

北海道農業試験会議  
(成績会議)資料

平成25年度

# 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

平成26年1月

(2014.1)

(独)農研機構北海道農業研究センター酪農研究領域

雪印種苗(株)北海道研究農場

研究期間：平成21－25年度

**【試験担当者】**

(独) 農研機構北海道農業研究センター

酪農研究領域上席研究員(泌乳平準化P L) 早坂貴代史

(hayasaka@affrc.go.jp)

雪印種苗(株)北海道研究農場

飼料研究Gリーダー 古川 修 現・北海道研究農場長

飼料研究G係長 壹岐修一 現・北海道統括支店技術推進室 係長

本資料の取り扱い

資料として引用は可能です(著者)

## 目 次

I. 緒 言	.....p.1
II. 試 験 成 績	
1. 材 料 と 方 法	.....p.2
2. 結 果 及 び 考 察	
1) 全産次・産次別の各項目	.....p.9
2) 全産次の主成分分析と主成分得点高・低グループの諸項目	..... p . 11
3) 305 日乳量水準別の標準TDN含量	.....p.15
III. 成 果 の 要 約	.....p.16
IV. 成 果 の 活 用 面 と 留 意 点	.....p. 16
V. 残 され た 問 題 と そ の 対 応	.....p.16
参 考 文 献	.....p.17

### 用語解説：

「主成分分析」とは複数変数のデータのばらつき傾向から、そのばらつきの順に少数の合成された新たな変数（主成分）を求める手法です。

栄養管理に基づく群分けは、主に産次、乳量、体重（増体）のばらつきで分けられます。これらを総合してばらつきの大きいほど群分けの優先度と考えます。最もばらつきが多いのが第1主成分となり、以下、次に大きいのが第2主成分・・・となります。主成分間の相関はなく独立しています。各主成分の総合特性を判断し、この成績では得点の高いグループ（G）と低いGに分け、各G内の個体の栄養、繁殖関連項目の平均値を求めました。

高いGと低いGは総合特性に基づく対照的なデータを示しており、305日・総乳量や体重能率指数等からみて、成績のよいGの方に変えて行くことが良いこととなります。第1主成分の産次の高いGが乳量や体重能率指数が高いので、牛群の中で初産牛よりも経産牛を多く飼養した方が、同様に第2主成分の泌乳持続性（LP）の高い牛群をそろえた方が乳生産性や乳生産効率の向上につながると判定されます。

## I. 緒 言

一乳期1群飼養は、すでに北海道で経産牛100頭以下のフリーストール（F S）家族経営層を中心に、労働過重に伴う省力化、及びパーラ搾乳や完全混合飼料（TMR）ミキサーの能力が頭数規模に適合する施設条件から、標準飼養として導入されている。1992～94年の群飼養の全国調査では調査F S農家中1群飼養が59%を占め、近年でも北海道F S農家1561戸の1群飼養導入率は46%を占めている（北海道畜産振興課調べ、2011）。またTMRセンターも1998年に北海道に導入されて以来、現在50組織（農政部技術普及課調べ、2013）に達し、つなぎ飼養農家にも導入され、調製、運搬、給与各作業の省力性から泌乳牛への単一設計TMRの給与技術が望まれている。

1群と2群（泌乳前期と同後期）のTMR飼養試験（H9年度成績会議資料、1998）によると、1群は2群に比べ泌乳持続性（LP）が高まり、1群TDN75%TMRは泌乳後期に増体しやすく、1群TDN73%TMRに比べ濃厚飼料が1.5倍多給となることを示し、一乳期乳量9000kg程度の斉一性の牛群を条件として、1群TMRのTDN含量は73%が標準と結論している。

このTMR飼養試験は2産以上の泌乳牛を用いたつなぎ飼養条件下で行われ、すでに20年近く経過していることから、この間の高泌乳化や群飼養増加に対応して、初産牛や経産牛を含めた群飼養条件下でのTMR給与による検証が必要である。しかしながら摂取量の実測ができないこともあり、現在の群飼養での詳細な標準TDN含量は検証されていない。

現状の1群TMR飼養は、305日乳量とピーク乳量との正の相関から、泌乳前期のTMR設計となり、その濃度を間違えると、泌乳後期の濃厚飼料が過給傾向となり、他の飼養法と比べて、全体として泌乳曲線は平準化するがボディコンディションスコア（BCS）の調整がしにくく過肥のリスクが残されている。その解決のために、一つは1群飼養にどのような牛群が適しているか、その牛群をつくるのにどのような方法で行うかを示すことが必要である。二つは泌乳期のBCS変動をできる限り小さくし、摂取飼料の養分を直接乳生産へ移行する飼料利用効率とそれを高める標準TDN含量を示す必要がある。

一方、1群飼養以外のより規模の大きい酪農場に多くみられる2群飼養（泌乳前期と同後期）、3群飼養（初産牛1群、経産牛2群飼養）の群分けは経験的、定性的に行われており、その科学的検証は行われていない。

本成績は、群分けの優先度や一乳期1群飼養に適した牛群条件及び標準TDN含量を示すために、民間研究牧場のF S牛舎で、フィードステーションを利用した一部配合飼料給与及びとうもろこしサイレージを主な粗飼料源とするセミタイプの混合飼料（PMR）を一乳期1群給与した牛群を供試した。

まず全産次・産次別の泌乳、体重、栄養、繁殖性の諸項目を示した。次に科学的な群分けが乳量やBCSの分散の大きさに基づくグループ分けであるので、主成分得点の分散の大きさを情報量の大きさを計数的に検出する主成分分析を用い、泌乳・体重曲線形状を含む諸項目に基づく統計的観察を行った。さらに全産次牛の305日乳量に対する標準TDN含量の直線回帰式を求め、とうもろこし主体混合飼料1群管理の305日乳量水準別標準TDN含量を推定した。

## Ⅱ. 試 験 成 績

### 1. 材料と方法

#### 1) 供試期間と供試牛記録

2009年7月～2011年10月に、雪印種苗（株）北海道研究農場（北海道長沼町）のF S牛舎で飼養するホルスタイン種泌乳牛を供試した。この期間、産次と乳期の異なる泌乳牛平均在群39頭（28～51頭）を一乳期1群飼養し、泌乳期を通して体重、乳量、乳成分、BCSを調査した。

牛舎内の気温、相対湿度は日中3回計測し、供試期間中の気温の平均±標準偏差（範囲）は $12.2^{\circ}\text{C} \pm 9.3$ （ $-5.3 \sim 25.7^{\circ}\text{C}$ ），相対湿度は $72\% \pm 14$ （ $23 \sim 100\%$ ），温湿度指数（ $\text{THI} = 0.8 \times \text{気温}^{\circ}\text{C} + 0.01 \times \text{相対湿度}\% \times (\text{気温}^{\circ}\text{C} - 14.3) + 46.3$ ）は $55 \pm 14$ （ $17 \sim 83$ ）であった。供試期間中の2010年の記録的猛暑期間（6～8月気温平年差 $+2.2^{\circ}\text{C}$ ）を6/26～9/6に設定し、その間の牛舎内平均気温は $24.7^{\circ}\text{C}$ （2009年 $21.0^{\circ}\text{C}$ ，2011年 $23.0^{\circ}\text{C}$ ），平均THIは74（2009年68，2011年71）であった。

供試期間中の体重、乳量、乳成分などの一乳期のデータ記録数58例（53頭）のうち39例（35頭）を解析に用いた。解析記録は2010年の記録的猛暑期間6/26～9/6に一乳期が重ならない記録17例（16頭）と重なった記録22例（19頭）からなる。猛暑の影響をできるかぎり除くために、重なった記録の供試抽出条件は、①一乳期平均気温が $12^{\circ}\text{C}$ 以下，②分娩後150日以内に猛暑期間が重ならない，③猛暑期間開始時の日乳量が $30\text{kg}$ 以下一の3条件をクリアし、泌乳曲線形状に猛暑期間の乳量低下が視認できない記録とした。その結果、39例の一乳期解析記録（19例の同除外記録）は牛舎内平均気温 $9.8^{\circ}\text{C}$ （ $12.3^{\circ}\text{C}$ ），猛暑開始時分娩後日数253日（86日），猛暑開始日乳量 $27\text{kg}$ （ $32\text{kg}$ ）であった。

解析牛の産次（平均分娩月齢）の内訳は、初産9（24ヵ月齢），2産16（37ヵ月齢），3産3（54ヵ月齢），4産6（66ヵ月齢），5産2（75ヵ月齢），6産3（91ヵ月齢）である。39例のBCSの解析記録数は425例である。

#### 2) 供試飼料と給与・管理条件

フィードステーション（個体別濃厚飼料自動給飼機）を利用したセミタイプのTMR（PMR）給与下で行った。すなわち、フィードステーションから配合飼料2種 $1.5\text{kg}$ 原物と基礎混合飼料とを全頭に一乳期をとおして給飼する基準飼料とした。さらに分娩後100～150日までは、基準飼料にフィードステーションから配合飼料2種を乳量に応じて追加補給した。

基準飼料の栄養価と粗飼料構成を表1に示す。粗飼料のTDN含量は日本標準飼料成分表（2009年版）から、ほかの栄養価は近赤外線分析法で単味飼料ごとに求めて算出した。

とうもろこしサイレージ：牧草サイレージの平均乾物比は33：20（粗飼料100%とした時62：38）である。とうもろこしサイレージの平均栄養価は乾物32.2%，TDN71.3%，CP8.0%，発酵品質はpH3.9，V-score 91点である。牧草サイレージはチモシー1番，2番主体で、適宜オーチャードグラス，アルファルファ，シバムギを一部利用している。チモシーサイレージの平均栄養価は乾物41.7%，TDN58.5%，CP10.5%，同発酵品

質は pH4.0, V-score 89点である。

泌乳前期と同後期のフィードステーション平均日摂取量はそれぞれ2.9kg, 1.1kgであったので、供試期間中に供試牛へ給与した全飼料の泌乳前期と同後期の栄養価を表2に示す。泌乳前期と同後期の給与TDN含量の差は小さく小数位を丸めると74%となり、ほぼ一乳期1群TMRに近いTDN含量の飼料設計であった。

表1 供試期間中に一乳期全頭に給飼された基準飼料<sup>1)</sup>の栄養価、飼料成分と粗飼料構成

		平均 ± 標準偏差
乾物	%	48.2 ± 3.9
可消化養分総量(TDN)	%DM	73.0 ± 1.3
NEL(正味エネルギー(NEL))	Mcal/kg	1.53 ± 0.03
粗蛋白質(CP)	%DM	15.5 ± 0.4
ルーメン内分解性蛋白質(RDP)	%DM	9.8 ± 0.4
ルーメン内非分解性蛋白質(RUP)	%DM	5.8 ± 0.2
ルーメン内瞬時分解区分(A分画)	%DM	4.6 ± 0.4
酸性デタージェント繊維(ADF)	%DM	20.9 ± 1.1
中性デタージェント繊維(NDF)	%DM	38.5 ± 1.8
非繊維性炭水化物(NFC)	%DM	37.7 ± 1.8
粗飼料比率	%DM	52.8 ± 3.5
とうもろこしサイレージ	%DM	32.6 ± 4.1
牧草サイレージ	%DM	20.2 ± 4.5

<sup>1)</sup>フィードステーションから配合飼料2種1.5kg原物と基礎混合飼料からなる

表2 供試牛への給与全飼料の栄養価

		泌乳前期 <sup>1)</sup>		泌乳後期 <sup>2)</sup>	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差
乾物粗飼料率	%	50.0	± 3.0	52.6	± 1.9
乾物率(%)	%	47.0	± 2.3	48.0	± 1.9
TDN	%DM	74.2	± 0.9	73.7	± 0.7
CP	%DM	15.8	± 0.2	15.4	± 0.2
NDF	%DM	37.3	± 1.2	38.1	± 0.8
NFC	%DM	37.9	± 1.2	38.6	± 0.9
粗脂肪	%DM	3.0	± 0.1	3.0	± 0.1
Ca	%DM	0.56	± 0.03	0.55	± 0.04
P	%DM	0.37	± 0.01	0.39	± 0.01

<sup>1)</sup>分娩後150日間

<sup>2)</sup>分娩後151日～泌乳末日

供試場所是对頭2列式計34ストールからなる面積298m<sup>2</sup>(27.6×10.8m)で、1ストールあたりの面積は8.8m<sup>2</sup>であった。供試泌乳期の平均収容頭数は泌乳前期34頭、同後期38頭であり、支柱・ネックレール式給飼柵幅は27.6mで1頭あたり飼槽幅は泌乳前期82cm、同後期73cmであった。基礎混合飼料の残飼量は、給飼量に対し、少なくとも5%以上となるように自由採食させた。その結果、供試期間中の残飼量(週1回測定)の給飼量に対する割合は平均6.1%±4.0(標準偏差)であった。

乾乳は、日乳量が15kg以下または分娩予定日の60日前とし、とうもろこしサイレージ10kg原物と乾草を不断給飼し、配合飼料を乾乳前期に2kg/日、同後期に4kg/日を給与した。

### 3) 測定項目

一乳期を通して乳牛をF S飼養し、乳量は毎日、乳成分及びUV法 (Fergusonら, 1994) によるBCS (0.25きざみ) は月1回測定した。

乳量は、4:30~6:30と16:00~17:30の1日2回の搾乳時に計測し、月1日分の乳成分のうち乳脂率は乳検成績を用いた。

体重は毎日、朝夕パーラ搾乳後の定時にウシの個体番号識別装置と一体化した自動体重計で実測したが、体重計の故障や調整が必要なときは、別の体重計で1週間ごとに実測した。

繁殖性項目として初回授精日数、授精回数、空胎日数、分娩間隔を記録した。

### 4) 泌乳・体重曲線形状の項目の測定

乳量と体重は日変動が大きいので、泌乳曲線はピーク乳量を検出しやすい5日間の移動平均線、体重曲線は4~5次の多項式による傾向線を用い、主成分分析に用いる実測に基づく乳牛、泌乳、体重に関して算出した項目を表3に示す。

泌乳曲線形状を示す項目として、泌乳持続性(LP)値(=100+分娩後240日の日乳量-同60日の日乳量)、ピーク乳量(移動平均線のピーク時乳量)、ピーク乳量日(ピーク乳量の分娩後日数)、ピーク乳量までの増加率(分娩日からピーク乳量日までの増加率)、ピーク乳量からの低下率(ピーク乳量日から乾乳前までの低下率)を求めた。

体重曲線を示す項目として、最低体重日(最低体重の分娩後日数)、最低体重までの減少率(分娩後最低体重日までの低下率)、最低体重からの増加率(最低体重日から泌乳体重末日までの増加率)を求めた。

表3 主成分分析に用いた実測に基づく乳牛、泌乳、体重各項目

分類	項目	単位	説明
乳牛 (条件)	産次	—	初産次~6産次
	分娩月齢	—	各産次の分娩時月齢
泌乳	LP(泌乳持続性)値 <sup>1)</sup>	—	=分娩後240日の日乳量-同60日の日乳量+100
	ピーク乳量 <sup>1)</sup>	kg	泌乳期の最高日乳量
	ピーク乳量日 <sup>1)</sup>	日	最高日乳量に達するまでの分娩後日数
	ピーク乳量までの増加率 <sup>1)</sup>	kg/日	分娩後最高日乳量日までの直線回帰式の傾き
	ピーク乳量からの減少率(絶対値) <sup>1)</sup>	kg/日	最高日乳量日から泌乳末日までの直線回帰式の傾き(絶対値)
	305日乳量	kg	分娩後305日間累積乳量 <sup>2)</sup>
	総乳量	kg	一乳期累積実乳量
	泌乳日数	日	一乳期日数
体重	日乳量RSD(相対標準偏差)	%	=305日間日乳量の標準偏差/同平均値×100
	平均体重	kg	泌乳期の平均体重
	最低体重日 <sup>3)</sup>	日	最低体重に達するまでの分娩後日数
	最低体重までの減少率(絶対値) <sup>3)</sup>	kg/日	分娩後最低体重日までの直線回帰式の傾き(絶対値)
	最低体重からの増加率 <sup>3)</sup>	kg/日	最低体重日から泌乳末体重日までの直線回帰式の傾き
	305日体重差 <sup>4)</sup>	kg	=分娩後305日間の最高体重-同最低体重
	305日増体重 <sup>4)</sup>	kg	=分娩後305日目の体重-泌乳初日の体重
日体重RSD(相対標準偏差)	%	=305日間日体重の標準偏差/同平均値×100	

<sup>1)</sup>泌乳曲線は5点移動平均値で算出

<sup>2)</sup>泌乳305日未満牛はピークからの乳量減少率で推定し305日に拡張

<sup>3)</sup>体重曲線は4~5次の多項式で推定

<sup>4)</sup>泌乳305日未満牛は最低体重からの増加率で推定し305日に拡張

### 5) TDN摂取量の推定とTDN充足率, 標準TDN含量, 体重能率指数等の算出

個体摂取量が群飼により実測できないために, 4) の移動平均線による泌乳曲線から日乳量, 傾向線による体重曲線から日体重と日体重増減量, 及び一乳期の平均乳脂率を用い, 表4に示すように飼養標準に基づき1日のTDN摂取量を推定した。

表4 1日の養分摂取量とDMIの推定

・維持に要するTDN <sub>kg</sub> = $0.1163 \times W^{0.75} / 0.82 / 4.41$	..... (8.3.2-1~3) <sup>1)</sup>
・産乳に要するTDN <sub>kg</sub> = $(0.0913 \times \text{FAT} + 0.3678) / 0.62 / 0.82 / 4.41 \times \text{MY}$	..... (8.5.2-1~2) <sup>1)</sup>
・成長(初2産次)に要するTDN <sub>kg</sub> =成長に要する正味エネルギー(NE <sub>g</sub> ) / 成長に対するMEの正味有効率(K <sub>g</sub> ) / 0.82 / 4.41	
ここでNE <sub>g</sub> = $0.0510 \times W^{0.75} \times \text{DG}_1$	..... (7.10.2.14) <sup>2)</sup>
DG <sub>1</sub> はRichards曲線(図4.1.1) <sup>1)</sup> から算出	
K <sub>g</sub> <sup>1)</sup> = $0.84 \times q = 0.50$ (qは0.60とする)	
・TDN摂取量 <sub>kg</sub> =(維持+産乳+成長)に要するTDN <sub>kg</sub> +生体重1kg増減に相当するTDN量 <sup>3)</sup> × (DG-DG <sub>1</sub> )	
・DMI <sub>kg</sub> =TDN摂取量 <sub>kg</sub> ÷ (給与飼料のTDN含量% <sup>4)</sup> / 100 × (1-消化率低下に伴うTDN低下率 <sup>5)</sup> )	
・CP摂取量 <sub>g</sub> =DMI <sub>g</sub> × CP含量% / 100	

\*略号 W<sup>0.75</sup>:代謝体重 FAT:乳脂率% MY:日乳量kg DG:日増体重kg DG<sub>1</sub>:日成長量kg DG-DG<sub>1</sub>:正味日体重増減量kg

<sup>1)</sup>日本飼養標準 乳用牛 (2006年版)の引用式(引用図)

<sup>2)</sup>日本飼養標準 肉用牛 (2008年版)の引用式で体重200kg以上の乳用種去勢牛育成に要するNE<sub>g</sub>

<sup>3)</sup>付表2参照

<sup>4)</sup>構成飼料は近赤外線分析値をもとにNRC推定式で計算し、配合飼料5種のTDNは羊消化試験で実測確認

<sup>5)</sup>=維持の倍数あたりTDN低下率値/100 × (TDN摂取量/維持TDN摂取量-1) ここで維持の倍数あたりTDN低下率値は2.2を基準とし、短期実測DMIと推定DMIが近似するよう補正設定

すなわち維持と産乳に要するTDN量は日本飼養標準・乳牛2006年版で求めた。初産次と2産次の成長に要するTDN量は、日本飼養標準・乳牛2006年版ではそれぞれ維持の30%、15%増としているが、初2産次の給与飼料の高い代謝率(q)や成長の逡減性から高いと判断されるので、泌乳牛の標準代謝率qを0.60としてK<sub>g</sub>(成長に対するMEの正味有効率)を求め、NE<sub>g</sub>(成長に要する正味エネルギー)は不明なので、日本飼養標準・肉牛2008年版の乳用種去勢牛の適用式(7.10.2.14)を代用した。またDG<sub>1</sub>(日成長量)は日本飼養標準・乳牛2006年版にある図4.1.1のRichards成長曲線をもとに求めた。生体重1kg増減に相当するTDN量はNRC乳牛飼養標準2001年・第7版(NRC, 2001)のBCS1単位の泌乳に要する正味エネルギーNEL(Mcal)から換算して求めた(表5)。推定TDN摂取量は、TDN要求量からBCSの変化に対応する生体重1kg増減に相当するTDN量を加減算して推定した。

表5 生体重1kg増減に相当するTDN量(kg/日)

BCSの変化	BCSの変化による空体重の減少率 <sup>1)</sup>	生体重1kg減少に相当するTDN量(kg/日) <sup>2)</sup>	BCSの変化	BCSの変化による空体重の増加率 <sup>1)</sup>	生体重1kg増加に相当するTDN量(kg/日) <sup>2)</sup>
3→2	0.863	2.00	2→3	1.16	2.10
4→3	0.880	2.39	3→4	1.14	2.49

<sup>1)</sup>NRC飼養標準(2001)の表2-4(P.24)の相対空体重から算出

<sup>2)</sup>NRC飼養標準(2001)の表2-5(P.24)「BCS1単位増減に相当するNEL(泌乳のための正味エネルギー:Mcal)」をもとに「TDN(kg)=NEL(Mcal)/0.62/0.82/4.41/BCS1単位相当の体重kg」で算出。ここでBCS1単位相当の体重はBCSの変化による空体重増減率<sup>1)</sup>から計算



乾物摂取量（DMI）は表4の式で推定した。消化率低下に伴うTDN低下率は、TMRの自由採食下の全ふん採取法で行った6頭の消化試験成績による維持TDNの倍数あたりの低下率2.2%（0.5～4.9%）（早坂ら，1997）や飼料中濃厚飼料率が50%の時，同2.2%の成績（Wagner and Loosli, 1967）から，2.2%を基準とした。そして泌乳期間中，25頭について1群管理ペンに隣接して設置している12基のFS用個別自動粗飼料計量飼槽（粗飼料摂取コントロールシステム，INSENTIC社）を用い，平均32日間，DMIを実測し，推定DMIとの差が大きい個体は，TDN倍数あたりの低下率を0.5～5.0%に変化させて近似補正した（表6）。その結果，TDN倍数あたりの平均低下率は2.9%となり，実測DMIと推定DMIの平均差は0.1kg，相関係数は0.87（P<0.01）であった。

表6 実測DMIに対する推定DMIを近似補正<sup>1)</sup>

実測DMI kg	推定DMI kg	差	TDNの維持 量倍数 あたりの 低下率%	実測日数	体重kg	体重比%	測定初日 の分娩後 日数	
26.0	27.7	-1.7	2.2	34	701	4.0	86	
25.8	25.9	-0.1	1.0	34	680	3.8	116	
22.7	23.2	-0.5	0.5	34	673	3.4	95	
22.4	21.5	0.9	5.0	34	579	3.9	86	
23.0	22.9	0.1	2.2	27	824	2.8	90	
27.5	26.6	0.9	2.2	27	763	3.5	154	
29.7	28.0	1.7	5.0	27	710	3.9	184	
24.6	23.8	0.8	2.2	27	585	4.1	174	
21.9	22.0	-0.1	2.2	27	640	3.4	205	
31.4	28.2	3.2	5.0	27	780	3.6	183	
19.4	23.5	-4.1	0.5	9	865	2.7	132	
25.3	25.3	0.0	2.2	9	837	3.0	185	
23.5	22.1	1.4	4.0	9	695	3.2	178	
23.6	23.3	0.3	4.0	9	699	3.3	195	
27.9	26.4	1.5	5.0	9	669	3.9	178	
24.0	23.4	0.6	2.2	42	837	3.0	185	
24.0	25.3	-1.3	5.0	42	669	3.9	164	
18.2	16.7	1.5	5.0	46	714	2.3	277	
17.2	19.4	-2.2	2.2	45	706	2.7	205	
22.2	22.1	0.1	5.0	45	600	3.4	206	
20.2	23.4	-3.2	0.5	45	659	3.5	89	
24.7	24.1	0.6	2.2	46	579	4.0	140	
23.1	20.7	2.4	2.2	46	705	3.1	253	
25.3	26.3	-1.0	0.5	46	628	4.0	85	
23.1	23.4	-0.3	5.0	46	710	3.2	137	
平均	23.9	23.8	0.1	2.9	32	700	3.4	159

<sup>1)</sup>TDNの維持量倍数あたりの低下率を0.5～5%に変動させて近似補正

これらをもとに算出された栄養関連の項目（表7）は，推定値であることを考慮し，各個体の一乳期または泌乳前期と同後期の平均値を求めて解析した。

表7にある「標準TDN」含量は，一乳期の体重増体量（初2産次の成長増体重を除く）をBCS1単位（BCSが3→4）に相当する体重の14%（表5）と想定して算出した。その算出手順として，泌乳前期と同後期の各TDN充足率と305日正味（成長補正）体重差（=分娩後305日間の初2産次の成長増体重を除いた最高体重－同最低体重）とはそ

れぞれ0.35 ( $p < 0.05$ ) と0.41 ( $p < 0.01$ ) の正の相関があるので、まず305日正味体重差に対する各泌乳期のTDN充足率の直線回帰式を求めた(図1)。供試牛の平均泌乳日数330日(表8)の正味体重差を87kg(BCS 1単位相当体重=624kg×1.14-624kg:ここで624kgは平均分娩時体重(表8), 1.14はBCSが3から4へ変化する際の体重増加率(表5)を基準とした時, 305日正味体重差は80kgに換算されるので, 図1の直線回帰式から同体重差80kgの時の泌乳前期と同後期のTDN充足率をそれぞれ103.5%, 101.5%と推定し, 各個体の標準TDN含量を次の式で求めた。

$$\text{標準TDN\%} = \text{給与TDN\%} \times 103.5 \text{ (or } 101.5) / \text{TDN充足率\%}$$

ここで給与TDN含量は表2の平均値ではなく, 各個体の一乳期の給与TDN含量を用いた。

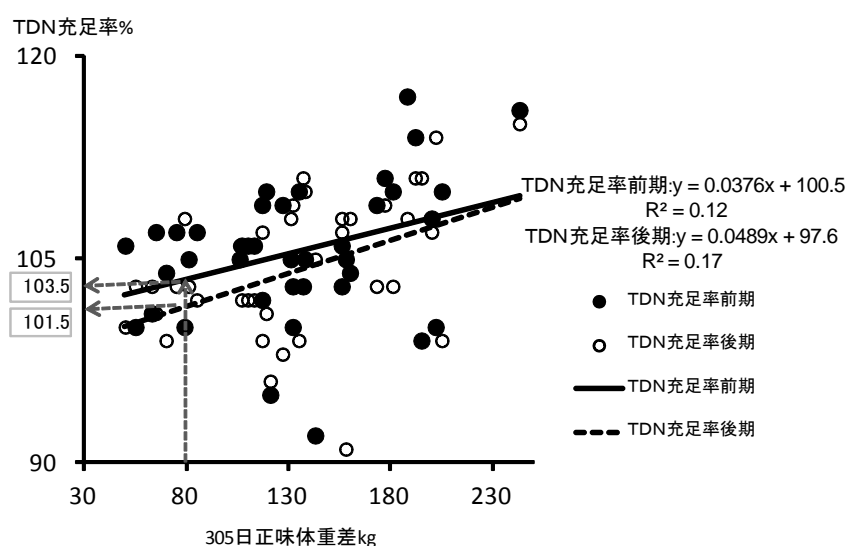


図1 305日正味(成長補正)体重差(x)に対するTDN充足率(y)の直線回帰

表7にある「体重能率指数」は「乳用牛群能力検定成績のまとめ」(家畜改良事業団, 2011)で示されている乳量-体重指数である。生乳生産効率や飼料の利用性を示すエネルギーの粗効率( $GEE = \text{産乳中総エネルギー} / \text{摂取飼料代謝エネルギー}$ )と有意な高い正の相関が認められており(内藤ら, 1974; 大久保ら, 1985),  $GEE$ の簡易指標として示した。

表7にある「正味体重指数直線回帰係数」は分娩後の初2産次の成長を除く増体の程度を示す項目である。すなわち分娩後日数に対する各個体の正味体重指数(初2産次の増体重を除いた分娩後1日目体重を100とした時の指数)の直線回帰係数(%/日)である。

表7 主成分得点の高低グループ別に集計される関連諸項目

分類	項目	単位	乳期別 <sup>1)</sup>	説明
栄養 関連	DMI	kg/日	○	表4参照
	TDN摂取量	kg/日		表4参照(一乳期平均)
	TDN充足率	%	○	=TDN摂取量 <sup>2)</sup> /維持+産乳+成長(初2産次)に要するTDN量×100(一乳期平均)
	CP充足率	%		=CP摂取量 <sup>2)</sup> /維持+産乳+成長(初2産次)に要するCP量×100(一乳期平均)
	標準TDN	%	○	TDN充足率が泌乳前期103%、後期101.5%(305日正味体重差80kg)の時のTDN含量
	ピークTDN日	日		最高日TDN摂取量に達するまでの分娩後日数
	ピークTDNまでの増加率	kg/日		分娩後最高日TDN摂取量までの直線回帰式の傾き
	ピークTDNからの減少率(絶対値)	kg/日		最高日TDN摂取量から泌乳末日TDN摂取量までの直線回帰式の傾き(絶対値)
	305日TDN摂取量	kg		分娩後305日間累積TDN摂取量
	飼料効果	—		=一乳期乳量/一乳期濃厚飼料摂取量
体重能率指数	—		一乳期の累積乳量/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	
体重 関連	最低正味体重までの減少率(絶対値)	kg/日		初2産次の成長に要する増体重を除いた分娩後最低日体重までの直線回帰式の傾き(絶対値)
	最低正味体重からの増加率	kg/日		初2産次の成長に要する増体重を除いた最低日体重から泌乳末日体重までの直線回帰式の傾き
	305日正味体重差	kg		=分娩後305日間の初2産次の成長に要する増体重を除いた最高体重-同最低体重
	305日正味増体重	kg		=分娩後305日目の初2産次の成長に要する増体重を除いた体重-泌乳初日の同体重
	正味体重指数直線回帰係数	%/日		初2産次の成長に要する増体重を除いた分娩後1日目を100とした時の体重指数の直線回帰係数
	分娩時体重	kg		分娩直後の体重
	泌乳BCS	—		泌乳期平均BCS
繁殖 関連	初回授精日数	日		分娩後の初回人工授精日数
	授精回数	—		受胎までの人工授精回数
	空胎日数	日		分娩初日から受胎までの日数
	分娩間隔	日		分娩初日から次の分娩日までの日数

<sup>1)</sup>泌乳の前期(分娩後150日間)と後期(分娩後151日～泌乳末日)に分けた日平均で集計した時は○

<sup>2)</sup>表4参照

## 6) 統計処理

全産次と各産次別の分娩月齢、実測値に基づく泌乳関連と体重関連の項目(表3)及び推定値を含む栄養、体重、繁殖関連の各項目(表7)の平均値と相対標準偏差を表8に示し、産次間の各項目は一元配置分散分析による有意性と最小有意差法による多重比較検定を行った。有意水準は1%とした。

次に産次、分娩月齢、及び実測値に基づく泌乳関連と体重関連の項目(表3)を用い、全産次の主成分分析を行った(表9)。第1～第3主成分について、主成分得点の高位と低位のグループ(G)の二つに分けた。主成分の総合特性を判定し、各Gの分娩月齢、実測値に基づく泌乳関連と体重関連の項目(表3)及び推定値を含む栄養、体重、繁殖関連の各項目(表7)の平均値を示した(表10)。各主成分得点の高・低Gの各項目間は、対応のない母平均の差の検定を用い、等分散性の検定後、t検定(非等分散判定の場合はWelchの方法)で統計的有意性(両側検定)を有意水準1%と5%で判定した。

全産次の主成分得点の高・低G群は代表的な泌乳性と栄養の構造特性を示している。G群の305日乳量と標準TDN%との相関が0.52(p<0.01)であったので、305日乳量に対する泌乳前期、同後期、一乳期の標準TDNの直線回帰式を求め(図3)、305日乳量水準別の標準TDN含量を推定した(表11)。

## 2. 結果及び考察

### 1) 全産次・産次別の各項目

全産次・産次別各項目の平均と相対標準偏差（RSD：変動係数）を表8に示す。

全産次牛は平均（95%信頼区間）で2.6産（2.1～3.1産）、総乳量10059kg（9327～10790kg）、泌乳日数330日（312～349日）、分娩間隔412日（378～447日）であった。これは十勝・網走の畑作酪農中核地域の牛群検定農家（早坂ら，2013）の平均で2.7産、総乳量10782kg、泌乳日数367日、分娩間隔422日と比べると泌乳日数が少なかった。

全産次一乳期1群飼養で、成長増体重を除いた305日体重差を80kg（一乳期BCS1単位相当）とした時の標準TDNは、305日乳量9500kg（総乳量10000kg）水準の体重能率指数（一乳期累積乳量/同平均体重）15の牛群で泌乳前期73%（72～74%）、同後期72%（71～73%）と推定した。

給与TDN含量74%は、①TDN充足率が泌乳前期106%、同後期104%（表8）と標準TDN充足率のそれぞれ103.5%、101.5%よりも大きいこと、②最低体重日や最低体重までの減少率のRSDは大きかったが、最低体重日が17日と早く、305日正味体重差が133kgと大きいこと（表8，図1）一からやや高めと考えられた。しかし、2産次牛など乳量の多い牛群（表8，図3）は標準TDNが74%以上であったので、リードファクターを考慮した適正範囲上限の設計と考える。

泌乳項目について、初産次牛は2産次以上のウシに比べ、有意（ $p < 0.01$ ）に305日・総（一乳期）乳量とピーク乳量が低く、LP値が高く、ピーク乳量日が長く、ピーク乳量までの増加率、ピーク乳量からの減少率及び日乳量RSDが小さく、泌乳曲線が平準化した。

体重項目について、初産次牛は3産次以上のウシに比べ、有意（ $p < 0.01$ ）に平均体重が小さく、最低体重からの増加率が大きく、日体重RSDが大きかった。また全産次の最低体重日と最低体重までの減少率のRSDが他の諸項目に比べて大きかった。

栄養関連項目について、初産次牛は2産次以上のウシに比べ、有意（ $p < 0.01$ ）に泌乳前期の乾物摂取量（DMI）が少なく、ピークTDNまでの増加率、ピークTDNからの減少率が小さく、乳期中のTDN摂取量の推移を示すTDN摂取量曲線が平準化した。初産次牛はピークTDN日が69日と遅延し、ピーク乳量日72日とほぼ同期し、飼料効果、体重能率指数は低かった（ $p < 0.01$ ）。体重関連項目について、初産次牛は2産次以上のウシに比べ、分娩時体重が小さく（ $p < 0.01$ ）、泌乳中のBCSが高い傾向を示した。

繁殖関連項目について、初産次牛は2産次以上のウシに比べ、初回授精日数が早く（ $p < 0.01$ ）、授精回数が少なく、空胎日数、分娩間隔も有意ではないが短い傾向を示した。

飼料効果と体重能率指数は初産次が2産次以上よりも有意に低かったのは（表8）、初産次による成長が大きいことに主因が求められる。体重能率指数は体重が増加するほど低減するが、16以上が望ましい（家畜改良事業団，2011）とされている。そのためには表6の第1主成分から指数が低い初産牛よりも経産牛の頭数割合を増やし、平均産次を高めること、同じく第2主成分から平均指数16で、総乳量が多く、増体重が少なくLPが高い乳牛を飼養することが必要と考える。

表8 全産次及び産次別の各項目の平均<sup>1)</sup>と相対標準偏差

分類	項目	全産次(n=39)		初産次(n=9)		2産次(n=16)		3産次以上(n=14)		F値
		平均 (95%信頼区間)	相対標準偏差%	平均	相対標準偏差%	平均	相対標準偏差%	平均	相対標準偏差%	
乳牛	産次	2.6 (2.1~3.1)	58	1.0	-	2.0	-	4.4	25	
	分娩月齢	45 (39~52)	46	24 a	6	37 b	9	69 c	22	**
泌乳	LP値	88 (86~90)	7	94 a	6	86 b	6	86 b	5	**
	ピーク乳量kg	43 (41~46)	18	33 a	6	47 b	11	46 b	15	**
	ピーク乳量日	54 (48~59)	31	72 a	18	51 b	33	45 b	18	**
	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.40 (0.33~0.48)	55	0.19 a	30	0.43 b	48	0.51 b	43	**
	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.07 (0.06~0.08)	37	0.05 a	43	0.08 b	30	0.07 b	32	**
	305日乳量kg	9464 (8987~9941)	16	8052 a	11	10086 b	12	9660 b	15	**
	総乳量kg	10059 (9327~10790)	22	7902 a	19	10936 b	17	10443 b	22	**
	泌乳日数	330 (312~349)	18	296	12	342	17	339	18	
	日乳量RSD%	21 (19~22)	25	16 a	30	21 ab	23	23 b	19	**
	体重	平均体重kg	696 (669~724)	12	642 a	10	681 ab	7	749 b	14
最低体重日		17 (9~24)	136	9	165	23	95	14	189	
最低体重までの減少率kg/日(絶対値)		0.36 (0.16~0.56)	171	0.17	162	0.56	142	0.26	197	
最低体重からの増加率kg/日		0.47 (0.38~0.55)	54	0.64 a	39	0.47 ab	45	0.36 b	72	*
305日体重差kg		161 (144~178)	32	191	33	165	25	137	34	*
305日増体重kg		127 (99~154)	69	183	35	120	77	99	82	
日体重RSD%		7 (7~8)	31	9 a	23	8 ab	27	6 b	34	**
栄養関連		DMIkg/日前期	25.7 (24.5~27.0)	15	21.9 a	7	27.5 b	14	26.2 b	13
	DMIkg/日後期	20.8 (20.0~21.5)	11	20.1	6	21.3	14	20.7	9	
	TDN摂取量kg/日	15.7 (15.2~16.2)	9	14.6	4	16.1	10	16.0	9	*
	TDN充足率%前期	106 (104~107)	5	108	5	104	4	106	5	
	TDN充足率%後期	104 (102~106)	5	105	5	103	6	104	5	
	CP充足率%	121 (119~123)	6	123	4	121	7	119	4	
	標準TDN%前期	73 (72~74)	5	71	5	74	5	72	6	
	標準TDN%後期	72 (71~73)	5	72	4	74	6	72	4	
	ピークTDN日	58 (53~64)	31	69 a	17	60 ab	29	50 b	37	*
	ピークTDNまでの増加率kg/日	0.17 (0.14~0.20)	54	0.08 a	39	0.18 b	41	0.21 b	47	**
	ピークTDNからの減少率kg/日(絶対値)	0.02 (0.02~0.03)	38	0.02 a	38	0.03 b	36	0.03 b	26	**
	305日TDN摂取量kg	4866 (4705~5027)	10	4413 a	5	5013 b	10	4990 b	10	**
	飼料効果	2.4 (2.4~2.5)	8	2.3 a	4	2.5 b	7	2.5 b	8	**
	体重能率指数	15 (14~16)	22	12 a	19	16 b	15	14 ab	26	*
体重関連	最低正味体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.40 (0.20~0.60)	158	0.23	138	0.62	130	0.26	197	
	最低正味体重からの増加率kg/日	0.33 (0.24~0.41)	81	0.37	68	0.28	105	0.36	72	
	305日正味体重差kg	133 (118~149)	36	118	53	138	29	137	34	
	305日正味増体重kg	91 (64~117)	90	102	65	79	119	99	82	
	正味体重指数直線回帰係数%/日	0.043		0.055		0.050		0.033		
	分娩時体重kg	624 (593~655)	15	538 a	10	622 b	14	683 b	13	**
繁殖関連	泌乳BCS	3.2 (3.1~3.2)	6	3.3 a	6	3.1 b	5	3.2 ab	6	*
	初回授精日数	72 (65~79)	29	55 a	19	72 ab	28	84 <sup>2)</sup> b	23	**
	授精回数	2.9 (2.0~3.6)	84	2.1	65	2.8	91	3.5 <sup>2)</sup>	78	
	空胎日数	133 (99~167)	71	96	52	133	62	171 <sup>3)</sup>	80	
	分娩間隔	412 (378~447)	23	376	13	415	20	444 <sup>3)</sup>	32	

<sup>1)</sup>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

<sup>2)</sup>低泌乳の廃用候補で2頭未受精のため12頭で集計

<sup>3)</sup>泌乳末期あるいは乾乳後、低泌乳、未授精、疾病、不受胎で5頭廃用のため、9頭で集計

## 2) 全産次の主成分分析と主成分得点高・低グループの諸項目

全産次牛39例の乳牛，泌乳，体重各項目（表3）を用いた主成分分析による第1～第3主成分因子負荷量（主成分と各項目との相関係数）を表9に示す。

表9 全産次牛(n=39)の乳牛、泌乳、体重各指標における第1～3主成分因子負荷量<sup>1)</sup>

第1主成分	第2主成分	第3主成分
ピーク乳量kg	0.78 ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.79 最低体重日
産次	0.77 日乳量RSD%	0.76 最低体重までの減少率kg/日(絶対値)
分娩月齢	0.75 最低体重からの増加率kg/日	0.57 LP値
総乳量kg	0.63 日体重RSD%	0.34 305日乳量kg
ピーク乳量までの増加率kg/日	0.63 最低体重日	0.34 ピーク乳量日
305日乳量kg	0.61 305日体重差kg	0.33 総乳量kg
ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.47 最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.31 泌乳日数
日乳量RSD%	0.45 ピーク乳量までの増加率kg/日	0.25 日体重RSD%
平均体重kg	0.44 ピーク乳量kg	0.25 ピーク乳量kg
泌乳日数	0.40 305日増体重kg	0.02 日乳量RSD%
最低体重日	0.15 産次	-0.08 ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)
最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.03 分娩月齢	-0.11 最低体重からの増加率kg/日
305日増体重kg	-0.58 305日乳量kg	-0.15 ピーク乳量までの増加率kg/日
305日体重差kg	-0.63 平均体重kg	-0.22 分娩月齢
LP値	-0.64 ピーク乳量日	-0.32 産次
最低体重からの増加率kg/日	-0.65 総乳量kg	-0.46 平均体重kg
日体重RSD%	-0.69 LP値	-0.56 305日体重差kg
ピーク乳量日	-0.69 泌乳日数	-0.67 305日増体重kg
固有値	6.25	3.25
寄与率	0.35	0.18
累積寄与率	0.35	0.53

<sup>1)</sup>主成分と各指標との相関係数

第1主成分は寄与率0.35で，因子負荷量はピーク乳量，産次，分娩月齢，総乳量，ピーク乳量までの増加率が0.63～0.78，ピーク乳量日，日体重RSD，最低体重からの増加率，LP値が-0.64～-0.69であった。産次は因子負荷量が総乳量と近似（正の相関： $r=0.33$ ， $p<0.05$ ）し，LP値とは逆の関係（負の相関： $r=-0.41$ ， $p<0.01$ ）にあるので，第1主成分は「産次」の高低を示す総合特性と判定した。第2主成分は寄与率0.18で，因子負荷量はピーク乳量からの減少率，日乳量RSD，最低体重からの増加率が0.57～0.79，泌乳日数，LP値，総乳量が-0.46～-0.67であった。LPは因子負荷量がピーク乳量からの減少率や日乳量RSDと逆の関係（負の相関： $r=-0.82$ ， $-0.74$ ， $p<0.01$ ）にあるので，第2主成分は「LP」の高低を示す総合特性と判定した。第3主成分は寄与率0.13で，因子負荷量は最低体重日，最低体重までの減少率が0.80～0.83，305日増体重が-0.74であり，「増体重」の高低を示す総合特性と判定した。第1～第3主成分の累積寄与率は0.66であった。

全産次牛の第1～第3主成分得点の高・低2グループ（G）の泌乳・体重曲線項目（表3）とその他の諸項目（表7）を表10に示す。

主成分得点の分散が最も大きかった第1主成分（寄与率0.35）の総合特性は，「産次」

の高低による泌乳・体重諸項目の違いに集約される。第1主成分の高産次Gは3.5産で総乳量11271kg，低産次Gは1.7産，総乳量8783kgと両G間には有意差（ $p < 0.01$ ）を示した。高産次Gは低産次Gに比べ，LPが低く（ $p < 0.01$ ），ピーク乳量が高く（ $p < 0.01$ ），ピーク乳量日が早く（ $p < 0.01$ ），日乳量RSDが大きい（ $p < 0.05$ ），いわゆる高ピーク低持続型泌乳曲線を示した。体重関連について，高産次Gは分娩時体重と平均体重が大きく（ $p < 0.01$ ），最低体重からの増加率，305日体重差，305日増体重が小さかった（ $p < 0.01$ ）。栄養関連について，高産次Gは有意（ $p < 0.01$ ）に泌乳前期のDM・TDN摂取量が高く，ピークTDNまでの増加率，ピークTDNからの減少率が大きかった。また飼料効果（ $p < 0.01$ ）と体重能率指数（=一乳期の累積乳量/同平均体重）（ $p < 0.05$ ）が高かった。第1主成分に「産次」が検出されたので，群分けする際はまず産次の違いを優先すべき基準と考える。

第2主成分（寄与率0.18）の総合特性は，「LP値」の高低による泌乳・体重諸項目の違いに集約される。第2主成分の高LP値GはLP値91，総乳量11085kg，低LP値GはLP値84，総乳量9084kgと両G間には有意差（ $p < 0.01$ ）を示した。高LP値Gは低LP値Gに比べ，ピーク乳量が低く，ピーク乳量日が遅延する傾向を示し，ピーク乳量からの減少率と日乳量RSDが小さく（ $p < 0.01$ ），泌乳日数が長い（ $p < 0.01$ ）特性を示し，泌乳曲線が平準化した。また最低体重からの増加率とピークTDNからの減少率が小さく（ $p < 0.01$ ），体重能率指数が16と高かった（ $p < 0.01$ ）。繁殖関連は有意ではないが，空胎日数，分娩間隔が長い傾向を示した。

これらの特性から，高LP値Gは，高産乳で体重が平準化し，体重能率指数が16と高く，一乳期1群管理に適した乳牛の条件と考える。LP値を91の水準に上げるには高能力でLPの高い種雄牛による交配等が求められる。高LP値Gの標準TDNは泌乳前期の72%に対し，同後期の73%と高く推定され（表10），後期の低いDMIが推察された。泌乳（曲線）平準化牛飼養は少なくとも泌乳前期のレベルを下げない高いTDN含量が必要と考える。

一方，低LP値Gは，日乳量RSDが大きい泌乳曲線を示し，泌乳日数が短く，総乳量が少ない泌乳特性を示した。また最低体重からの増加率と正味体重指数直線回帰係数が大きい高増体傾向，体重能率指数が低く，分娩後経過に伴う過肥になりやすい体重曲線の特性を示した。乾乳期の過肥は分娩後の低BCS（削瘦）と泌乳後期の高BCSをもたらすとされ（相原，2013），その泌乳曲線の特性としてLPの低いウシの可能性が推察される。

早坂ら（2013）は一乳期1群管理が，つなぎ個体管理や群分けした牛群管理に比べ，泌乳前期のTDN含量で一乳期を飼養するために，全体として泌乳曲線が平準化しやすくなるが，過肥のリスクが高いと考察した。だが本成績が，暑熱の影響を除いた，ほぼTDN74%のTMR一乳期1群管理の供試条件に近いことを踏まえると，一乳期1群管理条件下で，分娩間隔が短い傾向の高ピーク低持続型乳牛は，高泌乳牛を除き，泌乳平準化牛に比べ，分娩経過にともない増体しやすい傾向から，過肥になりやすい可能性が推察された。分娩間隔が長い傾向の泌乳平準化牛は，つなぎ個体管理や群分けした牛群管理に比べて体重変化やBCSを制御できにくい省力的なTMR一乳期1群管理に適した特性条件を有すると考える。

表10 全産次牛の第1～3主成分得点の高・低グループにおける泌乳・体重曲線項目と諸項目の平均値

分類	項目	主成分得点(主成分寄与率)		第1(0.35)		第2(0.18)		第3(0.13)	
		グループ 総合特性	G		LP		増体重		
			高	低	低	高	低	高	
			高	低	低	高	低	高	
	頭数 <sup>1)</sup>	20	19	20	19	20	19		
	主成分得点	2.0	-2.1	1.5	-1.6	1.2	-1.2		
乳牛	産次	3.5 **	1.7	2.7 -	2.5	2.2 *	3.1		
	分娩月齢	57 **	33	46 -	44	39 *	52		
泌乳	LP値	84 **	91	84 **	91	90 **	85		
	ピーク乳量kg	49 **	37	45 -	41	42 -	45		
	ピーク乳量日	46 **	62	49 -	59	58 -	50		
	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.48 **	0.32	0.45 -	0.36	0.32 *	0.49		
	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.08 **	0.06	0.08 **	0.05	0.06 *	0.08		
	305日乳量kg	10276 **	8609	9240 -	9700	9415 -	9515		
	総乳量kg	11271 **	8783	9084 **	11085	9968 -	10155		
	泌乳日数	349 *	311	295 **	367	330 -	330		
	日乳量RSD%	22 *	19	24 **	17	19 *	23		
体重	平均体重kg	732 **	659	695 -	698	678 -	716		
	最低体重日	21 -	12	22 -	10	29 **	4		
	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.37 -	0.35	0.51 -	0.20	0.64 **	0.06		
	最低体重からの増加率kg/日	0.35 **	0.59	0.57 **	0.36	0.43 -	0.50		
	305日体重差kg	139 **	185	172 -	149	146 -	177		
	305日増体重kg	90 **	165	125 -	128	86 **	170		
		日体重RSD%	6 **	9	8 -	7	8 -	7	
		DMIkg/日前期	28.1 **	23.3	25.4 -	26.1	24.6 -	26.9	
栄養関連		DMIkg/日後期	21.2 -	20.4	20.5 -	21.0	20.9 -	20.6	
		TDN摂取量kg/日	16.4 **	15.0	15.8 -	15.7	15.4 -	16.1	
		TDN充足率%前期	104 -	107	105 -	106	103 **	108	
		TDN充足率%後期	102 *	106	106 **	102	103 -	105	
		CP充足率%	118 *	124	122 -	120	120 -	122	
		標準TDN%前期	74 -	72	74 -	72	75 **	71	
		標準TDN%後期	73 *	71	71 *	73	73 -	71	
		ピークTDN日	53 *	64	60 -	57	66 **	51	
		ピークTDNまでの増加率kg/日	0.21 **	0.13	0.17 -	0.17	0.16 -	0.18	
		ピークTDNからの減少率kg/日(絶対値)	0.03 **	0.02	0.03 **	0.02	0.02 -	0.03	
		305日TDN摂取量kg	5144 **	4574	4756 -	4983	4731 -	5008	
		飼料効果	2.5 **	2.4	2.5 -	2.4	2.4 -	2.4	
		体重能率指数	16 *	13	13 **	16	15 -	14	
	体重関連		最低正味体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.40 -	0.40	0.55 -	0.24	0.70 **	0.08
		最低正味体重からの増加率kg/日	0.25 *	0.41	0.43 **	0.22	0.26 -	0.40	
		305日正味体重差kg	128 -	139	149 *	116	114 **	153	
		305日正味増体重kg	72 -	101	92 -	91	41 **	144	
		正味体重指数直線回帰係数%/日	0.032	0.064	0.052	0.034	0.042	0.042	
		分娩時体重kg	674 **	572	640 -	608	633 -	615	
繁殖関連		泌乳BCS	3.1 -	3.2	3.2 -	3.2	3.2 -	3.2	
		初回授精日数	79 *	64	71 -	73	72 -	71	
		授精回数	3.4 -	2.3	2.4 -	3.4	2.5 -	3.2	
		空胎日数	176 **	93	130 -	137	113 -	157	
	分娩間隔	458 **	369	408 -	418	394 -	434		

<sup>1)</sup>全39例だが、4～6産に欠測値があるため、初回授精日数と授精回数は37例、空胎日数、分娩間隔は34例で解析



図2に第1主成分得点（横軸）と第2主成分得点（縦軸）の各個体の散布図を示す。各点の番号は産次数を表し、第1主成分軸からみて産次の分散を認めるが、初産次牛の分散が小さく、第2・3エリアに集中分布している。このことから、産次別の群分けは実際には初産次と2産次以上の経産牛の2群に分けるのが適切と考える。さらに初産次の平均LP値94に対し2産次以上同86（表8）であるので、2産次以上の経産牛は、泌乳前期と同後期の乳期別群分け飼養が最善と考える。早坂ら(2013)は初産牛1群、経産牛2群（泌乳前期と後期）の3群管理が多くなる経産牛200頭以上飼養の酪農場が最も305日・総乳量が高いことを確認している。

第2主成分軸からみて、第1・2エリアよりも第3・4エリアのLPの高い牛群を飼養していくことが一乳期1群管理に適した乳牛の条件であることは前述のとおりである。

第3主成分（寄与率0.13）の総合特性は「増体重」であり、高増体重Gは305日増体重170kg、低増体重Gは86kgと両G間には有意差（ $p < 0.01$ ）を示し、産次はそれぞれ3.1産、2.2産であった（ $p < 0.05$ ）。高増体重Gは低増体重Gに比べ、LP値が低く（ $p < 0.01$ ）、ピーク乳量までの増加率とピーク乳量からの減少率及び日乳量RSDが大きく（ $p < 0.05$ ）、高ピーク低持続型泌乳曲線を示した。また最低体重日が早く（ $p < 0.01$ ）、最低体重までの減少率が小さかった（ $p < 0.01$ ）。一方、低増体重Gは最低体重日が遅く、最低体重までの減少率が大い、泌乳前期の体重著減傾向を示し、泌乳前期の標準TDNが75%と推定された。平均産次が2.2産と低い特性があり、初産次牛9頭のうち7頭を占め、低増体が顕著な主成分得点上位5頭のうち4頭が2産次牛であった。2産次牛は、他の産次に比べTDN充足率が低く（表8）、栄養不足の傾向を示した。

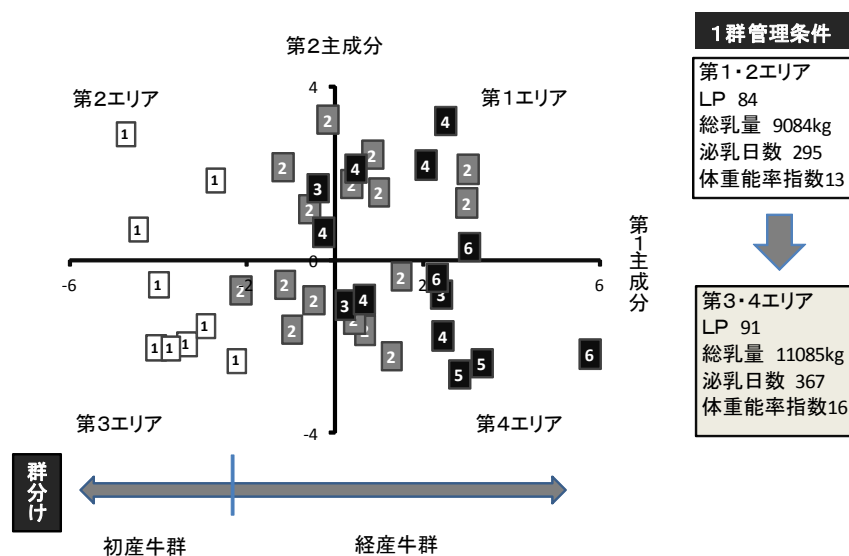


図2 39例の泌乳期の第1(横軸)・第2(縦軸)主成分得点の散布図  
数字は産次数を示す

### 3) 305日乳量水準別の標準TDN含量

全産次の泌乳前期、同後期、一乳期における305日乳量に対する標準TDN含量の直線回帰式を求め(図3)、305日乳量水準別の標準TDN含量の推定値を表11に示す。305日乳量と泌乳前期、同後期、一乳期の標準TDN含量の相関はそれぞれ0.18, 0.37 (p<0.05), 0.27 (p<0.05)であったが、直線回帰式の決定係数(R<sup>2</sup>)は低かった(図3)。その代替として、産次別の標準TDN含量(表8)及び全産次の第1～第3主成分得点の高・低G群は、主成分の序列に基づく因子の大きさと泌乳・体重曲線に対する総合特性の判定に基づいた標準TDN含量(表10)が参考値となる。

表11からとうもろこしサイレージ主体混合飼料給与における全産次を1群とする一乳期飼養の場合の標準TDN含量は、305日乳量9000kg水準で72.5%、同9500kg水準で72.9%、同10000kg水準で73.2%であった。

これまで2産次以上のウシを用いた一乳期乳量9000kg程度の1群TMRのTDN含量は73%が標準とされたが(H9年度成績会議資料, 1998)、その水準では72.5%が標準とされ、標準TDN73.0%では305日乳量9700kgと推定された(表11)。20年近く前の成績にくらべ摂取量増加や北海道の体重能率指数(1997年13.7, 2012年14.5: 家畜改良事業団(2013))向上などが関係していると思われる。

一方、乳検成績と飼養標準をもとに一乳期TDN過不足量を求め、泌乳中後期のエネルギー過剰を緩和し、一乳期TDN過不足量を最小にする、9000kg乳量水準の一乳期1群TMRの適正TDN含量は72~73%とする試算範囲と一致した結果となった(糟谷, 2011)。

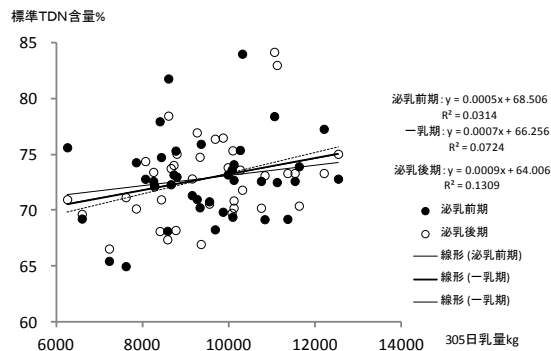


図3 全産次牛の305日乳量(x)に対する標準TDN(y)の直線回帰

表11 一乳期1群とうもろこし主体混合乳量水準・乳期別の標準TDN含量

産次	305日乳量kg	日乳量	標準TDN	
			一乳期	(泌乳前期) (泌乳後期)
全産次牛 <sup>2)</sup>	8000	26	71.8	(72.2) (71.5)
	8500	28	72.2	(72.4) (71.9)
	9000	30	72.5	(72.7) (72.4)
	9500	31	72.9	(72.9) (72.9)
	10000	33	73.2	(73.1) (73.3)
	10500	34	73.6	(73.3) (73.8)
	11000	36	73.9	(73.6) (74.3)

図3の直線回帰式から算出  
<sup>2)</sup>初産牛率(=初産次牛/全産次牛=9/39×100)は23%

### Ⅲ. 成果の要約

群分けは産次や乳量・増体重のばらつきの大きさに判断されるので、多変量解析でそのばらつきの大きさの順に総合的な項目を抽出し、群分けの優先度を示す。またばらつきに基づく牛群特性グループから乳量、増体重や乳生産効率をもとに一乳期1群管理に適した牛群条件を示す。さらにとうもろこしサイレージ主体混合飼料の1群管理における産乳別標準TDN含量を示す。

2009～2011年にとうもろこしサイレージ主体混合飼料を給与する雪印種苗フリーストール牧場の牛群を供試した。一乳期1群管理（TDN74%，CP16%）のホルスタイン種35頭（305日乳量9500kg，総乳量10000kg），泌乳期数39例（1～6産次）を用い，一乳期の乳量，乳成分，体重を計測した。日本・NRC飼養標準からDM・TDN摂取量を推定し，TDN充足率をBCS1単位に相当する一乳期体重が14%増となる標準TDN含量や飼料利用性を示す体重能率指数（乳量-体重指数）などを求めた。

1. 泌乳・体重曲線を含む諸項目で統合した最もばらつきの大きい全産次1群の第1主成分（寄与率0.35）は「産次」の高低を示す総合特性と判定した。高産次Gは305日・総乳量が多く，高ピーク低持続型泌乳曲線を示し，305日増体重が小さく，体重能率指数が16と高い特性を観察した。群分けする際は産次の違い，特に初産牛と経産牛との群分けを優先すべき基準と考察した。
2. 次にばらつきの大きい全産次1群の第2主成分（寄与率0.18）は「LP」の高低を示す総合特性と判定した。高LP値Gは，平均LPが91で泌乳曲線が平準化し，泌乳日数が長く，総乳量が多く，体重能率指数が16と高く，低増体の特性を観察し，一乳期1群飼養に適した牛群条件と考察した。その条件に向けて高能力でLPの高い種雄牛による交配の必要性等を考察した。
3. とうもろこしサイレージ主体混合飼料給与における全産次を1群とする一乳期飼養の場合の標準TDN含量は，305日乳量9000kg水準で72.5%，同9500kg水準で72.9%，同10000kg水準で73.2%と推定した。

### Ⅳ. 成果の活用面と留意点

1. とうもろこしサイレージ主体の混合飼料不断給飼下におけるフリーストール1群管理の標準TDN成績である。牧草サイレージ主体の混合飼料条件下での乳量水準別標準TDN含量は異なる可能性があり，別途検証を要する。
2. 群飼下の研究では自由採食条件，暑熱の影響や飼槽・飼育密度条件（社会的優劣関係）に留意する。

### Ⅴ. 残された問題とその対応

## 参考文献

- 1)相原光夫 (2013) 新しい牛群検定成績表について (その26) - ボディコンディションスコアの判定 - . L I A J News. No.140, 9-14.
- 2)Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. (1994) Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J. Dairy Sci., 77, 2695-2703.
- 3)家畜改良事業団 (2011) 乳用牛群能力検定成績のまとめ-平成23年度-. P.26, 29. 乳用牛群検定全国協議会. 東京. (cited by 2013 September 17). <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilkset.html>
- 4)家畜改良事業団 (2013) 乳用牛群能力検定成績速報-平成 24 年度-. P.6. 乳用牛群検定全国協議会. 東京.
- 5)糟谷広高(2011) 1群TMR管理の適正なTDN含量とは. DAIRY MAN, 4, 30-31.
- 6)H9年度北海道農業試験会議(成績会議資料(1998) TMR給与による泌乳牛1群管理の有効性. 1-20.
- 7)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. 北海道農研報. 165, 1-68.
- 8)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. 北海道農研報. 198, 23-58.
- 9)内藤元男, 高橋弘晏, 三浦高義, 加納康彦, 小山徳義, 加藤次男, 岡野福夫, 小池幸良 (1974) 東大牧場ホルスタイン種牛群のエネルギー粗効率と簡易指数について. 日畜会報. 45 (5), 249-261.
- 10)大久保正彦, 前滝次郎, 近藤誠司, 関根純二郎, 朝日田康司 (1985) 北大農場における牛乳生産のエネルギー利用効率. 北大農学部農場研報. 24, 69-75.
- 11)Wagner, D. G. and Loosli, J. K. (1967) Studies on the energy requirements of high-producing dairy cows. Cornell Agr. Exp. Sta .Mem. 400, 1-39.

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

平成26年1月(2014.1)

農研機構北海道農業研究センター

〒062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

Tel: 011-851-9141(代表)

Fax: 011-859-2178

<http://www.naro.affrc.go.jp/harc/index.html>

雪印種苗(株)北海道研究農場

〒069-1464 北海道夕張郡長沼町字幌内

Tel: 0123-84-2121