

## 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

早坂貴代史<sup>1)</sup>・壹岐修一<sup>2)</sup>・古川 修<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>農研機構 <sup>2)</sup>雪印種苗株式会社北海道研究農場

### 摘 要

フリーストール牛舎でとうもろこしサイレージ主体混合飼料を給与する1乳期1群飼養のホルスタイン種乳牛群から得た泌乳期数39例(1~6産次)のデータを用い、群分けの優先基準や1乳期1群飼養に適した牛群条件及び産次別の栄養管理法を示した。まず全個体及び産次別の泌乳、体重、栄養関連、血液成分及び繁殖関連諸項目を調べた。全産次及び産次別に泌乳及び体重に関する諸項目に対して主成分分析を行い、第1~第3主成分の総合特性を判定した。また各主成分を高・低のスコアに二分し、諸項目による相違を明らかにし、それぞれの栄養管理上の特性を示した。さらに39例の305日乳量に対する標準TDN含量の直線回帰式を求め、1乳期1群飼養の305日乳量水準別標準TDN含量を推定した。得られた結果は次のとおりであった。

1. 初産次は、2産次以上に比べ、泌乳持続性(LP)が高く、泌乳末期に向けて増体傾向を示した。ピークTDN日とピーク乳量日がほぼ同期し、体重能率指数(1乳期累積乳量/同平均体重)が低かった。2産次は他の産次に比べて1乳期のTDN充足率が低い傾向を示した。

2. 全産次を込みにした主成分分析の第1主成分(寄与率0.35)は産次に関する総合特性と判定した。第1主成分の高産次グループ(G)は初産牛はおらず、305日乳量及び総乳量が多く、高ピーク低持続型泌乳曲線を示すとともに、305日増体重が小さく、体重能率指数が15.6と高かった。群分けする際は初産牛と2産次以上の牛との群分けを優先すべきと考察した。

3. 上記主成分分析の第2主成分(寄与率0.18)はLPに関する総合特性と判定した。その高LP値Gは、泌乳曲線が平準であり、泌乳日数が長く、総乳量が多いとともに、体重能率指数が15.9と高く、低増体傾向の特性を示したことから、1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、分娩間隔を比較的長めにして泌乳日数を延長することや、高泌乳でLPの高い種雄牛の交配が必要と考察した。

4. 初産牛(9例)を対象とした主成分分析の第1主成分

(寄与率0.46)はLPに関する総合特性と判定した。その高LP値Gは、305日乳量及び総乳量が多く、泌乳曲線が平準であり、泌乳日数が長く、体重能率指数が13.9と初産次としては高く、低増体の特性を示した。

5. 2産次牛(15例)を対象とした主成分分析の第1主成分(寄与率0.29)もLPに関する総合特性と判定した。その高LP値Gは、総乳量が多く、泌乳曲線が平準であり、泌乳日数が長く、体重能率指数が17.1と高かった。第3主成分(寄与率0.19)はピーク乳量に関する総合特性で、その高ピーク乳量Gは分娩時に高体重であるほど産乳性が向上すると推察された。このことから、初産次の泌乳後期に増体を促すような栄養管理の必要性が示唆された。

6. 3産次以上(14例)を対象とする主成分分析の結果から、ピーク乳量が高いと産乳量や体重能率指数も高い傾向を観察した。高ピーク乳量による負のエネルギーバランスを改善するための栄養管理が必要と考察した。

7. とうもろこしサイレージ主体混合飼料給与時の全産次1乳期1群飼養における標準TDN含量の目安は、305日乳量が9,000、9,500及び10,000kg水準の時、それぞれ72.5、72.9及び73.2%と推定した。

キーワード: 泌乳牛, 栄養管理, 主成分分析, 泌乳曲線, 泌乳持続性

### 緒 言

全泌乳牛を産次や乳期といった基準で群分けをすることなく1群として飼養する1乳期1群飼養は、パーラ搾乳や完全混合飼料(TMR)調製時の作業が省力的なことから、北海道の経産牛飼養頭数100頭以下程度の規模のフリーストール(FS)牛舎の家族経営層を中心に導入が進んでいる。1992~94年の群飼養の全国調査(加茂ら, 1997)では調査したFS農家中1群飼養が59%を占め、近年でも北海道FS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1998年に北海道で初めてのTMRセンターが稼働して以来、その数は現在50組織(農政部技術普及課調べ, 2013)に達し、つなぎ飼養農家もTMRを利用しやすくなっている。今後、つなぎ飼養農家でも調製、運搬、給与各作業の省力化を図るために全泌乳牛への単一設計TMRの給与技術の確立が望まれている。

1群と2群(泌乳前期と同後期)のTMR飼養試験(原ら, 1997)によると、1群は2群に比べ泌乳持続性(LP)が高まる一方で、可消化養分総量(TDN)含量を75%としたTMRで1群飼養すると泌乳後期に増体しやすく、TDN73%のTMRでの1群飼養時に比べ濃厚飼料給与量が1.5倍となることを

示した。すなわち乳量、飼料効率、健康維持及び繁殖性などを総合的にみて、LPが高い1群飼養よりも2群TMR飼養の方が優れると考察されている。また1乳期乳量9,000kg程度で斉一性を高める条件で、1群飼養時のTMRのTDN含量は73%が標準であると結論している。

このことは、飼養管理面から1群飼養時のTMRのTDN含量が高すぎると、泌乳曲線が平準しても過剰に増体し、抗病性や繁殖性、自給飼料の有効利用を損なう可能性を示唆している。但し、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、群飼養条件や近年の高泌乳牛でも同様の結果になるかは不明である。そのため、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、群飼養での詳細な標準TDN含量はこれまで検証されていない。

現状の1群TMR飼養は、305日乳量がピーク乳量と正の相関を示すことから、泌乳前期のTMR設計を1乳期通じて適用することが多い。しかしそのTDN含量が高すぎると、前述のように泌乳後期に濃厚飼料を過給する結果となる。そのため群分けする場合と比べて、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(佐藤ら、2006;田中、2012)が残されている。その解決のために、一つは1群飼養に適する牛の特性と、その特性をどのような牛が持つか判断する方法の提示が必要である。二つは泌乳期のBCS変動をできる限り小さくしつつ効率のよい乳生産を実現するためにTMRに含ませるべき1群飼養の標準TDN含量を示す必要がある。

一方、規模の大きい酪農場では2群飼養(泌乳前期及び同後期)あるいは3群飼養(初産、2産次以上泌乳前期及び同泌乳後期)が多くみられるものの、その群分けは経験的、定性的に行われており、栄養学的に適正であるかの検証は行われていない。

本研究は、群分けの優先基準や1乳期1群飼養に適した牛群条件、産次別の栄養管理法を示すために、民間研究牧場のFS牛舎で、フィードステーション(個別濃厚飼料自動給飼機)を利用した配合飼料の補助給与と組み合わせて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TMRを1乳期1群給与する牛群を供試して次のように検討した。

まず1乳期1群飼養した泌乳牛の泌乳、体重、栄養関連、血液成分及び繁殖性の諸項目を調べ、全産次と各産次による相違を解析した。次にそれらの牛を泌乳特性や体重変動特性に基づいてグループ分けするために主成分分析を行い、主成分の総合特性の判定と主成分スコアを高・低に二分し、上記諸項目の特徴を調べた。さらに1乳期1群飼養における305日乳量水準

別に標準TDN含量を推定した。

## II. 材料及び方法

### 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FS牛舎で飼養するホルスタイン種泌乳牛を供試した。産次や乳期に基づく群分けをしないで、この期間に平均39頭(28～51頭の範囲で変動)を1群飼養している。泌乳期を通して体重、乳量、乳成分、BCS及び血液成分を調査した。

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。2010年6～8月の気温は平年を $2.2^{\circ}\text{C}$ 上回り、この年の6月26日～9月6日を記録的猛暑期間と定義した。その間の牛舎内平均気温は $24.7^{\circ}\text{C}$ (2009年及び2011年の当該時期はそれぞれ $21.0^{\circ}\text{C}$ 及び $23.0^{\circ}\text{C}$ )、平均THIは74(同68及び71)であった。

供試期間中の体重、乳量、乳成分などの1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。このうち22例(19頭)は乳期に記録的猛暑期間が含まれたが、猛暑の影響をできるかぎり除くために、①1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30kg以下、の3条件に該当し、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を抽出した。そのため、解析に用いた記録(同除外記録)は牛舎内平均気温 $9.8^{\circ}\text{C}$ ( $12.3^{\circ}\text{C}$ )の条件で得られたもので、猛暑期間の開始時における分娩後日数及び日乳量の平均値はそれぞれ253日(86日)及び27kg(32kg)であった。抽出条件②と③は、都府県の牛群検定データを季節別に解析した泌乳曲線(家畜改良事業団、2013b)で、夏は他の季節に比べ泌乳前期の乳量が著減するが、泌乳後期は低下が小さい傾向に基づき採用したもので、解析した39例は暑熱の影響を大きく受けない条件で得られたものといえる。

解析記録の産次別の例数(平均分娩月齢)は、初産9例(24ヵ月齢)、2産16例(37ヵ月齢)、3産3例(54ヵ月齢)、4産6例(66ヵ月齢)、5産2例(75ヵ月齢)及び6産3例(91ヵ月齢)であった。乳期にわたり調査したBCS及び血液成分の記録数はそれぞれ425及び363例であった。

第2表 供試牛への給与全飼料の栄養価と飼料成分

		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

## 2. 供試飼料と給与・管理条件

飼料の給与は次のように行った。1乳期を通してセミタイプのTMRとともに、フィードステーションから配合飼料2種合計1.5kg(原物)給与した。これらを基準飼料と定義した。分娩後100～150日までは、基準飼料に加えてフィードステーションから配合飼料2種を乳量に応じて補給した。

基準飼料の栄養価、飼料成分と粗飼料構成を第1表に示す。粗飼料のTDN含量は日本標準飼料成分表(2009年版)(農研機構編, 2010)から、他の栄養価及び飼料成分含量は近赤外線分析法で単味飼料ごとに求めて算出した。給与粗飼料の刈り取り時期や生産場の違いに応じて粗飼料分析を行い、飼料設計を69回微修正した。

第1表 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
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
糖	%DM	5.8	± 0.6
デンプン	%DM	24.0	± 1.7
粗脂肪	%DM	3.3	± 0.2
カルシウム(Ca)	%DM	0.57	± 0.04
リン(P)	%DM	0.41	± 0.03
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種類で計1.5kg原物と基礎混合飼料(TMR)からなる。TMR濃厚飼料は3～7種のフィードステーション給与と異なる配合飼料で構成される。基準飼料の設計は体重620kg、乳量32kg、乳脂肪4.0%で計算。

とうもろこしサイレージと牧草サイレージは乾物比で平均32.6:20.2であった。試験期間を通したとうもろこしサイレージの乾物率、TDN含量及びCP含量の平均値はそれぞれ32.2%、71.3%及び8.0%で、pHは3.9、Vスコアは91点であった。牧草サイレージはチモシー1番及び2番草主体で、オーチャードグラス、アルファルファ、シバムギを適宜利用した。試験期間を通した牧草サイレージの乾物率、TDN含量及びCP含量の平均値はそれぞれ41.7%、58.5%及び10.5%で、pHは4.0、Vスコアは89点であった。

泌乳前期及び後期のフィードステーションでの平均日摂取量はそれぞれ2.9kg及び1.1kg(第6表)であり、これに基づき算出される全飼料の飼料成分及び栄養価を泌乳前期及び後期ごとに示すと第2表のとおりであった。TDN含量は泌乳前期及び後期でそれぞれ74.2及び73.7%と差は小さく、1乳期を通じてもほぼ一定であった。

供試牛は対頭2列式の計34ストールからなる面積298m<sup>2</sup>(27.6×10.8m)のフリーストールで飼養した。1ストールあたり面積は8.8m<sup>2</sup>であった。解析した各牛の泌乳前期で在群した時の収容頭数は平均34頭、同後期で平均38頭であり、同じく1頭あたり飼槽幅は泌乳前期平均82cm、同後期平均73cmであった。セミタイプのTMRは自由採食させ、その給与量は、残飼量が給与量に対して少なくとも5%以上となるように設定した。供試期間中に週1回測定した残飼量は給飼量に対して平均6.1%±4.0(標準偏差)であった。

乾乳は、日乳量が15kg以下になった時点、または分娩予定日の60日前とした。乾乳期には、乾草を不断給飼、1頭1日当たりとうもろこしサイレージ10kg、配合飼料を乾乳前期2kg、同後期4kgを原物で給与した。

## 3. 測定項目

乳量は毎日4:30～6:30と16:00～17:30の1日2回の搾乳時に計測した。乳成分、血液成分は月1回分析し、ボディコンディションスコア(BCS)は月1回UV法(Ferguson *et al.*, 1994)により0.25きざみで測定した。

乳成分のうち解析に用いたのは乳脂率のみで、データは乳検成績を用いた。

採血は毎回13:00に尾静脈から行い、北海道農業研究センター動物実験等実施要領を参照して、供試牛に対する苦痛を極力与えないよう配慮した。血液は30分間室温で静置後、4℃、3,000rpmで15分間遠心分離して血清を採取した。測定項目は第5表に示すとおりで、代謝プロファイルテストの検査項目(木田ら, 1996)として採り上げられるものとした。すなわち、エネルギー代謝に関連する遊離脂肪酸(NEFA: ACS・ACOD法(分析法の略記。以下同じ))及び血糖(ヘキソキナーゼ法)、蛋白質代謝に関連する尿素窒素(BUN: ウレアーゼ・GLDH法)、肝機能に関連する総コレステロール(T-CHO: コレステロールオキシダーゼ法)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT: JSCC標準化対応法)及びγ-グルタミルトランスペプチダーゼ(γ-GT

P : J S C C標準化対応法) , ミネラル代謝を示すカルシウム (Ca : アルセナゾⅢ法) と無機リン (i P : 酵素法) を分析した。

体重は毎日、朝及び夕の搾乳後の定時に、個体番号識別装置と一体化した自動体重計で実測した。但し体重計の故障や調整が必要な時は、別の体重計で測定しその場合の頻度は1週間ごととした。

任意授精待機期間は分娩後 70 日前後を目安とし、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。3産以上の牛について、低泌乳の廃用候補で2頭が未受精で授精回数が欠測し、泌乳末期あるいは乾乳後、低泌乳、疾病、不受胎のため5頭を廃用し空胎日数と分娩間隔が欠測となった。

#### 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5点移動平均値、体重曲線は4または5次の多項式による傾向線で示した。主成分分析には産次及び分娩月齢といった乳牛の条件の他に、泌乳及び体重に関する項目を算出して用いた。それらの項目を第3表に示した。

泌乳曲線に関する項目として、泌乳持続性 (L P) 値 (=100 + 分娩後 240 日の日乳量 - 同 60 日の日乳量) , ピーク乳量 (泌乳期の最高日乳量) , ピーク乳量日 (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 (分娩後最高日乳量日までの直線回帰式の傾き) , ピーク乳量からの低下率 (最高日乳量日から泌乳末日までの直線回帰式の傾きの絶対値) を求めた。

体重曲線に関する項目として、最低体重日 (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 (分娩後最低体重日までの直線回帰式の傾きの絶対値) , 最低体重からの増加率 (最低体重日から泌乳末体重日までの直線回帰式の傾き) を求めた。

#### 5. T D N摂取量の推定とT D N充足率、標準T D N含量、体重能率指数等の算出

飼料摂取量を個体ごとに測定できないために、前述の泌乳曲線から日乳量、体重曲線から当該日の体重と体重増減量、及び1乳期の平均乳脂率を用い、飼養標準に基づき1日のT D N摂取量を推定した。その方法を第4表に示した。

すなわち維持と産乳に要するT D N量は日本飼養標準・乳牛 2006 年版 (農研機構編, 2007) で求めた。初産次と2産次の成長に要するT D N量は、日本飼養標準・乳牛 2006 年版ではそれぞれ維持の 30% , 15%としているが、実際は泌乳牛の給与飼料の代謝率 (q) が高いことや成長の通減性から、高く見積もっていると判断される。そこで、泌乳牛の標準代謝率 q を 0.60 として成長に対するMEの正味有効率 (K g) を求め、成長に要する正味エネルギー (N E g) を求めるために日本飼養標準・肉牛 2008 年版 (農研機構編, 2010) の乳用種去勢牛の式を代用した。また日成長量 (D G<sub>j</sub>) は日本飼養標準・乳牛 2006 年版にある Richards 曲線に基づき求めた。生体重 1kg 増減に相当するT D N量は、N R C乳牛飼養標準 2001 年版 (N R C, 2001) を参照して、B C S 1 単位の変化に相当する泌乳に要する正味エネルギー (N E L) に基づいて求めた (付表 1) 。推定T D N摂取量は、T D N要求量とB C Sの変化に相当するT D N量から算出した。

第3表 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	泌乳持続性 (L P) 値 <sup>1)</sup>	—	=100 + 分娩後240日の日乳量 - 同60日の日乳量
	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の絶対値
	305日乳量	kg	分娩後305日間累積乳量 <sup>2)</sup>
	総乳量	kg	1乳期累積実乳量
	泌乳日数	日	1乳期日数
	日乳量相対標準偏差 (R S D)	%	=305日間日乳量の標準偏差/同平均値 × 100
体重	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の絶対値
	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
	日体重相対標準偏差 (R S D)	%	=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

第4表 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 × W<sup>0.75</sup>/0.82/4.41 ..... (8.3.2-1~3)<sup>1)</sup>
- ・産乳に要するTDN<sub>kg</sub>=(0.0913 × FAT+0.3678)/0.62/0.82/4.41 × 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 × W<sup>0.75</sup> × DG<sub>1</sub> ..... (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 × 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%/100 × (1-消化率低下に伴うTDN低下率<sup>4)</sup>)
- ・CP(Ca, P)摂取量<sub>g</sub>=DMI<sub>g</sub> × CP(Ca, P)%/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1参照

<sup>4)</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

第5表 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	○	第4表参照
	DMI体重比	%	○	=DMI <sub>kg</sub> /体重 <sub>kg</sub> × 100
	TDN	%	○	供試牛の供試期間中の乳期別平均給与TDN含量
	TDN摂取量	kg/日		第4表参照(1乳期平均)
	CP	%	○	供試牛の供試期間中の乳期別平均給与CP含量
	Ca	%		供試牛の供試期間中の1乳期平均給与Ca含量
	P	%		供試牛の供試期間中の1乳期平均給与P含量
	TDN充足率	%	○	=TDN摂取量2)/維持+産乳+成長(初2産次)に要するTDN量 × 100(1乳期平均)
	CP充足率	%		=CP摂取量2)/維持+産乳+成長(初2産次)に要するCP量 × 100(1乳期平均)
	Ca充足率	%		=Ca摂取量2)/維持+産乳+成長(初2産次)に要するCa量 × 100(1乳期平均)
	P充足率	%		=P摂取量2)/維持+産乳+成長(初2産次)に要するP量 × 100(1乳期平均)
	標準TDN	%	○	TDN充足率が泌乳前期103.5%、同後期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の絶対値
	血液成分	日濃厚飼料摂取量	kg/日	
フィードステーション摂取量		kg/日	○	フィードステーションからの日配合摂取量
305日TDN摂取量		kg		分娩後305日間累積TDN摂取量
飼料効果		-		=1乳期乳量/1乳期濃厚飼料摂取量
体重能率指数		-		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
NEFA		mEq/l		遊離脂肪酸でエネルギー代謝を示す
血糖		mg/dℓ		エネルギー代謝を示す
BUN		mg/dℓ		尿素窒素で蛋白質代謝を示す
T-CHO		mg/dℓ		総コレステロールで肝機能と栄養摂取状況を示す
GOT		IU/l		グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼで肝機能を示す
γ-GTP	IU/l		γ グルタミルトランスペプチダーゼで肝機能を示す	
Ca	mg/dℓ		カルシウム	
iP	mg/dℓ		無機リン	
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の絶対値
	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
	乾乳前体重	kg		体重曲線から推定した乾乳前日体重
	乾乳BCS	-		前産次乾乳後期のボディコンディションスコア(UV法)
	泌乳BCS	-		泌乳期平均BCS
	乾乳前日乳量	kg		乾乳前3日間乳量平均値(泌乳関連指標)
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>第4表参照



乾物摂取量 (DMI) は第4表の式で推定した。消化率低下に伴うTDN低下率について早坂ら (1997) は、TMR自由採食下の全ふん採取法で行った消化試験により維持TDNの倍数あたり 2.2% (0.5~4.9%) と報告した。また Wagner and Loosli (1967) は飼料中濃厚飼料率が 50%の時、同 2.2%と報告している。そこで供試牛群でも 2.2%と設定してよいか確認するために、試験期間中、25頭について1群管理ペンに設置している 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を測定した。そして推定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 (付表2)。その結果、TDN倍数あたりの平均低下率を 2.9%とすることで、実測DMIと推定DMIの差は平均 0.1kg、相関係数は 0.87 ( $P < 0.01$ ) と高い精度で推定できた。

これらをもとに第5表に示す栄養関連の項目を算出した。これらは、各個体の1乳期を通算して求めたが、一部の項目は泌乳前期と同後期に分けて解析に供した。

第5表にある標準TDN含量は次のように算出した。1乳期の体重増体量 (初産及び2産次の成長増体重を除く) をBCS 1単位の増加 (3→4) に相当する体重増加量の 14% (付表1) と想定して算出した。次に 305日正味 (成長補正) 体重差 (=分娩後 305日間の初産及び2産次の成長増体重を除いた最高体重-同最低体重) に対する各TDN充足率との直線回帰式を泌乳前期と同後期それぞれについて求めた (付図1)。供試牛の平均泌乳日数 330日 (第6表) の正味体重差 87kg (BCS 1単位相当体重=624kg×0.14、ここで 624kgは平均分娩時体重 (第6表)、0.14は上述のBCSが3から4へ変化する際の体重増加率 14%) を基準とした時、305日正味体重差は 80kgになり、付図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充足率はそれぞれ 103.5%、101.5%と推定される。この値を用いて、各個体の標準TDN含量を次の式で求めた。

標準TDN%=給与TDN%×103.5 (or101.5) /TDN充足率%

ここで給与TDN含量は第2表の平均値ではなく、各個体の1乳期の給与TDN含量を用いた。

第5表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=産乳中総エネルギー/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の簡便な項目として示した。

第5表にある正味体重指数直線回帰係数は初産及び2産次の成長による部分を除く分娩後の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 (初産及び2産次の成長による増体重を除いた体重の分娩後1日目体重に対する比率で、分娩後1日目体重=100として指数化) の直線回帰係数 (%/日) である。

## 6. 統計処理

全産次を込みにして、または初産次、2産次及び3産次以上に分類して、分娩月齢、実測された泌乳関連及び体重関連の項目 (第3表) と推定値を含む栄養関連、血液成分、体重及び繁殖関連の項目 (第5表) について平均値と相対標準偏差 (RSD: 変動係数CVとも呼ぶ) を求めた。産次による各項目の差の有意性を一元配置分散分析と最小有意差法により検定した。有意水準は1%とした。

次に産次、分娩月齢及び泌乳関連と体重関連の諸項目について、全産次を込みにして、または初産、2産次及び3産次以上に分類して、各項目データを標準化して主成分分析を行った。第1から第3主成分の総合特性を判定し、主成分スコアを高位と低位に二分し、総合特性を示す高低のグループ (G) 名を付け、G間で泌乳、体重、栄養、血液成分、繁殖関連の各項目の平均値を比較した。その際、等分散性の検定後、t検定またはWelchの方法によって有意性 (両側検定) を有意水準1%と5%で判定した。

さらに、全産次を込みにした場合の 305日乳量に対する泌乳前期、同後期及び1乳期通じての標準TDN含量の直線回帰式 (付図2) から、305日乳量水準別の標準TDN含量を推定した。

分散分析、主成分分析、母平均の差の検定、回帰分析は統計解析ソフトであるエクセル統計 2008 (社会情報サービス) を利用した。

## III. 結 果

### 1. 各項目の平均値と産次による特徴

全産次及び産次別の各項目の平均値とRSDを第6表に示した。

全牛の平均 (95%信頼区間) は 2.6産 (2.1~3.1産)、総乳量 10,059kg (9,327~10,790kg)、泌乳日数 330日 (312~349日)、分娩間隔 412日 (378~447日) であった。これは十勝及び網走の畑作酪農中核地域の牛群検定結果 (早坂ら, 2013) における平均値の 2.7産、総乳量 10,782kg、泌乳日数 367日、分娩間隔 422日と比べると泌乳日数が短かった。

第6表 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)		P値			
		平均	(95%信頼区間)	RSD%	平均	RSD%	平均	RSD%	平均	RSD%				
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	
	DMI体重比%前期	4.0	(3.8~4.2)	16	3.7		11	4.3		14	3.8		18	
	DMI体重比%後期	2.9	(2.7~3.0)	16	3.0		12	3.0		14	2.7		20	
	TDN%前期	74.2	(74.0~74.5)	1	74.2		1	74.3		1	74.2		1	
	TDN%後期	73.7	(73.5~73.9)	1	73.9		1	73.8		1	73.5		1	
	TDN摂取量kg/日	15.7	(15.2~16.2)	9	14.6		4	16.1		10	16.0		9	
	CP%前期	15.9	(15.8~16.0)	2	16.0	a	1	15.9	ab	1	15.7	b	2	**
	CP%後期	15.5	(15.4~15.5)	1	15.6		1	15.4		2	15.4		1	
	Ca%	0.55	(0.54~0.56)	6	0.56		8	0.55		5	0.55		5	
	P%	0.40	(0.40~0.41)	4	0.41		2	0.41		6	0.40		2	
	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	
	Ca充足率%	97	(94~99)	8	101		6	96		8	94		7	
	P充足率%	117	(114~119)	6	119		4	118		8	114		5	
	標準TDN%前期	72.9	(71.7~74.2)	5	71.5		5	74.3		5	72.5		6	
	標準TDN%後期	72.8	(71.6~74.0)	5	71.5		4	72.7		6	71.6		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	**
	日濃厚飼料摂取量kg	12.4	(12.0~12.9)	11	11.6		8	12.9		12	12.5		10	
	フィードステーション摂取量kg/日前期	2.9	(2.6~3.2)	32	2.9		28	3.2		25	2.5		40	
	フィードステーション摂取量kg/日後期	1.1	(1.0~1.2)	27	1.4	a	30	1.0	b	21	1.1	ab	20	**
	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	14.5	(13.5~15.6)	22	12.4	a	19	16.0	b	15	14.2	ab	26		
血液成分	n	363			86		145		132					
	NEFA mEq/l	0.088	(0.078~0.099)	110	0.076		53	0.087		100	0.098		132	-
	血糖 mg/dl	55	(55~56)	11	58	a	9	54	b	12	55	b	11	**
	BUN mg/dl	13.6	(13.3~13.9)	22	13.5	a	17	13.8	b	19	13.2	c	27	**
	T-CHO mg/dl	167	(162~171)	25	191	a	21	165	b	23	152	c	26	**
	GOT IU/l	81	(79~83)	21	82		18	83		22	78		21	-
	γ-GTP IU/l	31	(30~32)	33	27	a	43	32	b	36	32	b	19	**
	Ca mg/dl	9.8	(9.8~9.9)	5	9.9	a	5	10.0	a	4	9.6	b	6	**
	iP mg/dl	6.0	(5.9~6.1)	13	6.6	a	10	5.9	b	12	5.7	b	13	**
	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	**
乾乳前体重kg		747	(720~774)	11	716		10	733		9	783		12	
乾乳BCS		3.5	(3.4~3.5)	6	3.4		3	3.4		6	3.5		6	
泌乳BCS		3.2	(3.1~3.2)	6	3.3	a	6	3.1	b	5	3.2	ab	6	
乾乳前日乳量kg/日		20	(18~21)	24	20		20	20		26	19		24	
繁殖関連	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頭未受胎のため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

全産次を込みにして求めた標準TDN含量は、305日乳量9,500kg（総乳量10,000kg）水準の体重能率指数（1乳期累積乳量/同平均体重）14.5の牛群で泌乳前期72.9%（71.7～74.2%）、同後期72.8%（71.6～74.0%）と推定された。

泌乳項目について、初産次は2産次及び3産次以上に比べ、305日乳量、総乳量、ピーク乳量、ピーク乳量までの増加率及びピーク乳量からの減少率が小さく、一方、LP値及びピーク乳量日が大きかった。これらの特性から初産次は2産次以上に比べて泌乳曲線が平準しているとみなされた。

体重項目について、初産次は3産次以上に比べ、平均体重が小さく、最低体重からの増加率及び日体重RSDが大きかった。また全産次、各産次とも最低体重日のRSD及び最低体重までの減少率のRSDが他の諸項目のそれに比べて大きかった。

で最も低いものの、RSDが大きい傾向を示した。Caは、3産次以上で低く、RSDが他の血液成分に比べ最も小さかった。iPは初産次で最も高かった。

体重関連項目について、初産次は2産次以上に比べ、分娩時体重が小さく、泌乳中のBCSが高い傾向を示した。

繁殖関連項目について、初産次は2産次以上に比べ、初回授精日数が短く、空胎日数及び分娩間隔も有意ではないが短い傾向を示した。

## 2. 全個体を対象とする主成分分析

全産次を込みにした39例の主成分分析の結果を第7表に示した。

第1主成分は寄与率0.35で、因子負荷量（主成分と各項目との相関係数）が正で大きい項目はピーク乳量、産次、分娩月

第7表 全産次牛(n=39)の乳牛、泌乳、体重各項目における第1～3主成分因子負荷量<sup>1)</sup>と各主成分の固有値、寄与率、累積寄与率

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	0.83
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)	0.80
分娩月齢	0.75	最低体重からの増加率kg/日	0.57	LP値	0.22
総乳量kg	0.63	日体重RSD%	0.34	305日乳量kg	0.05
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	0.04
305日乳量kg	0.61	305日体重差kg	0.33	総乳量kg	0.02
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	0.00
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%	-0.01
平均体重kg	0.44	ピーク乳量kg	0.25	ピーク乳量kg	-0.02
泌乳日数	0.40	305日増体重kg	0.02	日乳量RSD%	-0.12
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)	-0.13
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	-0.16
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	-0.22
305日体重差kg	-0.63	平均体重kg	-0.22	分娩月齢	-0.25
LP値	-0.64	ピーク乳量日	-0.32	産次	-0.26
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	-0.27
日体重RSD%	-0.69	LP値	-0.56	305日体重差kg	-0.36
ピーク乳量日	-0.69	泌乳日数	-0.67	305日増体重kg	-0.74
固有値	6.25		3.25		2.36
寄与率	0.35		0.18		0.13
累積寄与率	0.35		0.53		0.66

栄養関連項目について、初産次は2産次及び3産次以上に比べ、泌乳前期のDMI、ピークTDNまでの増加率及びピークTDNからの減少率が小さかった。このことから、乳期中のTDN摂取量の推移は平準しているとみなされた。初産次のピークTDN日は69日と2産次以上に比べ遅延するとともに、ピーク乳量日72日とほぼ同期する傾向を示した。また飼料効果、体重能率指数は2産次以上に比べて低かった。

血液成分について、NEFAは有意ではないが産次が進むほど高くなる傾向を示し、他の血液成分に比べRSDが大きかった。血糖は初産次が他の産次より高かった。BUNは、2産次牛が最も高く、産次が大きいほどRSDが大きかった。T-C HOは初産次が最も高かった。GOTは産次間に有意差はなく平均で81IU/lであった。γ-GTPは平均31IU/lで、初産次

齢、総乳量、ピーク乳量までの増加率及び305日乳量など、一方、負で絶対値の大きい項目はピーク乳量日、日体重RSD、最低体重からの増加率及びLP値などであった。このことから第1主成分は産次に関する総合特性と判定した。第2主成分は寄与率0.18で、因子負荷量に基づきLPに関する総合特性と判定した。第3主成分は寄与率0.13で因子負荷量に基づき増体重に関する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。

第1～第3主成分に基づく高スコア及び低スコア間で諸項目を比較した結果を第8表に示した。



第8表 全産次牛の第1～3主成分スコアの高・低グループ(G)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(主成分寄与率)		第1(0.35)		第2(0.18)		第3(0.13)	
		主成分スコア 総合特性 G	産次		LP		増体重		
			高	低	低	高	低	高	
			高	低	低	高	低	高	
	頭数 <sup>2)</sup>	20	19	20	19	20	19		
	主成分スコア	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		
	LP値	84 **	91	84 **	91	90 **	85		
泌乳	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		
	栄養関連	DMIkg/日前期	28.1 **	23.3	25.4 -	26.1	24.6 -	26.9	
DMIkg/日後期		21.2 -	20.4	20.5 -	21.0	20.9 -	20.6		
DMI体重比%前期		4.1 -	3.9	3.9 -	4.0	3.9 -	4.1		
DMI体重比%後期		2.9 -	2.9	2.8 -	3.0	3.0 -	2.8		
TDN%前期		74.3 -	74.2	74.4 -	74.1	74.5 -	74.0		
TDN%後期		73.7 -	73.8	74.0 **	73.4	73.5 -	73.9		
TDN摂取量kg/日		16.4 **	15.0	15.8 -	15.7	15.4 -	16.1		
CP%前期		15.8 *	16.0	16.0 *	15.8	15.9 -	15.8		
CP%後期		15.4 **	15.6	15.5 -	15.5	15.5 -	15.4		
Ca%		0.54 *	0.56	0.55 -	0.55	0.56 -	0.54		
P%		0.40 -	0.41	0.41 -	0.40	0.40 -	0.40		
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		
Ca充足率%		92 **	101	97 -	96	97 -	96		
P充足率%		113 **	120	118 -	115	116 -	118		
標準TDN%前期		74.0 -	71.9	73.8 -	72.2	74.9 **	71.0		
標準TDN%後期		73.5 *	70.6	70.8 *	73.4	72.6 -	71.5		
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		
日濃厚飼料摂取量kg		12.9 *	12.0	12.5 -	12.4	12.4 -	12.5		
フィードステーション摂取量kg/日前期		2.9 -	2.9	3.3 **	2.5	2.9 -	2.9		
フィードステーション摂取量kg/日後期		1.1 -	1.2	1.1 -	1.2	1.2 -	1.1		
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		15.6 *	13.5	13.3 **	15.9	14.8 -	14.3		
血液成分	NEFA mEq/l	0.098 *	0.078	0.096 -	0.083	0.088 -	0.089		
	血糖 mg/dl	54 **	56	56 -	55	56 *	55		
	BUN mg/dl	13.3 -	13.8	13.0 **	14.0	13.7 -	13.5		
	T-CHO mg/dl	156 **	178	170 -	164	171 *	161		
	GOT IU/l	80 -	82	82 -	80	82 -	80		
	γ-GTP IU/l	32 -	29	30 -	31	31 -	30		
	Ca mg/dl	9.8 -	9.9	9.9 **	9.8	9.8 **	9.9		
	iP mg/dl	5.8 **	6.3	5.9 *	6.1	6.2 **	5.8		
	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		
乾乳前体重kg		759 -	735	744 -	733	730 -	765		
乾乳BCS		3.5 -	3.4	3.5 -	3.4	3.4 -	3.5		
泌乳BCS		3.1 -	3.2	3.2 -	3.2	3.2 -	3.2		
乾乳前日乳量kg/日		20 -	19	19 -	20	20 -	19		
繁殖関連	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> 主成分得点の高低グループ間平均値(NEFAは対数変換値)の有意差 \*\* : P<0.01 \* : P<0.05

<sup>2)</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

第1主成分の高スコア（高産次）グループ（G）と低スコア（低産次）Gとの比較では、第6表と概ね同様の結果が認められた。この結果から高産次Gは低産次Gと比較して、いわゆる高ピーク低持続型泌乳曲線を示した。また高産次Gは体重が大きく、最低体重からの回復は緩慢で泌乳期の体重変動幅が小さいこと、泌乳前期の栄養摂取量が多く、ピークTDNまでの増加率は大きいとピークTDNからの減少率も大きいこと、飼料効果や体重能率指数が高いこと、空胎日数、分娩間隔が長いこと、NEFAが高く、血糖、T-CHO、iPが低いことが示された。

第2主成分の低スコア（高LP値）GはLP値 91、総乳量 11,085kg と、高スコア（低LP値）Gのそれぞれ 84, 9,084kg を上回った。高LP値Gは低LP値Gに比べ、有意ではないがピーク乳量が低くピーク乳量日が遅延する傾向を示すとともに、ピーク乳量からの減少率と日乳量RSDが小さく、泌乳日数が長いといった泌乳曲線が平準した特性を認めた。また最低体重からの増加率、ピークTDNからの減少率及び305日正味体重差が小さく、体重能率指数が高かった。繁殖性は有意ではないが空胎日数及び分娩間隔が長い傾向を示した。BUNやiPが高く、Caが低かった。

第3主成分の低スコア（高増体重）Gの305日増体重は170kgで、高スコア（低増体重）Gの86kgより大きかった。産次はそれぞれ3.1産及び2.2産で有意差を認めた。高増体重Gは低増体重Gに比べ、LP値が低く、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が大きいことから、高ピーク低持続型泌乳曲線の特性を示した。また最低体重日が早く、最低体重までの減少率が小さかった。

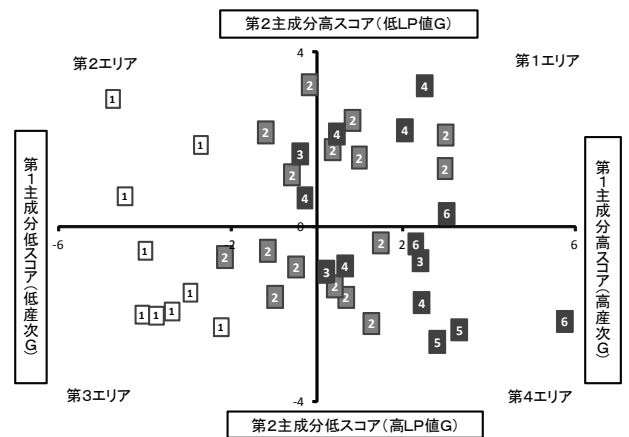
第1図に第1主成分スコア（横軸）と第2主成分スコア（縦軸）による各個体の散布図を示した。初産次は第2及び第3エリアに集中した。

第2図に第2主成分スコア（横軸）と第3主成分スコア（縦軸）による各個体の散布図を示した。第3主成分の高スコア（低増体重）Gは産次が低い傾向を示した。

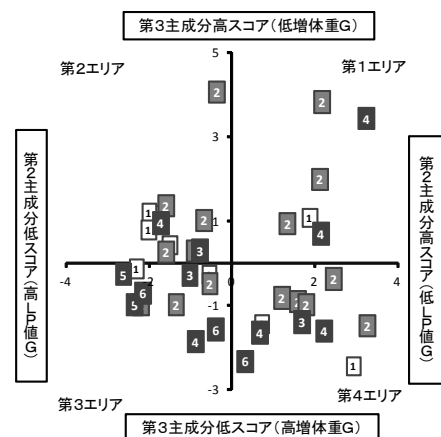
### 3. 初産次を対象とする主成分分析

初産次9例の主成分分析の結果を第9表に示した。

第1主成分は寄与率 0.46 で、因子負荷量が正の大きな項目は、ピーク乳量からの減少率、最低体重からの増加率及びピーク乳量までの増加率など、負で絶対値の大きな項目はLP値、総乳量及び305日乳量などであった。このことから第1主成分はLPに関する総合特性と判定した。同様に第2主成分（寄与率 0.19）はピーク乳量に、第3主成分（寄与率 0.17）は体重に関する総合特性と判定した。第1～第3主成分の累積寄与率



第1図 39例の第1(横軸)・第2(縦軸)主成分スコアの散布図  
数字は産次数を示す



第2図 39例の第2(横軸)・第3(縦軸)主成分スコアの散布図  
数字は産次数を示す

は0.83であった。

初産次における第1～第3主成分の高スコア及び低スコアの諸項目を比較した結果を第10表に示した。

第1主成分の低スコア（高LP値）GはLP値 98、総乳量 8,833kg と、高スコア（低LP値）Gのそれぞれ 89, 6,739kg より大きかった。高LP値Gは低LP値Gに比べ、有意ではないがピーク乳量が低く、ピーク乳量日が遅れ、ピーク乳量までの増加率が小さい傾向があり、ピークからの乳量減少率と日乳量RSDが小さく、泌乳日数が長かった。これらの特徴から泌乳曲線が平準しているとみなされた。また最低体重からの増加率が小さく、泌乳後期のDMIが高く、泌乳後期のTDN充足率が低く、体重能率指数が高かった。

第2主成分の低スコア（高ピーク乳量）Gはピーク乳量が34kgと高スコア（低ピーク乳量）Gの31kgに比べ高く、305日・総乳量に有意差を認めなかった。高ピーク乳量Gは低ピーク乳量Gに比べ、有意ではないがピーク乳量日が早く、ピーク乳量までの増加率とピーク乳量からの減少率が大きい傾向があった。また泌乳前期のDMIと飼料効果が高く、血糖とBUN

( $p < 0.05$ ) が低かった。

第3主成分の高スコア（高体重）Gの平均体重は 699kg と低スコア（低体重）Gの 597kg に比べ高く、分娩時体重もそれぞれ 585kg 及び 500kg と有意に異なった。高体重Gは $\gamma$ -GTP が高く、NEFA, T-CHO, Ca が低かった。

第9表 初産次牛(n=9)の分娩月齢、泌乳、体重各項目における第1～3主成分因子負荷量と各主成分の固有値、寄与率、累積寄与率

第1主成分		第2主成分		第3主成分	
ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.96	最低体重日	0.82	平均体重kg	0.90
最低体重からの増加率kg/日	0.92	日乳量RSD%	0.51	分娩月齢	0.77
ピーク乳量までの増加率kg/日	0.82	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.50	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.68
305日体重差kg	0.78	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.10	最低体重日	0.48
305日増体重kg	0.77	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.01	泌乳日数	0.46
日体重RSD%	0.76	最低体重からの増加率kg/日	-0.08	LP値	0.31
日乳量RSD%	0.74	LP値	-0.09	総乳量kg	0.28
ピーク乳量kg	0.58	平均体重kg	-0.13	日乳量RSD%	0.28
平均体重kg	0.27	ピーク乳量日	-0.16	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.27
分娩月齢	0.14	日体重RSD%	-0.23	最低体重からの増加率kg/日	0.22
最低体重日	-0.03	分娩月齢	-0.26	305日体重差kg	0.18
最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	-0.26	泌乳日数	-0.33	ピーク乳量kg	0.14
ピーク乳量日	-0.39	総乳量kg	-0.53	305日増体重kg	0.14
泌乳日数	-0.70	305日体重差kg	-0.54	ピーク乳量日	0.13
305日乳量kg	-0.74	305日増体重kg	-0.55	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.06
総乳量kg	-0.74	305日乳量kg	-0.66	305日乳量kg	0.02
LP値	-0.87	ピーク乳量kg	-0.70	日体重RSD%	-0.41
固有値	7.78		3.29		2.96
寄与率	0.46		0.19		0.17
累積寄与率	0.46		0.65		0.83

第10表 初産次牛の第1～3主成分スコアの高・低グループ(G)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(主成分寄与率)		第1(0.46)		第2(0.19)		第3(0.17)	
		主成分スコア 総合特性 G	主成分スコア		主成分スコア		主成分スコア		
			高	低	高	低	高	低	
			LP		ピーク乳量		体重		
	頭数	4	5	4	5	4	5		
	主成分スコア	2.6	-2.1	1.4	-1.1	1.5	-1.2		
乳牛	分娩月齢	24	24	24	24	25	23		
	泌乳	LP値	89 *	98	96 -	92	95 -	93	
	ピーク乳量kg	34 -	32	31 *	34	33 -	33		
	ピーク乳量日	69 -	75	76 -	69	71 -	74		
	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.22 -	0.16	0.16 -	0.21	0.21 -	0.17		
	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.06 *	0.03	0.04 -	0.05	0.05 -	0.04		
	305日乳量kg	7338 *	8624	7865 -	8203	7887 -	8185		
	総乳量kg	6739 *	8833	7756 -	8019	8099 -	7745		
	泌乳日数	270 *	317	299 -	294	310 -	286		
	日乳量RSD%	20 *	13	16 -	17	19 -	14		
体重	平均体重kg	651 -	635	633 -	650	699 **	597		
	最低体重日	11 -	9	21 -	0	17 -	3		
	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.10 -	0.22	0.38 -	0.00	0.29 -	0.07		
	最低体重からの増加率kg/日	0.84 *	0.47	0.56 -	0.70	0.68 -	0.60		
	305日体重差kg	231 -	159	152 -	222	194 -	189		
	305日増体重kg	224 -	149	141 -	216	176 -	188		
	日体重RSD%	10 -	8	8 -	10	8 -	10		
栄養関連	DMIkg/日前期	21.8 -	22.1	20.7 *	22.9	21.6 -	22.2		
	DMIkg/日後期	19.2 *	20.8	20.2 -	20.1	20.1 -	20.1		
	DMI体重比%前期	3.7 -	3.8	3.6 -	3.9	3.4 *	4.0		
	DMI体重比%後期	2.7 -	3.2	3.1 -	2.9	2.7 -	3.1		
	TDN%前期	73.4 *	74.8	74.4 -	74.1	73.9 -	74.5		
	TDN%後期	74.7 **	73.2	73.7 -	74.0	74.3 -	73.6		
	TDN摂取量kg/日	14.4 -	14.7	14.3 -	14.8	14.4 -	14.7		
	CP%前期	16.0 -	16.1	16.1 -	16.0	15.9 -	16.1		
	CP%後期	15.5 -	15.7	15.7 -	15.5	15.5 -	15.7		
	Ca%	0.53 -	0.59	0.58 -	0.55	0.53 -	0.59		
	P%	0.40 -	0.41	0.41 -	0.40	0.40 -	0.41		
	TDN充足率%前期	110 -	106	104 -	111	107 -	108		
	TDN充足率%後期	109 *	102	104 -	106	105 -	105		
	CP充足率%	127 -	121	120 -	126	124 -	123		
	Ca充足率%	99 -	102	100 -	101	97 -	104		
	P充足率%	122 -	118	116 *	122	118 -	120		
	標準TDN%前期	69.7 -	72.9	74.2 *	69.3	71.7 -	71.3		
	標準TDN%後期	69.4 *	73.2	71.8 -	71.3	71.7 -	71.4		
	ピークTDN日	72 -	67	73 -	66	69 -	69		
	ピークTDNまでの増加率kg/日	0.08 -	0.09	0.10 -	0.07	0.08 -	0.08		
	ピークTDNからの減少率kg/日(絶対値)	0.02 -	0.01	0.01 -	0.02	0.02 -	0.02		
	日濃厚飼料摂取量kg	11.0 -	12.1	11.5 -	11.7	11.1 -	12.0		
	フィードステーション摂取量kg/日前期	2.6 -	3.2	3.0 -	2.9	2.4 -	3.3		
	フィードステーション摂取量kg/日後期	1.3 -	1.5	1.6 -	1.3	1.3 -	1.5		
	305日TDN摂取量kg	4299 -	4504	4305 -	4499	4369 -	4448		
	飼料効果	2.3 -	2.3	2.2 *	2.3	2.3 -	2.3		
	体重能率指数	10.5 *	13.9	12.3 -	12.4	11.6 -	13.0		
血液成分	NEFA mEq/l	31	55	39	47	37	49		
	血糖 mg/dl	0.076 -	0.075	0.071 -	0.080	0.066 *	0.083		
	BUN mg/dl	57 -	58	60 **	56	57 -	59		
	T-CHO mg/dl	12.9 *	13.9	14.2 *	13.0	13.1 -	13.9		
	GOT IU/l	184 -	196	186 -	196	164 **	212		
	γ-GTP IU/l	75 **	86	80 -	84	78 -	85		
	Ca mg/dl	27 -	28	30 -	25	30 *	25		
	iP mg/dl	10.0 -	9.8	9.8 -	9.9	9.7 **	10.0		
		6.7 -	6.6	6.6 -	6.7	6.5 -	6.7		
	体重関連	最低正味体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.14 -	0.31	0.48 -	0.04	0.35 -	0.14	
最低正味体重からの増加率kg/日		0.58 *	0.21	0.31 -	0.43	0.43 -	0.32		
305日正味体重差kg		154 -	89	83 -	146	128 -	110		
305日正味増体重kg		141 -	71	61 -	135	98 -	105		
正味体重指数直線回帰係数%/日		0.093	0.043	0.050	0.059	0.057	0.054		
分娩時体重kg		538 -	537	558 -	522	585 **	500		
乾乳前体重kg		750 -	690	705 -	726	764 -	679		
乾乳BCS		3.4 -	3.5	3.4 -	3.5	3.4 -	3.5		
泌乳BCS		3.2 -	3.4	3.3 -	3.2	3.3 -	3.3		
乾乳前日乳量kg/日	19 -	21	21 -	19	17 *	23			
繁殖関連	初回授精日数	49 -	60	58 -	53	52 -	57		
	授精回数	1.8 -	2.4	2.0 -	2.2	2.5 -	1.8		
	空胎日数	87 -	104	95 -	98	119 -	78		
	分娩間隔	365 -	386	376 -	377	399 -	359		

<sup>1)</sup>主成分得点の高低グループ間平均値(NEFAは対数変換値)の有意差 \*\* : P<0.01 \* : P<0.05

#### 4. 2産次を対象とする主成分分析

2産次 16例の主成分分析の結果を第11表に示した。

第1主成分は寄与率 0.29 で、因子負荷量が正の大きな項目はLP値及び泌乳日数など、一方、負で絶対値の大きな項目は日乳量RSD、ピーク乳量からの減少率及びピーク乳量までの増加率などであった。このことから第1主成分はLPに関する総合特性と判定した。同様に第2主成分（寄与率 0.21）は増体重に、第3主成分（寄与率 0.19）はピーク乳量に関する総合特性と判定した。第1～第3主成分の累積寄与率は 0.69 であった。

2産次における第1～第3主成分の高スコア及び低スコアの諸項目を比較した結果を第12表に示した。

第11表 2産次牛(n=16)の分娩月齢、泌乳、体重各項目における第1～3主成分因子負荷量と各主成分の固有値、寄与率、累積寄与率

	第1主成分		第2主成分		第3主成分
LP値	0.82	最低体重日	0.83	総乳量kg	0.74
泌乳日数	0.80	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.69	ピーク乳量kg	0.73
分娩月齢	0.64	平均体重kg	0.26	305日乳量kg	0.72
総乳量kg	0.59	分娩月齢	0.22	泌乳日数	0.40
ピーク乳量日	0.57	日乳量RSD%	0.07	分娩月齢	0.37
平均体重kg	0.56	LP値	0.00	平均体重kg	0.36
305日体重差kg	0.40	泌乳日数	-0.03	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.29
日体重RSD%	0.24	ピーク乳量までの増加率kg/日	-0.24	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.14
305日増体重kg	0.20	総乳量kg	-0.25	最低体重日	-0.04
最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.09	ピーク乳量kg	-0.27	日乳量RSD%	-0.08
最低体重日	0.03	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	-0.28	305日増体重kg	-0.09
305日乳量kg	0.03	ピーク乳量日	-0.32	ピーク乳量日	-0.14
最低体重からの増加率kg/日	-0.13	305日乳量kg	-0.33	LP値	-0.37
ピーク乳量kg	-0.41	日体重RSD%	-0.42	305日体重差kg	-0.43
ピーク乳量までの増加率kg/日	-0.67	最低体重からの増加率kg/日	-0.53	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	-0.46
ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	-0.83	305日体重差kg	-0.63	日体重RSD%	-0.53
日乳量RSD%	-0.84	305日増体重kg	-0.93	最低体重からの増加率kg/日	-0.56
固有値	5.0		3.5		3.3
寄与率	0.29		0.21		0.19
累積寄与率	0.29		0.50		0.69



第12表 2産次牛の第1～3主成分スコアの高・低グループ(G)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(主成分寄与率)		第1(0.29)		第2(0.21)		第3(0.19)		
		主成分スコア 総合特性 G	高		低		高		低	
			高	低	高	低	高	低	高	低
	頭数		8	8	8	8	8	8	8	
	主成分スコア		1.9	-1.9	1.4	-1.4	1.4	-1.4		
乳牛	分娩月齢		38	—	35	37	—	36	38 *	
泌乳	LP値		90 **	82	86	—	86	85	—	
	ピーク乳量kg		45	—	49	46	—	48	49	
	ピーク乳量日		59	—	43	47	—	56	52	
	ピーク乳量までの増加率kg/日		0.28 **	0.59	0.44	—	0.43	0.44	—	
	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)		0.06 **	0.09	0.07	—	0.08	0.08	—	
	305日乳量kg		10161	—	10012	9866	—	10307	10653	
	総乳量kg		11896 *	9977	10771	—	11101	12112 **	9760	
体重	泌乳日数		380 **	304	346	—	337	369	—	
	日乳量RSD%		18 **	25	22	—	21	21	—	
	平均体重kg		697	—	665	700	—	662	712 **	
	最低体重日		22	—	24	37 **	—	9	31	
	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)		0.46	—	0.66	0.90	—	0.22	0.54	
	最低体重からの増加率kg/日		0.38	—	0.55	0.39	—	0.54	0.36 *	
	305日体重差kg		169	—	162	141 *	—	190	152	
栄養関連	305日増体重kg		128	—	111	59 **	—	181	91	
	日体重RSD%		7	—	8	7	—	8	7	
	DMIkg/日前期		27.4	—	27.6	26.5	—	28.5	29.5 *	
	DMIkg/日後期		21.4	—	21.2	20.7	—	21.8	21.9	
	DMI体重比%前期		4.3	—	4.4	4.0 *	—	4.6	4.4	
	DMI体重比%後期		3.0	—	3.0	2.9	—	3.2	3.0	
	TDN%前期		74.0	—	74.7	74.6	—	74.0	74.3	
	TDN%後期		73.6	—	74.0	73.6	—	74.0	73.6	
	TDN摂取量kg/日		16.0	—	16.1	15.8	—	16.3	16.6	
	CP%前期		15.8 *	—	16.0	15.9	—	15.9	15.8	
	CP%後期		15.4	—	15.5	15.5	—	15.4	15.4	
	Ca%		0.55	—	0.55	0.56	—	0.54	0.53 *	
	P%		0.41	—	0.40	0.40	—	0.41	0.40	
	TDN充足率%前期		105	—	103	102	—	105	103	
	TDN充足率%後期		102	—	105	101	—	106	100 *	
	CP充足率%		119	—	124	118	—	124	119	
	Ca充足率%		93	—	100	95	—	98	92 *	
	P充足率%		115	—	121	114	—	121	114	
	標準TDN%前期		73.4	—	75.3	75.6	—	73.0	75.0	
	標準TDN%後期		73.5	—	71.9	74.0	—	71.4	75.0 *	
	ピークTDN日		66	—	54	65	—	55	64	
	ピークTDNまでの増加率kg/日		0.15 *	—	0.22	0.21	—	0.16	0.19	
	ピークTDNからの減少率kg/日(絶対値)		0.02	—	0.03	0.03	—	0.03	0.03	
	日濃厚飼料摂取量kg		12.6	—	13.2	12.7	—	13.0	13.3	
	フィードステーション摂取量kg/日前期		2.7 **	—	3.8	3.3	—	3.2	3.1	
	フィードステーション摂取量kg/日後期		1.0	—	1.0	1.1	—	1.0	1.0	
	305日TDN摂取量kg		5143	—	4884	4930	—	5097	5233	
	飼料効果		2.5	—	2.5	2.5	—	2.5	2.5	
	体重能率指数		17.1	—	15.0	15.4	—	16.7	17.0	
	血液成分	NEFA mEq/l	n	83	62	73	—	72	80	65
		血糖 mg/dl		0.076 *	0.101	0.097	—	0.077	0.092	—
		BUN mg/dl		53 *	55	53	—	54	52 **	56
		T-CHO mg/dl		13.8	—	13.9	13.7	—	14.0	13.8
GOT IU/l			158 *	173	165	—	164	156 **	175	
γ-GTP IU/l			79 *	87	81	—	84	83	—	
Ca mg/dl			35 **	28	33	—	31	32	—	
iP mg/dl			9.9	—	10.0	9.9	—	10.0	10.0	
			5.9	—	5.9	5.9	—	5.9	5.8	
			5.9	—	5.9	5.9	—	5.9	5.8	
体重関連	最低正味体重までの減少率kg/日(絶対値)		0.51	—	0.72	0.97	—	0.26	0.60	
	最低正味体重からの増加率kg/日		0.21	—	0.34	0.20	—	0.35	0.13 *	
	305日正味体重差kg		143	—	134	126	—	151	132	
	305日正味増体重kg		91	—	67	19 **	—	139	52	
	正味体重指数直線回帰係数%/日		0.042	—	0.051	0.049	—	0.051	0.041	
	分娩時体重kg		616	—	628	675 **	—	569	654	
	乾乳前体重kg		738	—	727	743	—	723	734	
	乾乳BCS		3.3	—	3.5	3.5	—	3.3	3.4	
	泌乳BCS		3.0	—	3.1	3.1	—	3.0	3.0	
繁殖関連	乾乳前日乳量kg/日		20	—	20	20	—	20	20	
	初回授精日数		83 *	61	77	—	67	72	—	
	授精回数		3.3	—	2.4	3.4	—	2.3	4.0	
	空胎日数		157	—	112	132	—	133	172	
分娩間隔		436	—	397	415	—	415	455		

<sup>1)</sup>主成分得点の高低グループ間平均値(NEFAは対数変換値)の有意差 \*\*: $P<0.01$  \*: $P<0.05$

第1主成分の高スコア（高LP値）GはLP値 90，総乳量 11,896kg と，低スコア（低LP値）Gのそれぞれ 82, 9,977kg より高かったが，305日乳量に有意差はなかった。高LP値Gは低LP値Gに比べ，有意ではないがピーク乳量が低く，ピーク乳量日が遅れる傾向がみられ，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，泌乳日数が長かった。これらの特徴から泌乳曲線が平準しているとなされた。また高LP値GはピークTDNまでの増加率が小さく，泌乳前期のフィードステーション摂取量が少なかった。NEFA，血糖，T-CHO，GOTが低く， $\gamma$ -GTPは高かった。初回授精日数が長く，有意ではないが空胎日数，分娩間隔が長い傾向を示した。第2主成分の低スコア（高増体重）Gの305日増体重は181kgと高スコア（低増体重）Gの59kgより大きかった。高増体重Gは分娩時体重が小さく，最低体重日が早く，305日体重差が大きかった。第3主成分の高スコア（高ピーク乳量）Gのピーク乳量49kgは有意ではないものの，低スコア（低ピーク乳量）Gの44kgより高い値であった。高ピーク乳量Gは，体重及び総乳量が大きく，最低体重からの増加率及び泌乳後期のTDN充足率が小さく，泌乳前期のDMIが大きかった。また血糖とT-CHOが低く，有意ではないものの授精回数が多く，空胎日数及び分娩間隔が長い傾向を示した。

### 5. 3産次以上を対象とする主成分分析

3～6産次14例の主成分分析の結果を第13表に示した。

第1主成分は寄与率0.29で，因子負荷量が正の大きな項目は泌乳日数，総乳量及び産次など，一方，負で絶対値の大きな項目は最低体重からの増加率，日体重RSD及び305日体重差などであった。このことから第1主成分は泌乳日数に関する総合特性と判定した。同様に第2主成分（寄与率0.20）はピーク乳量に，第3主成分（寄与率0.19）は産次に関する総合特性と

判定した。第1～第3主成分の累積寄与率は0.67であった。

3～6産次における第1～第3主成分の高スコア及び低スコアの諸項目を比較した結果を第14表に示した。

第1主成分の高スコア（長い泌乳日数）Gの平均5.0産，総乳量11,807kgは，低スコア（短い泌乳日数）Gのそれぞれ平均3.7産，9,079kgより高かった。長い泌乳日数Gは短い泌乳日数Gに比べ，有意ではないがピーク乳量が高い傾向（48kg vs. 43kg）でありながらLP値（85 vs. 86）やピーク乳量からの減少率（0.07kg/日 vs. 0.08kg/日）に大きな差がないことから高位持続型の泌乳曲線を示した。また最低体重からの増加率，305日体重差，日体重RSD及び泌乳後期のTDN充足率が小さかった。一方，泌乳前期のDMIが高く，有意ではないが体重能率指数が高い傾向を示した。

第2主成分の高スコア（高ピーク乳量）Gのピーク乳量51kg及び305日乳量10,546kgは，低スコア（低ピーク乳量）Gのそれぞれ40kg及び8,774kgより高かった。高ピーク乳量Gは，泌乳前期のTDN充足率が103%と低く，その標準TDN含量が74.9%と推定され，飼料効果が高く，有意ではないが体重能率指数が高い傾向を示した。

第3主成分の低スコア（低産次）GのLP値は89と，高スコア（高産次）Gの83より高かった。低産次Gは高産次Gに比べ，ピークTDNからの減少率が小さく，305日乳量及び総乳量に有意差はなかった。

3～6産次は主成分スコアの高低によって有意差を示す血液成分は少なかった。

### 6. 305日乳量水準別の標準TDN含量の推定

とうもろこしサイレージ主体混合飼料を給与した全産次1乳期1群における305日乳量水準別の標準TDN含量の推定値を第15表に示した。第6表の305日乳量の平均（95%信頼区間）は9464kg（8987～9941kg）であり，その範囲の標準TDN

第13表 3産次以上牛(n=14)の産次、分娩月齢、泌乳、体重各項目における第1～3主成分因子負荷量と各主成分の固有値、寄与率、累積寄与率

	第1主成分	第2主成分	第3主成分		
泌乳日数	0.75	ピーク乳量kg	0.83	分娩月齢	0.71
総乳量kg	0.75	305日乳量kg	0.72	産次	0.66
産次	0.57	最低体重日	0.66	平均体重kg	0.59
分娩月齢	0.49	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.61	ピーク乳量日	0.57
305日乳量kg	0.43	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.61	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.46
平均体重kg	0.31	総乳量kg	0.49	日乳量RSD%	0.44
ピーク乳量までの増加率kg/日	0.29	日体重RSD%	0.12	305日体重差kg	0.34
ピーク乳量kg	0.21	日乳量RSD%	0.11	ピーク乳量kg	0.17
LP値	-0.03	産次	0.02	305日増体重kg	0.14
ピーク乳量日	-0.12	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.01	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.09
305日増体重kg	-0.27	分娩月齢	-0.01	最低体重日	0.07
最低体重日	-0.45	泌乳日数	-0.04	最低体重からの増加率kg/日	0.04
ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	-0.50	最低体重からの増加率kg/日	-0.07	泌乳日数	-0.06
最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	-0.51	ピーク乳量日	-0.16	総乳量kg	-0.08
日乳量RSD%	-0.63	305日体重差kg	-0.23	305日乳量kg	-0.08
305日体重差kg	-0.74	LP値	-0.29	日体重RSD%	-0.49
日体重RSD%	-0.75	平均体重kg	-0.58	LP値	-0.68
最低体重からの増加率kg/日	-0.86	305日増体重kg	-0.66	ピーク乳量までの増加率kg/日	-0.69
固有値	5.15		3.60		3.38
寄与率	0.29		0.20		0.19
累積寄与率	0.29		0.49		0.67

含量は、305日乳量水準が9,000, 9,500及び10,000kgの時にそれぞれ72.5, 72.9及び73.2%であった。付図2からうかが

第14表 3産次以上牛の第1～3主成分スコアの高・低グループ(G)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(主成分寄与率)		第1(0.29)		第2(0.20)		第3(0.19)	
		主成分スコア	総合特性	高	低	高	低	高	低
				泌乳日数		ピーク乳量		産次	
	G	長	短	高	低	高	低		
	頭数	7	7	7	7	7	7		
	主成分スコア	1.9	-1.9	1.5	-1.5	1.3	-1.3		
乳牛	産次	5.0 *	3.7	4.4 -	4.3	4.7 -	4.0		
	分娩月齢	77 -	61	69 -	69	76 -	62		
泌乳	LP値	85 -	86	84 -	87	83 **	89		
	ピーク乳量kg	48 -	43	51 **	40	47 -	44		
	ピーク乳量日	46 -	44	43 -	47	49 -	41		
	ピーク乳量までの増加率kg/日	0.52 -	0.50	0.52 -	0.49	0.36 **	0.65		
	ピーク乳量からの減少率kg/日(絶対値)	0.07 -	0.08	0.09 *	0.06	0.08 -	0.06		
	305日乳量kg	10405 -	8916	10546 *	8774	9896 -	9425		
	総乳量kg	11807 *	9079	11275 -	9611	10553 -	10332		
	泌乳日数	367 -	312	333 -	346	333 -	346		
体重	日乳量RSD%	20 -	25	23 -	22	23 -	22		
	平均体重kg	778 -	720	714 -	784	777 -	721		
	最低体重日	6 -	22	26 -	2	18 -	11		
	最低体重までの減少率kg/日(絶対値)	0.09 -	0.42	0.49 -	0.02	0.29 -	0.23		
	最低体重からの増加率kg/日	0.17 **	0.54	0.37 -	0.35	0.34 -	0.37		
	305日体重差kg	108 *	167	132 -	143	145 -	130		
	305日増体重kg	76 -	122	72 -	125	95 -	103		
	日体重RSD%	5 **	8	6 -	6	5 -	7		
栄養関連	DMIkg/日前期	28.1 *	24.3	27.2 -	25.2	27.1 -	25.3		
	DMIkg/日後期	21.1 -	20.2	21.6 -	19.8	20.8 -	20.6		
	DMI体重比%前期	3.8 -	3.7	4.0 -	3.5	3.7 -	3.8		
	DMI体重比%後期	2.8 -	2.7	3.0 -	2.4	2.7 -	2.8		
	TDN%前期	74.2 -	74.1	74.2 -	74.2	74.3 -	74.1		
	TDN%後期	73.4 -	73.5	73.5 -	73.4	73.6 -	73.3		
	TDN摂取量kg/日	16.7 -	15.4	16.5 -	15.6	16.4 -	15.6		
	CP%前期	15.7 -	15.7	15.8 -	15.7	15.8 -	15.7		
	CP%後期	15.4 -	15.4	15.4 -	15.5	15.4 -	15.5		
	Ca%	0.54 -	0.56	0.54 -	0.55	0.54 -	0.56		
	P%	0.40 -	0.40	0.40 -	0.40	0.40 -	0.40		
	TDN充足率%前期	107 -	105	103 *	110	106 -	107		
	TDN充足率%後期	101 *	107	105 -	103	103 -	106		
	CP充足率%	118 -	121	118 -	121	118 -	121		
	Ca充足率%	92 -	96	94 -	95	91 -	97		
	P充足率%	112 -	116	113 -	114	111 -	116		
	標準TDN%前期	71.6 -	73.3	74.9 *	70.1	73.0 -	71.9		
	標準TDN%後期	73.5 *	69.7	71.0 -	72.2	72.8 -	70.5		
	ピークTDN日	43 -	57	52 -	47	53 -	47		
	ピークTDNまでの増加率kg/日	0.23 -	0.19	0.22 -	0.20	0.18 -	0.25		
	ピークTDNからの減少率kg/日(絶対値)	0.03 -	0.03	0.03 -	0.03	0.03 *	0.02		
	日濃厚飼料摂取量kg	12.8 -	12.1	13.0 -	11.9	12.6 -	12.3		
	フィードステーション摂取量kg/日前期	2.6 -	2.5	2.8 -	2.3	2.9 -	2.2		
	フィードステーション摂取量kg/日後期	1.1 -	1.1	1.0 -	1.2	1.1 -	1.1		
305日TDN摂取量kg	5235 *	4744	5109 -	4871	5126 -	4853			
飼料効果	2.5 -	2.4	2.6 **	2.3	2.5 -	2.4			
体重能率指数	15.6 -	12.9	16.0 -	12.5	13.7 -	14.8			
血液成分	NEFA mEq/l	74	58	67	65	62	70		
	血糖 mg/dl	0.092 -	0.105	0.094 -	0.102	0.100	0.096		
	BUN mg/dl	56 -	54	54 -	56	56 -	55		
	T-CHO mg/dl	12.9 -	13.7	13.2 -	13.3	12.6 -	13.8		
	GOT IU/l	149 -	157	158 -	147	154 -	151		
	γ-GTP IU/l	76 *	81	75 *	81	75 -	81		
	Ca mg/dl	31 -	32	32 -	32	32 -	32		
	iP mg/dl	9.6 *	9.8	9.6 -	9.7	9.7 -	9.6		
体重関連	正味体重指数直線回帰係数%/日	5.7 -	5.7	5.7 -	5.8	5.7 -	5.7		
	分娩時体重kg	0.008	0.080	0.032	0.034	0.041	0.027		
	乾乳前体重kg	700 -	665	676 -	690	709 -	656		
	乾乳前BCS	794 -	773	762 -	805	796 -	770		
	泌乳BCS	3.6 -	3.5	3.5 -	3.6	3.6 -	3.5		
	乾乳前日乳量kg/日	3.2 -	3.1	3.1 -	3.2	3.2 -	3.1		
繁殖関連	初回授精日数 <sup>2)</sup>	20 -	18	21 -	17	20 -	19		
	授精回数 <sup>2)</sup>	81 -	88	89 -	77	93 -	73		
	空胎日数 <sup>3)</sup>	4.8 -	2.2	2.9 -	4.4	4.6 -	2.0		
	分娩間隔 <sup>3)</sup>								

<sup>1)</sup>主成分得点の高低グループ間平均値(NEFAは対数変換値)の有意差 \*\*:P<0.01 \*:P<0.05

<sup>2)</sup>低泌乳の廃用候補で2頭未受胎のため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、不受胎のため5頭廃用で欠測値となり集計せず

えるように、泌乳前期の推定精度は同後期よりも低く、1乳期の推定精度は低かった。

第15表 とうもろこしサイレージ主体混合飼料を給与した全産次1乳期1群飼養における305日乳量水準・乳期別の標準TDN含量<sup>1)</sup>

305日乳量 kg	日乳量 kg	標準TDN % <sup>2)</sup>		
		1乳期	(泌乳 前期)	(泌乳 後期)
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)

<sup>1)</sup> 付図2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%

#### IV. 考 察

##### 1. 供試条件

本成績は産次や乳期による泌乳牛の群分けをしないで1群とするフリーストール飼養条件下で得られた結果であるため、採食への競合など社会的優劣関係による影響を考察する必要がある。採食量と採食行動に影響しない1頭あたりの飼槽幅は、成牛で65~75cm (Bickert *et al.*, 1996: 新搾乳システム実用化推進事業, 1996), また成牛1ストールあたりの適正な休息面積は4~5m<sup>2</sup> (Bickert *et al.*, 1996) とされている。一方、泌乳牛1頭あたり0.67までストール数を減らしてもストールでの休息時間に変化がなく、1頭あたり50cmと25cmとの飼槽幅で採食量に差がなかったとの報告 (Friend *et al.*, 1977) もある。

本成績で解析した牛1頭あたりの飼槽幅は平均で泌乳前期82cm, 同後期73cmである。解析した牛の泌乳前期及び同後期におけるDMIと飼槽幅との相関はそれぞれ0.09, -0.12と小さく、また自由採食下では同時に採食する頻度が低下することを考えると、社会的関係が採食量や採食行動に影響する可能性は低いと推察する。

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、TDN72~75%, CP16~18%, NDF30~40%, 乾物粗飼料40~50%, 乾物率55~65%, DMIに対する残飼率5%以上といわれている (早坂, 1997)。サイレージ主体飼養では乾物率が50%以下でもDMIへの影響が少ないとの報告 (扇ら, 1999) があることを考慮すると、第2表の栄養価と飼料成分及び給飼量に対する残飼率が6.1%であったことから、今回の条件は最大DMIをもたらす飼料条件であると考えられる。

セミタイプのTMRの飼料構成は、平均乾物比でとうもろこ

しサイレージ32.6%, 牧草サイレージ20.2%であり (第1表), とうもろこしサイレージ主体の粗飼料構成である。畑作酪農地域の305日乳量及び総乳量は草地酪農地域に比べ約1,000kg多い傾向があること (早坂ら, 2013) やDMIも多い傾向 (扇ら, 1999) があることが知られている。草地酪農地域の牧草サイレージ主体粗飼料構成では特に305日乳量別の標準TDN含量が異なる可能性があり、別途検証が必要と考える。また第5表の栄養関連項目の多くは、飼養標準などに基づく推定値が多くさらに研究蓄積が望まれる。

本成績は、第2表の泌乳前期と同後期のTDN含量差が小さいので、1乳期1群TMR飼養とみなしてもよいと考えるが、分娩後100~150日まで基準飼料にフィードステーションから配合飼料2種による乳量に応じた追加給与が主成分分析結果に及ぼす影響を検討した。すなわち各個体の追加給与量も第3表の項目に加えて全産次の主成分分析を行ったところ、第1~第3主成分の追加給与量の因子負荷量がそれぞれ0.0, 0.32, 0.15と小さく、第1~第3主成分の各寄与率と総合特性の判定に影響はしなかった。従って本成績が1乳期1群TMR飼養の主成分分析結果としてほぼ見なしてもよいと考えられる。但しフィードステーション摂取量に有意差がある第8表の第2主成分及び第12表の第1主成分 (共にLPを総合特性として判定した主成分) は泌乳前期のTDN含量差に影響を与えた。

北海道の牛群検定農家の平均産次構成は、初産次33%, 2産次25%, 3産次以上43%である (北海道酪農検定検査協会, 2012)。本成績の産次構成は初産牛23% (9頭), 2産次41% (16頭), 3産次以上36% (14頭) と2産次牛が多い構成であったので、現実的な産次構成との整合性を検討する必要がある。すなわち牛群検定農家の平均産次構成に近似させるために、2産次の8頭 (第8表の第1主成分スコアの2産次降順の奇数個体) を除いた31例における全産次の主成分分析を行ったところ、産次の総合特性を示す第1主成分の寄与率が0.35から0.38に上がった以外に結果は変わらなかった。一方、2産次以上の個体のみで主成分分析を行った結果、産次の総合特性を示す第1主成分の寄与率が0.23に低下した。このことから、産次構成に占める初産牛の割合が高くなると、産次の総合特性を示す第1主成分の寄与率が向上すると考えられる。

##### 2. 全産次1群の栄養管理

給与飼料全体のTDN含量は乳期を通じて約74% (第2表) であったが、このことは、①TDN充足率が泌乳前期106%, 同後期104% (第6表) 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最低体重日が17日と早いこと (第6表)、③原ら (1997) の標準TDN含量が1乳

期増体重 65kg, 同体重差が 80kg 前後と推察されるのに対し, 305 日正味体重差が 133kg と大きいこと (第 6 表, 付図 1) からやや高めであった可能性もある。しかし, 標準 TDN 含量が泌乳前期で 74~75% になる牛もいるので (第 8 表), 本成績の飼料中 TDN 含量は必ずしも過剰というほどの水準ではなかったと考えられる。

血液成分は NEFA の RSD が大きい特性を認めた (第 6 表)。GOT の平均 81IU/ℓ,  $\gamma$ -GTP の 31IU/ℓ は木田ら (1996) による 99.7% 信頼区間の上限値を上回った。現在の乳牛では異常値ではないかもしれないが, 濃厚飼料摂取量や飼料効果から濃厚飼料の給与量がやや多い可能性があるとも推察された。

第 3 主成分までの累積寄与率は 0.66 と必ずしも高い値ではなく, 十分に特性を集約されないものの, 第 1 主成分の高産次 G は低産次 G に比べ, ①いわゆる高ピーク低持続型の泌乳パターンを示すこと, ②体重は大きいものの体重の回復は発育中の低産次 G より緩慢なこと, ③採食量が多く栄養摂取量のピークに早く到達すること, ④飼料摂取量に対する乳量あるいは体重当たり乳量といった効率が良好なこと, ⑤それらの一方で空胎日数が長いなど繁殖成績は劣ることが示された (第 8 表)。従って, 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 1 主成分の高産次 G の高い NEFA は泌乳初期の負のエネルギーバランスに (木田ら, 1996), 低産次 G の高い血糖, T-CHO は十分なエネルギー摂取に (木田ら, 1996), 低産次 G の高い iP は若齢牛の高値 (木田ら, 1996) と摂取 P の充足率が高いことにその原因を推察した。

第 2 主成分の低 LP 値 G (第 8 表) は, 乳量の 1 乳期内での変動が大きく, 高増体傾 (正味体重指数直線回帰係数) 向から過肥になりやすい特性を示した。乾乳期の過肥は分娩後の急激な消瘦, すなわち BCS の低下と泌乳後期の高 BCS をもたらすとされ (相原, 2013), そのような個体ほど LP が低い可能性が推察される。

第 2 主成分の高 LP 値 G は高産乳で体重が平準傾向を示し, 体重能率指数も高く, 1 乳期 1 群飼養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泌乳日数をやや延長することや, 高泌乳で LP の高い種雄牛による交配等が求められる。高 LP 値 G は標準 TDN 含量の推定値が泌乳前期に 72.2% であるのに対し, 同後期には 73.4% と高いのは (第 8 表), 泌乳後期の乳量が比較的高いと推測されるわりに DMI が低いのが原因と推察された。LP の高い個体を飼養するには, 泌乳後期の TDN 含量を少なくとも下げないことが必要と考える。

第 1 図から, 初産次は第 2 及び第 3 エリアに集中している。こ

のことから, 泌乳や体重の特性に基づくと初産次は 2 産次以上と異なるグループとみなすべきであり, 産次による群分けは初産次と 2 産次以上の 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, 乳量の高い 2 産次以上では同 86 (第 6 表) と 1 群飼養した場合の LP が劣るので, 2 産次以上は泌乳前期と同後期の群分けが栄養管理上適切である。原ら (1997) は 2 産以上の経産牛の TMR 飼養試験の結果から, 1 群飼養よりも 2 群飼養の方が優れると考察している。

Hagiya *et al.* (2014) は, 北海道の新搾乳システム (フリーストール (含フリーバーン) + ミルキングパーラ) で TMR 給与する牛群検定農家の飼養調査結果から, 初産牛を含めた全産次の乳期別 (泌乳前期と後期) 2 群飼養は同 1 乳期 1 群飼養に比べ, 305 日乳量の増乳効果は産次にかかわらず小さく, 群分けの効果は小さかったこと, 及び 3 群以上飼養 (初産牛 1 群, 2 産以上 2 群飼養など) が最も 305 日乳量が高かったことを報告している。このことは, 初産牛の泌乳期による群分けをする必要がないと示唆するが, 今後さらに条件を整理した詳細な検討が望まれる。

第 3 主成分の低増体重 G は泌乳前期の体重減少程度が著しい傾向を示し, 泌乳前期の標準 TDN 含量は 74.9% と高く推定された。また平均産次は 2.2 産と低く, 第 2 図からも確認された。低増体重 G の初産牛は泌乳後期に TDN を下げない 1 乳期 1 群飼養が推奨される。

飼料効果と体重能率指数は初産次が 2 産次以上より有意に低かったのは (第 6 表), 初産次の成長が大きいことが原因の一つに求められる。体重能率指数は牛群全体として 16 以上が望ましいとされている (家畜改良事業団, 2011)。そのためには指数が高い 2 産次以上の頭数割合を増やし平均産次を高めることの他に, 第 2 主成分の高 LP 値 G の総乳量が多く, 増体重が少なく体重能率指数が高いことから, LP が高い乳牛を飼養することが省力飼養の点から有効と考える。

全産次を込みにした 305 日乳量 9,500kg (総乳量 10,000kg) 水準の体重能率指数 14.5 (13.5~15.6) の牛群を 1 乳期 1 群飼養とする場合の標準 TDN 含量の平均 (95% 信頼区間) は, 第 6 表から泌乳前期 72.9% (71.7~74.2%), 同後期 72.8% (71.6~74.0%), 第 15 表からの推定でも 1 乳期をとおして 72.9% であった。第 15 表は付図 2 からの推定値であるが, 決定係数は 0.0724 と低い観察値であり, 305 日乳量 9,500±500kg 以外は目安値と見た方がよい。Hayasaka *et al.* (2003) は FS 飼養の自由採食によるセミタイプの TMR 給与条件下の産次の異なる泌乳牛 16 頭の TDN 充足率が 86~126% (平均 103%) でその RSD が 13% と変動が大きいエネルギー充足率を観察している。



原ら (1997) の成績 (道立新得畜産試験場<sup>†</sup>1), 1998) は、1 乳期乳量 9,000kg 程度の 2 産次以上の牛群を 1 群飼養する場合、TMR に含ませるべき TDN 含量は 73% が標準と報告したが、本成績からは同じ乳量水準であれば標準 TDN 含量は 72.5% と推定され、標準 TDN 73.0% では 305 日乳量 9,700kg と推定された (第 15 表)。原ら (1997) の成績 (道立新得畜産試験場<sup>†</sup>1), 1998) における 2 産以上平均体重が約 650kg に対し、本研究では初産牛を含めても 696kg (第 6 表) と大きく、それに伴い採食量も高めと推察される。北海道の乳牛の体重増率指数向上 (1997 年 13.7, 2012 年 14.5: 家畜改良事業団 (2013c) とあわせて、標準 TDN 含量の 0.5% 単位の低下が可能になった原因と推察された。

一方、第 15 表の結果は、乳検成績と飼養標準をもとに 1 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、1 乳期 TDN 過不足量を最小にする、9,000kg 乳量水準の 1 乳期 1 群 TMR の適正 TDN 含量は 72~73% とする試算範囲とほぼ一致した (糟谷, 2011)。

### 3. 初産次の栄養管理

全産次を込みにした第 1 主成分スコア (第 8 表) に基づき、初産次は 2 産次以上と明瞭にグループ分けされること (第 1 図)、及び 2 産次以上と比べて LP が高いことから、2 産次以上と別の群として 1 乳期を通じて 1 群として飼養することが妥当であることを考察したが、栄養関連諸項目の比較 (第 6 表) からも同様に考察される。

すなわち、一つは初産次の泌乳前期の DMI が 21.9kg と、2 産次の 27.5kg、3 産次以上の 26.2kg に比べ有意に低いことから別の群とするべきと考えられる (第 6 表)。泌乳後期は前期に比べて DMI が低下するが、2 産次以上は 20.1~21.3 kg と大きく低下するのに対して、初産牛では 20.1 kg とその低下量は小さく 2 産次以上と同程度になった。NRC (2001) は、初産次は 2 産次以上と異なり DMI が泌乳初期にピークに達せず、ピーク後も DMI が高水準を維持すると述べており、今回の結果でも同様なことが確認された。二つはピーク TDN までの増加率とピーク TDN からの減少率が 2 産次以上より有意に小さいことから、TDN 摂取量推移の平準がうかがえる点である (第 6 表)。初産次の乳期中 DMI 変動の平準傾向、泌乳曲線と TDN 摂取量の平準は、初産牛を乳期によって群分けすることなく 1 乳期を通じて 1 群として栄養管理することの妥当性を示すと考察される。

初産次牛の第 1 主成分の総合特性は、LP に集約され、高 LP 値 G は、平準した泌乳曲線を示し、泌乳日数が長く、305 日乳量及び総乳量が多い特性を示した (第 10 表)。Yamazaki *et*

*al.* (2013) は初産次 LP と初産次 305 日乳量との表型/遺伝相関が 0.11/0.36、初産次 LP と 2 産次 305 日乳量とは 0.18/0.56 と報告し、高産乳の初産牛は LP が高い傾向があり、2 産次の高泌乳をもたらすことを示している。また高 LP 値 G は低増体傾向を示し、体重増率指数が 13.9 と初産次としては高いことから、乳期中の体重変動が平準して過肥になりにくいと推察される。2 産次及び 3 産次以上の第 1 主成分の寄与率がいずれも 0.29 であったのに対し、0.46 と高いことから、初産では特に LP の高低が泌乳特性及び体重変動特性に大きく関与すると推察される。高 LP 値 G は標準 TDN 含量が泌乳前期、同後期ともおよそ 73% と推定され (第 10 表)、泌乳後期の TDN 含量は少なくとも下げないことが必要と考える。

低 LP 値 G の空胎日数は 87 日と、有意ではないものの高 LP 値 G より短く、分娩間隔は 365 日となり、北海道の牛群検定結果における初産次の 417 日 (早坂ら, 2013) よりもかなり短かった。低 LP 値 G は、高増体で体重増率指数が 10.5 と低いので遺伝的産乳能力がやや低いと推察された。

一方、初産次の分娩間隔が 365 日以下になると泌乳後期における乳量の著減が確認されている (萩谷・佐分, 2009: Hagiya *et al.* ら, 2009)。また分娩間隔は空胎日数増加や受胎率低下で延伸し、それが胎子、子宮、及び妊娠に伴う脂肪沈着などへの養分量よりも乳生産へ利用される養分量が増え、表型の LP の向上を示し、泌乳量の向上が期待されると報告されている (Bohmanova *et al.*, 2009)。これらの知見から、87 日という短い空胎日数が LP や乳量の低下をもたらすとも考えられる。北海道の初産次牛は分娩後の授精までの日数が長くなるにつれて受胎率が漸増する傾向 (河原ら, 2010) が確認されており、授精待機期間を 100 日かそれ以上に設定することが可能であれば、過肥を招きかねない泌乳後期の高増体を防ぎ、LP の向上と泌乳日数の延長により総乳量が向上する可能性があるかと推察される。今後、省力性、抗病性を含めた収益性など経営経済的な観点からの検討が課題と考える。

付表 3 に第 1 主成分の低 LP 値 G と高 LP 値 G の 2 産次における繁殖及び泌乳成績を参考までに示す。有意ではないが高 LP 値 G は空胎期間が長く、日乳量も多い傾向を示した。一方、低 LP 値 G のうち 2 頭の総乳量は 10,000kg 以上と高く、初産次に 305 日・総乳量が少なかった原因は産乳能力が低いためとは必ずしもいえないことが示唆された。

第 2 主成分はピーク乳量に集約される総合特性とみなされたものの、寄与率は 0.19 と第 1 主成分の 0.46 に比べ低く、305 日乳量及び総乳量に対する第 2 主成分スコアの高低の影響は有意でなかったことから、高産乳の初産牛は LP が高い傾向が確認される。

第3主成分はスコアの高低による泌乳特性の違いを認めなかったことから、初産次の体重は産乳性に影響を及ぼさないと考えられた。しかしながら2産次以降の泌乳成績を追跡して調べるといった研究の蓄積が必要と考える。

血液成分(第6表)は、2産次以上に比べてNEFAが有意ではないが低い傾向を示し、有意に血糖とT-CHOが高かったのは、高いTDN充足率にその原因が推察される。また第10表の第1及び第2主成分からLPが高い牛はTDNとCPの各充足率が低く、血糖とBUNが高い結果となったが、詳細は不明である。

#### 4. 2産次の栄養管理

2産次牛は、他の産次に比べるとTDN充足率が低い傾向にあり、標準TDNが泌乳前期74.3%、泌乳後期72.7%とやや高めと推定された(第6表)ことから、エネルギー不足になりやすい傾向があると推察された。

2産次牛の第1主成分の総合特性は、初産次の第1主成分と同様にLPに集約されたが、寄与率は0.29と小さかった(第11表)。第1主成分の高LP値Gは、平準した泌乳曲線を示し、泌乳日数が長く、総乳量が高かった。NEFAが有意に低かったことは、ピーク乳量までの増加率や最低体重までの減少率が低いことに起因すると思われる。標準TDN含量は高LP値Gで泌乳前期及び後期にそれぞれ73.4及び73.5%、低LP値Gでは同75.3及び71.9%(第12表)であったことは、泌乳曲線の形状に適合した結果と考えられる。

第2主成分の総合特性は増体重に集約され、低増体重Gは分娩時体重が大きく、成熟に達した牛群であると考えられた。但しスコアの高低は、305日乳量及び総乳量といった産乳性に影響を及ぼさなかった。体重能率指数は低増体重Gで低く、これは体重が大きいほど指数が低下する傾向があること(家畜改良事業団, 2011)が一因と推察された。

第3主成分の総合特性はピーク乳量に集約され、高ピーク乳量Gは総乳量が多い一方、低増体傾向を示し、体重能率指数が17.0と高かった。平均体重も大きいことから、初産次牛の増体を高め2産次の体重が大きくなるような栄養管理の有効性が推察された。

早坂ら(2013)は、北海道の牛群検定成績から、初期増加乳量(=分娩後35日乳量-同10日乳量)やピーク乳量日が2産次で低い値であることを示し、初産次の泌乳後期の栄養不足の可能性を示唆している。初産次の泌乳後期の栄養水準を改善することで、2産次のエネルギー不足が改善されるか、今後確認する必要があると考えられる。但し2産次の高ピーク乳量型乳牛の飼養は、高ピーク乳量Gの標準TDNが1乳期75.0%と高

く推定された(第12表)ことに留意が必要と考える。

#### 5. 3産次以上の栄養管理

3産次以上では、第1、第2及び第3主成分の総合特性が、それぞれ泌乳日数、ピーク乳量及び産次に集約されるとみなされた(第14表)。寄与率は第1主成分でも0.29、第3主成分までの累積寄与率も0.66と必ずしも高い値ではなく、十分に特性を集約されなかったものの、第1主成分の泌乳日数が長いGは総乳量が多く、産次が高いこと、第2主成分の高ピーク乳量Gは305日乳量が多く、飼料効果や体重能率指数が高い傾向があることが示された。このことから3産次以上では、初産次や2産次に比べLPよりもピーク乳量の増加によって産乳量や産乳効率が向上していると推察された。

しかしながら第2主成分の高ピーク乳量Gは、低ピーク乳量Gに比べ、分娩後に体重の低下が大きく、それが回復し始める時期が遅く、泌乳初期により負のエネルギーバランスになると推察された。第2主成分の寄与率は0.20と必ずしも高くないが、3産次以上ではピーク乳量が高い個体の栄養管理に十分注意する必要があると考えられた。

それを改善するために2産次以上の乾乳期短縮が効果的な可能性があり、これまで次乳期の産乳性、栄養状態、繁殖性、抗病性などへの負の影響を認めていないので(中村ら, 2011, 2013; 山科ら, 2012), 導入に向けた条件の整理が求められる。

#### 謝 辞

本研究を取りまとめるにあたり、農研機構・北海道農研の元自給飼料酪農研究チーム長の村井 勝氏及び3名の査読者の方々に校閲を、同主任研究員の萩谷功一氏及び(社)家畜改良事業団顧問の富樫研治氏に助言を頂いた。

#### 引用文献

- 1) 相原光夫(2013)新しい牛群検定成績表について(その26)ーボディコンディションスコアの判定ー. L I A J News. No.140, 9-14.
- 2) Bickert, W. G., Bordman, G. R., Brugger, M. F., Chastain, J. P., Holmes, B. J., Kammel, D. W., Veenhuizen, M. A., Zulovich, J. M. (1996) MWP S フリーストール牛舎ハンドブック(伊藤 紘一・高橋圭二監訳) P.11. ウィリアムマイナー農業研究所. 東京.
- 3) Bohmanova, J., Jamrozik J. and Miglior F. (2009) Effect of pregnancy on production traits of Canadian Holstein cows. J. Dairy Sci., 92(6), 2947-2959.

- 4) Ferguson JD, Galligan DT and Thomsen N. (1994) Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 77, 2695-2703.
- 5) Friend, T.H., Polan C.E. and McGilliard, M.L. (1977) Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 60:108-116.
- 6) 萩谷功一, 佐分淳一 (2009) 泌乳持続性と繁殖性に関する全国データを用いた検討 in 安全・安心な畜産物生産技術の開発. 研究成果 470 (農林水産省農林水産技術会議事務局), 154-162.
- 7) Hagiya, K., Togashi, K., Takeda, H., Yamazaki, T., Shirai, T., Saburi, J., Masuda, Y. and Suzuki, M. (2009) Genetic correlation between persistency and calving interval of Holsteins in Japan. *Breeding for robustness in cattle*. EAAP publication No. 126, 129-135. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. The Netherlands.
- 8) Hagiya, K., Yamaguchi, S., Hayasaka, K., Yamazaki, T., Osawa, T., Abe, H., Nakagawa, T., Kawahara, T. and Suzuki, M. (2014) Effects of Housing type × Feeding System on Milk Yield of Holstein Cows. *Proceedings, 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production* in press.
- 9) 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 (1997) 泌乳牛 1 群管理のための TMR エネルギー水準. H9 年度研究成果情報 (北海道農業・畜産草地), 138-139.
- 10) 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.
- 11) Hayasaka, K., Kamo, M. and Kawamoto, H. (2003) Feed intake and eating characteristics of lactating cows fed silage mixture and supplemental concentrates in free-stall housing. *Bull. Natl. Inst. Livest. Grassl. Sci.* 4:23-32.
- 12) 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, 及び除糞理由. *北海道農研報*. 198, 23-58.
- 13) 北海道酪農検定検査協会 (2012) H24 年度個体の 305 日間成績. P. 59 (cited by 2014 January 17). [http://www.hmrt.or.jp/pdf/kentei/2012\\_305kotai.pdf](http://www.hmrt.or.jp/pdf/kentei/2012_305kotai.pdf)
- 14) 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>
- 15) 家畜改良事業団 (2013b) 乳牛最新情報 5. 牛群検定における泌乳曲線の季節変化 (都府県). (cited by 2013 September 23). <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilkset.html>
- 16) 家畜改良事業団 (2013c) 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. (cited by 2013 September 23). <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/13/2012a.pdf#search=ttp%3A%2F%2Fliaj.lin.gr.jp%2Fjapanese%2Fnewmilk%2F13%2F2012a.pdf>
- 17) 加茂幹男, 池口厚男, 本田善文, 長谷川三喜 (1997) わが国におけるフリーストール・ミルクングパーラ方式の普及状況. *畜産の研究* 51(5), 620-625.
- 18) 糟谷広高 (2011) 1群 TMR 管理の適正な TDN 含量とは. *DAIRY MAN*, 4, 30-31.
- 19) 河原孝吉, 後藤裕作, 増田 豊, 山口 諭, 鈴木三義 (2010) ホルスタインにおける縦断 2 値データを使用した雌牛の受胎率に影響する遺伝的および環境的要因. *日畜会報* 81(2), 121-132.
- 20) 木田克弥 (1996) 代謝プロファイルテストの検査項目と飼養管理上の診断意義 in 牛群検診と個体能力の向上. P. 18-44. 酪総研選書 No. 43 酪農総合研究所. 札幌.
- 21) 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.
- 22) 中村正斗, 中島恵一, 高橋雄治 (2011) 乾乳期間短縮が泌乳前期の乳量・乳成分, 血液成分, 疾病発生及び繁殖性に及ぼす影響. *日畜会報*. 82(1), 25-34.
- 23) 中村正斗, 中島恵一, 高橋雄治, 塩野浩紀 (2013) 乾乳期間短縮が次乳期の乳量・乳成分に及ぼす影響. *日畜会報* 84(3), 349-359.
- 24) 農研機構編 (2007) 日本飼養標準・乳牛 (2006 年版). P. 10-11, P. 43-44, P. 49, P. 55, P. 129-134. 中央畜産会. 東京.
- 25) 農研機構編 (2010) 日本標準飼料成分表 (2009 年版). P. 1-287. 中央畜産会. 東京.
- 26) 農研機構編 (2010) 日本飼養標準・肉用牛 (2008 年版). P. 152. 中央畜産会. 東京.
- 27) NRC (2001) NRC 乳牛飼養標準 (2001 年・第 7 版).

P. 5, P. 9, P. 24-25. デーリイ・ジャパン社 東京.

- 28) 扇 勉, 原 悟, 糟谷広高, 大坂郁夫, 遠谷良樹, 小倉紀美 (1999) 牧草サイレージ及びとうもろこし主体における乳牛の乾物摂取量. H10 年度研究成果情報 北海道農業 144-145.
- 29) 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.
- 30) 佐藤めぐみ, 岡田啓司, 内藤善久 (2006) 乳牛における TMR 泌乳期 1 群管理牛群と 2 群管理牛群の比較. 日本家畜臨床学会誌 29 (3), 90-91.
- 31) 新搾乳システム実用化推進事業 (1996) 新搾乳システム定着化マニュアル. 182-183. 畜産技術協会. 東京.
- 32) 田中義春 (2012) 新 (NEW) 「乳」からのモニタリングー乳検成績を活用してー. P. 18-19. デーリイ・ジャパン社 東京.
- 33) 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.
- 34) 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 (2012) 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. 日畜会報 83 (4), 363-372. 2012.
- 35) Yamazaki, T., Hagiya, K., Takeda, H., Sasaki, O., Yamaguchi, S., Sogabe, M., Saito, Y., Nakagawa, S., Togashi, K., Suzuki, K. and Nagamine, Y. (2013) Genetic correlations between milk production traits and somatic cell scores on test day within and across first and second lactations in Holstein cows. Livestock Science 152, 120-126

#### 会議資料

- †1) 道立新得畜産試験場 (1998) TMR 給与による泌乳牛一群管理の有効性. H9 年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, 1-20.

Nutrition management in groupings of lactating Holstein cows fed corn silage-based mixed ration on the basis of principal component analysis by using traits of lactation curve and body weight curve

Kiyoshi Hayasaka<sup>1)</sup> · Shuichi Iki<sup>2)</sup> · Shu Kogawa<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> NARO

<sup>2)</sup> Hokkaido Research Station of Snow Brand Seed Co., Ltd.

#### Summary

The 35 Holstein cows fed corn silage-based mixed ration in one group at a free stall barn were used in order to examine the priority of grouping, the conditions of cows having been suitable for one group control, and nutrition management method at primiparous and multiparous cows. First, Traits on milk yield, body weight, nutrition, blood components, reproductive performance in 39 lactation period records without heat stress were showed in each of 1st, 2nd, >3rd and their pooled lactation cows. Secondly, by using principal component analysis on the basis of traits of lactation curve and live weight curve through one lactation period in each of the 1st, 2nd, >3rd and their pooled lactation cows, the overall characteristics of the 1~3rd principal components were determined and principal component scores were divided into high and low groups. Each group was added traits such as nutrition, blood components, reproductive performance. Additionally, standard TDN% to each of primiparous, multiparous and their pooled cows, was provided according to levels of 305-d milk yields. Results obtained and considerations were as follows.

1 . Primiparous cows showed higher lactation persistency(LP), higher gains of body weight to late lactation, approximately-synchronized days of peak milk and peak TDN, and lower weight efficiency index (WEI=lactation yields / the average weight), compared with multiparous cows. The 2nd lactation cows were lower in the TDN rate of intake to requirement during one lactation period than the other lactation cows.

2. The 1st component with proportion of 0.35 in all pooled lactation cows was the overall characteristic which showed high level or not of calving nos. The high group of calving nos.

showed high lactation yields, lactation curve of high peak and low persistency and characteristics that 305-d live weight gain was small and WEI was as high as 16. When carrying out a group division, it considered that the standard should give priority to the difference in calving nos, particularly primiparous and multiparous cows.

3. The 2nd component with proportion of 0.18 in all pooled lactation cows was the overall characteristic which showed high level or not of LP. High LP group showed high lactation yields, levelled lactation curve, longer lactation period and more total milk yields, lower live weight gain, and the WEI was as high as 16. The LP value(=100+240 days in milk-60 days in milk) of high group averaged 91. The conditions suitable for one group control which raises LP to 91 and WEI to 16 with levelled live weight and higher milk yield were considered to be made to conceive so that lactation days may be extended moderately, to practice the culling of low performance or to select with matings with sire of high LP

4. The 1st component with proportion of 0.45 in 1st lactation cows was the overall characteristic which showed high level or not of LP. High LP group showed levelled lactation curve, longer lactation period with more 305-d lactation yields, lower live weight gain and the WEI of 14 (high as 1st lactation cows).

5. The 1st component with proportion of 0.29 in 2nd lactation cows was the overall characteristic which showed high level or not of LP. High LP group showed levelled lactation curve, longer lactation period with more lactation yields, and the WEI of 17. Since higher body weight at calving from high peak milk group of the 3rd component with proportion of 0.19 caused increases of milk yields, it suggested that the nutrition management which does not reduce ration energy concentration in late stages of 1st lactation cows was required.

6. From the 1st and 2nd principal components of cows of 3rd or greater lactation, cows with high peak milk yields showed the tendency of high lactation yields and high WEI. The validity of shortened dry period of >2nd-lactation cows was considered to improve negative energy balance.

7. In one group consisting of all pooled lactation cows, standard TDN when was considered as 80 kg of net weight differences during 305-d lactation period, was estimated to be 72.5% with the level of 9,000 kg/ 305-d milk yield, 72.9% with

the level of 9,500kg and 73.2% with the level of 10,000 kg.

8. Cows with apparent levelled lactation curve without heat stress at the same feeding condition were considered to be involved complexly in genetic factor and environmental factor such as extension of days open.

**Key word:** lactating cows, nutrition management, principal component analysis, lactation curve, lactation persistency



付 表

付表1 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)<sup>23)</sup>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)<sup>23)</sup>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

付表2 実測DMIに対する推定DMIの近似補正<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

付表3 初産次牛の第1主成分の低LP値Gと高LP値Gにおける2産次の繁殖性と泌乳性の成績

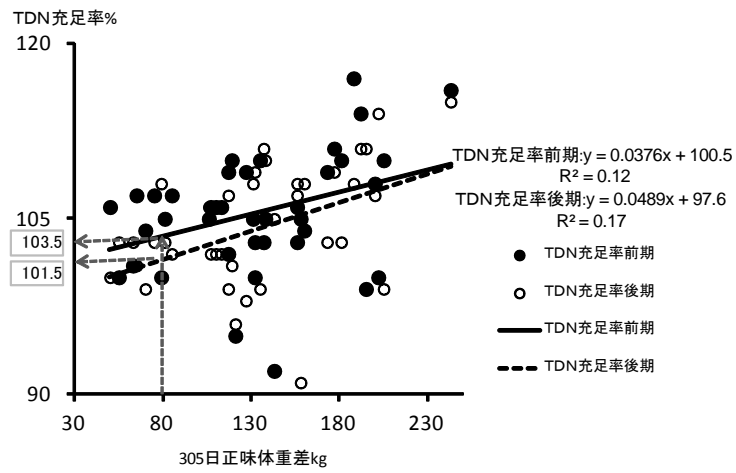
総合特性	第1主成分高スコア					第1主成分低スコア					
	低LP値G					高LP値G					
ウシ No..	1	2	3	4 <sup>1)</sup>	平均	5	6	7	8	g <sup>2)</sup>	平均
空胎日数	112	161	91	—	121	400	262	83	59	—	201
分娩間隔 <sup>3)</sup>	392	441	371	—	401	680	542	363	339	—	481
泌乳日数	353	383	312	—	349	566	506	312	300	—	421
乾乳日数	39	58	59	—	52	114	36	51	39	—	60
総乳量kg	11182	10436	8487	—	10035	18250	17054	12972	9378	—	14414
日乳量kg	32	27	27	—	29	32	34	42	31	—	35

<sup>1)</sup>2産次疾病除籍

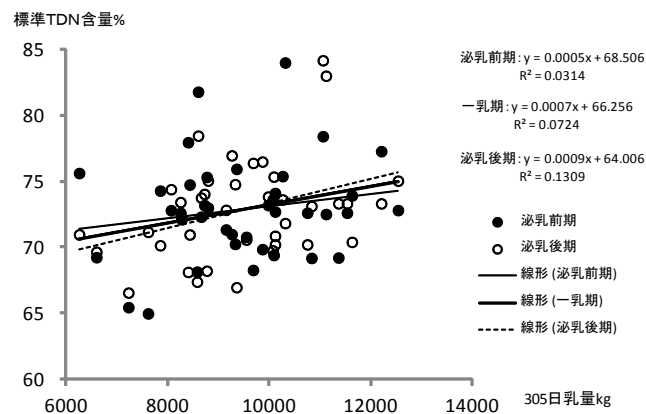
<sup>2)</sup>泌乳中に乳房炎で除籍

<sup>3)</sup>=空胎日数+280日

付 図



付図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



付図2 全産次牛の305日乳量(x)に対する標準TDN(y)の直線回帰