

初産牛の一乳期および乳期別TMR給与法が産乳性，栄養， 体重および収益に及ぼす影響

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 早坂,貴代史
発行元	Zootechnical Science Society of Japan
巻/号	86巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 465-472
発行年月	2015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



初産牛の一乳期および乳期別 TMR 給与法が産乳性、栄養、体重 および収益に及ぼす影響

中村正斗¹・中島恵一¹・早坂貴代史^{1,a}

¹ 農研機構・北海道農業研究センター，札幌市豊平区 062-8555

(2015. 6. 3 受付, 2015. 8. 5 受理)

要 約 ホルスタイン種初産牛における，TMR（完全混合飼料）の乳期別 2 種飼養（2 群区）に対する一乳期 1 種飼養（1 群区）の有効性を検討するために，それらの産乳性，栄養，体重および収益を比較した．TMR はグラスサイレージ，配合飼料，大豆粕からなり，1 群区は一乳期を TDN 72%，CP 18% で，2 群区は泌乳前期を 1 群区と同一とし，泌乳後期を TDN 69%，CP 15% で，各区 9 頭に不断給飼した．2 群区は 1 群区に比べ，泌乳後期の産乳量，乾物摂取量，TDN と CP の充足率が減少し，泌乳持続性および乾乳時の体重とボディコンディションスコアが有意に低かった．2 群区は，305 日間の平均増体重が Richards 成長曲線に基づく標準増体重を下回り，栄養不足が観察された．1 群区は 2 群区に比べ乳飼比は上がるが，乳代から飼料費を控除した 305 日間の収益差額は 1 頭当たり 14 千円増益と試算された．

日本畜産学会報 86 (4), 465-472, 2015

キーワード：栄養管理，産乳性，体重，TMR，ホルスタイン初産牛

平成 22 年に改訂された家畜改良増殖目標では，泌乳能力の向上を図りつつ，泌乳曲線が平準化した泌乳持続性（LP）の高い乳牛に改良する方針を打ち出している（農林水産省 2010）．LP の高い泌乳平準化牛は，一乳期の乳量変化が小さい牛であり，養分要求量があまり変わらないので頻繁に給飼メニューを変えなくても良く，飼養管理が比較的容易な乳牛である．また，これまでの高ピーク低持続型の乳牛に比べ，一乳期のエネルギーバランスが平準化し，抗病性などの改善も期待される．

これまで乳牛は乳量に応じた個体別栄養管理が推奨されてきたが，大規模な群管理飼養の増加などから，個体別管理が困難な場合が多くなっている．近年，北海道の酪農家の 25% はフリーストール飼養であり（H26 年北海道畜産振興課調べ），頭数規模別では経産牛 60～70 頭層と 100～150 頭層の二峰型を形成し（鶴川ら 2004），家族経営から大規模な法人経営への動きと，飼料生産部門を TMR センターに共同化，外部化する動きを認めている（久保田ら 2013）．家族経営が主体の 100 頭以下層は，労働力不足や高齢化などから，また大規模法人経営でも個体の産乳性の向上を促すために，調製・運搬・給飼作業などが省力的な一乳期 1 種 TMR 飼養法の実用化が急務である．

こうした中で，初産牛は 2 産以上の乳牛に比べピーク乳量は低いが，泌乳曲線が平準化し LP が高いこと（富樫 2008；早坂ら 2013）や遺伝的に高 LP の初産牛は 305 日

乳量が高く，2 産次の 305 日乳量も高く（山崎ら 2014），生涯乳量の増加に貢献すること（富樫 2008）が報告されている．さらに，初産牛は成長中であること（農研機構 2007）から，一乳期を通じ泌乳前期の養分含量で給与した方が，成長や妊娠を含む適正な増体が達成可能と考えられる．

したがって，初産牛はこれまでの標準的な乳期別 TMR よりも一乳期 1 種 TMR の給与が適していると考えられるが，初産牛の産乳や増体の効率に関する研究成績はあまりなく（農研機構 2007），一乳期にわたって初産牛に給与する TMR 養分含量の影響を調べた飼養成績はほとんどない．

本研究は初産牛を用い，一乳期 1 種 TMR 給与（1 群区）と泌乳後期に TMR 養分含量を下げる乳期別 2 種 TMR 給与（2 群区）を行い，産乳性，乾物摂取量（DMI），養分充足率など栄養面，体重および収益に及ぼす影響を検討した．

材料および方法

1. 供試家畜，飼料および飼養管理

2013～2014 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初産牛 18 頭を用い，分娩後 305 日間つなぎの飼養試験を行った．1 群区（9 頭）は一乳期にわたり TDN 72%，CP 18% の TMR を給与した．2 群区（9 頭）は泌乳前期（分娩後 1～21 週）に 1 群区と同じ養分含量の TMR とし，泌乳後期（同 22～43 週）に養分

現所属：^a 農研機構・畜産草地研究所那須研究拠点草地研究支援センター，那須塩原市 329-2793

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

含量を下げた TDN 69%, CP 15% の TMR を給与した。初産牛の乳期別 TDN 給与水準は、菅原ら (2007) の 73% の成績を参考に設定した。初産牛の泌乳後期の報告例はないが、経産牛の泌乳後期を 68% に設定 (原ら 1998) した給与水準を参考に設定した。

試験飼料はグラスサイレージ (GS)、配合飼料、大豆粕を用いた。GS 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、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と TDN 値を表 1、1 群区および 2 群区の TMR の乾物構成比、飼料成分値と TDN 値を表 2 に示す。

試験牛は分娩当日には GS を不断給飼、配合飼料は 1 日当たり 4 kg で制限給飼し、分娩翌日から分娩 5 日後まで GS を不断給飼し、配合飼料を 1 日当たり 0.5 kg ずつ増給した。分娩 6 日後以降は TMR を残飼量/給与量が現物で 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、水およびミネラル添加塩は自由摂取させた。

本飼養試験は、農研機構動物実験等実施規定ならびに北

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. 測定および解析項目

分娩後 305 日間の給与量と残飼量を毎日秤量し、乾物率を測定し DMI を算出した。体重とボディコンディションスコア (BCS) (Ferguson ら 1994) は分娩直後に測定し、分娩 7 日後以降は週 1 回朝の定時に測定した。

乳量は 9:00 と 19:00 の 1 日 2 回の搾乳時に計測し、週 1 回 1 日分の乳脂率、乳タンパク質率および乳糖率は近赤外分析装置 (FT-120; Foss Electric, ヒレロッド, デンマーク) で、乳中体細胞数は体細胞数測定装置 (フォソマチックマイナー; Foss Electric) で測定した。

TDN と CP の要求量は日本飼養標準・乳牛 (2006 年版) (農研機構 2007) の養分要求量計算プログラムで各個体の週次ごとに求め、要求量に対する摂取量 (= DMI × 各含量) の充足率を算出した。

305 日間の増体重は、泌乳末期の分娩 43 週次体重から TMR の不断給飼となる分娩 1 週次体重を差し引いて求めた。この間の標準増体重および成長と妊娠などの増体速度

表 1 給与飼料の成分値と TDN 値

	DM	OM	CP	ADF	NDF	TDN ¹
成分値	(%DM)					
グラスサイレージ	29.3	90.8	13.3	32.8	59.5	66.1
配合飼料	87.9	95.1	19.9	7.9	25.4	78.0
大豆粕	91.6	93.2	52.2	9.3	11.2	86.8

DM: 乾物率, OM: 有機物, CP: 粗タンパク質, ADF: 酸性デタージェント繊維, NDF: 中性デタージェント繊維, TDN: 可消化養分総量

¹TDN は NRC (2001 年版) の推定式により計算

表 2 給与 TMR の乾物構成比、飼料成分値と TDN 値

	泌乳前期 (分娩 1~21 週) ¹		泌乳後期 (22~43 週) ²	
	1 群区	2 群区	1 群区	2 群区
乾物構成比 (%DM)				
グラスサイレージ	55		55	73
配合飼料	40		40	27
大豆粕	5		5	—
成分値				
DM	55.9		55.9	45.1
OM (%DM)	92.6		92.6	90.0
CP (%DM)	17.9		17.9	15.1
ADF (%DM)	21.7		21.7	26.1
NDF (%DM)	43.4		43.4	50.3
TDN ³ (%DM)	71.9		71.9	69.3

DM: 乾物率, OM: 有機物, CP: 粗タンパク質, ADF: 酸性デタージェント繊維, NDF: 中性デタージェント繊維, TDN: 可消化養分総量

^{1,2}両区ともに泌乳期間中の飼料は混合し不断給飼

³TDN は NRC (2001 年版) の推定式により計算

は、次の Richards 曲線式（農研機構 2007）の体重から求めた。

$$\text{体重 (kg)} = 707.1277309 \times (1 - 0.9517559 \times \exp(-0.0018804 \times \text{日齢}))^{1.1439116} : \text{成長部分} + 0.233001 \times \text{妊娠日数} + 4.945 \times 10^{-4} \times \text{妊娠日数}^2 : \text{妊娠部分}$$

個体の 305 日間の 1 日平均の 4% 乳脂補正乳量 (FCM) と増体重との関係を調べるため、両者の相関係数を求めた。

1 群区は 2 群区に比べ、濃厚飼料多給となることから、2 群区に対する 1 群区の収益差額を調べるために、各区の 305 日間の乳代から飼料費を控除した収益額を算出した。乳価、配合飼料費および大豆粕費は直近の単価を用い、粗飼料生産費は物材費、労働費、地代を含む北海道のサイレージ生産費 61 円/kg TDN（荒木と海野 2001）を用いて試算した。

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、分散分析を行った。乳量、乳成分率、乳中体細胞数、FCM、DMI、TDN・CP 充足率、体重および BCS は、分娩後 21 週までの泌乳前期と分娩後 22 週から 43 週（乾乳）までの泌乳後期および 305 日の各個体の平均値について一元配置分散分析を行い解析した。分娩月齢、空胎日数、LP 値（＝分娩後 240 日乳量－同 60 日乳量＋100）および 305 日増体重は一元配置分散分析を行い解析した。さらに、FCM、乳成分率、DMI、TDN・CP 充足率、体重および BCS は分娩後の週次ごとに一元配置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。

結 果

1 群区と 2 群区における乳期別、305 日間の産乳性、栄養および体重関連項目間の平均値の有意差検定結果を表 3 に示した。2 群区は 1 群区に比べ、泌乳後期で乳量、FCM、LP 値、DMI、TDN・CP 充足率、体重および BCS が有意（ $P < 0.05$ ）な低下を示した。305 日増体重は、1 群区が標準増体重に比べやや低いものの近似したのに対し、2 群区は標準増体重に比べ平均 66 kg 低く、区間で有意差（ $P < 0.05$ ）を認めた。

産乳関連項目で泌乳後期に特徴的な差を示した 1 群区と 2 群区の日 FCM、乳タンパク質率および乳糖率の分娩後推移を図 1 に示した。日 FCM は、2 群区が 1 群区に比べ TMR 養分含量を下げた泌乳後期に段差的に低下し、ほとんどの週で有意差（ $P < 0.05$ ）を認めた。乳タンパク質率も同様な傾向を示したが週次で有意差を認めなかった。乳糖率は 2 群区が 1 群区よりも低く推移し、一部の週次で有意差（ $P < 0.05$ ）を認めた。

1 群区と 2 群区の栄養関連項目の分娩後推移を図 2 に示した。各項目とも 2 群区が 1 群区に比べ、泌乳後期に段差的に低下した。TDN 充足率は養分含量を下げなかつ

た 1 群区でも 90% 前後と低く推移した。2 群区の TDN 充足率は泌乳後期に 80% 前後から 90% に向けて回復したが、DMI と CP 充足率は、2 群区が泌乳後期を通して有意（ $P < 0.05$ ）に低く推移した。

1 群区と 2 群区の体重関連項目の分娩後推移を図 3 に示した。体重は 2 群区が 1 群区に比べ、有意（ $P < 0.05$ ）に低く推移した。1 群区の体重推移は、ほぼ標準体重の推移と近似したのに対し、2 群区は特に泌乳後期で低く推移した。BCS は両区とも 5～8 週次に最も低かったが、1 群区がその後次第に回復したのに対し、2 群区は泌乳後期に停滞し、1 群区に比べ有意（ $P < 0.05$ ）な低下を認めた。

1 群区と 2 群区の各個体における 305 日間の平均日 FCM と増体重との関係は（図 4）、2 群区で有意（ $P < 0.01$ ）な負の相関を認め、日 FCM が高いほど標準増体重を大きく下回った。一方、1 群区では日 FCM が 30.4 kg と群内の平均的な水準であったにもかかわらず、増体重が 240 kg と最大であった個体の存在により両者の相関は有意とならなかった。

2 群区に対する 1 群区の初産牛 1 頭当たり 305 日乳代、飼料費および収益額の試算結果を表 4 に示した。1 群区は 2 群区に比べ飼料効果が低下し、乳飼比が高くなったが、乳代から飼料費を控除した 1 頭当たりの収益差額では 14 千円増益となった。

考 察

初産牛の一乳期 1 群管理は、泌乳後期に養分含量を下げた乳期別 2 群管理に比べ、泌乳後期の産乳、栄養、体重の段差的低下がなく、LP 値が高く、305 日間の増体重も標準値に近似し、適切な栄養管理であることを認めた。

NRC（2001）は、初産牛は経産牛と異なり DMI が泌乳初期にピークに達せず、ピーク後も DMI が高い水準を維持すると述べている。本研究の 1 群区の DMI（図 2）でも同様の摂食量曲線を認めた。経産牛で最大 DMI をもたらす飼料条件は、分離給与ではなく TMR 給与で、TDN 72～75%、CP 16～18%、NDF 30～40%、乾物粗飼料率 40～50%、乾物率 55～60%、DMI に対する残飼率 5% 以上と報告されている（早坂 1997）。関連して、初産牛の泌乳前期 TMR の TDN 値について、76% と 73% を比較し、73% の飼料で DMI が高く、分娩後の体重回復も早かったという成績がある（菅原ら 2007）。したがって、初産牛は経産牛に比べ、泌乳前期の最大 DMI をもたらす TMR の TDN 値がやや低いと推察され、本研究では泌乳前期 TMR を菅原ら（2007）の報告に近い TDN72% とした。両区泌乳前期の残飼量/給与量が原物で 10% 以上を目安に不断給飼した TMR の TDN 値、CP 値（表 2）は概ね早坂（1997）および菅原ら（2007）の報告の範囲内であり、ほぼ最大 DMI をもたらす飼料条件と考えられる。一方、2 群区の泌乳後期の TMR は、原ら（1998）の経産牛泌乳後期の TDN68% に設定した給与水準を参考と

表 3 初産牛の1群区と2群区における乳期別産乳性、栄養および体重関連各項目の有意差検定

項 目			1 群区	2 群区	有意差検定
産乳関連	泌乳前期	頭 数	9	9	
		分娩月齢	23.8	24.1	NS
		空胎日数	83	99	NS
		乳量 (kg)	4986	4901	NS
		FCM (kg)	4804	4787	NS
		乳脂率 (%)	3.81	3.89	NS
		乳タンパク質率 (%)	3.32	3.26	NS
		乳糖率 (%)	4.61	4.56	NS
		乳中体細胞数 (×1000/mL)	96.9	132.2	NS
		泌乳後期 乳量 (kg)	4355	3652	*
	泌乳後期	FCM (kg)	4411	3724	**
		乳脂率 (%)	4.17	4.22	NS
		乳タンパク質率 (%)	3.66	3.45	NS
		乳糖率 (%)	4.54	4.47	NS
		乳中体細胞数 (×1000/mL)	123.8	197.1	NS
		305 日 乳量 (kg)	9341	8553	NS
		FCM (kg)	9215	8511	NS
		乳脂率 (%)	3.99	4.05	NS
		乳タンパク質率 (%)	3.49	3.36	NS
		乳糖率 (%)	4.57	4.52	NS
栄養関連	泌乳前期	乳中体細胞数 (×1000/mL)	107.8	162.7	NS
		泌乳持続性 (LP) 値 ¹	95.4	90.8	*
		DMI (kg/日)	20.5	19.8	NS
		TDN 充足率 (%)	88.9	87.4	NS
		CP 充足率 (%)	113.6	110.8	NS
	泌乳後期	DMI (kg/日)	20.7	17.4	**
		TDN 充足率 (%)	92.5	86.4	*
		CP 充足率 (%)	119.9	98.8	**
		305 日 DMI (kg/日)	20.6	18.6	**
	305 日	TDN 充足率 (%)	90.7	86.9	NS
		CP 充足率 (%)	116.7	104.7	**
体重関連	泌乳前期	体重 (kg)	625	593	†
		BCS	3.07	3.05	NS
	泌乳後期	体重 (kg)	691	626	**
		BCS	3.17	3.04	*
	305 日	体重 (kg)	658	610	*
		BCS	3.12	3.05	NS
		増体重 ² (kg)	137	80	*
		標準増体重 ³ (kg)	154	146	

FCM：4% 乳脂補正乳量，DMI：乾物摂取量，BCS：ボディコンディションスコア

†； $P < 0.10$ ，*； $P < 0.05$ ，**； $P < 0.01$ ，NS：有意差なし¹分娩後 240 日乳量－同 60 日乳量＋100²分娩後 43 週次体重－同 1 週次体重³Richards 曲線に基づく成長と妊娠部分を含む増体重

し、泌乳前期よりそれぞれ 3% 低い TDN 値と CP 値を設定したため、この条件よりも粗飼料率と NDF 含量が高かった (表 2)。また、本研究は、酪農家の群飼養を想定しているので飼料切り替えを徐々に行う馴致期間は設けられない。したがって、本研究で 2 群区の泌乳後期の養分

充足率、体重、BCS が段差的に低下して持続し (図 2、図 3)、標準増体重に達しなかったのは (表 3、図 4)、飼料切り替えによる DMI 低下に加え、TDN 含量、CP 含量の低下による養分摂取量不足がその主因に求められる。さらに、群飼条件の場合、初産牛は経産牛より社会的順位が下

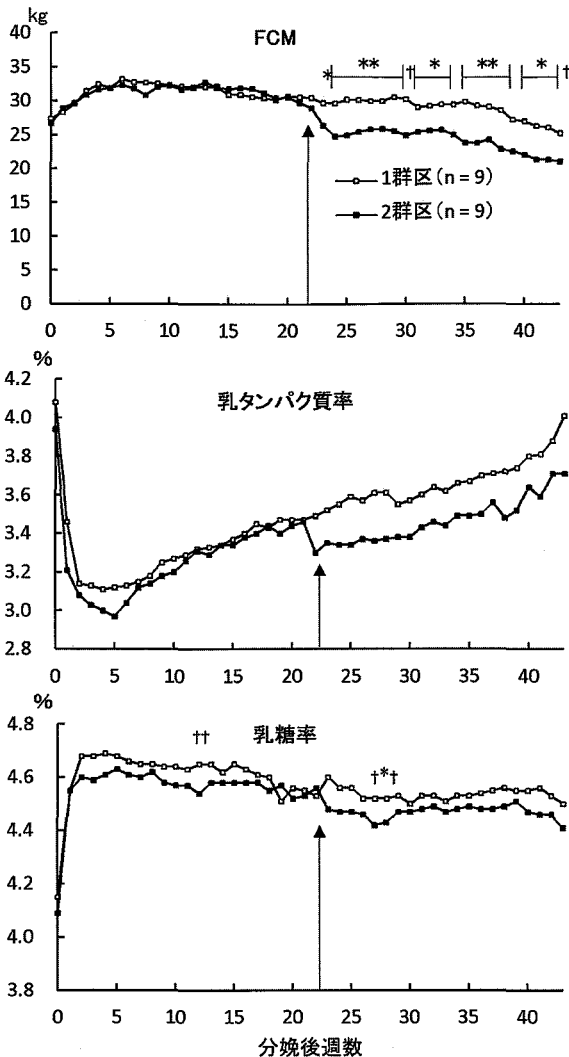


図 1 初産牛の1群区と2群区における4%乳脂補正乳量 (FCM)、乳タンパク質率および乳糖率の分娩後推移 (↑は2群区の養分含量を下げた時期, †: $P < 0.10$, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$)

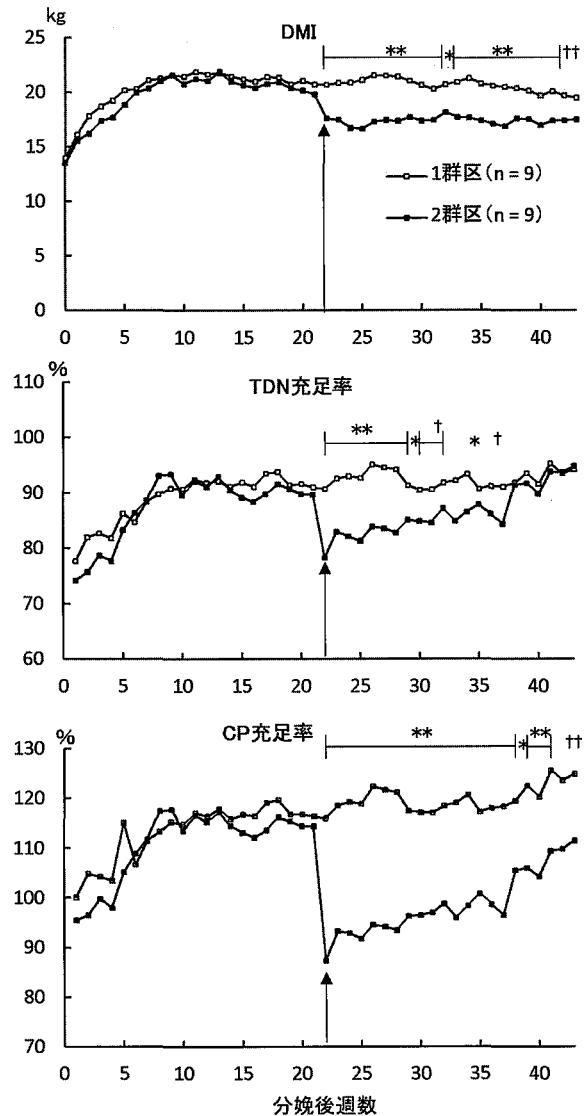


図 2 初産牛の1群区と2群区における乾物摂取量 (DMI) および TDN と CP の充足率の分娩後推移 (↑は2群区の養分含量を下げた時期, †: $P < 0.10$, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$)

位になり易く、新しい群への移動により社会的ストレスに起因する DMI 低下要因が重なることになる。

NRC (2001) は、初産牛は経産牛に比べピーク乳量が低く、ピーク乳量日が遅れ、泌乳曲線が平準化していると述べている。関連して早坂ら (2013) は、北海道の牛群検定成績の解析結果から、初産牛は経産牛に比べピーク乳量は低いが、泌乳曲線が平準化し LP 値が高いと報告している。本研究の初産牛のピーク乳量は両区でほぼ等しかったが、2群区は1群区に比べ泌乳後期に乳量が低下した (図 1, 表 3)。このため泌乳曲線は、2群区に比べ1群区で平準化し (図 1)、LP 値には区間で有意差を認めた (表 3)。乳成分では、2群区の泌乳後期の乳タンパク質率が1群区に比べ有意ではなかったが低く推移し、週ごとの比較で乳糖率に区間で一部に有意な低下を認めた (図 1)。乳タ

ンパク質率と乳糖率の低下は、乳牛のエネルギー不足を反映するといわれている (田中 2012)。したがって、2群区の泌乳後期の産乳性は、DMI 低下と養分充足率の低下による栄養不足のために抑制されたと考える。

日本飼養標準・乳牛 (2006 年版) (農研機構 2007) は、雌牛の成長曲線に Richards 曲線を当てはめ、妊娠など体蓄積による体重増加を加えて日齢による体重を推定している。本研究の TMR の不断給飼を始めた初産牛の分娩1週次体重は1群区で 516 kg (731 日齢)、2群区で 520 kg (741 日齢) と推定された。実際の体重の平均は1群区 599 kg、2群区 584 kg であり、これらの推定値よりも大きかった。両区の分娩後 BCS は 3.5 以下で過肥でなかったことから、305 日乳期中の成長速度は Richards 曲線

に基づいて推定し、成長と妊娠など体蓄積による 305 日間の標準増体重は、1 群区 154 kg (成長部分 80 kg, 妊娠部分 74 kg)、2 群区 146 kg (成長部分 78 kg, 妊娠部分 68 kg) と推定した。2 群区の平均増体重は 80 kg (表 3) と、妊娠部分の体蓄積増体重を上回っているが、成長増体重が不足することは BCS から確認できる。

分娩後の疾病や繁殖性への悪影響の可能性を少なくするには、泌乳後期から乾乳期への BCS を 3.0 から 3.5 の範囲に調節する必要がある (古村 2012)。本研究は、乾乳

時の BCS が 1 群区と 2 群区でそれぞれ 3.24 および 3.06 であり (図 3)、1 群区の乾乳時の BCS はほぼ適正な値であり、2 群区の乾乳時の BCS は下限に近く、痩せ過ぎと考えられる。

日本飼養標準・乳牛 (2006 年版) (農研機構 2007) は、初産次の泌乳牛の養分要求量を、維持と産乳に加えて、成長のための要求量を考慮し、維持要求量の 30% 増としている。本研究の結果、両区の TDN 充足率は分娩後次第に上昇し、2 群区のように泌乳後期の TDN 充足率の段差の低下を認めない 1 群区でも平均 93% であった。 (表 3, 図 2)。一方、1 群区の 305 日間の増体重が Richards 曲線に基づく標準増体重に近似し、BCS が適正範囲であった事実から、要求量を構成する成長要求量を維持要求量の 30% 増とするのは高めと推察される。初産牛の成長の遅減性から、分娩後の週次の進行に伴い充足率が低く見積もられることもあるが、初産次の給与飼料のエネルギー代謝

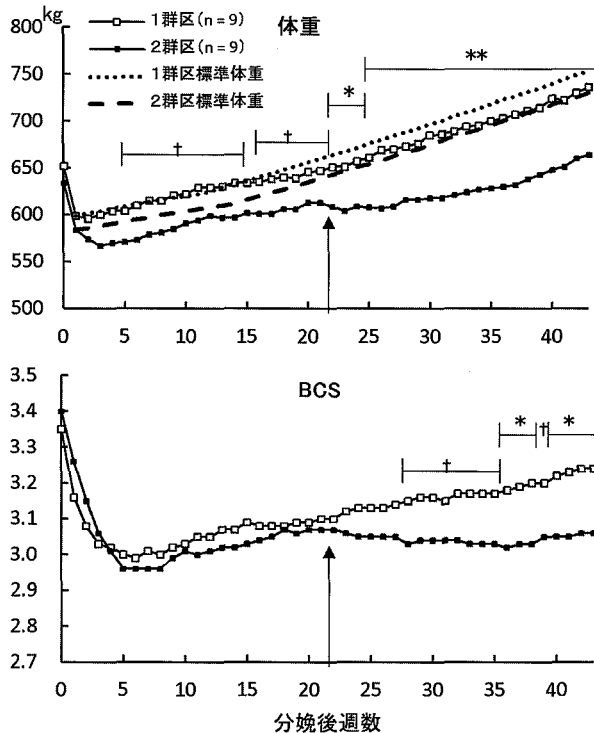


図 3 初産牛の 1 群区と 2 群区における体重とボディコンディションスコア (BCS) の分娩後推移 (↑は 2 群区の養分含量を下げた時期, †: $P < 0.10$, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$)

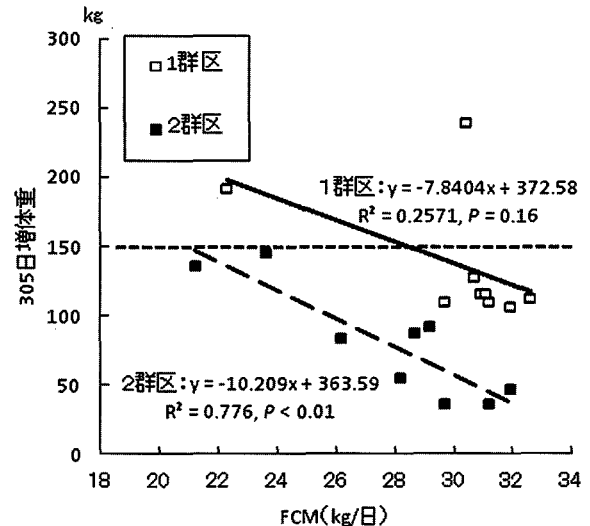


図 4 初産牛の 1 群区と 2 群区の各個体の 305 日平均日 FCM と 305 日増体重との関係 (-----: Richards 成長曲線に基づく標準増体重ライン)

表 4 2 群区に対する 1 群区の初産牛 1 頭当たり 305 日乳代¹ と飼料費² および収益額³

	305 日 FCM	305 日 配合飼料量	305 日 大豆粕量	305 日サイ レージ TDN	飼料効果⁴	乳飼比⁵	収益差額 (a-b)³
1 群区 (kg)	9215	2508	314	2280	3.3		
2 群区 (kg)	8511	1927	152	2379	4.1		
1 群区 (円) (a)	¥783,275	¥163,020	¥26,690	¥139,080		24	¥454,485
2 群区 (円) (b)	¥723,435	¥125,255	¥12,920	¥145,119		19	¥440,141
収益差額 (a-b)	¥59,840	¥37,765	¥13,770	¥-6,039			¥14,344

¹ 乳価 ¥85/kg

² 配合飼料価格 ¥65/kg, 大豆粕価格 ¥85/kg, サイレージ生産費 ¥61/kgTDN (物材費, 労働費, 地代含む) (荒木と海野 2001)

³ 乳代 - (配合飼料価格 + 大豆粕価格 + サイレージ生産費)

⁴ FCM / (配合飼料量 + 大豆粕量)

⁵ (配合飼料価格 + 大豆粕価格) / 乳代 × 100

率 q (= 代謝エネルギー/総エネルギー) が泌乳牛としては低く設定されていると推察される。すなわち成長要求量算出の分母となる代謝エネルギーの成長に対する利用効率は q によって変動し、日本飼養標準では育成牛に対する飼料構成を標準にしていることに原因が求められる。本研究の1群区のTMRのTDN 72%は乳量水準 9,000 kg の初産牛を一乳期1群飼養する上で、概ね適正と考えられ、成長要求量を求めるには、そのTDN含量に基づく q の設定が必要と考える。

本研究の結果、CP充足率は分娩後次第に上昇し、分娩後5週以降両区のCP充足率は100%を上回り、1群区は乾乳まで高いCP充足率を維持した(図2)。一方、2群区の泌乳後期のCP充足率は段差的に低下したが、その後乾乳まで次第に上昇した。1群区で観察された一乳期を通じた高いCP充足率は、本研究の1群区の給与TMRのCP含量が18%とやや高かったため(表2)と考えられる。飼料中の過剰なCPは乳中尿素体窒素濃度を上昇させ、繁殖性への悪影響なども懸念される(田中2012)が、本研究の両区の空胎日数は短く繁殖成績は良好であった(表3)。TMRの飼料設計では、CP含量は本研究で行ったように大豆粕で調整することが多いが、タンパク質の効率的利用と飼料費削減の観点から、初産牛の一乳期1群飼養で給与するTMRの適正なCP水準については、今後さらに検討する必要がある。

一乳期を通して泌乳前期設計のTMRを給与する一乳期1群TMR給与は、泌乳後期に低泌乳牛がエネルギー過剰のため過肥となるリスクが指摘されている(原ら1998; 早坂ら2013)。原ら(1998)はつなぎ飼養の2産以上の経産牛を用い、乳量、飼料効率、健康維持および繁殖性など総合的にみて、一乳期1群飼養に比べて乳期別2群飼養が優れていること、またTDN含量が75%と73%の1群飼養は、乳量水準の低い個体ほど一乳期増体重が大きく、乾乳開始時のBCSが高い傾向にあり、この傾向はTDN 75%で顕著であったと報告している。本研究でも、1群区と2群区とも乳量水準が低いと305日間の増体重が高い傾向を確認している(図4)。

北海道のTMRを主軸とする泌乳牛の群飼養は、経営規模が大きくなるに従って、全産次一乳期1群飼養、全産次2群飼養(乳量・乳期別)、3群飼養(初産1群、2産以上乳期別2群)の順にシェアが高まり、3群飼養の305日乳量が最も高いが、全産次の1群飼養と2群飼養の305日乳量差が小さいことを推論している(早坂ら2013)。この推論と1群区の低乳量の個体が305日標準増体重を上回ったこと(図4)から、全産次1群飼養の場合は、過肥になり易い低乳量の初産牛は計画的淘汰を、2群飼養の場合は、高乳量の初産牛を泌乳前期牛群に在群させ、一乳期飼養する対策が本研究から導かれる。

1群飼養では一乳期泌乳前期の飼料設計のため、2群飼養に比べ泌乳後期の濃厚飼料多給による経費増に起因する

収益性の悪化が懸念される。実際、1群区は2群区に比べ飼料効果が低く、乳飼比が高かったが、2群区に対する1群区の乳代から飼料費を控除した収益差額は、初産牛1頭当たり一乳期305日間で14千円増益と試算された(表4)。本研究では、処理区の違いによる経営変動費目として飼料費のみを考慮したが、1群区はさらにTMRの調製・給与が2種から1種のみとなり、労働時間短縮による家族労働費の低下も考慮すると、1群飼養は収益面からもさらなる増益が期待される。

早坂ら(2013)は、北海道の牛群検定成績の解析から、2産牛が初産牛や3産牛に比べ、305日乳量と正の相関がある初期増加乳量(分娩後35日乳量-同10日乳量)およびピーク乳量日がそれぞれ低く、早まる傾向から、初産牛の泌乳後期の栄養不足の可能性を示唆している。また、Kertzら(1997)は、2産分娩前8週間のBCSが初産や3産のそれに比べて低く、初産次にエネルギー増給が必要なことを報告している。高LPの高泌乳初産牛は2産次の305日乳量とは正の遺伝相関(山崎ら2014)が示されていることを含め、初産牛の泌乳後期の栄養水準を改善し、LPを高めることで、2産牛の305日乳量の向上が可能か、飼養面からの研究蓄積が今後望まれる。

結論として、初産牛のTMR給与による一乳期1群飼養の産乳性および栄養向上効果が明らかとなり、本飼養法の普及およびTMRセンターなどの利用拡大によって、比較的小規模な家族経営のつなぎ飼養農家からフリーストール飼養の大規模法人経営までを視野に入れた省力化と収益増が達成可能であることが示された。

謝 辞

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する。

文 献

- 荒木和秋, 海野芳太郎. 2001. 自給飼料費用価の地域間及び農家間の格差分析. 酪農学園大学紀要 **26**, 27-44.
- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **77**, 2695-2703.
- 古村圭子. 2012. 乳牛の一生. In: 乳牛管理の基礎と応用. 2012年改訂版. 柏村文郎, 古村圭子, 増子孝義(監修). p. 144. デーリィ・ジャパン社, 東京.
- 原 悟志, 大坂郁夫, 遠谷良樹, 草刈直仁, 森 清一, 小倉紀美, 川崎 勉, 石栗敏機, 塚本 達. 1998. 泌乳牛一管理のためのTMRエネルギー水準. 平成9年度研究成果情報 北海道農業, 138-139.
- 早坂貴代史. 1997. 完全混合飼料給与によるホルスタイン種泌乳牛の乾物摂取量と養分要求量に関する研究. 北海道農業試験場研究報告 **165**, 1-68.
- 早坂貴代史, 山口 諭, 阿部隼人, 曾我部道彦. 2013. 北海道ホルスタイン検定牛群の泌乳曲線形状の実態とその泌乳・繁殖特性, 及び除籍理由. 北海道農業研究センター研究報告 **198**, 23-58.

- Kertz AF, Reutzel LF, Barton BA, Ely RL. 1997. Body weight, body condition score, and wither height of prepartum Holstein cows and birth weight and sex of calves by parity : A database and summary. *Journal of Dairy Science* **80**, 525-529.
- 久保田哲史, 藤田直聡, 若林勝史. 2013. 酪農経営における企業の経営体のビジネスモデル. 北海道農業研究センター農業経営研究 **106**, 1-13.
- National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. edn. p. 5. National Academy Press, Washington, DC.
- 農研機構. 2007. 日本飼養標準・乳牛 (2006年版). pp. 10-11, 43-44, 49, 124-125. 中央畜産会, 東京.
- 農林水産省. 2010. 家畜改良増殖目標. 農林水産省, 東京; [cited 1st April 2015] Available from URL : http://www.maff.go.jp/chikusan/sinko/lin/1_katiku/pdf/h2207_katiku_mokuhyo.pdf
- 菅原 徹, 楠原 徹, 植田郁恵, 栗原三枝, 小林博史, 富田道則, 芹澤正文, 永田浩章, 高原康実, 岡あかね, 時田康広, 森和彦, 石田 武, 倉本慶子, 田鎖直澄, 野中最子, 栗原光規, 永西 修, 寺田文典. 2007. 泌乳前期における初産牛への TDN 給与水準. 農研機構. 平成 19 年度研究成果情報, 東京; [cited 17th July 2015] Available from URL : <http://agrinowledge.affrc.go.jp/RN/3010008813>
- 田中義春. 2012. 新 (NEW) 「乳」からのモニタリング. pp. 52-53, 94-95, 128-129. デーリィ・ジャパン社, 東京.
- 富樫研治. 2008. 泌乳持続性という新しい選抜形質について. 動物遺伝育種研究 **36**, 39-52.
- 鶴川洋樹, 細山隆夫, 藤田直聡, 安武正史. 2004. 北海道酪農の経営規模階層別にみた動向予測. 北海道農業研究センター研究報告 **180**, 45-161.
- 山崎武志, 萩谷功一, 長嶺慶隆, 武田尚人, 佐々木修, 山口 諭, 曾我部道彦, 齊藤祐介, 中川智史, 富樫研治, 鈴木啓一. 2014. 泌乳持続性の改良に対する乳量および体細胞数スコアの相関反応の予測. 日本畜産学会報 **85**, 13-19.

Effects of feeding different TMR in early and late lactation on milk production, nutrition, body weight and economic parameters in primiparous Holstein cows

Masato NAKAMURA¹, Kei-ichi NAKAJIMA¹ and Kiyoshi HAYASAKA¹

¹ NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Toyohira, Sapporo 062-8555, Japan

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

We evaluated the effects of feeding different total mixed rations (TMR) in early and late lactation on milk production, nutrition, body weight and economic parameters in primiparous dairy cows. Postpartum, 18 primiparous dairy cows were assigned to management groups 1 ($n = 9$) or 2 ($n = 9$). All cows were fed TMR *ad libitum* for 305 days. Group 1 cows were fed TMR consisting of grass silage, concentrate and soybean meal (TDN 72%, CP 18%) for the full lactation period. Group 2 cows were fed this same TMR in early lactation (weeks 1 to 21) but were then switched to another TMR consisting of glass silage and concentrate (TDN 69%, CP15%) in late lactation (weeks 22 to 43). Cows in group 2 showed lower average milk yield, dry matter intake, milk protein percentage and lactation persistency (= 240 days in milk - 60 days in milk + 100) in late lactation. Moreover, body weight and body condition score on dry-off day were significantly lower in group 2 cows than in group 1. Average body weight gain over the full lactation in group 2 cows was smaller than standard body weight gain predicted by the Richards growth curve, and these cows showed malnutrition in late lactation. The feed cost of milk production was higher in group 1 than in group 2, but the net income (per-cow milk income minus the costs of concentrate, soybean meal and silage in this group) was 14,000 yen higher over the full lactation. Feeding of a higher TDN and CP ration over the full lactation improved nutritional status and milk production in primiparous dairy cows.

Nihon Chikusan Gakkaiho 86 (4), 465-472, 2015

Key words : body weight, milk yield, nutrition management, primiparous cow, total mixed ration.