group
 T : Traditional 60-day dry period group

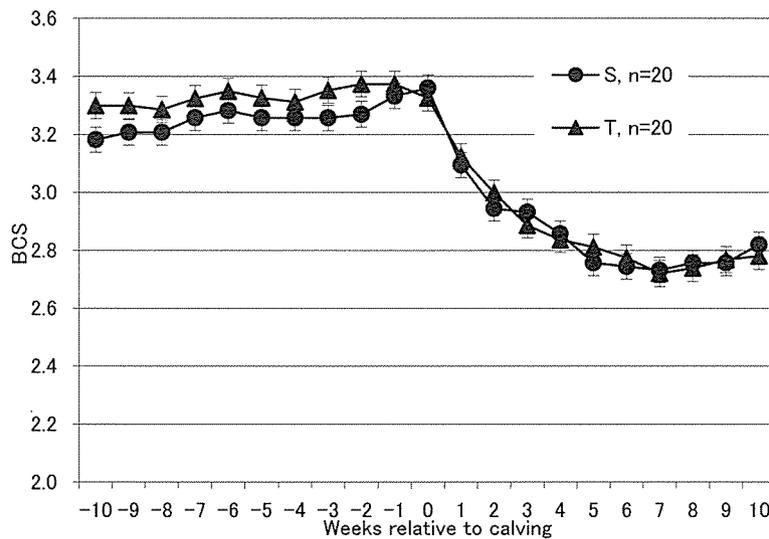


Figure 2 Effects of dry period length on body condition score of cows during prepartum and post partum periods.
 S : 40-day dry period group
 T : Traditional 60-day dry period group

から体重とBCSにおいても同様に推移したものと考えられる。

分娩直後の疾病状況について表7に示した。周産期病である低カルシウム血症、ケトosis、食欲低下については、短縮区3頭、慣行区5頭であり、両区間に差は認められなかった。また、乳汁中のケトン体検査では、分娩後4週までにプラス以上を記録したのは、短縮区2頭、慣行区3頭であり、両区に差はなかった。当初、乾乳期間の短縮により泌乳初期の急激な乳量増加が抑制され、その結果、分娩後のエネルギーバランスが改善されることで、周産期疾病の発生防止に繋がると考えた。しかし、本試験では、乾乳期間の短縮が泌乳初期の乳量や血液性状に影響がなかったことから、20日程度の乾乳期間の短縮では疾病発生の低減に至らなかったものと考えられる。

Table 7 Effects of dry period length on incidence of metabolic disorders in cows

| | Treatment*1 | |
|------------------|-------------|----|
| | S | T |
| No. of cows | 21 | 20 |
| Hypocalcemia | 0 | 2 |
| Ketosis | 1 | 1 |
| Loss of appetite | 2 | 2 |
| Bloody milk | 5 | 4 |
| Mastitis | 4 | 4 |
| Others | 1 | 4 |
| Incidence rate | % 38 | 50 |

*1 S : 40-day dry period group

T : Traditional 60-day dry period group

Table 8 Effects of dry period length on reproductive performance after parturition in cows

| | Treatment*1 | |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| | S | T |
| No. of cows | 21 | 20 |
| First estrus (day) | 58.1 ± 4.6*2 | 51.4 ± 4.9 |
| Conception rate | | |
| 160 DIM*3 (%) | 61.9 | 55.0 |
| 305 DIM (%) | 85.7 | 70.0 |
| Days open (day) | 126.2 ± 15.2 | 124.3 ± 17.2 |
| Services per conception (time) | 2.1 ± 0.4 | 2.3 ± 0.4 |

*1 S : 40-day dry period group

T : Traditional 60-day dry period group

*2 Least squares means ± standard error

*3 Days in milk

分娩後の繁殖成績について表8に示した。初回発情日数は短縮区58日、慣行区51日、空胎日数は短縮区126日、慣行区124日、授精回数は短縮区2.1回、慣行区2.3回で両区間に差は認められなかった。乾乳期間55日の牛群と34日の牛群を比較した場合、初回排卵日数、分娩後150日までの空胎日数は34日間の牛群の方が短く、分娩後150日までの受胎率は、34日間の牛群の方が高いことが報告されている(Wattersら2009)。しかし、本試験では飼料摂取状況、乳量に差がなかったため、20日程度の乾乳期間の短縮では、繁殖成績の改善に至らなかったものと考えられる。

以上から、乾乳期間を60日から40日に短縮した場合、乾乳前の乳量は低く抑えられるが、分娩後の乳量、乳成分は低下せず、泌乳成績に影響しないことが示された。また、健康状態、分娩状況、および繁殖成績にも影響のないことが示された。この結果、搾乳期間を20日間延長することに伴う乳量の増加が期待できる。ただし、今回の飼料給与水準は、60日乾乳を前提とした日本飼養標準に準じており、今後、40日乾乳に適した飼料給与水準の検討が必要である。

また、初産牛においては、乾乳期間の短縮が成長に影響することを考慮し試験対象としなかったことから、今後検討が必要である。

文 献

- Annen EL, Collier RJ, McGuire MA, Vicini JL, Ballam JM, Lormore MJ. 2004. Effect of modified dry period lengths and composition of milk from dairy cows. *Journal of Dairy Science* **87**, 3746-3761.
- Bachman KC, Schairer ML. 2003. Bovine studies on optimal lengths of dry periods. *Journal of Dairy Science* **86**, 3027-3037.
- Dingwell RT, Leslie KE, Schukken YH, Sargeant JM, Timms LL, Duffield TF, Keefe GP, Kelton DF, Lissemore KD, Conklin J. 2004. Association of cow and quarter-level factors at drying-off with new intramammary infections during the dry period. *Preventive Veterinary Medicine* **63**, 75-89.
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **77**, 2695-2703.
- Grummer RR, Rastani RR. 2004. Why reevaluate dry period length?. *Journal of Dairy Science* **87** (E.Suppl.), E77-E85.
- Gulay MS, Hayen MJ, Bachman KC, Belloso T, Liboni M, Head HH. 2003. Milk production and feed intake of Holstein cows given short(30-d) or normal(60-d) dry periods. *Journal of Dairy Science* **86**, 2030-2038.
- GÜmen A, Rastani RR, Grummer RR, Wiltbank MC. 2005. Reducing dry period and Varying Prepartum Diets Alter Postpartum Ovulation and Reproductive Measures. *Journal of Dairy Science* **88**, 2401-2411.
- 石井貴茂, 菅原 徹, 楠原 徹, 関 俊雄. 2007. 酪農経営生産性向上に関する家試験研究 (乾乳期間の短縮が乳生産性に及ぼす影響). 茨城県畜産センター研究報告 **40**, 5-11.
- Katoh K, Yoshida M, Kobayashi Y, Onodera M, Kogusa K, Obara

乾乳期間短縮が乳牛に及ぼす影響

- Y. 2005b. Responses induced by arginine-vasopressin injection in the plasma concentrations of adrenocorticotrophic hormone, cortisol, growth hormone, and metabolites around weaning time in goats. *Journal of Endocrinology* **187**, 249-256.
- Katoh K, Yoshioka K, Hayashi H, Mashiko T, Yoshida M, Kobayashi Y, Obara Y. 2005a. Effects of 5'-uridylic acid feeding on postprandial plasma concentrations of growth hormone, insulin and metabolites in young calves. *Journal of Endocrinology* **186**, 157-163.
- 家畜改良事業団. 1990. 乳用牛群能力検定成績のまとめ—平成2年度一, p. 33. 家畜改良事業団, 東京.
- 家畜改良事業団. 2009. 乳用牛群能力検定成績のまとめ—平成21年度一, pp. 17-33. 家畜改良事業団, 東京.
- 中村正斗, 中島恵一, 高橋雄治. 2011. 乾乳期短縮が泌乳前期の乳量・乳成分, 血液成分, 疾病発生および繁殖性に及ぼす影響. *日本畜産学会報* **82**, 25-34.
- 中村良一, 米村寿男, 須藤恒二. 1973. 牛の臨床検査法. 農山漁村文化協会 第6章 pp. 14-17.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編. 1999. 日本飼養標準 乳牛 (1999年版). 中央畜産会, 東京.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編. 2007a. 日本飼養標準 乳牛 (2006年版). p. 51. 中央畜産会, 東京.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編. 2007b. 日本飼養標準 乳牛 (2006年版). p. 52. 中央畜産会, 東京.
- Odensten MO, Chilliard Y, Holtenius K. 2005. Effects of two different feeding strategies during dry-off on metabolism in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science* **88**, 2072-2082.
- Rastani RR, Grummer RR, Bertics SJ, GÜmen A, Wiltbank MC, Mashek DG, Schwab MC. 2005. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows ; Milk production, energy balance and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science* **88**, 1004-1014.
- Watter RD, Frick P, Wiltbank MC, Clrk P, Grummer RR. 2009. Effect of dry period Length on reproductive measures, health, and production of Holstein cows during the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* **92**, 3081-3090.
- Wood PDP. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* **216**, 164-165.
- 吉田 実. 1975. 畜産における実験計画法. 養賢堂, 東京.
- 全国家畜畜産物衛生指導協会. 2001c. 生産獣医療システム乳牛編 2, p. 30. 農山漁村文化協会, 東京.
- 全国家畜畜産物衛生指導協会. 2001b. 生産獣医療システム乳牛編 2, p. 158. 農山漁村文化協会, 東京.
- 全国家畜畜産物衛生指導協会. 2001a. 生産獣医療システム乳牛編 3, pp. 25-52. 農山漁村文化協会, 東京.

Effects of a 40-day dry period on lactation performances, reproductive measures, and health parameters in Holstein cows

Kazuki YAMASHINA¹, Yoshihisa YOSHIMURA², Kentaro IKUTA³, Asako MARUYAMA⁴, Hiromi MURANAKA⁴,
Yasuhiro TOKITA⁵, Kazuo KATOH⁶, Naozumi TAKUSARI⁷ and Fuminori TERADA⁸

¹ Toyama Prefectural Livestock Experiment Station, Toyama 969-2622, Japan

² Gifu Prefectural Livestock Research Institute, Ena 509-7601, Japan

³ Hyougo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries,
Minamiawagi 656-0442, Japan

⁴ Chiba Prefectural Livestock Research Center, Yachimata 289-1113, Japan

⁵ Kumamoto Prefectural Agriculture Research Center, Animal Husbandry Research Institute,
Koushi 861-1113, Japan

⁶ Tohoku University, Aoba, Sendai 981-0912, Japan

⁷ NARO Research Center for Hokkaido Region, Toyohira, Sapporo 062-8555, Japan

⁸ NARO Institute of Livestock and grassland Science, Tsukuba 305-0901, Japan

Corresponding : Kazuki YAMASHINA (fax : +81 (0) 76-444-4410, e-mail : kazuki.yamashina@pref.toyama.lg.jp)

Forty-one multi parous Holstein cows from 5 experimental stations were used to evaluate the effects of shortening the dry period (40d) on subsequent milk production, reproductive traits, incidence of metabolic disorders and metabolic profiles. Cows were assigned to one of the treatments within each station : traditional 60-day dry period (T group, n = 20) and 40-day dry period (S group, n = 21). Actual dry period was 40.7 days for S group and 61.4 days for T group. In the prolonged milking period (3 weeks), milk yield was 325 kg/head in S group. However, no significant effects of dry period length were observed on postpartum milk yield, body weight, and body condition score. Reproduction traits and incidence of metabolic disorders were not different either between the two groups. The results indicated that a 40-day dry period practice could be acceptable to farmers as a useful management tool during the periparturient period.

Nihon Chikusan Gakkaiho 83 (4), 363-372, 2012

Key words : dry period, health parameters, holstein cows, lactation performances, reproductive measures.