

泌乳持続性を活用したTMR 1種類のみでの給与による泌乳牛群の栄養管理技術の紹介～濃厚飼料削減効果で自給粗飼料の利用を増やす～

1. はじめに

乳牛の飼養管理を容易にし、生涯生産性を高めるために、「家畜改良増殖目標」は平成37年を目途に産乳量のほか泌乳持続性 (LP:Lactation Persistence) の向上を促しています。LPとはピーク乳量を持続する能力をいい、高LPは泌乳曲線の平準化 (泌乳平準化) につながります。

高LP牛の特性は、ピーク乳量がやや低く、ピーク乳量日が遅れ、泌乳日数や分娩間隔 (空胎日数) がやや長い傾向があり (図1)、同じ水準の305日乳量で0.4kg/日 (年換算146kg) ほど高いことや、LPと305日乳量、体細胞スコアとの遺伝相関がそれぞれおよそ0.4、-0.2であることが乳検記録の解析で明らかになっています。

泌乳曲線が平準化すると日乳量の変動幅が小さくなるため、泌乳期を通して1種類のTMR給与で飼える可能性があります。また泌乳平準化とピーク乳量の後ずれは、飼料摂取量曲線の近似と両曲線ピークの同期化を意味し、エネルギーバランスのギャップ幅を縮小し、体重あるいはボディコンディションスコアの平準化も同時にもたらすと考えられます。こうした泌乳平準化の改良は、一乳期で1種類のTMR給与による群管理の可能性を後押しするとともに、乳牛のコンディションを維持できることから

産乳性や抗病性を向上させる波及効果がありそうです。

本稿は、とうもろこしサイレージ主体の混合飼料を給与している雪印種苗(株)北海道研究農場 (長沼町) の牛群を用い、効率的に飼料を利用して産乳量を増やす一乳期TMRの標準TDN %を示すとともに、上記の泌乳平準化の特性が実際に観察されるかを調べました。またLP向上の収益性試算や有効性も論考しました。

2. 標準TDN含量

調査した泌乳牛は、フリーストール飼養で混合飼料+フィードステーション給与による1群管理をしています (写真1)。混合飼料の乾物比は、概ね、とうもろこしサイレージ30% (乾物32.2%、TDN 71.3%、CP8.0%、発酵品質はpH3.9、V-score 91点)、牧草サイレージ20% (チモシー1番、2番主体で、乾物41.7%、TDN58.5%、CP10.5%、同発酵品質はpH4.0、V-score 89点) と配合飼料50%であり、全飼料の乾物率48%、TDN74%、NDF38%の飼料を調製し、不断給飼しています (表1)。

泌乳期間中に暑熱や疾病の影響がなかった39頭の一乳期の乳量、乳成分、体重などを調べ、TDN摂取量を日本飼養標準及び米国NRC飼養標準により

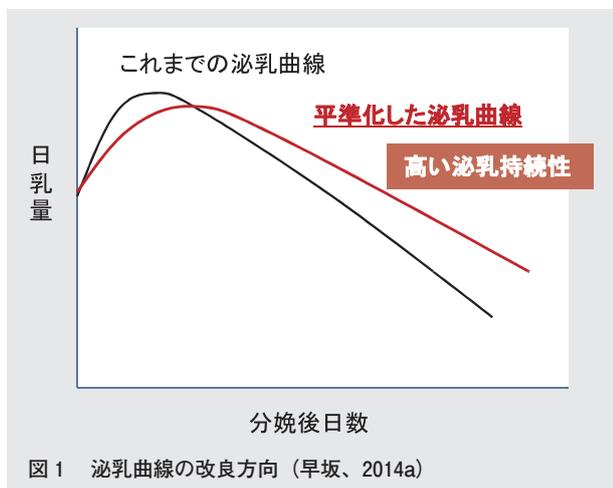


写真1 調査した泌乳牛群 (雪印種苗 (株) 北海道研究農場)

表1 調査牛群への給与全飼料の栄養価

		泌乳前期 ¹⁾	泌乳後期 ²⁾
乾物粗飼料率	%	50.0	52.6
乾物率 (%)	%	47.0	48.0
TDN	%DM	74.2	73.7
CP	%DM	15.8	15.4
NDF	%DM	37.3	38.1
NFC	%DM	37.9	38.6
粗脂肪	%DM	3.0	3.0
Ca	%DM	0.56	0.55
P	%DM	0.37	0.39

¹⁾ 分娩後150日間 ²⁾ 分娩後151日～泌乳末日
(早坂ら、2014c、2014d)

推定し比較しました。標準TDN%は305日乳期において成長を含まない正味体重差を80kgとして補正したTDN%で、飼養標準に基づき計算しました。

その結果を表2に示します。各項目は脚注の説明を参照ください。表2に示したように、全産次牛群を一乳期一つのTMRで飼養した時の標準TDNは73% (305日乳量9,500kg) でした。また39頭を初産牛(9頭)と2産以上(30頭)でみると、両者に多くの項目で有意な違いを認め、初産牛は相対的に泌乳が平準化しており、産乳性が低く、体重能率指数が低い特性があります。北海道の酪農家の産次別牛群構成は1/3が初産牛ですので、その割合を減らし、経産牛を増やすことが効率的な乳生産と生涯生産性を高めることにつながります。

3. 泌乳曲線の違いによる特性

泌乳曲線はLPの高低により、大きく高ピーク低持続型(への字型)と泌乳平準化型とに分けられ、

表2 調査牛の全産次・産次別の泌乳、体重、栄養項目の平均¹⁾

分類	項目	全産次 (n=39)	初産次 (n=9)	2産次 (n=16)	3産次< (n=14)
泌乳	泌乳持続性(LP)値 ²⁾	88	94a	86b	86b
	ピーク乳量kg	43	33a	47b	46b
	ピーク乳量日	54	72a	51b	45b
	305日乳量kg	9,464	8,052a	10,086b	9,660b
	総(一乳期)乳量kg	10,059	7,902a	10,936b	10,443b
体重	泌乳日数	330	296	342	339
	平均体重kg	696	642a	681ab	749b
	305日正味 ³⁾ 体重差kg	133	118	138	137
	305日正味増体重kg	91	102	79	99
	正味増体割合 ⁴⁾ %/日	0.043	0.055	0.050	0.033
栄養	体重能率指数 ⁵⁾	14.5	12.4a	16.0b	14.2ab
	標準TDN% ⁶⁾ 前期	72.9	71.5	74.3	72.5
	標準TDN% ⁶⁾ 後期	72.8	71.5	72.7	71.6

¹⁾ 産次間平均値間の異なるアルファベットは1%水準で有意
²⁾ =100+分娩後240日の日乳量-同60日の日乳量
³⁾ 正味とは初2産次の成長による増体の影響を除く実質という意味
⁴⁾ 305日間の分娩後初日を100とした体重指数の直線回帰係数
⁵⁾ 1乳期の累積乳量/同平均体重エネルギーの粗効率 (GEE=産乳中総エネルギー/摂取飼料代謝エネルギー)の簡易指標
⁶⁾ 305日乳期の正味体重差80kgとして補正したTDN%で、飼養標準に基づき計算 (早坂ら、2014a~d)

産次別乳検記録の解析では、後者がやや産乳量が高く、理論上、体重も平準化することを冒頭に述べました。

表2からはその点を読み取れませんので、調査牛群の泌乳曲線と体重曲線を示す項目に対して主成分分析という多変量解析を用い、全産次と初産次に分けて、LPの高低による違いを抽出し、高LPと低LP牛に分けて考察しました(表3)。

表3から、高LP牛は低LP牛に比べ、相対的に305日乳量や総乳量及び体重能率指数が高く、305日正味体重差、同増体重や正味増体割合が少ないため、体重変動が小さく、低増体すなわち過肥になりにくい特性が確認されました。その結果、乳検記録の解析による泌乳平準化による高産乳性、及び体重の平準化につながる考え方を裏付ける結果となりました。

4. 一乳期1種TMR飼養の条件

一乳期一つの標準TDNのTMRで不断給飼しても産次や乳期の異なる牛群ですから、実際は各個体レベルでは標準TDNが異なり、痩せすぎや過肥が想定されます。それを最小限にするには、泌乳平準化型の乳牛に斉一化する必要があります。そのための方法を三つあげます。

一つは高乳量で泌乳平準化した高いLPが期待される種雄牛を雌牛に対して計画的な交配を進めることです。種雄牛のLPの遺伝評価値は2008年から97~103(大きいほど高LP)の7段階で示され、2010

表3 全産次牛¹⁾と初産次牛¹⁾の泌乳持続性(LP)の高低グループにおける泌乳、体重、栄養項目の平均²⁾

項目	特性	全産次牛		初産次牛	
		低LP牛	高LP牛	低LP牛	高LP牛
頭数		20	19	4	5
泌乳	LP値	84 **	91	89 *	98
	ピーク乳量kg	45 -	41	34 -	32
	ピーク乳量日	49 -	59	69 -	75
	305日乳量kg	9,240 -	9,700	7,338 *	8,624
	総乳量kg	9,084 **	11,085	6,739 *	8,833
体重	泌乳日数	295 **	367	270 *	317
	平均体重kg	695 -	698	651 -	635
	305日正味体重差kg	149 *	116	154 -	89
	305日正味増体重kg	92 -	91	141 -	71
	正味増体割合%/日	0.052	0.034	0.093	0.043
栄養	体重能率指数	13.3 **	15.9	10.5 *	13.9
	標準TDN%前期	73.8 -	72.2	69.7 -	72.9
	標準TDN%後期	70.8 *	73.4	69.4 *	73.2

¹⁾ 主成分分析によりLPの総合特性が抽出され、高低グループ別に集計
²⁾ 高低グループ平均値間の統計的有意差 * : P<0.05 ** : P<0.01 (早坂ら、2014a~d)

年から遺伝的能力曲線がグラフで公表されています。これは乳用種雄牛評価成績（赤本、家畜改良事業団・乳用牛群検定全国協議会発行）及び家畜改良センターHPの「遺伝的能力評価」の項目で知ることができます。交配による改良は比較的時間を要しますが、生産コストがかからない方法なので推奨できます。

二つは初産牛の計画的な選抜淘汰です。一乳期1種類のTMR飼養の牛群は泌乳後期の過肥が問題であり、前述のように高LP牛は分娩間隔がやや長めとなりますが、過肥を抑える働きがあります。また全産次一乳期1種類のTMRの標準TDNは73%ですが、表2によると初産牛は71.5%と低めでエネルギー過剰傾向となります。しかし、初産牛をLPの高低で見ると（表3）、高LP初産牛は標準TDN73%となっており、70%程度の低LPで低乳量の初産牛を計画淘汰することで、全産次一乳期1種TMR（標準TDN73%）飼養による過肥を抑えた産乳性向上が期待されます。実際、乳検記録の解析で高泌乳の初産牛はLPが高く、2産次の産乳性が高い傾向が示されています。

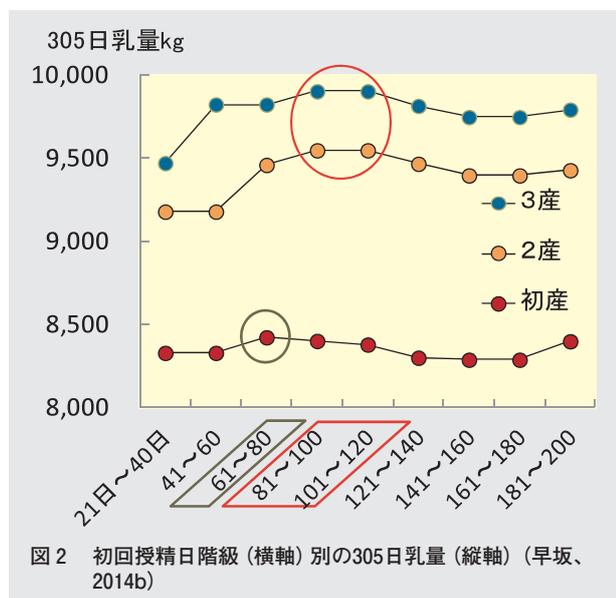


図2 初回授精日階級（横軸）別の305日乳量（縦軸）（早坂、2014b）

三つは空胎期間によって305日乳量と泌乳曲線形状をある程度変えることができます。空胎期間が短すぎると初回授精受胎率が低くなるとともに、への字型曲線になり、305日乳量が減る傾向にあります。2007～2011年の全国乳検記録の解析によると、305日乳量は初産次の初回授精61～80日（3回までの平均空胎日数102日）、2～3産次の初回授精81～100日（同127日）と101～120日（同148日）で最大となり（図2）、LPも同様に最大となります。産乳量と繁殖性を両立させるには、分娩後の任意授精待機期間（VWP）は初産次で60日、2産次以上で80日が目安と考えます。

5. LP向上による収益性試算

北海道牛群検定牛の305日乳量が中程度で、LP値（=分娩後240日乳量 - 同60日乳量+100）が86と90の泌乳曲線モデルを用い、各LP値牛を初産から4産次泌乳期まで飼養した時の年換算収益額（=乳代 - 飼料費）を試算しました。表2と表3をもとに、LP値86が乳期別TMRを2種類給与（泌乳前期TDN74%、同後期TDN71%）、LP値90の乳牛がTMRを1種類給与（TDN72.5%）としました。体重が分娩後30日で-15kg減、305日で65kg増（妊娠による増体）とする理想的な直線変化値とし、日本飼養標準及びNRC飼養標準を用い、粗飼料と配合飼料のTDN摂取量を求めました。

これを基に経産牛1頭あたりの収益額を求めた結果（表4）、LP値86が90に上がると、年換算経産牛1頭あたり7,195円の増益が試算されました。H24年度牛乳生産費（北海道）の成畜100頭以上階層の統計値をもとに所得への波及効果を試算すると約6%増となります。

また305日適正増体が65kg（体重差80kg）の条件で、年換算1頭あたり濃厚（配合）飼料量は2.7トン（表4）程度となり、LPの高い牛が比較的少な

表4 各LP値水準の牛を初産次から4産次泌乳期まで飼養した時の年換算経産牛1頭あたり乳代と飼料費及び収益額¹⁾

LP値	(泌乳+乾乳) 総日数	総産乳量 t	平均日乳量 kg	年換算乳量 kg	総配合飼料量 t	年換算配合飼料量 kg	粗飼料 TDN ²⁾ t	年換算粗飼料 TDNkg	飼料効果 ²⁾	乳飼比 ³⁾	収益額 ¹⁾ (b-a)
86 (a)	1,609	39.9	24.8	9,055	12.0	2,725	12.4	2,804	3.3		
90 (b)	1,650	41.4	25.1	9,154	12.1	2,682	13.0	2,871	3.4		
86 (a)				¥778,761		¥177,119		¥171,044		23	¥430,598
90 (b)				¥787,223		¥174,300		¥175,131		22	¥437,792
年換算収益差額 ¹⁾ (b-a)				¥8,462		¥-2,819		¥4,087			¥7,195

¹⁾ =乳代 - (配合飼料費 + 粗飼料生産費) ²⁾ 総産乳量/総配合飼料量 × 100 ³⁾ 総配合飼料費/総乳代 × 100

⁴⁾ 乳価 ¥86/kg、配合飼料価格 ¥65/kg 粗飼料（サイラージ）価格 ¥61/TDNkg（物材費、労働費及び地代を含む）

め(98%)となります。個体LP値に対する標準TDNで飼養した試算上の理想値ですが、現在の乳検成績の平均3.4トン(305日乳量:9,400kg)と比べ、かなり節減の可能性があり、結果として自給粗飼料利用に活路が見いだせそうです。

さらにLP向上は、TMRを2種類から1種類に調製を減らすことで、家族労働費(同時間)が7%減と試算され、利益幅(=粗収益-生産費)が伸びます。

LP向上で空胎日数(分娩間隔)がやや長くなると(表1)、繁殖性すなわち子牛生産効率が低下し、子牛販売費がやや少なくなりますが、全体の増益で吸収されると推計します。

6. LP向上へ「攻め」の選抜を

LPに注目する源流は、生涯生産性を高めることにあります。生涯生産性を示す在群期間(生時~淘汰期間)とLPとは正の遺伝相関があります(表5)。また個体の高泌乳化も生涯生産性を高めることとなります。

北海道のLPの時系列変化を図3に示します。1990年代初頭から上昇トレンドを形成し、乳検がデータを取り始めた1975年の水準値に近づいています。1975年当時の305日乳量は6,000kg程度でしたから、それよりも+3,000kg強の高泌乳でLPの右肩上がりのトレンドが観察されます。北海道の検定牛群の上位1/3の平均LP値は94(初産次97、2産次93、3産次92)に達しています。今後、初産牛を中心にLPを高める改良と選抜、及び前述の条件を踏まえた一乳期1種TMR飼養を加速させる「攻め」に転ずれば、高泌乳化、省力化、濃厚飼料削減及び生涯生産性向上に適合した飼養管理の可能性が期待されます。

最後に、本稿の論拠となるLPに関する乳検記録

表5 在群期間と初産次各形質間の遺伝相関(括弧内数値は遺伝率)

形質	遺伝相関
乳房の深さ (0.42)	0.36
前乳房の付着 (0.19)	0.28
乳器 (0.16)	0.27
後乳房の高さ (0.23)	0.15
泌乳持続性 (0.09)	0.13
肢蹄 (0.10)	0.10
	}
高さ (0.44)	-0.12
胸の幅 (0.25)	-0.16
後乳房の幅 (0.17)	-0.17
鋭角性 (0.20)	-0.23
体の深さ (0.31)	-0.33
体細胞スコア (0.13)	-0.33

(萩谷ら、2012;早坂2014a)

の解析や雪印種苗(株)北海道研究農場と共同研究した詳細な成果等の参考資料(図表等の典拠資料)を掲げます。

参考資料

- 1) 早坂貴代史(2014a) 泌乳持続性改良による泌乳牛の省力飼養管理技術の確立(1)(2)(3). 畜産の研究 68(10):997-1001, 68(11), 1107-1114, 68(12), 1200-1203. 養賢堂. 東京.
- 2) 早坂貴代史(2014b) 群管理による高泌乳化技術. デーリイマン 64(11)40-41, 64(12)42-43.
- 3) 早坂貴代史・壹岐修一・古川修(2014c) 泌乳・体重諸項目の主成分分析に基づくとうもろこしサイレージ主体混合飼料給与の泌乳牛群における栄養管理法. URL:<http://www5.b.biglobe.ne.jp/~cattle/kenkyu.html> (/kenkyu.pdf) から引用
- 4) 早坂貴代史・壹岐修一・古川修(2014d) 泌乳牛群の群分け優先度及び1群管理の牛群条件と標準TDN含量. H25年度北海道農業試験会議(成績会議)資料,1-18. URL:<http://www5.b.biglobe.ne.jp/~cattle/seiseki.html> (/seiseki.pdf) から引用
- 5) 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. 北農研報.198, 23-58.
- 6) 田鎖直澄(2009) 自給飼料多給、栄養管理の省力化を視野においた乳牛改良のススメ. 牧草と園芸57(3):1-5.

