

乾乳期間短縮が次乳期の乳量・乳成分に及ぼす影響

誌名	日本畜産學會報 = The Japanese journal of zootechnical science
ISSN	1346907X
著者名	中村,正斗 中島,恵一 高橋,雄治 塩野,浩紀
発行元	Zootechnical Science Society of Japan
巻/号	84巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 349-359
発行年月	2013年8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



乾乳期間短縮が次乳期の乳量・乳成分に及ぼす影響

中村正斗¹・中島恵一¹・高橋雄治²・塩野浩紀²

¹北海道農業研究センター，札幌市豊平区 062-8555

²動物衛生研究所，つくば市 305-0856

(2012. 12. 3 受付, 2013. 5. 30 受理)

要 約 ホルスタイン種乳牛の乾乳期間短縮が，次乳期の乳量・乳成分に及ぼす影響を明らかにするため，分娩前2ヵ月から分娩後10ヵ月まで比較検討した。短縮区は泌乳後期牛15頭を用い，搾乳日数を延長し，分娩予定の30日前に乾乳し，対照区は平均乾乳期間101日の乳牛16頭を用いた。分娩後3ヵ月間は両区ともグラスサイレージ(GS)と配合飼料を混合して不断給飼した。その後は日本飼養標準にしたがって，GS，コーンサイレージ，配合飼料，大豆粕を給与し，乾草を不断給飼した。305日乳量は，乾乳期間の効果および産次の効果がともに有意で，2産のウシでは短縮区の乳量が有意に減少した。305日乳量に短縮区の搾乳延長による乳量を加えた総乳量は，3産以上のウシが有意に多かったが，区間に差はなく，乾乳期間短縮による乳量減少は相殺された。305日の乳成分率と乳中体細胞数は区間に差がなかった。短縮区の分娩後の体重回復は対照区に比べ有意に早くなり，乳量減少の影響が示唆された。

日本畜産学会報 84 (3), 349-359, 2013

乳牛の乾乳期間を60日にしたときに次乳期の305日乳量が最大となるので(SchaeferとHenderson 1972)，日本飼養標準乳牛2006年版(農業・食品産業技術総合研究機構2007)でも60日前後の乾乳期間が最適とされている。乾乳期間が60日以上になったときの次乳期の305日乳量の増加効果はほとんど認められない(MakuzaとMcDaniel 1996)が，乾乳期間が40日未満になると次乳期の305日乳量が急激に減少することが示されている(Funkら1987)。しかし，乾乳期間60日という推奨日数は，乾乳期間と乳量の記録の遡及的な解析結果に基づき導かれ，乾乳期間が短縮した理由や乾乳期の飼養管理方法などはほとんど考慮されていなかった。

乾乳後の乳腺の退縮には2～3週間，分娩前の乳腺の再増殖にも同様の期間が必要で，乳腺組織の活発な退縮期と再増殖期との間に休止期があると報告されている(OliverとSordillo 1989)。また，乾乳期間60日では乳腺は乾乳後25日で退縮し，分娩前20日から7日まで増殖するとされている(Capucoら1997)。乾乳期間40日未満の場合は，休止期がないことが，次乳期の305日乳量を減少させる原因の1つである可能性があるが，休止期の必要性はこれまでに証明されていない。

近年，乳牛の遺伝的改良と飼養管理の改善の結果，わが国のホルスタイン種乳牛の305日乳量は，昭和50年の5,826 kgから平成22年の9,286 kgまで著しく増加している(家畜改良事業団2012)。その結果，分娩前60日で

も20 kg/日以上泌乳していることが多く，乾乳期間を短縮して搾乳期間延長が可能となっている。したがって，乾乳期間を短縮する飼養管理が，より現在の高泌乳牛に適している可能性があることから，乾乳期間短縮に対する関心が高まり，計画的に乾乳期間を短縮した多くの研究が行われている。乾乳期間短縮により分娩後の負のエネルギーバランスの改善(Rastaniら2005)や空胎日数が短縮するという報告があり(Annenら2004；Gümenら2005；Wattersら2008)，抗病性や繁殖性の改善につながる可能性がある。さらに，乾乳期間30日ないし35日への短縮は，泌乳末期に追加乳生産が得られ，それは次乳期の乳量減少を補填し，乳量の得失では差がないという報告がある(Gulayら2003；Rastaniら2005；Wattersら2008；Klasmeyerら2009)。一方，初産牛の乾乳期間短縮では，次乳期の乳量減少は経産牛に比べて大きいと報告されている(Pezeshkiら2007)。

著者らは，乾乳期間30日への短縮により，泌乳前期の乳量が抑えられ，乳タンパク質率が増加し，体重減少やボディコンディションスコアの低下が小さく，血液成分では血糖値が上昇傾向，遊離脂肪酸濃度が低下を示し，泌乳前期の乳牛の栄養状態が改善されることを報告した(中村ら2011)。乾乳期間短縮の酪農経営の直接的な利点として，泌乳期間の延長による乳量増加が，分娩後の乳量減少を上回れば増収につながるため，乳生産による収入の増加が考えられる。したがって，今後，乾乳期間短縮を酪農経営に

連絡者：中村正斗 (fax : 011-859-2178, e-mail : masaton@affrc.go.jp)

導入するためには、乾乳期間短縮が総乳量・乳成分に及ぼす影響を明らかにする必要があるが、一乳期に渡って乾乳期管理の影響を調べた報告は少ない。そこで、本研究では初産牛および経産牛を用い、乳牛の乾乳期間を現在最適とされる期間の半分の30日に短縮し、次乳期305日の乳量・乳成分に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1. 供試家畜、飼料および飼養管理

2006～2010年、北海道農業研究センター（札幌市）で飼養するホルスタイン種乳牛を行い、分娩前2ヵ月から分娩後10ヵ月まで飼養試験を行った。短縮区は泌乳後期牛15頭（初産牛7頭、経産牛8頭）を用い、グラスサイレージ（GS）主体の混合飼料（粗濃比3:1）を不断給飼して搾乳日数を延長し、搾乳期間を平均 337.0 ± 3.7 （±標準誤差）日とした後、乾乳期間を平均 30.1 ± 1.4 日とした。乾乳後は分娩まで、乾草とGSは不断給飼、配合飼料を制限給飼した。対照区は平均 302.5 ± 1.7 日搾乳の後、乾乳期間が平均 101.0 ± 8.4 日となった乾乳牛16頭（初産牛6頭、経産牛10頭）を用い、分娩前1ヵ月までの乾乳前期は乾草のみを不断給飼し、分娩前1ヵ月からの乾乳後期は短縮区と同じ飼料構成で給与した。両区ともに分娩から分娩6日後までは、乾乳後期飼料に加えて配合飼料を1日当たり0.5kgずつ増給し、分娩7日以降12週間は、乾物比でGSと配合飼料を6:4で混合し、残飼量/給与量が原物で10%を目安に不断給飼した。飼料は1日2回に分け、9:00と17:00に給与した。水およびミネラル添加塩は自由摂取させた。なお、試験牛は分娩前9～1週までと分娩後12週間は繋ぎ飼養、分娩後13週以降は乾乳までフリーストール飼養とした。

フリーストールの飼養管理は、体重と乳量に応じ日本飼養標準にしたがって、GS、コーンサイレージ（CS）、配合飼料、大豆粕を1日2回に分けてドアフィーダーで制限給飼し、オーチャードグラス主体のイネ科混播草ロール乾草をパドックで不断給飼した。なお、1頭当たりの乾草の日採食量は、消費したロール乾草の重量を飼養頭数で除して算出した。

GSと乾草は1番草のオーチャードグラス主体のイネ科混播草を用い、GSはタワーサイロで細断調製した。CSは黄熟後期刈りしたものをタワーサイロで細断調製した。配合飼料は単味濃厚飼料を自家配合した。試験に用いた各飼料の成分値を表1、対照区および短縮区の試験飼料の乾物構成比と成分値を表2に示す。

動物の飼養管理と本研究での実験は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構動物実験等指針ならびに北海道農業研究センター動物実験等実施要領に従って行った。

2. 測定項目

飼料摂取量は分娩前9週から分娩後12週まで給与量と残飼量を毎日秤量し、乾物率を測定し乾物摂取量（DMI）を算出した。ボディコンディションスコア（BCS）（Fergusonら1994）は分娩前9週から分娩後12週まで週1回測定した。体重は分娩前9週から分娩後12週まで週1回、さらに分娩直後に測定し、分娩後13週以降は1週間おきに朝の一定時刻に測定した。

乳量は9:00と19:00の1日2回の搾乳時に計測し、1週間おきに1日分の乳脂率、乳タンパク質率、および乳糖率を近赤外分析装置（FT-120; Foss Electric, ヒレロッド, デンマーク）で、乳中体細胞数を体細胞数測定装置（フォソマチック90; Foss Electric）で測定した。

3. 統計処理

得られた数値は統計解析ソフトJMP（SAS Japan, 東京）を用い、成牛の基準から3産以上のウシと、成長中の2産牛とを分けて、ウシの産次、乾乳期間、ウシの産次と乾乳期間の交互作用を固定効果とした分散分析を行った。体重とBCSは、分娩前4週間、分娩直後、分娩後1～4週、分娩後5～8週、分娩後9～12週の各個体の平均値について分散分析を行い解析した。DMIと同体重比（%）は、分娩前4週間、分娩後4週間、分娩後5～8週、分娩後9～12週の各個体の平均値について分散分析を行い解析した。また、分娩直後の体重を基準とした体重回復率（%）について、分娩前後の週次ごとに分散分析を行い解析した。検定結果は、危険率5%未満の場合に有意差があるものとみなし、危険率10%未満の場合には傾向があるものとみなした。ウシの産次と乾乳期間の交互作用が危

Table 1 Nutrient composition of silage, hay, concentrate and soybean meal

	DM	OM	CP	ADF	NDF	TDN ¹
Nutrient Composition	(% DM)					
Grass silage	26.6	90.8	14.5	36.9	59.0	61.4
Corn silage	31.8	93.8	7.1	24.2	41.1	65.4
Hay	83.3	93.2	9.6	39.0	66.9	60.0
Concentrate	86.5	95.1	19.0	9.6	15.5	87.4
Soybean meal	91.6	93.2	52.2	9.3	11.2	86.8

DM : Dry matter, OM : Organic matter, CP : Crude protein, ADF : Acid detergent fiber

NDF : Neutral detergent fiber, TDN : Total digestible nutrient.

¹TDN is calculated using estimating equations of NRC (2001).

Table 2 Foodstuff and nutrient composition of diets

	Prepartum (2 to 1 month)		Prepartum (1 month) ¹		Postpartum (3 month) ²		Postpartum (4 to 10 month) ³	
	Control ³	Shortened ²	Control	Shortened	Control	Shortened	Control	Shortened
Foodstuff (% DM)								
Grass silage	—	75	50		60		39	
Corn silage	—	—	—		—		18	
Hay	100	—	36		—		11	
Concentrate	—	25	14		40		28	
Soybean meal	—	—	—		—		4	
Nutrient composition								
DM	83.3	41.6	55.4		50.6		39.7	
OM (% DM)	93.2	91.9	92.3		92.5		92.9	
CP (% DM)	9.6	15.6	13.4		16.3		15.4	
ADF (% DM)	39.0	30.1	33.8		26.0		26.0	
NDF (% DM)	66.9	48.1	55.8		41.6		42.3	
TDN ⁴ (% DM)	60.0	67.9	64.6		71.8		70.4	

DM : Dry matter, OM : Organic matter, CP : Crude protein, ADF : Acid detergent fiber, NDF : Nutral detergent fiber, TDN : Total digestible nutrient.

¹Concentrate fed as top dressing on grass silage, and hay fed for *ad libitum* intake in both treatments during one month prepartum.

²TMR fed for *ad libitum* intake in both treatments during 3 months postpartum, and TMR fed for *ad libitum* intake in shortened dry period from 2 to 1 month prepartum.

³Hay fed for *ad libitum* intake in control dry period from 2 to 1 month prepartum, and in both treatments from 4 to 10 months postpartum.

⁴TDN is calculated using estimating equations of NRC (2001).

検率 10% 未満の場合は、平均値の差の検定は Student の *t* 検定により、乳期ごとの検定を行った。

結 果

乾乳から分娩後 12 週間の両区の体重、BCS、DMI、同体重比 (%) を表 3 に示した。乾乳期間中の体重、DMI、同体重比 (%) に区間で差を認めず、体重と DMI は経産牛が初産牛に比べて大きかった ($P < 0.05$)。また、分娩後 12 週間の体重、DMI、同体重比 (%) にも区間で差を認めず、体重と DMI は 3 産以上のウシが 2 産牛に比べて大きかった ($P < 0.01$)。一方、乾乳期間中の BCS は短縮区が対照区に比べ低い傾向 ($P < 0.10$) であったが、分娩後 8 週間の BCS は区間で差を認めず、分娩後 9 から 12 週の BCS は短縮区が対照区に比べ高い傾向 ($P < 0.10$) を認めた。また、乾乳期間中および分娩直後の BCS は 3 産以上のウシが 2 産牛に比べて高かったが ($P < 0.05$)、分娩後 1 から 12 週の BCS には産次による差を認めなかった。

乾乳期間が異なる 3 産以上の乳牛の一乳期の体重変化を分娩後体重を基準 (100%) とした時系列で図 1 に示した。3 産以上のウシの分娩後の体重回復は短縮区 (4.0 ± 0.7 週) が対照区 (6.2 ± 0.7 週) よりも早期に開始 ($P < 0.05$) した。分娩後 12 週までの体重回復率は短縮区が対照区を上回っていたが、分娩後 14 週から 34 週まで両区ともほぼ同様の体重回復傾向を示し、分娩後 36 週以降

は短縮区の体重回復率が対照区を上回り、週ごとの比較で区間に有意差 ($P < 0.05$) を認めた。乾乳期間が異なる 2 産の乳牛の一乳期の体重変化を同様に図 2 に示した。2 産のウシの分娩後の体重回復は短縮区 (3.9 ± 0.8 週) が対照区 (6.2 ± 0.9 週) よりも早期に開始 ($P < 0.05$) し、分娩後 42 週まで体重回復率は短縮区が対照区を上回り、週ごとの比較で区間に有意差 ($P < 0.05$) を認めた。

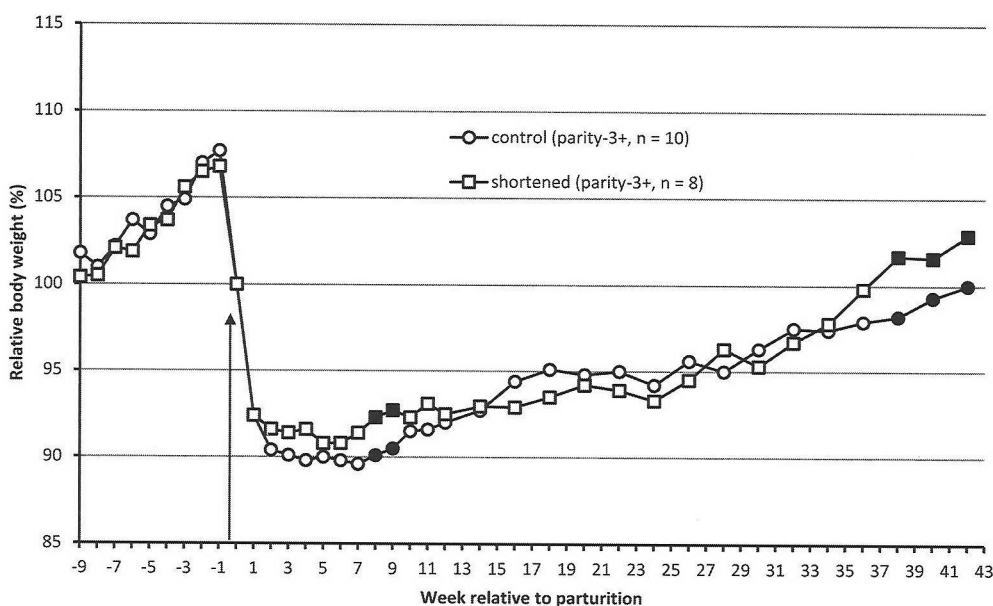
乾乳期間が異なる 3 産以上の乳牛の泌乳曲線を図 3 に示した。泌乳前期は対照区に比べ短縮区のピーク乳量が低くなったが、泌乳中・後期で乳量の差をほとんど認めなかった。乾乳期間が異なる 2 産の乳牛の泌乳曲線を図 4 に示した。2 産の短縮区は対照区に比べて、一乳期を通して乳量が低く推移した。

短縮区の前乳期末期日乳量と乳成分を表 4 に示した。前乳期末期日乳量には初産牛と経産牛で差を認めなかった。乳成分では、初産牛に比べ経産牛の乳中体細胞数が高い傾向 ($P < 0.10$) を認めた。短縮区の分娩前 9 週の日乳量と分娩前 9 週から 5 週の合計乳量との関係を図 5 に示した。経産牛では両者の間に有意な ($P < 0.01$) 正の相関を認めた。

乾乳期間が異なる乳牛の乳期別乳量および総乳量を表 5 に示した。短縮区の前乳期末期乳量は産次による差を認めなかった。泌乳前期乳量は乾乳期間の効果 ($P < 0.05$) および産次の効果 ($P < 0.01$) がともに有意で、短縮区の乳量が少なく、2 産の乳量が少なかった。泌乳中期乳量

Table 3 BW, BCS, and DMI during prepartum and postpartum periods for Holstein cows exposed to different dry period lengths

Item	time, Wk ¹	Parity-2		Parity-3+		SEM ²	P-value		
		Control	Shortened	Control	Shortened		Dry period	Parity	Dry period × parity
Dry period (day)		102.2	28.7	100.3	31.3	7.8	< 0.0001	0.97	0.81
BW (kg)	-4 to -1	684.6	675.8	768.7	751.7	12.5	0.55	0.0009	0.85
	0	656.8	640.6	726.5	711.6	12.3	0.49	0.0040	0.98
	1 to 4	601.2	585.7	658.2	652.0	10.5	0.56	0.0029	0.81
	5 to 8	597.9	596.7	651.0	648.7	9.6	0.92	0.0068	0.98
	9 to 12	601.3	609.0	662.5	658.3	9.6	0.92	0.0041	0.74
BCS	-4 to -1	3.09	3.00	3.22	3.12	0.03	0.079	0.025	0.98
	0	3.05	2.98	3.16	3.10	0.03	0.30	0.045	0.95
	1 to 4	2.92	2.86	2.94	2.94	0.02	0.57	0.33	0.61
	5 to 8	2.80	2.79	2.78	2.81	0.02	0.77	0.94	0.67
	9 to 12	2.78	2.85	2.77	2.82	0.02	0.071	0.57	0.80
DMI (kg/day)	-4 to -1	12.88	12.33	13.96	13.67	0.24	0.36	0.012	0.77
	0 to 4	19.18	18.20	19.94	19.65	0.27	0.23	0.043	0.51
	5 to 8	22.00	21.95	24.96	24.23	0.31	0.33	< 0.0001	0.39
	9 to 12	22.69	22.93	25.65	25.27	0.35	0.91	< 0.0001	0.58
DMI (% BW)	-4 to -1	1.906	1.825	1.862	1.808	0.074	0.40	0.70	0.87
	0 to 4	3.168	3.076	2.996	2.994	0.049	0.64	0.22	0.66
	5 to 8	3.700	3.697	3.842	3.765	0.045	0.67	0.28	0.70
	9 to 12	3.781	3.780	3.878	3.857	0.052	0.92	0.43	0.93

¹Wk : Week relative to parturition.²SEM : standard error of the mean.**Figure 1** Average relative body weight from 9 weeks before parturition until 42 weeks postpartum for multiparous Holstein cows subjected to a shortened (30-day) or control (100-day) dry period. Values that differ significantly ($P < 0.05$) between treatments are indicated with filled symbols (●, ■). Arrow indicates calving.

は乾乳期間の効果を認めず、2産の乳量が少ない傾向 ($P < 0.10$) を示した。泌乳後期乳量は乾乳期間の効果が有意で、短縮区の乳量が少なく ($P < 0.05$)、乾乳期間と産次との交互作用 ($P < 0.05$) を認めた。乾乳期間短縮し

た2産牛の泌乳後期乳量は対照区と比べて減少した ($P < 0.05$)。305日乳量は、乾乳期間の効果および産次の効果がともに有意 ($P < 0.05$) で、乾乳期間と産次との交互作用の傾向 ($P < 0.10$) を認め、2産牛の305日乳量は

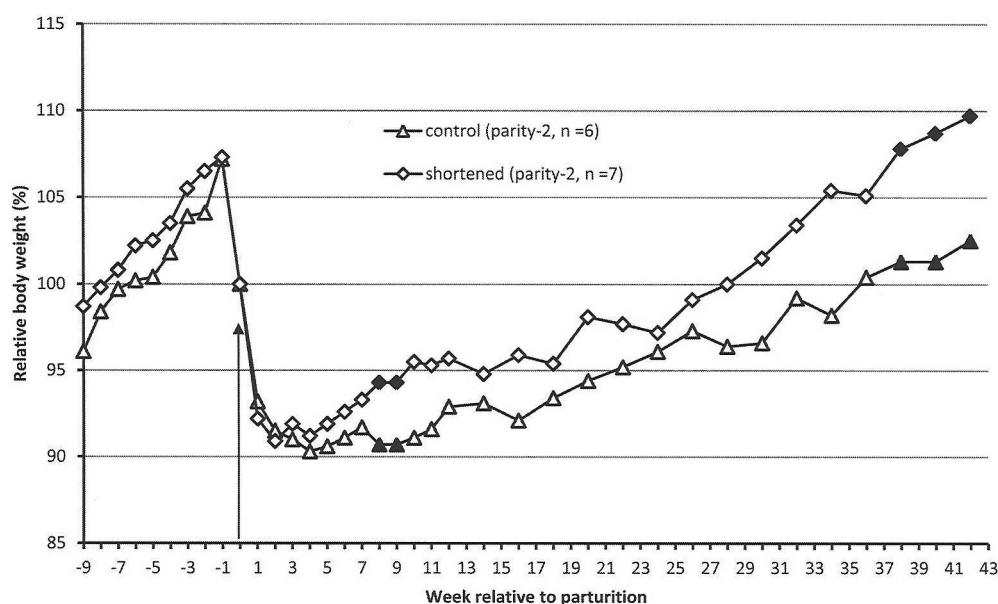


Figure 2 Average relative body weight from 9 weeks before parturition until 42 weeks postpartum for primiparous Holstein cows subjected to a shortened (30-day) or control (102-day) dry period. Values that differ significantly ($P < 0.05$) between treatments are indicated with filled symbols (▲, ◆). Arrow indicates calving.

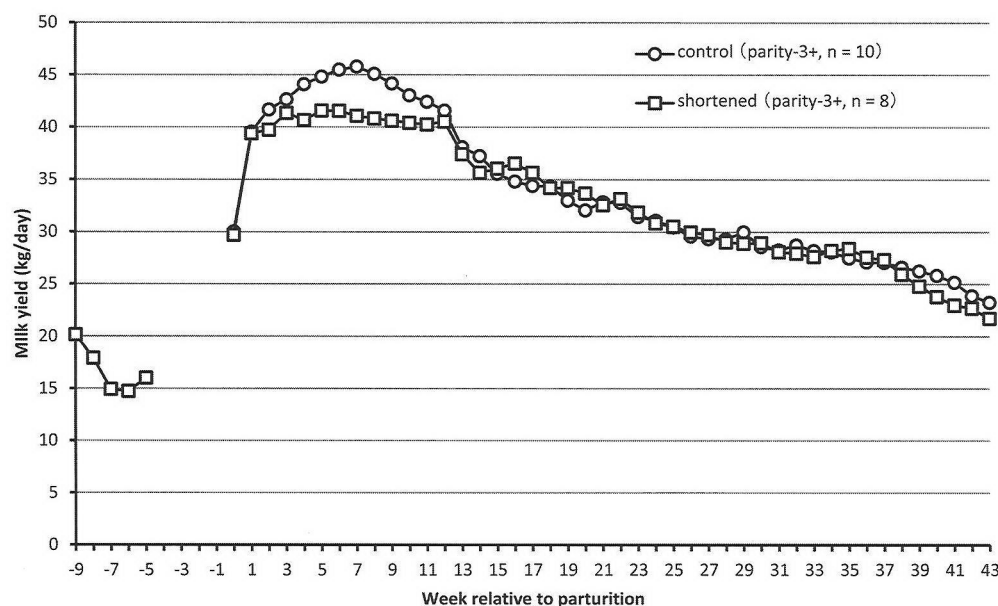


Figure 3 Average milk yield from 9 weeks before parturition until 43 weeks postpartum for multiparous Holstein cows subjected to a shortened (30-day) or control (100-day) dry period.

短縮区が対照区に比べ少なかったが ($P < 0.05$), 3 産以上のウシでは 305 日乳量に有意差を認めなかった。305 日乳量に短縮区の搾乳延長した前乳期末期乳量を加えた総乳量では, 産次の効果が有意 ($P < 0.05$) で, 3 産以上の総乳量が多かったが, 乾乳期間の効果を認めなかった。

乾乳期間が異なる乳牛の次乳期(305 日)の平均日乳量・

乳成分を表 6 に示した。平均日乳量の統計解析結果は 305 日乳量と同様であり, 4% 乳脂補正乳量 (FCM) は乾乳期間の効果 ($P < 0.05$) および産次の効果 ($P < 0.001$) がともに有意であった。乳成分では乳脂率に対する産次の効果が有意 ($P < 0.05$) で, 2 産に比べ 3 産以上のウシの乳脂率が高かった。一方, 乳タンパク質率, 乳糖率およ

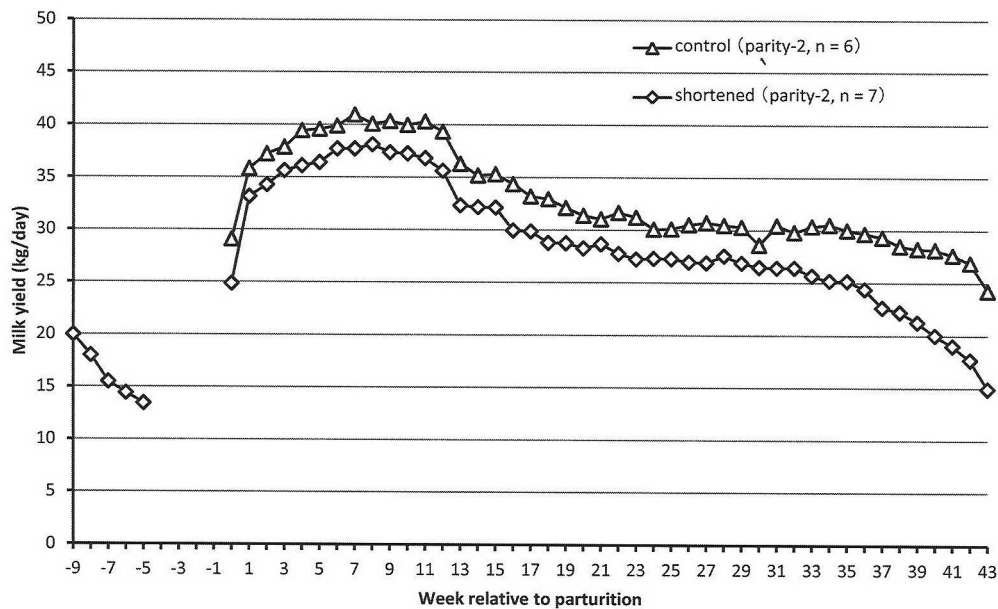


Figure 4 Average milk yield from 9 weeks before parturition until 43 weeks postpartum for primiparous Holstein cows subjected to a shortened (30-day) or control (102-day) dry period.

Table 4 Prepartum milk yield and milk composition for Holstein cows exposed to 30-d dry period

Item	Prepartum (-9 to -5 wk ¹)		SEM ²	P-value
	Parity-1	Parity-2+		
Cows (no.)	7	8		
Milk yield (kg/day)	16.3	16.1	1.3	0.95
Fat (%)	4.54	4.52	0.09	0.90
Protein (%)	3.46	3.71	0.10	0.23
Lactose (%)	4.56	4.38	0.08	0.27
SCC (x1000) ³	34.0	94.0	16.3	0.063

¹ wk : week relative to parturition.

² SEM : standard error of the mean.

³ SCC : somatic cell count.

び乳中体細胞数には乾乳期間あるいは産次の効果をいずれも認めなかった。乳脂量は産次の効果が有意 ($P < 0.001$)、乳タンパク質量は乾乳期間の効果および産次の効果がともに有意 ($P < 0.05$) であった。乳糖量は乾乳期間の効果が有意 ($P < 0.05$) で、短縮区の乳糖量が少なく、2産の乳糖量が3産以上に比べて少ない傾向 ($P < 0.10$) を認めた。

考 察

北海道農業研究センターの牛群は一乳期 305 日搾乳を慣行としていたため、対照区の乾乳期間は標準的な 60 日ではなく、2産で 102.2 ± 13.6 日、3産以上で 100.3 ± 12.0 日であった。乾乳期間中の体重、BCS、乾物摂取量、同体重比 (%) および分娩直後の体重、BCS は区間で差

がなかったこと (表 3) から、乾乳から分娩までのウシの生理状態は区間で差がなかったと推察した。また、乾乳期間 60 日以上ときの次乳期の乳量減少は僅かであり、減り方も緩やかであるという遡及的な解析研究成績 (Funk ら 1987 ; Makuza と McDaniel 1996) から、対照区のウシの一乳期乳量・乳成分は短縮区の比較対照となり得ると判断した。乾乳期間を 30 日に短縮した初産牛の 2 産分娩後の一乳期平均日乳量は 28.9 kg と対照区の 33.0 kg に比べ 12.4% 減少し (表 6)、分娩後 15 週間の乳量は 8.1% 減少した (表 5)。これに関連して、Rastani ら (2005) の分娩後 70 日間の平均日乳量が 9.3% 減少した報告、Watters ら (2008) の分娩後 100 日間の平均日乳量が 7.8% 減少した報告、Pezeshki ら (2007) の分娩後 210 日間の平均日乳量が 9.1% 減少した報告があり、計測した

乾乳期短縮と一乳期乳量・乳成分

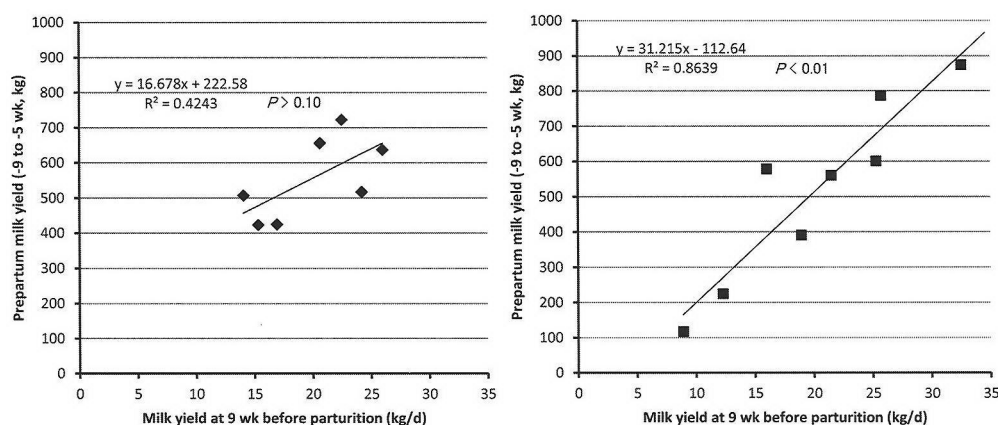


Figure 5 Relation between daily milk yield at 9 weeks before parturition and prepartum milk yield for Holstein cows exposed to 30-d dry period. Each symbol represents an individual cow with primiparous (◆, $n = 7$) and multiparous (■, $n = 8$) cow.

Table 5 Milk yield during each lactation stage of Holstein cows exposed to different dry period lengths

Item	Parity-2		Parity-3+		SEM ¹	P-value		
	Control	Shortened	Control	Shortened		Dry period	Parity	Dry period × parity
Cows (no.)	6	7	10	8				
Age at first parturition (mo.)	23.5	23.4	23.8	23.8	0.2	0.88	0.39	0.82
Age at parturition in experiment (mo.)	36.8	35.4	59.2	60.8	2.7	0.97	< 0.0001	0.67
Previous lactation period (day)	303.2	339.3	302.1	335.0	3.7	< 0.0001	0.53	0.70
Dry period (day)	102.2	28.7	100.3	31.3	7.8	< 0.0001	0.97	0.81
Prepartum milk yield (A, -9 to -5 wk, kg)	—	555	—	517	52	—	0.73	—
Milk yield in early lactation (B, 0 to 15 wk, kg)	4244	3902	4629	4366	76	0.022	0.0021	0.75
Milk yield in middle lactation (C, 16 to 29 wk, kg)	3080	2745	3110	3155	65	0.25	0.09	0.14
Milk yield in late lactation (D, 30 to 43 wk, kg)	2769 ^a	2193 ^a	2575	2519	66	0.013	0.58	0.037
Actual 305-d milk yield (B+C+D, kg)	10094 ^a	8840 ^a	10315	10040	167	0.011	0.017	0.092
Total milk yield (A+B+C+D, kg)	10094	9395	10315	10557	157	0.44	0.025	0.12

¹SEM : standard error of the mean.

^aMeans within the same row and parity group and with different superscripts differ ; $P < 0.05$.

泌乳期間に違いがあり比較はできないが、初産牛の乾乳期間短縮による次乳期乳量の低下への関与が推察された。一乳期平均日乳量は、Santschi ら（2011）が平均初産月齢 26.3 カ月の条件で 4.4% 減少した報告があり、本研究の供試牛のそれは 23.4 カ月（表 5）と平均約 3 カ月若齢のウシであった。Dias と Allaire（1982）は初産の高泌乳牛は、次乳期の高いピーク乳量を得るために、月齢が若いウシほど長い乾乳期間が必要であると報告している。初産牛は体が成長中のため、月齢が若いウシほど乾乳期間短縮による乳量減少が大きくなることが推察され、2 産牛の一乳期平均日乳量減少が大きかった原因の 1 つである可能性がある。

一方、本研究での乾乳期間を短縮した経産牛の 3 産以上分娩後の一乳期平均日乳量は対照区と比べて 2.7% 減少し（表 6）、分娩後 15 週間の乳量は 5.7% 減少した（表 5）。Annen ら（2004）は乾乳期間短縮した経産牛の分娩後 17 週間の平均乳量は 2.3% 減少し、Rastani ら（2005）は分娩後 70 日間の平均乳量が 8.1% 減少したと報告して

いる。一乳期平均日乳量は、Santschi ら（2011）が経産牛の 35 日乾乳と 60 日乾乳で差がなかったと報告している。したがって、本研究での乾乳期間を短縮した経産牛の分娩後の一乳期平均日乳量の低下はこれまでの報告の範囲内であったと推察する。

本研究で 2 産分娩後の乳牛の体重回復は短縮区が対照区よりも早く開始し、一乳期を通じて短縮区が対照区のウシの体重回復率を上回っていた（図 2）。分娩後 12 週間の DMI、同体重比（%）は乾乳期間による差を認めなかったことから（表 3）、これらの体重変化は、短縮区の一乳期を通じた乳量減少（表 5、図 4）が主因であると推察した。同様に、短縮区の 3 産以上のウシの体重回復が対照区よりも早く開始し、分娩後 12 週までの体重回復率が対照区を上回っていた（図 1）のは、短縮区の泌乳初期の乳量減少（表 5、図 3）が主因であると推察した。また、分娩後 9 から 12 週の BCS は短縮区が対照区に比べ高い傾向であったこと（表 3）は、両区の体重の変化と符合していたと考えられた。3 産以上のウシでは分娩後 14 週から 34 週

Table 6 Postpartum milk yield and milk composition of Holstein cows from 1 to 305 DIM exposed to different dry period lengths

Item	Parity-2		Parity-3+		SEM ¹	P-value		
	Control	Shortened	Control	Shortened		Dry period	Parity	Dry period × parity
Cows (no.)	6	7	10	8				
Dry period (day)	102.2	28.7	100.3	31.3	7.8	< 0.0001	0.97	0.81
Milk yield (kg/day)	33.0 ^a	28.9 ^b	33.7	32.8	0.55	0.011	0.018	0.096
FCM (kg/day) ²	32.7	29.5	35.8	34.5	0.66	0.046	0.0007	0.40
Milk fat (%)	3.90	4.17	4.41	4.36	0.08	0.49	0.041	0.32
Milk fat (kg/day)	1.29	1.20	1.49	1.42	0.03	0.20	0.0009	0.82
Milk protein (%)	3.24	3.38	3.34	3.30	0.04	0.52	0.87	0.25
Milk protein (kg/day)	1.07	0.97	1.13	1.08	0.02	0.048	0.023	0.48
Milk lactose (%)	4.52	4.45	4.45	4.43	0.03	0.39	0.46	0.72
Milk lactose (kg/day)	1.49	1.29	1.50	1.45	0.03	0.013	0.086	0.12
SCC (x1000) ³	62.3	56.7	38.1	58.7	7.6	0.68	0.54	0.47

^{a, b} Means within the same row and parity group and with different superscripts differ ; $P < 0.05$.

¹ SEM : standard error of the mean.

² FCM : four percent fat-correct milk.

³ SCC : somatic cell count.

まで、両区ともほぼ同様の体重回復傾向であった(図1)のは、泌乳中後期の乳量の差がなかった(表5、図3)ためと推察され、分娩後36週以降に短縮区の体重回復率が対照区を上回ったのは、短縮区の泌乳末期の乳量がやや減少した(図3)ためである可能性がある。乾乳期間を55~60日から28~34日に短縮したこれまでの研究(Gulayら2003; Rastaniら2005; Pezeshkiら2007; Wattersら2008)は、乾乳期間短縮により分娩後の体重やBCSの減少が小さかったと報告しており、分娩前後のDMIには乾乳期間の長さによる違いはなかったという成績(Gulayら2003; Rastaniら2005)も得られていることから、本研究は過去の多くの知見と同様の傾向を認めた。これに対して、Santschiら(2011)は60日乾乳と35日乾乳の初産牛と経産牛の分娩後のBCS低下は乾乳期間による差がなかったと報告しており、本研究結果と異なっていた。彼らは乾乳期間により分娩後のBCSに差がなかったのは、次乳期のエネルギー補正乳量(ECM)に差が認められなかったためであると考えしている。本研究ではFCMに乾乳期間の効果有意であった(表6)ことが、彼らの報告と異なる結果になった原因の1つである可能性がある。

乾乳期間短縮による搾乳延長35日間の合計乳量(平均日乳量)は、初産牛が555kg(16.3kg)、経産牛が517kg(16.1kg)であり、産次による差を認めなかった(表4、表5)。この期間の乳脂率と乳タンパク質率は初産牛でそれぞれ4.54%と3.46%、経産牛で4.52%と3.71%とともに分娩後の乳成分よりも高かった(表4、表6)。この期間の乳中体細胞数は初産牛に比べ経産牛で高い傾向を認

め、分娩後の体細胞数に比べて初産牛はやや低く、経産牛はやや高かった(表4、表6)。これに関連して、Wattersら(2008)は55日乾乳から34日乾乳による搾乳延長21日間の平均日乳量は、初産牛が24.1kgと経産牛の19.8kgよりも高いことを示し、Gulayら(2003)は経産牛の60日乾乳から30日乾乳により、搾乳延長30日間の合計乳量は510kgと報告し、Santschiら(2011)は35日乾乳で分娩前の初産牛の平均日乳量21.7kg(乳脂率4.4%、乳タンパク質率3.7%)、経産牛の平均日乳量17.8kg(乳脂率4.4%、乳タンパク質率3.8%)と報告し、本研究結果はこれまでの報告の範囲内であったと推察する。泌乳後期に組替えウシ成長ホルモン剤を投与した条件では、Klusmeyerら(2009)の60日乾乳から32日乾乳により、経産牛の搾乳延長28日間の合計乳量625kgとやや高い成績が得られている。また、この期間の乳脂率4.06%、乳タンパク質率3.56%、体細胞スコア3.81で、分娩後の乳成分と体細胞スコアよりも高い値であったことが報告されている。

本研究の結果、短縮区で搾乳延長した前乳期末期の乳量に分娩後305日乳量を加えた総乳量では乾乳期間短縮による乳量減少は相殺され、乾乳期間の長さによる違いは認められなかった(表5)。Santschiら(2011)は35日乾乳と60日乾乳との比較で、2産のウシの総乳量はそれぞれ10,091kg、10,813kg、3産以上のウシの総乳量はそれぞれ11,125kg、11,029kgであったと報告しており、本研究の乾乳期間短縮した2産のウシの総乳量は彼らの報告に比べてやや低かったが、3産以上のウシの総乳量は彼らの報告に近い成績を得た。泌乳期に組替えウシ成長ホル

モン剤を投与した条件では、Klusmeyer ら (2009) は 32 日乾乳と 60 日乾乳の経産牛の分娩前後の総乳量には有意差がなかったが、それぞれ 12,112 kg, 11,974 kg と高い成績が報告されている。彼らは乾乳時の乳量が高いウシほど、さらに 4 週間の搾乳を行い 32 日乾乳すると、60 日乾乳に比べ総乳量が増えると試算している。本研究の結果、経産牛の分娩前 9 週の日乳量と分娩前 9 週から 5 週末までの合計乳量との相関が高かった (図 3)。一方、3 産以上のウシの泌乳前期乳量は短縮区で低下したが、泌乳中後期の乳量は乾乳期間の長さによりほとんど違いが認められなかった (図 1, 表 5)。したがって、経産牛では乾乳時に日乳量概ね 25 kg 以上のウシを選び、搾乳期間延長し、乾乳期間 30 日に短縮すれば、搾乳延長で得られる乳量が泌乳前期の乳量低下 263 kg (表 5) を上回る可能性が高く、乳生産量増加が期待できる。泌乳末期は自給粗飼料主体で飼養可能なことから、今後、飼料費などを考慮した経済性も検討する必要がある。

乾乳期間短縮が乳脂率と乳脂量に及ぼす影響について、Santschi ら (2011) は 35 日乾乳と 60 日乾乳で、産次、乾乳期間により一乳期の乳脂率について差はなく、乳脂量は乾乳期間による差はなかったが、3 産以上のウシが 2 産牛より多かったことを示し、Klusmeyer ら (2009) は 32 日乾乳と 60 日乾乳の経産牛で、一乳期の乳脂率および乳脂量に差はなかったと報告している。Pezeshki ら (2007) は 35 日乾乳と 56 日乾乳の分娩後 210 日間の比較を行い、産次にかかわらず乳脂率に差はなかったと報告し、Kuhn ら (2006) は酪農家データの解析により、2 産牛に比べ 3 産以上のウシの乳脂率がやや高いことを報告している。本研究では、一乳期の乳脂率に乾乳期間の効果は認めないが、産次の効果が有意となり、3 産以上のウシで乳脂率が有意に高かった (表 6)。乳脂量は乾乳期間により差はなかったが、産次の効果が有意となり、3 産以上のウシの乳脂量が多かった (表 6)。本研究で乳脂量に対する産次の効果が有意となったのは、主に乳量の影響を反映したためと推察する。

乾乳期間短縮が乳タンパク質率と乳タンパク質量に及ぼす影響について、Santschi ら (2011) は 35 日乾乳と 60 日乾乳の比較で、35 日乾乳の 2 産牛の一乳期の乳タンパク質率が増加したが、3 産以上のウシでは乾乳期間による差はなく、一乳期の乳タンパク質量には乾乳期間による差はなかったが、2 産牛が 3 産以上のウシに比べて低かったと報告し、Klusmeyer ら (2009) は 32 日乾乳と 60 日乾乳の経産牛の一乳期の乳タンパク質率に差がなかったと報告している。本研究では、一乳期の乳タンパク質率には乾乳期間および産次の効果がいずれも認められなかったが、一乳期の乳タンパク質量は短縮区が有意に低く、2 産牛が有意に低かった (表 6)。一乳期の乳タンパク質量に乾乳期間および産次の効果が認められたのは、主として乳量の影響が反映したためと推察する。

乾乳期間の長さが乳糖率および乳糖量に及ぼす影響の報告は少ない。Santschi ら (2011) は 35 日乾乳と 60 日乾乳で、一乳期の乳糖率には産次あるいは乾乳期間による差はなかったが、一乳期の乳糖量では 2 産牛は 3 産以上のウシに比べて日乳糖量が低く、初産牛の 35 日乾乳は 60 日乾乳に比べ 2 産分娩後の日乳糖量が低かったと報告している。本研究の一乳期の乳糖率には乾乳期間および産次の効果がいずれも認めなかったが、一乳期の乳糖量は短縮区が有意に低かった (表 6)。したがって、本研究結果は Santschi ら (2011) の報告と一致し、一乳期の乳糖量に乾乳期間の効果が認められたのは、乳量の影響が反映したためと推察する。

乾乳期間短縮が乳中体細胞数に及ぼす影響について、Santschi ら (2011) は 35 日乾乳と 60 日乾乳との比較で、一乳期の乳中体細胞数スコアは乾乳期間による差はなかったが、2 産牛は 3 産以上のウシよりも乳中体細胞数スコアが低かったことを示し、Klusmeyer ら (2009) は経産牛の 32 日乾乳は 60 日乾乳に比べて一乳期の乳中体細胞数が低かったと報告し、Annen ら (2004) は経産牛の 30 日乾乳と 60 日乾乳の分娩後 17 週間の乳中体細胞数スコアの比較で、乾乳期間による差はなかったが、農場の影響を認めたと報告している。また、Kuhn ら (2006) は乳房炎発生の多い農場で、60 日乾乳に比べて 30 日乾乳が体細胞数スコアが高くなったと報告している。本研究の一乳期の乳中体細胞数は乾乳期間および産次の効果がいずれも認められなかった (表 6)。本研究の一乳期の乳中体細胞数は、各区ともに 10 万個/mL 未満と比較的低い値であったことから、供試牛群の平均乳中体細胞数が低かったことが本研究結果に影響した可能性がある。

以上から、初産牛の乾乳期間 30 日への短縮は、次乳期の 305 日乳量が減少した。しかし、2 産以上のウシでは、3 産以上分娩後のピーク乳量が低くなり、305 日乳量はやや減少するが、前乳期末期の乳量に 305 日乳量を加えた総乳量では乾乳期間短縮による乳量減少は相殺された。乾乳期間 30 日への短縮は 305 日の乳成分率と乳中体細胞数に影響はないが、乳成分量には乳量増減による影響が推察された。短縮区の分娩後の体重回復は対照区に比べ早くなり、体重回復に対する乳量減少の影響が示唆された。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、ご校閲いただいた北海道農業研究センター酪農研究領域早坂貴代史上席研究員に深謝いたします。また、供試牛の飼養管理を担当していただいた北海道農業研究センター業務第 1 科の皆様へ感謝の意を表します。

本研究は交付金プロジェクト「高持続型泌乳パターンを作出・増幅する短縮した乾乳期の飼養管理技術の提示」(課題番号 226-1220) で得られた成果の一部を取りまとめたものである。

文 献

- Annen EL, Collier RJ, McGuire MA, Vicini JL, Ballam JM, Lormore MJ. 2004. Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *Journal of Dairy Science* **87**, 3746-3761.
- Capuco AV, Akers RM, Smith JJ. 1997. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. *Journal of Dairy Science* **80**, 477-487.
- Dias FM, Allaire FR. 1982. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. *Journal of Dairy Science* **65**, 136-145.
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **77**, 2695-2703.
- Funk DA, Freeman AE, Berger PJ. 1987. Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. *Journal of Dairy Science* **70**, 2366-2373.
- 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. Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *Journal of Dairy Science* **88**, 2401-2411.
- 家畜改良事業団. 2012. 乳用牛群能力検定成績のまとめ—平成22年度—. 家畜改良事業団, 東京; [cited 1st October 2012]. Available from URL : <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/kenteikodaisets.html>
- Klusmeyer TH, Fitzgerald AC, Fabellar AC, Ballam JM, Cady RA, Vicini JL. 2009. Effect of recombinant bovine somatotropin and a shortened or no dry period on the performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* **92**, 5503-5511.
- Kuhn MT, Hutchison JL, Norman HD. 2006. Effects of length of dry period on yields of milk fat and protein, fertility and milk somatic cell score in the subsequent lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Research* **73**, 154-162.
- Makuza SM, McDaniel BT. 1996. Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* **79**, 702-709.
- 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.
- National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* 7th rev. edn. p. 14. National Academy Press, Washington, DC.
- 農業・食品産業技術総合研究機構編. 2007. 日本飼養標準乳牛(2006年版). p. 50. 中央畜産会, 東京.
- Oliver SP, Sordillo LM. 1989. Approaches to the manipulation of mammary involution. *Journal of Dairy Science* **72**, 1647-1664.
- Pezeshki A, Mehrzad J, Ghorbani GR, Rahmani HR, Collier RJ, Burvenich C. 2007. Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* **90**, 5531-5541.
- 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.
- Santschi DE, Lefebvre DM, Cue RI, Girard CL, Pellerin D. 2011. Complete-lactation milk and component yields following a short (35-d) or a conventional (60-d) dry period management strategy in commercial Holstein herds. *Journal of Dairy Science* **94**, 2302-2311.
- Schaeffer LR, Henderson CR. 1972. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. *Journal of Dairy Science* **55**, 107-112.
- Watters RD, Guenther JN, Brickner AE, Rastani RR, Crump PM, Clark PW, Grummer RR. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **91**, 2595-2603.

Effects of short dry period on complete-lactation milk and component yield in Holstein cows

Masato NAKAMURA¹, Kei-ichi NAKAJIMA¹, Yuji TAKAHASHI² and Hiroki SHIONO²

¹ National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Toyohira, Sapporo 062-8555, Japan

² National Institute of Animal Health, Tsukuba, Ibaraki 305-0856, Japan

Corresponding : Masato NAKAMURA (fax : +81 (0) 11-859-2178, e-mail : masaton@affrc.go.jp)

The objective of this study was to determine the effects of short dry period in primiparous and multiparous dairy cows on milk production for a full lactation (305-d). Thirty-one cows were assigned to 101-d (control, C, $n = 16$) or 30-d (shortened, S, $n = 15$) dry periods. From 2 months before parturition, C cows were fed hay and S cows were fed TMR *ad libitum* for 30-d ; then from 30-d prior until calving, both C and S cows were fed a moderate-energy transition diet. Postpartum, all cows were fed TMR *ad libitum* for 3 months. From 4 months postpartum, both C and S cows were fed grass silage, corn silage, concentrate and soybean meal according to Japanese Feeding Standard for Daily Cattle (2006) and hay *ad libitum* until 305 DIM. Additional milk was obtained at the end of lactation from S cows due to the extended lactation. Average daily milk yield in the following lactation was significantly greater in C cows, but the difference between treatments was smaller in third or greater lactation cows. Among primiparous cows, average daily milk yield in the following lactation was significantly greater in C cows. Total milk production from the prepartum and postpartum periods was not different between C and S cows. Average milk fat percentage, milk protein percentage, milk lactose percentage and somatic cell count were not different between treatments. Postpartum weeks at minimum BW was significantly earlier in S cows.

Nihon Chikusan Gakkaiho 84 (3), 349-359, 2013

Key words : complete-lactation, dry period length, holstein cows, milk component, milk yield.