



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

泌乳曲線モデルによる乳牛の泌乳エネルギーの動態
の遺伝,産次,分娩季節間差異の解析

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 板野, 志郎, 大久保, 忠旦 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5861

泌乳曲線モデルによる乳牛の泌乳エネルギーの動態の 遺伝, 産次, 分娩季節間差異の解析

板野志郎・大久保忠旦¹⁾

農学部附属農場

1) 流域環境研究センター

(1993年7月20日受理)

Analysis of the Variation of Cows' Milk Energy with Lactating Curve Model in Relation to Heredity, Calving Number and Calving Season

Shiro ITANO and Tadakatsu OKUBO¹⁾

Experimental Farm, Faculty of Agriculture

1) Institute for Basin Ecosystem Studies, Gifu Univ.

(Received July 20, 1993)

SUMMARY

This study was performed for the purpose of finding the parameters of lactating curve, and to determine the effects of mother family line, calving number and birth season on them. First, lactating data on 66 Holstein cows' raised in the Animal Husbandry Experiment Station, the University of Tokyo, were applied to Wood's mathematical model.

Wood's formula is as follows:

$$Y = a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot t)$$

Y : milk energy yield t : time after calving

a : parameter to determine milk yield level

b, c : parameter to decide a shape of lactating curve

In addition, for other parameters, the days after calving at peak milk energy yield (tp; day), per metabolic body size (MBS; body weight^{0.75}), milk energy yield at starting lactation (PO; MJ/MBS·day), peak milk energy yield (Ptp; MJ/MBS·day), and average milk energy yield among lactating 10th month (P; MJ/MBS·day), were calculated by transforming the above formula. These lactating parameters were compared among three mother family lines (Royalwalker, Empress and Wilhelmina line), each calving number and birth season, respectively. The results were as follows.

1. There was a small difference of lactating parameter values among mother family lines, provided that parameter 'a' of Royalwalker line and parameter 'Ptp', 'P' of Empress line were higher than those of other lines.
2. The effect of calving number on the parameter was strong, particularly in relation to the level of milk energy yield.
3. The decrease of milk energy after peak yield was influenced by past heat stress.
4. Quantitative levels of milk energy were effected mutually by calving number and birth season.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (58) : 107—114, 1993

要 約

本研究は泌乳牛のエネルギー動態の解析に必要な泌乳エネルギー曲線のパラメータ値を得ること及びそ

のパラメータ値に対する母家系，産次，分娩季節による影響を把握することを目的とし，東京大学附属牧場で飼養されたホルスタイン種乳牛66頭の経時的泌乳データを Wood の泌乳曲線モデルに当てはめた。

Wood's model

$$Y = a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot t)$$

Y：泌乳エネルギー量 t：分娩後経過時間

a：泌乳レベルを決めるパラメータ，

b, c：主に曲線の形を決めるパラメータ

泌乳エネルギーは上式のパラメータ以外に式を変形して，泌乳最高時分娩後日数：tp(day)，泌乳開始時泌乳エネルギー量：PO (MJ/MBS·day)，最高時泌乳エネルギー量：Ptp (MJ/MBS·day)，泌乳期10カ月の平均泌乳エネルギー量：P (MJ/MBS·day) を算出した。これらの泌乳パラメータに対して母家系間および産次間，分娩季節間で比較した。

結果は以下の通りであった。①泌乳パラメータの母家系間差は小さい。ただし，パラメータ a は Wilhelmina 系が他系より高い値を示したのに対し，パラメータ Ptp, P では Empress 系が高い傾向を示した。②泌乳パラメータに対する産次の影響は強く，特に泌乳レベルに影響を及ぼす。③泌乳エネルギーの最高生産時以降の低下は暑熱ストレスの履歴現象を受ける可能性がある。④泌乳エネルギーのレベルには産次と分娩季節の交互作用による影響が存在する。

以上のことより，泌乳牛のエネルギー収支の動態を検討するとき，乳エネルギー生産量の産次，分娩季節による差異は無視できないことが示唆された。

結 言

乳牛の泌乳エネルギー生産量の経時的変動を把握することはその栄養要求量を考えていく上で重要な問題となる。また報告されているいくつかの家畜のエネルギー収支モデル¹⁻³⁾や著者らが作成した泌乳牛の摂取から増体，乳生産までのエネルギー流を表すシステムモデル⁴⁾は，泌乳エネルギー量の経時的動態を表す遺伝的パラメータ値を必要としている。小林⁵⁾は Bruce らのモデル¹⁾を利用して母家系間で乳生産量が異なることを示した。また乳量や泌乳エネルギーの経時変動が系統・産次・分娩季節によって異なることもいくつか報告⁵⁻⁸⁾されている。しかし，板野ら⁹⁾は各母家系による遺伝的成長量の差異があることを報告しており，泌乳パラメータの遺伝的差異を表すときそれに対する成長の影響を考慮する必要がある。このような理由から，泌乳牛の飼料摂取から生産までのエネルギー動態を解析検討するには，泌乳パラメータ値に及ぼす上記因子の影響を明確にしておかねばならない。

そこで本研究ではホルスタイン種乳牛の泌乳曲線の代表的パラメータ値を示し，これらパラメータ値に及ぼす母家系，産次，分娩季節の影響を検討する。泌乳量の経時曲線には従来 Wood の Γ 関数モデル¹⁰⁾が利用されており，また彼は泌乳エネルギーにおいてもこのモデルが利用できることを示した⁸⁾。本研究では月に1度測定されている乳脂率とその時の乳量から泌乳エネルギー量を算出，その値を Wood の泌乳関数¹⁰⁾に当てはめた。そして泌乳曲線パラメータ値およびその他のパラメータとして泌乳開始時の乳エネルギー量，泌乳最高時の分娩後日数とその時の乳エネルギー量，泌乳期10カ月間の平均泌乳エネルギー量を算出し，母家系間，産次間，分娩季節間で比較した。

材料および方法

(1) データ

材料には，東京大学附属牧場で1969年～1986年までに生まれたホルスタイン種乳用牛5系統66頭の体重および泌乳量，乳脂率の記録を用いた。各個体とも泌乳期間中，体重は1ヶ月毎に，乳量は毎日，乳脂率は月に1度，朝と夕に測定されている。利用された乳牛の母家系は Royalwalker 系(R系；25頭)，Empress 系(E系；18頭)，Wilhelmina 系(W系；11頭)，Panzy 系(P系；7頭)，Sannyside 系(S系；5頭)の5系統であった。解析に利用された泌乳例数は134例で，そのうち各々の母家系，産次，分娩季節に利用された泌乳数は表1に示した通りである。

また本研究では後述する3つのパラメータ (PO, P tp, P; 全てエネルギー量を示す) を代謝体重当たりで表している。代謝体重は測定体重を0.75乗する事により算出し、本論文の式中では MBS の記号で表している。

(2)泌乳データの算出

泌乳期間中の泌乳エネルギー生産量 (MJ) は乳脂率と乳量から次式により算出できる。

$$Y = M(0.4 + 0.15 \cdot F) \cdot 3.138 \quad (1)$$

ここで、Yは泌乳エネルギー生産量 (MJ), Fは測定された乳脂率 (%), Mはその時の乳量 (kg) で、この式は4%補正乳量 (4% FCM) 1kgを3.138MJ (=0.75Mcal) としている。この式から、朝と夕の泌乳エネルギーをそれぞれ算出し合計することにより、1日の泌乳エネルギー生産量 (MJ/day) とした。また、泌乳曲線の形は分娩から早い時期に最高量を示すΓ形を示すため、月ごとの値を当てはめると泌乳初期の形を表せないことが多い。そこで、分娩後1週間以内の泌乳量とその時期にいちばん近い乳脂率を(1)式に当てはめ、泌乳初期の泌乳エネルギーを疑似的に算出した。

(3)データの泌乳曲線モデルへの当てはめ

Wood¹⁰⁾は泌乳曲線を示すΓ形時系列関数として次式を表した。

$$Y_t = -a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot t) \quad (2)$$

tは分娩から経過時間, Y_tはt時の泌乳量, a, b, cはパラメータ値である。(2)式は対数化すると次式の線形の重回帰式となる。

$$\ln Y_t = \ln a + b \cdot \ln t - c \cdot t \quad (3)$$

ここで前述により求めた泌乳期間中の各月の日・泌乳エネルギー生産量のデータとその時の分娩後日数を最小自乗法により(3)式に当てはめた。また実際の泌乳パラメータの代表値とその母家系、産次、分娩季節による差異の解析には、重回帰式への当てはまりが1%水準 (分散分析) で有意な式のみを用いた (表1)。これは泌乳モデルに当てはめられたデータが泌乳初期を除くと月1度であったことと泌乳初期のデータを疑似的に算出したことを考慮し、解析時の精度を上げるために行った。

(4)泌乳パラメータの算出とその意味

上記のモデルへの当てはめにより得られるパラメータ a, b, c は次の意味を持つ。aは泌乳エネルギー曲線の量的レベルを調節しており、曲線の形には影響しない。この値が大きいほど量的レベルは上昇する。bは分娩時の泌乳エネルギーの最低レベルから数週間後の最高レベルまでの上昇の程度を調節しており、その結果最高時の泌乳エネルギー量にも関与する。bの値が大きいほど最高時までの上昇が激しい。cは泌乳エネルギーの最高時以降の減少の程度を調節しており、この値が大きいほど減少の仕方が大きい。

その他のパラメータとして、泌乳開始時の代謝体重当たりの泌乳エネルギー (PO: MJ/MBS・day) は(2)式の t に1を代入し、それを泌乳開始時に最も近い時期に測定された体重の代謝体重 (MBSO) で除することにより得た。

$$PO = a \cdot \exp(-c) / MBSO \quad (4)$$

また、(2)式は、泌乳エネルギー量最高時の分娩後日数 (tp: day) とパラメータ b, c 間に次式の関係があることを示している。

$$tp = b/c \quad (5)$$

このことから、最高時の代謝体重当たりの泌乳エネルギー量 (P tp: MJ/MBS・day) は、(2)式を変形して tp で表し、それをそのいちばん近い時期に測定された代謝体重 (MBS tp) で除することにより得られる。

$$Ptp = a \cdot tp^b \cdot \exp(-c \cdot tp) / MBS tp \quad (6)$$

同様に(2)式に泌乳期1~10カ月の月毎の体重測定時の分娩後日数を代入、それを測定時の代謝体重で除したものの月平均値を算出し、その値を泌乳期間中の日・代謝体重当たりの平均泌乳エネルギー (P: MJ/MBS・day) とした。

$$P = \Sigma(Y_t / MBS t) / 10 \quad (7)$$

(tは体重測定時の分娩後日数)

(5)解析

Table 1. Adoptability of lactating curve

		Actual lact. (number)	Adopted lact. (number)	Adoptability (%)	R ²
TOTAL		177	134	75.7	0.858
Family line	Royal walker	65	49	75.4	0.850
	Empress	47	37	78.7	0.863
	Wilhelmina	36	26	72.2	0.854
	Panzy	16	14	87.5	0.872
	Sannyside	13	8	61.5	0.874
Calving number	1 st	57	41	71.9	0.848
	2 nd	41	31	75.6	0.856
	3-4 th	50	37	74.0	0.858
	5th more	29	25	86.2	0.878
Calving month	Mar.-May	34	31	91.2	0.871
	June-Aug.	47	34	72.3	0.854
	Sep.-Nov.	49	33	67.3	0.846
	Dec.-Feb.	47	36	76.6	0.857

Adoptability = Lactation number adopted analysis / actual lactation number. R² are calculated to adopted lactating curves.

上記より推定された各パラメータ (a, b, c, tp, PO, Ptp, P) を母家系, 産次, 分娩季節間で比較した。母家系間の比較には泌乳例数の多い Royalwalker 系 (R系; n=49), Empress 系 (E系; n=37), Wilhelmina 系 (W系; n=26) の3家系に対して一元配置分散分析を使って行われた。産次, 分娩季節間の比較では, まずパラメータを, 1産次, 2産次, 3・4産次, 5産次以上に分類, それをさらに春分娩 (3~5月), 夏分娩 (6~8月), 秋分娩 (9~11月), 冬分娩 (12~2月) に割り付け, 繰り返しのある二元配置分散分析を行った。これは産次と分娩季節が交互に作用していない独立の効果を比較するためである。但し, 繰り返しのデータ数にはばらつきがあるため, 吉田¹¹⁾による欠測値補正を行った。また産次間, 分娩季節間の個々の比較には最小有意差法 (lsd-method) を用いた。

結果及び考察

本研究では泌乳期間中の月1度のデータから算出した泌乳エネルギー量を, 対数線形化した Wood の Γ 型関数¹⁰⁾に最小自乗法で当てはめた。貴志ら¹²⁾は泌乳期9カ月間の4週間間隔の泌乳量データを Wood のモデルに当てはめ, 4週間という測定間隔が305日乳量および最高乳量の説明には妥当性を示すが, 他のパラメータの遺伝率推定には一定の傾向を示さないことを報告している。東京大学附属牧場では乳脂率が月1度しか測定されていないため, 測定間隔を考慮することはできなかった。このような泌乳エネルギー量の算出法とは別の手法として Wood⁸⁾は泌乳量と乳脂率を別々に自身のモデルに当てはめ, そこから泌乳エネルギーのパラメータを推定する方法をとっている。

Wood の Γ 関数は乳量曲線に一般に利用されている関数で, また本研究のように1個体の1泌乳期のデータ数が少ない場合でも, 適用された曲線は寄与率0.86を示した (表1)。他の泌乳モデルとして林ら¹³⁾は振動モデルを, 横内¹⁴⁾は Wood の関数に重み付けをおこなって当てはめている。表1に実際に当てはめた泌乳数とそのうち解析に利用されたものの数とその割合 (採択割合) および利用された曲線の寄与率を全体, 母家系, 産次, 分娩季節毎に示した。全体としての採択割合は75%と少し低い。母家系間で比較するとS系はかなり低い (61%) が他の4系統はすべて70%を超えていた。産次では産次が進むにつれて採択割合も上昇する傾向を示した。分娩季節間では春分娩の採択割合が高く (91.2%), 秋分娩が少し低い (67.

Table 2. Average values of lactating parameter for family line and all data

	Total	Family line				
		R	E	W	P	S
c	0.00499	0.00489	0.00542	0.00476	0.00516	0.00405
b ⁺	0.202	0.201	0.231	0.193	0.172	0.151
a	48.2	46.3	44.4	50.6	54.9	57.5
tp(DAY)	41.8	42.8	44.4	42.0	33.5	37.6
PO(MJ/MBS)	0.405	0.392	0.383	0.406	0.469	0.477
Ptp(MJ/MBS)	0.677	0.663	0.695	0.654	0.710	0.697
P(MJ/MBS)	0.488	0.471	0.503	0.486	0.490	0.527

R: Royalwalker, E: Empress, W: Wilhelmina, P: Panzy, S: Sunnyside line. ⁺ Shows 25% level significance among three family lines(R, E and W line).

Table 3. Average values of lactating parameter for calving number and calving season

(1) Calving number

	Calving number				P
	1st	2nd	3,4th	5th more	
c	0.00485	0.00473	0.00517	0.00527	N.S.
b	0.212	0.178	0.211	0.202	N.S.
a	37.2 ^a	51.2 ^b	53.0 ^b	55.7 ^b	P < 0.01
tp(DAY)	45.1 ^a	39.0 ^b	41.9 ^b	39.7 ^b	N.S.
PO(MJ/MBS)	0.350 ^a	0.431 ^{ab}	0.426 ^b	0.435 ^b	P < 0.01
Ptp(MJ/MBS)	0.614 ^a	0.659 ^{abc}	0.734 ^c	0.722 ^b	P < 0.01
P(MJ/MBS)	0.448 ^a	0.477 ^{abc}	0.527 ^c	0.516 ^b	P < 0.01

(2) Calving month

	Calving month				P
	Mar.-May	June-Aug.	Sep.-Nov.	Dec.-Feb.	
c	0.00514	0.00556	0.00458	0.00468	P < 0.10
b	0.182	0.221	0.203	0.199	N.S.
a	49.9	46.1	47.8	49.0	N.S.
tp(DAY)	35.8	40.9	45.0	44.9	N.S.
PO(MJ/MBS)	0.439	0.384	0.388	0.412	N.S.
Ptp(MJ/MBS)	0.684	0.672	0.657	0.695	N.S.
P(MJ/MBS)	0.473	0.476	0.489	0.511	N.S.

a,b and c shows the significance among calving number or calving month by lsd-method. Parameters a, P, PO, Ptp show the cross efficiency between calving number and calving month with P < 0.10.

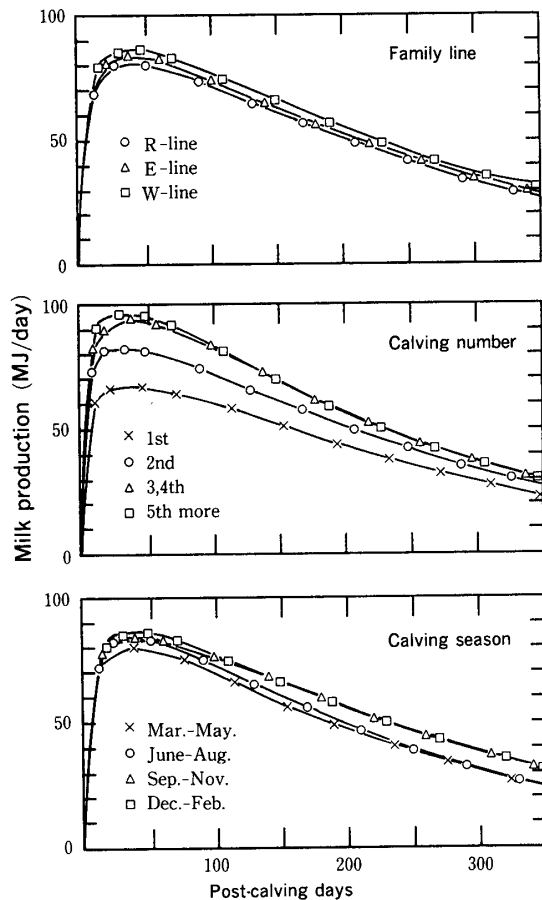


Figure 1. Lactating curve of milk energy of family line, calving number and calving season.
R: Royalwalker E: Empress W: Wilhelmina

乳量でみるとW系が他系より高い値を示しているのに対し代謝体重当たりでみるとE系の方が少し高い値を示している。これはW系の泌乳時の体重が他系統より大きいためおこったと考えられる。以前報告した成長解析の結果⁹⁾はW系の500日齢以降の体重成長が他系統より大きいことを示している。しかしこのような母家系間のパラメータの差異は小さく、泌乳曲線に及ぼす母家系の影響は以下に述べる産次、分娩季節による影響よりもかなり小さいと言える。

産次と分娩季節を因子とした2元配置分分析の結果を表3に、また産次と分娩季節毎のパラメータ値を用いた泌乳エネルギー曲線をそれぞれ図1の中段と下段に示した。

産次間で比較すると(表3(1)), 曲線のレベルを調節しているパラメータaは産次の影響を強く受ける($P < 0.01$)。この値は1産次で37.2, 他産次で50.0~55.0の範囲にあたり、1産次の値の低さが、大きく影響しているといえる。検定においても、1産次と3産次以上のlsdは $P < 0.01$, 1産次と2産次のlsdは $P < 0.10$ で有意差を示したのに対し、2産次以上の間には統計差は示されなかった。高田¹⁷⁾は初産次の乳量レベルは他産次より低いと述べている。パラメータbは平均値で2産次(0.1777)が他産次(0.2020~0.2116)より低い値を示すが、どちらも統計的差異は示されなかった。同様の傾向を示す報告として、Wood⁸⁾はパラメータb, cが産次の進むほど大きくなることを示している。1産次の泌乳最高時分娩後日数tpは他産次より3~6日遅くなる傾向を示すが統計的差異は示されていない。パラメータPO(MJ/MBS·day)は産次の影響を強く受ける($P < 0.01$)が、これは、1産次の値が低い(平均0.35)ため生じたといえる。2産次

4%)。これらの採択割合の違いの原因については明かでないが、産次が低いほど或いは泌乳初期から中期に暑熱ストレスを受けた時には泌乳形がはっきりしなくなるのかもしれない。ただし採択された曲線の寄与率は最低値を示している9~11月分娩牛でも84%を超えており、その曲線は母家系間、産次間、分娩季節間の比較解析に十分利用できると考えた。

泌乳パラメータの総平均値と母家系毎の平均値を表2に、そのパラメータ値を用いた泌乳エネルギー曲線のシミュレーションを図1上段に示した。Wood⁸⁾はb, c, tpの値としてそれぞれ0.1047, 0.00349, 30.03を示しており、これは本研究の値0.20162, 0.00499, 41.78と少し異なっている。この差異がWoodのパラメータ算出法が本研究と異なっているために生じたのか、本研究で用いた乳牛の遺伝性や飼養環境により生じたのかは解からない。モデルから導いた泌乳期10カ月の代謝体重あたりの泌乳エネルギー値(MJ/MBS·day)0.49は、Brody¹⁵⁾の0.45, Taylor¹⁶⁾の0.47の値と近い値を示した。

パラメータの母家系間(R, E, W系)の比較では、パラメータaはW系で、パラメータc, Ptp, P, はE系で他系統より少し高い値を示したが統計的な差異は示さなかった。bはE系が25%水準で他系より高い値を示した。パラメータtpとPOに対してはほとんど差を示さなかった。このことは、E系は泌乳開始からの上昇とピーク時からの減少の程度が大きい傾向を持つ事を示している。1日当たりの泌

以上では0.42~0.44の範囲にあり大きな差はみられない。パラメータ Ptp, Pも産次の影響を強く受け(共に $P < 0.01$)、産次が進むにつれて高くなるが、3産次以上ではほとんど変わらない。鈴木・光本⁷⁾は乳量に対して産次が大きな影響を示すことを報告している。本研究で解析した乳量を左右するパラメータ a, PO, Ptp, Pもすべて統計的に有意な産次の影響を強く受けたが、この結果は彼らの報告と一致する。

上記のことから、各産次の泌乳エネルギーの動態について次のことが推察される。1産次では泌乳エネルギーの最高量になる時期が他産次より少し遅れ、最高時以降の乳量は3産次以上のそれより緩やかに減少する傾向がある。しかし泌乳期間全体を通じて泌乳レベルが低いため他産次より泌乳エネルギー量は少なくなる。2産次では泌乳開始時の泌乳エネルギー量は3産次以上と変わらないが、最高量に達するまでの上昇の程度が他産次より緩やかで、その最高量は3産次以上より少なくなる。また最高時以降の泌乳エネルギー量は3産次以上より緩やかに低下する傾向がある。その結果2産次の泌乳期全体の乳量は1産次より多く、3産次以上より少なくなる。3産次以上では最高時以降に他産次より急な低下を示すが、泌乳開始、最高時泌乳エネルギー量を含めた泌乳期全体の量的レベルが高いため、他産次より泌乳エネルギー量は大きい。

分娩季節間の比較では(表3(2))、パラメータ c 以外の統計的差異は示されなかった。各パラメータは次のような値を示す。パラメータ a は春・冬期分娩牛 (49.9, 49.0) が夏・秋期分娩牛 (46.1, 47.8) より高い値を示す。パラメータ b は春期分娩牛 (0.18) が他季節のそれ (0.20~0.22) より少し低い値を示す。パラメータ c は夏期分娩牛 (0.0056) が一番高く、次いで春期分娩牛 (0.0051)、秋・冬期分娩牛 (0.0046, 0.0047) の順となり、季節間で10%水準の低い有意性を示した。泌乳最高時の分娩後日数 (tp) には、春期分娩牛 (35.8) が最も早く達し、次いで夏期分娩牛 (40.9)、秋・冬期分娩牛 (45.0, 44.9) の順に達する。パラメータ PO (MJ/MBS・day) は春・冬期分娩牛 (0.44, 0.41) が夏・秋期分娩牛 (0.38, 0.39) より高い値を示す。パラメータ Ptp (MJ/MBS・day) は秋 (0.66)、夏 (0.67)、春 (0.68)、冬 (0.69) の分娩季節順に、パラメータ P (MJ/MBS・day) は春 (0.47)、夏 (0.48)、秋 (0.49)、冬 (0.51) の分娩季節順に高い値を示す。

上記のパラメータ PO の値から、夏・秋期分娩牛は泌乳開始時の泌乳エネルギー量が低いこと、パラメータ b, tp の値から春期分娩牛は他の分娩季節の牛よりも最高泌乳量までの上昇傾向が緩やかで、最高になる時期が早いことが解る。これは夏・秋期分娩牛は泌乳初期に、春期分娩牛は本来なら最高時泌乳量になる時期に、暑熱ストレスを受けるために起こった可能性がある。乳量、摂取量、乳脂率が高温時や夏に低下するという報告は多く¹⁸⁻²⁰⁾、また著者ら⁴⁾は泌乳エネルギーの摂取代謝エネルギーに対する総効率が高温時に低下することを明らかにした。泌乳最高時以降の減少の程度を示すパラメータ c の値が、夏期分娩牛で最も大きく、次いで春期分娩牛であることは、夏と春に分娩した牛は泌乳最高時以降の泌乳エネルギーの低下が激しいことを示している。これは泌乳開始から泌乳最高時までの間に受けた暑熱ストレスが泌乳最高時以降にも影響を与えたためかもしれない。高橋³⁾は泌乳初期に暑熱ストレスを受けた牛は涼しい季節になって食欲が回復しても乳量は変わらないことを示唆した。また柴田⁹⁾は総説の中で、泌乳中期のものが最も暑熱ストレスを受けやすいことを示す研究例を紹介している。

また繰り返しのある産次と分娩季節の2元配置散分析の結果は、パラメータ a, PO, Ptp, P に対して産次と分娩季節間の交互作用が影響することを示した。これらのパラメータは全て泌乳レベルに関与している。Wood⁶⁾は泌乳曲線の形を決めるパラメータ b, c に対する分娩季節と産次の交互作用はないが、乳量、乳脂肪に対してその交互作用が存在することを示した。鈴木・光本⁷⁾も乳量に対する産次と分娩季節の交互作用は無視できないと述べている。また高田¹⁷⁾は乳量、脂肪量の夏期低下量は産次数と比例関係があると述べているが、これらの報告は本研究の解析結果と一致する。

上記の泌乳解析の結果から泌乳エネルギーの動態全般について次のことが推察される。泌乳エネルギーの量的レベルに主に影響するのは産次であり、分娩季節は産次との交互作用として量的レベルに影響を与える。泌乳曲線の形に対して産次、分娩季節、及びその交互作用の与える影響は小さいが、泌乳最高時以降の減少の程度だけは分娩季節が影響する。

文 献

- 1) Bruce, J.M., Broadbent, P.J. & Topps, J.H. : A model of the energy system of lactating and pregnant cows. Anim.Prod. 38:351-362, 1984.
- 2) 広岡博之・山田行雄：肉用牛の成長と生産に関するシステム分析 I. モデル. 日畜会報56：557-565, 1985.
- 3) 高橋繁男・相井孝充・久米新一・栗原光規：泌乳牛の乳量及び体重予測モデル. 農業生産管理システム構築のための情報処理技術の開発研究成果集別冊38-47, 農林水産省農業研究センター, 1990.
- 4) 板野志郎：“泌乳牛のエネルギー収支の動態とその数学モデルによる解析”：1991年度東京大学学位論文, 1992.
- 5) 小林伸行：“ホルスタイン種乳牛におけるエネルギー収支の季節変化と数学モデル適用の試み”：1988年度東京大学修士論文, 1989.
- 6) 柴田正貴：一総説— 高温環境下における乳牛の熱収支と乳生産. 日畜会報54：635-647, 1983.
- 7) 鈴木三義・光本孝次：搾乳量フィールドデータの部分記録の拡張における産次と季節の効果. 日畜会報47：632-638, 1976.
- 8) Wood, P.W.P. : Breed variations in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency. Anim.Prod.31:133-141, 1980.
- 9) 板野志郎・大久保忠旦. 沢崎 徹・松井寛二：ホルスタイン種乳用牛の成長パラメータ値とその家系間差. 日畜会報63：332-334, 1992.
- 10) Wood, P.D.P. : Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216 : 164-165, 1967.
- 11) 吉田 実：“畜産を中心とする実験計画法” 東京：養賢堂, 1975.
- 12) 貴志和男・飯野弘・立川征夫・田鎖高晴・河西直樹・横内國生：乳牛における泌乳曲線実験式による305日間乳量の推定. 日畜会報53：23-28, 1982.
- 13) 林孝・長嶺慶隆・西田朗：振動モデルによる泌乳曲線の解析. 日畜会報57：471-478, 1986.
- 14) 横内國生：一短報— 乳牛の泌乳曲線および鶏の産卵曲線あてはめにおける重みつき最小二乗法. 日畜会報52：314-316, 1981.
- 15) Brody, S. : “Bioenergetics and growth” New York : Hafner Publishing Company. 206-231, 1945.
- 16) M. クライバー：“生命の火 [亀高正夫・堀口雅昭 共訳]” 東京：養賢堂, 1987.
- 18) 高田修：研究要報 乳牛にみられる暑熱ストレスの影響. 畜産の研究44：63-64, 1990. ,
- 18) 鎌田寿彦, 野村巖, 森田琢磨：夏期における乾・湿球温度と乳量との関係. 家畜の管理18：25-26, 1982,
- 19) Shibata, M. and Mukai, A. : Effect of heat stress and hay-concentrate ration on milk production, heat production and some physiological responses of lactating cows. Jpn.J.Zootech.Sci.50:630-637, 1979.
- 20) 柴田正貴・向居彰夫：乳牛の熱発生量, 各種生理反応および乳生産に及ぼす季節の影響. 家畜の管理17：43-50, 1981.