

## 乳用育成牛における発育性と血液成分及び泌乳能力の関係

生田健太郎\*・廣崎里麻\*・篠倉和己\*・山口悦司\*\*・福尾憲久\*\*\*・小嶋 睦\*

### 要 約

酪農家6戸で自家育成される3~24か月齢の雌子牛51頭を対象に体重・体測尺値および血液成分を3か月間隔で測定し、発育性と血液成分の関係と、牛群検定成績を基に発育性が初産時の泌乳能力に及ぼす影響を検討した。

- 1 発育に伴い、ヘマトクリット(Ht)・血糖(Glu)・中性脂肪(TG)・無機リン(iP)・カルシウム(Ca)は低下する傾向が認められ、総蛋白質(TP)・アルブミン(Alb)・尿素態窒素(BUN)・総コレステロール(Tcho)は上昇する傾向が認められた。
  - 2 発育値と血液成分(TP, BUN, Glu, iP)との間に有意な相関が認められた。
  - 3 発育速度と血液成分(Ht, BUN, Glu, Ca)との関連性は、育成前期(3~12か月齢)において顕著であった。
  - 4 体重発育良好群では発育不良群に比べ、I期(3~6か月齢)のHt・TP・Alb・Glu・iPとII期(7~12か月齢)のHtが有意に高く、II期のGlu, III期(13~18か月齢)のGlu・Tcho及びIV期(19~24か月齢)のBUN・iPが有意に低かった。体高発育良好群では発育不良群に比べ、I期のTGとII期のTP・BUNが有意に高く、II期のGluとIII期のiPが有意に低かった。
  - 5 初産時における実乳量や泌乳能力発揮率は発育値と有意な正の相関関係にあったが、発育速度との関連性は認められなかった。
  - 6 体重および体高の発育良好群では発育不良群に比べ、実乳量や泌乳能力発揮率が有意に高かった。
- 以上より、育成牛の発育性と血液成分との関連性が示唆され、とくに育成前期における栄養状態が発育速度に大きく影響し、初産分娩までに到達した発育値が初産時泌乳成績に影響を与えると考えられた。

### Relationship between Body Measurements, Blood Composition and First Lactation Milk Yield of Holstein Replacement Heifers in Dairy Farms

Kentarou IKUTA, Rima HIROSAKI, Kazumi SASAKURA,  
Etuji YAMAGUCHI, Norihisa FUKUO and Mutumu KOKAMO

### Summary

Using 51 holstein replacement heifers in 6 dairy farms, body measurements and blood composition were determined at 3 month intervals at 3 to 24 months of age. In addition, the effects of growth on first lactation milk yield were studied.

- (1) According to developing, the concentrations of hematocrit (Ht), Glucose (Glu), Triglyceride (TG), inorganic phosphorus (iP) and calcium (Ca) decreased. Conversely, total protein (TP), albumin (Alb), blood urea nitrogen (BUN) and total cholesterol (Tcho) increased.
- (2) Significant correlations were observed between body weight (BW), or many skeletal measurements, and blood composition (TP, BUN, Glu, iP).
- (3) Relationship between daily gain of BW, or many skeletal measurements, and blood composition (Ht, BUN, Glu, Ca) was stronger in the first half of rearing than the last half.
- (4) In the eugonic group of BW, the concentrations of Ht, TP, Alb, Glu and iP at age 3 to 6 months (stage I) and Ht for age 7 to 12 months (stage II) were significantly higher, Glu in stage I, Glu and Tcho at 13 to 18 months (stage III) and BUN, iP at 19 to 24 months (stage IV) were significantly lower than the dysgonic group. In the eugonic group of withers height (WH), the concentration of TG for stage I, TP and BUN for stage II were

2000年8月30日受理

\* 淡路農業技術センター

\*\* 洲本家畜保健衛生所

\*\*\* 洲本農林水産事務所

significantly higher, Glu for stage II and iP for stage III were significantly lower than the dysgonic group.

(5) The body measurements were related positively to the actual 305 day milk yield and the rate of demonstration of milk production ability, but the daily gain of body measurements did not affect milk production.

(6) In the eugonic group of BW or WH, the actual 305 day milk yield and the rate of demonstration of milk production ability were significantly higher than the dysgonic group.

These results suggest that blood composition was associated with the growth of holstein replacement heifers, the nutritional statement for the first half of rearing was affected by the rate of growth, and the final body size influences the performance of milk production during the first lactation.

キーワード：乳用育成牛，血液成分，発育値，泌乳能力

### 緒 言

酪農経営における育成牛管理は、将来の乳生産を左右する重要な部門である。しかし、近年、交雑種(F1)子牛の価格が高値で推移しているため、乳用種の交配が減少し、酪農家の育成意欲も低下傾向にある。このことは酪農経営向上の柱である牛群改良に支障を来すばかりでなく、導入に依存した牛群更新による経営の不安定化も危惧される。

育成牛の飼養は将来への投資であるが、購入粗飼料への依存度が高い当地域では自家育成にかかるコストもけっして安いものではない。それ故に、如何に早く、受胎・分娩に適した体格に育て、なおかつ遺伝的能力を十分に発揮させることが育成技術の目標となる。

そのためには、発育状況を定期的にモニターし、随時、飼養管理に修正を加えていく必要がある。しかし、育成牛の体重や体高を定期的に測定している酪農家は皆無に等しく、泌乳牛に比べ、飼養管理の適否に対する関心が低いのが現状である。

最近、泌乳牛に対しては代謝プロファイルテストと呼ばれる血液検査による栄養診断が普及し、飼養管理と乳

生産性との関係が明らかにされつつある。育成牛においても栄養状態が発育性と関連することは報告されている<sup>1, 2, 10, 17-19, 21, 23, 25, 26)</sup>が、育成牛の血液成分と発育性の関係についてはほとんど検討されていない。

そこで、育成牛の栄養モニタリング手法の確立を目的に、中規模酪農家で自家育成される雌子牛を対象に継続的な調査を行い、血液成分と発育性の関係を検討した。さらに、発育性が初産時における乳生産に及ぼす影響について、牛群検定成績を基に検討した。

### 材料及び方法

#### 1 供試牛，調査間隔，調査期間

淡路島内の牛群検定農家6戸において、1995年6月～1996年3月にかけて生産された雌子牛51頭を供試した。このうち、育成期間中の調査が完了したのが49頭、初産時の検定成績が得られたのが34頭であった(表1)。

現地調査は平成1995年9月～1997年12月にかけて、3か月間隔で、1戸につき9～10回実施した。各供試牛の調査期間は3か月齢から24か月齢までとした。

#### 2 調査項目と方法

表1 調査対象農家の概要と供試頭数

農家名	経産牛 <sup>1)</sup> (頭)	経産牛乳量 <sup>1)</sup> (kg/年)	育成牛 (頭)	育成施設	平均初産		供試頭数	
					分娩月齢 <sup>1)</sup>	当初	育成時 <sup>2)</sup>	初産時 <sup>3)</sup>
A	42	6891	22	パドック群飼	27	10	9	7
B	39	8638	20	パドック群飼	25	9	9	0
C	30	8518	25	パドック群飼	27	8	8	6
D	29	7229	20	繋ぎ	26	9	8	6
E	16	7789	8	繋ぎ	26	5	5	5
F	31	8819	20	パドック群飼	27	10	10	10
					計	51	49	34

1) 1995年2月時点における過去1か年の牛群検定成績

2) 育成期間中の調査が完了した頭数

3) 初産時305日牛群検定成績が得られた頭数

(1) 発育性

発育値として体重・体高・十字部高・体長・尻長・腰角幅・寛幅・胸囲・腹囲の9項目を毎回の現地調査で計測した。なお、体重は体重計 (TRU-TEST 社製) を用いて実測した。

また、各発育値それぞれの日増加量 (以下発育速度と呼ぶ) を育成前期 (3~12か月齢) と育成後期 (13~24か月齢) に分けて算出した。

(2) 血液成分

血液はヘパリン加真空採血管を用いて頸静脈より採血し、冷蔵保存して持ち帰り、当日中に分析した。

分析項目はヘマトクリット (以下 Ht と呼ぶ) ・総蛋白質 (以下 TP と呼ぶ) ・アルブミン (以下 Alb と呼ぶ) ・尿素態窒素 (以下 BUN と呼ぶ) ・血糖 (以下 Glu と呼ぶ) ・総コレステロール (以下 Tcho と呼ぶ) ・中性脂肪 (以下 TG と呼ぶ) ・無機リン (以下 iP と呼ぶ) ・カルシウム (以下 Ca と呼ぶ) の9項目で、Ht は遠心法、TP は屈折法、その他は血液自動分析装置 (富士ドライケム3030, 富士写真フィルム社製) で測定した。

(3) 泌乳能力

遺伝的な泌乳能力として、初産時305日推定乳量 (以下推定乳量と呼ぶ) を以下の数学モデル式から算出した。

$$Y_{ijk} = HYP_i + M_j + u_k + P_k + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : 分娩月齢の効果を前補正した各泌乳形質の記録  
ここでは推定乳量 (kg) を求めるため、分娩月齢補正係数で除する。

$HYP_i$ : i 番目の牛群・年次・産次の効果 (母数)  
ここでは分娩年別飼養管理水準の指標とする。分娩年別飼養管理水準の指標とは、産次別に頭数で重みづけを行った個々の農家の飼養管理を含む環境の効果に全平均を加え、初産26か月齢に補正した数値である。

$M_j$ : i 番目の地域・分娩年月の効果 (母数)  
ここでは分娩月効果とする。

$u_k$ : k 番目の個体の育種価  
ここでは父牛 ETA + 母牛 ETA とする。ETA (Estimated Transmitting Ability) とは、片親から子へ伝えられる相加的遺伝効果で育種価 (EBV) の 1/2 にあたる。

$P_k$ : k 番目の個体の各産次に共通する恒久的環境効果 (変量)  
ここでは育成効果と考えられるが、未経産の場合は把握できないのでゼロとする。

$e_{ijk}$ : 各記録に特有な効果 (誤差)  
ここではゼロとする。

したがって、推定乳量の計算式は以下ようになる。

表2 発育ステージの区分

発育ステージ	月 齢 (か月)	特 徴
I 期	3 ~ 6	離乳~群飼
II 期	7 ~ 12	性成熟
III 期	13 ~ 18	授精~受胎
IV 期	19 ~ 24	受胎~分娩直前

推定乳量 (kg) = (分娩年別飼養管理水準の指標 + 分娩月効果 + 父牛 ETA + 母牛 ETA) ÷ 分娩月齢補正係数

一方、初産時305日実乳量 (以下実乳量と呼ぶ) は牛群検定成績から追跡調査した。

さらに、遺伝的な泌乳能力をどの程度発揮できたかを把握する指標 (以下泌乳能力発揮率と呼ぶ) を以下の式から算出した。

$$\text{泌乳能力発揮率 (\%)} = \text{実乳量} \div \text{推定乳量} \times 100$$

3 発育ステージの区分

得られたデータを解析するにあたり、育成牛の発育や管理上の特性を考慮し、月齢によって発育ステージを4期に区分した (表2)。

4 発育良好群と発育不良群の区分

体重と体高について、各月齢毎に日本ホルスタイン登録協会標準発育値<sup>4)</sup>と比較して、その平均値以上であった個体を発育良好群、下限値未満であった個体を発育不良群とした。なお、平均値未満で下限値以上の領域にある個体は、その前後の調査時点で発育良好群であった場合と発育不良群であった場合が混在することから、明確に群分けするために除外した。

5 統計処理の方法

発育ステージ間の比較では分散分析により平均値の差を検定し、有意差が認められた場合は、Scheffeの方法で多重比較を行った。発育良・不良2群間における平均値の比較では Student の t 検定を行った。

結 果

1 発育に伴う血液成分の変化

各血液成分項目について、発育ステージ毎の平均値、標準偏差および有意差の認められたステージ間とその有意水準を示した (表3)。

発育ステージの進行に伴い、Ht・Glu・TG・iP・Ca は低下傾向が、TP・Alb・BUN・Tcho は上昇傾向が認められた。

発育ステージ毎に細かく見ると、TG・iP・Ca は直線的に低下し、Alb は直線的に上昇した。Ht はIII期まで低下し、IV期で若干上昇した。Glu はI期からII期とIII期からIV期にかけて低下した。TP はIII期まで上昇した。

表3 発育ステージ間における血液成分値<sup>1)</sup>の比較

	I期 <sup>2)</sup> (n=73)	II期 <sup>2)</sup> (n=101)	III期 <sup>2)</sup> (n=87)	IV期 <sup>2)</sup> (n=94)	有意差の認められたステージ間 <sup>3)</sup>
Ht (%)	33.5 ± 3.6	32.3 ± 3.5	31.8 ± 3.0	32.4 ± 3.0	I-III*
TP (g/dl)	6.69 ± 0.39	6.86 ± 0.38	7.08 ± 0.50	6.99 ± 0.50	I-III***, I-IV***, II-III**
Alb (g/dl)	3.61 ± 0.28	3.65 ± 0.27	3.74 ± 0.25	3.87 ± 0.36	I-IV***, II-IV***, III-IV*
BUN (mg/dl)	10.9 ± 4.5	10.7 ± 3.5	11.6 ± 3.3	12.4 ± 3.0	II-IV*
Glu (mg/dl)	88.6 ± 9.5	80.2 ± 8.1	80.6 ± 6.8	75.1 ± 7.0	I-II***, I-III***, I-IV***, II-IV, III-IV***
Tcho (mg/dl)	97.9 ± 24.9	96.7 ± 19.3	107.0 ± 20.2	105.5 ± 19.6	II-III*, II-IV*
TG (mg/dl)	34.1 ± 10.8	33.9 ± 8.4	31.2 ± 7.5	29.9 ± 6.1	I-IV*, II-IV**
iP (mg/dl)	8.31 ± 1.29	8.15 ± 1.41	7.29 ± 1.09	6.67 ± 1.16	I-III**, I-IV**, II-III**, II-IV**, III-IV*
Ca (mg/dl)	10.55 ± 0.77	10.17 ± 0.65	9.81 ± 0.48	9.73 ± 0.68	I-II**, I-III***, I-IV***, II-III**, II-IV***

1) 平均値±標準偏差

2) 発育ステージ (I期: 3~6か月齢, II期: 7~12か月齢, III期: 13~18か月齢, IV期: 19~24か月齢)

3) Scheffeの方法による多重比較 (\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001)

BUNはII期で若干低下し、その後上昇した。TchoはII期からIII期にかけて上昇した。

## 2 発育値と血液成分の関係

各発育ステージにおける発育値と血液成分値との相関のうち、有意な相関が認められた項目間の相関係数と有意水準を示した(表4)。

有意な正の相関が認められたのは、I期のTPと全ての発育項目との間、I期のAlbと体重・十字部高・腹囲との間、II期のTPと体重・体高・十字部高・体長・尻長との間、II期のBUNと体重・体高・十字部高・尻長・腰角幅・寛幅との間であった。一方、有意な負の相関が認められたのは、I期のCaと体高・十字部高との間、II期のGluと体重・十字部高・体長・腰角幅・寛

幅との間、III期のGluと尻長・腰角幅・寛幅・腹囲との間、III期のTGと体高・体長・尻長との間、III期のiPと全ての発育項目との間、IV期のHtと体高・十字部高・腰角幅との間、IV期のTPと体重・体高・腰角幅・寛幅・胸囲・腹囲との間、IV期のiPと十字部高以外の発育項目との間であった。

## 3 発育速度と血液成分との関係

育成前期および後期における各発育値の日増加量と血液成分値の相関のうち、有意な相関が認められた項目間の相関係数と有意水準を示した(表5)。

### (1) 育成前期

有意な正の相関が認められたのは、I期のGluと全ての発育項目との間、I期のCaと体高・十字部高・体

表4 発育値と血液成分値の相関<sup>1)</sup>

	I期 <sup>2)</sup>			II期 <sup>2)</sup>			III期 <sup>2)</sup>			IV期 <sup>2)</sup>		
	TP	Alb	Ca	TP	BUN	Glu	Glu	TG	iP	Ht	TP	iP
体重	.396***	.239*		.216*	.211*	-.204*						
体高	.363**		-.239*	.274**	.276**			-.227*	-.392***	-.278**	-.235*	-.285**
十字高	.304**	.243*	-.262*	.234*	.281**	-.239*			-.339***	-.241*		
体長	.378**			.214*		-.201*		-.241*	-.290**			-.216*
尻長	.339**			.236*	.260**		-.257*	-.298**	-.314**			-.275**
腰角幅	.357**			.217*	-.218*	-.300**			-.259*	-.210*	-.304**	-.346**
寛幅	.339**			.218*	-.227*	-.226*			-.245*		-.242*	-.312**
胸囲	.360**								-.288**		-.299**	-.363***
腹囲	.381***	.272*					-.289**		-.415***		-.346***	-.420***

1) 各発育値と各発育ステージにおける血液成分値のうち、その相関が有意であった項目間にその相関係数と発育ステージの相関係数とその有意水準 (\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001)を示した。

2) 発育ステージ (I期: 3~6か月齢, II期: 7~12か月齢, III期: 13~18か月齢, IV期: 19~24か月齢)

長・腰角幅との間およびⅡ期のHtと体重・体長・尻長・腰角幅・寛幅・胸囲との間であった。一方、有意な負の相関が認められたのは、Ⅰ期のHtと十字部高・腰角幅・胸囲との間、Ⅱ期のBUNと体高・十字部高・体長・尻長・寛幅・胸囲との間であった。

(2) 育成後期

有意な正の相関が認められたのは、Ⅲ期のiPと体高

との間、Ⅳ期のTPと十字部高との間、Tchoと体高との間、iPと十字部高との間であった。一方、有意な負の相関が認められたのは、Ⅲ期のAlbと十字部高との間であった。

4 發育良・不良2群間における血液成分の比較

(1) 体重で群分けした場合

体重で群分けした發育良・不良2群間の各血液成分の

表5 育成前期および後期における發育値の日増加量と血液成分値の相関<sup>1)</sup>

	育成前期					育成後期				
	Ⅰ期 <sup>2)</sup>			Ⅱ期 <sup>2)</sup>		Ⅲ期 <sup>2)</sup>		Ⅳ期 <sup>2)</sup>		
	Ht	Glu	Ca	Ht	BUN	Alb	iP	TP	Tcho	iP
体重		.503***		.344*						
体高		.364**	.321*		-.375**		.313*		.307*	
十字高	-.364**	.410**	.371**		-.338*	-.303*		.377**		.327*
体長		.423**	.284*	.453***	-.486***					
尻長		.403**		.339*	-.330*					
腰角幅	-.314*	.443**	.343*	.350*						
寛幅		.342*		.324*	-.345*					
胸囲	-.383**	.311*		.316*	-.372**					
腹囲		.333*								

1) 育成前期(後期)については、Ⅰ期からⅡ期(Ⅲ期からⅣ期)への日増加量とⅠ期またはⅡ期(Ⅲ期またはⅣ期)における血液成分値との相関のうち、有意な相関が認められた項目間の相関係数とその有意水準

(\* : p<0.05, \*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001)を示した。

2) 發育ステージ(Ⅰ期: 3~6か月齢, Ⅱ期: 7~12か月齢, Ⅲ期: 13~18か月齢, Ⅳ期: 19~24か月齢)

表6 体重で群分けした發育良・不良2群間の比較で有意差が認められた血液成分値<sup>1)</sup>

	Ⅰ期 <sup>2)</sup>	Ⅱ期 <sup>2)</sup>	Ⅲ期 <sup>2)</sup>	Ⅳ期 <sup>2)</sup>
發育良好群(頭)	25	29	7	28
發育不良群(頭)	22	46	52	34
体重 <sup>1)</sup> (kg)	157.2***±33.9 93.2 ±24.1	264.6***±42.0 210.4 ±44.8	415.9***±47.1 333.9 ±49.3	552.8***±47.1 397.4 ±55.8
Ht (%)	35.3** ± 3.8 31.9 ± 3.7	34.0** ± 2.9 31.7 ± 3.7	30.9 ± 2.7 31.3 ± 3.2	32.3 ± 2.7 32.6 ± 3.0
TP (g/dl)	6.81* ± 0.35 6.58 ± 0.35	6.91 ± 0.35 6.83 ± 0.38	6.94 ± 0.46 7.07 ± 0.40	6.99 ± 0.52 7.15 ± 0.44
Alb (g/dl)	3.70* ± 0.26 3.53 ± 0.33	3.69 ± 0.27 3.61 ± 0.30	3.60 ± 0.33 3.74 ± 0.22	3.86 ± 0.37 3.90 ± 0.31
BUN (mg/dl)	11.56 ± 3.63 9.67 ± 5.11	10.76 ± 3.58 10.27 ± 4.02	9.51 ± 2.53 12.13 ± 3.40	11.87* ± 2.96 13.44 ± 2.50
Glu (mg/dl)	88.6* ± 7.0 82.8 ± 9.5	77.1* ± 7.9 82.0 ± 8.5	73.9* ± 7.8 81.8 ± 6.1	74.7 ± 8.3 75.4 ± 6.0
Tcho (mg/dl)	97.8 ± 26.3 95.0 ± 26.7	92.0 ± 16.3 100.2 ± 19.6	92.1* ± 16.7 109.8 ± 19.0	103.3 ± 19.9 108.3 ± 17.9
iP (mg/dl)	8.94** ± 0.99 7.87 ± 1.31	7.95 ± 1.27 8.01 ± 1.55	6.91 ± 0.72 7.53 ± 1.15	6.21** ± 1.00 7.24 ± 1.18

1) 平均値±標準偏差, 上段: 發育良好群, 下段: 發育不良群, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001

2) 發育ステージ(Ⅰ期: 3~6か月齢, Ⅱ期: 7~12か月齢, Ⅲ期: 13~18か月齢, Ⅳ期: 19~24か月齢)

表7 発育値と泌乳能力発揮率との相関<sup>1)</sup>

	I期 <sup>2)</sup> (n=45)	II期 <sup>2)</sup> (n=63)	III期 <sup>2)</sup> (n=55)	IV期 <sup>2)</sup> (n=60)
体重		.279*	.349**	.426***
体高		.283*	.538***	.674***
十字高	.336*	.327**	.503***	.614***
体長		.257*	.383**	.412**
尻長		.294*	.441***	.544***
腰角			.272*	.312*
寛幅	.300*	.292*	.344*	.408**
胸囲		.363**	.377**	.497***
腹囲		.294*	.428*	.474***

- 1) 各発育項目について泌乳能力発揮率との相関が有意であった発育ステージの相関係数とその有意水準(\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$ )を示した。
- 2) 発育ステージ (I期: 3~6か月齢, II期: 7~12か月齢, III期: 13~18か月齢, IV期: 19~24か月齢)

表8 発育良・不良2群間 (IV期<sup>2)</sup>) における実乳量および泌乳能力発揮率の比較

	実乳量 <sup>1)</sup> (kg)	泌乳能力発揮率 <sup>1)</sup> (%)
体重良好群	7765** ± 825 (n=24)	102.1** ± 12.4 (n=22)
体重不良群	6958 ± 1080 (n=22)	89.3 ± 14.5 (n=21)
体高良好群	7973** ± 945 (n=21)	106.1*** ± 13.7 (n=21)
体高不良群	6761 ± 1068 (n=14)	87.1 ± 13.4 (n=14)

- 1) 平均値 ± 標準偏差, \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$
- 2) 発育ステージ (19~24か月齢)

うち、有意差が認められた項目の平均値、標準偏差および有意水準を発育ステージ毎に示した (表6)。

発育良好群が有意に高値を示したのはI期のHt・TP・Alb・Glu・iPとII期のHtであり、有意に低値を示したのはII期とIII期のGlu、IV期のBUN・iPであった。

## (2) 体高で群分けした場合

体高で群分けした場合、発育良好群が有意に高値を示したのはI期のTG ( $36.6 \pm 10.0$  vs  $31.2 \pm 8.6$ ,  $p < 0.05$ )とIII期のBUN ( $11.99 \pm 2.88$  vs  $11.76 \pm 3.90$ ,  $p < 0.01$ )であり、有意に低値を示したのはIII期のTP ( $7.09 \pm 0.48$  vs  $7.16 \pm 0.51$ ,  $p < 0.05$ )・Glu ( $80.3 \pm 6.7$  vs  $81.2 \pm 6.6$ ,  $p < 0.05$ )・iP ( $6.84 \pm 0.74$  vs  $7.69 \pm 1.01$ ,  $p < 0.001$ )であった。

## 5 発育性と泌乳能力の関係

### (1) 発育値と実乳量との相関

実乳量との間にI期の十字部高およびII~IV期の全ての発育項目で有意な正の相関 ( $r = 0.261 \sim 0.566$ ) が認

められ、その相関係数は尻長を除きIII期が最も高値を示した。

### (2) 発育値と泌乳能力発揮率との相関

泌乳能力発揮率との相関が有意であった発育値の項目とその発育ステージに相関係数と有意水準を示した (表7)。

泌乳能力発揮率との間にI期の十字部高と寛幅、II期の腰角幅以外の発育項目、およびIII・IV期の全ての発育項目で有意な正の相関が認められ、その相関係数はIV期が最も高値を示した。

### (3) 発育速度と実乳量および泌乳能力発揮率との相関

育成前期および育成後期における発育値の日増加量は、実乳量および泌乳能力発揮率との間に、いずれの項目においても有意な相関は認められなかった。

### (4) 発育良・不良2群間における実乳量および泌乳能力発揮率の比較

IV期における体重または体高で群分けした発育良・不良2群間の実乳量および泌乳能力発揮率を平均値、標準偏差および有意水準で示した (表8)。

体重、体高ともに良好群の実乳量および泌乳能力発揮率は有意に高値を示した。

## 考 察

乳用雌子牛の発育に伴う血液成分の変化についての報告は少なく、出生から初産分娩直前まで継続的に観察した報告はない。

8か月齢までの観察でTPとTchoの増加が見られたとする報告<sup>2)</sup>は本報と一致しているが、Tchoは発育ステージで変動せず、TGは6か月齢まで上昇し、12か月齢以降低下した<sup>5)</sup>とする報告は本報と異なっていた。

今回の調査で育成牛の血液成分は発育に伴って変化することが示唆された。このような変化の要因として、成長過程での代謝効率の変化や妊娠等の生理的要因と給与飼料や管理方式の変化等の人為的要因の2つが考えられるが、野外調査ではこれらが混合されてしまうため、要因の影響度は判然としない。しかし、育成牛の血液成分による栄養モニタリングにおいては、発育ステージに応じた指標値を設定する必要があると考えられた。

発育性と血液成分の関係を検討したところ、発育値およびその日増加量に対して、今回測定した血液成分項目は、いずれかの発育ステージで、いくつかの発育項目との間に有意な相関が認められた。とくに、TP・iP・Glu・BUNは多くの発育項目と複数の発育ステージにまたがって関連しており、これらの代謝に関わる栄養管理が発育を左右するものと考えられる。

発育値と血液成分値の相関がⅢ・Ⅳ期ではすべて負の相関を示した。同様に、発育良・不良2群間で有意差が認められた血液成分でも、Ⅰ期では発育良好群が高値を示し、逆にⅢ・Ⅳ期では発育不良群が高値を示した。これらの血液成分は発育に伴って低下する傾向のものが多く、発育の遅れている個体では低下が緩やかで、発育の良いものに比べ相対的に高くなったためと考えられる。

発育値の日増加量と血液成分値の相関は育成前期において顕著であった。これは育成前期の発育が後期に比べ早い<sup>9)</sup>ためと考えられる。

既報では、短期の絶食負荷により Glu・TG の低下と BUN・TP の上昇<sup>2)</sup>、栄養的条件の悪い放牧育成牛で遊離脂肪酸 (NEFA) と BUN の増加<sup>9)</sup>、高栄養で飼養した場合の Glu・TP・BUN・iP の増加や Ca の低下<sup>1)</sup> が認められている。これらは、ほぼ本報の結果を栄養条件から裏付けているものと考えられる。

Payne ら<sup>20)</sup> は血液検査が成長の制限因子を発見するのに有用であるとし、それは食欲と関連しており、十分な飼料を摂取している個体は良好な血液性状を示し、結果的に発育速度も高まると解説している。しかし、血液検査で遺伝的能力を推定することについては否定的である。

今回の調査結果から、初産時の泌乳能力に対しては発育値そのものが強く影響し、発育速度の影響は認められなかった。

育成牛の発育性は先述の血液成分との関連性からも推察されるように、栄養水準と密接に関連している。従来は高栄養によって発育速度を高めると乳腺に脂肪が沈着しやすく、乳生産の低下が懸念されることから、否定的な見解が多かった<sup>18, 19)</sup>。しかし、近年では発育速度は乳生産性に影響しないとする報告<sup>7, 10, 21, 22, 23)</sup> も多く、極端な低栄養または高栄養でなければ子牛の発育速度は最終的な成熟体重や体格に影響を及ぼさず、泌乳や繁殖等の生産性にも差がないとされている<sup>17)</sup>。

一方、発育値と乳生産の関係については本報同様、正の相関があるとする報告<sup>3, 10, 11, 16, 20)</sup> が多い。これは、発育の遅れた牛では、分娩後も成長に振り分ける栄養が多くなるため、乳生産が低下する<sup>10)</sup> ことによると考えられている。しかし、西村ら<sup>12, 14, 15)</sup> は乳生産性は分娩後の飼養管理の影響もある<sup>10)</sup> ため、育成期の体測定値による明確な泌乳能力の推定は困難と結論づけている。

発育値には遺伝的影響<sup>13)</sup> もあるが、育成期における飼料摂取量の影響の方が強い<sup>6, 10)</sup>。また、育成牛の発情開始は月齢に関係なく、一定の体重 (250kg) に達した時点で始まる<sup>20)</sup>。従って、現在、推奨されている24か月齢での初産分娩<sup>20)</sup> を達成するためには、その種付け時期と

なる15か月齢までの飼養管理に重点をおく必要があると考えられる。

今回の調査により、発育の良否に対して、育成前期における栄養管理が大きく影響することが示唆され、結果として初産分娩までに到達した発育値が初産時の泌乳能力発揮性を左右すると考えられた。したがって、育成前期での血液検査により、栄養管理上の問題点を発見できれば、早急に給与飼料や飼育環境の改善を行うことで、発育不良による低泌乳を未然に防止できる<sup>21)</sup> ものと考えられる。

対象農家における育成施設の状況や飼料給与内容等についても調査を実施したが、育成牛保有頭数の増減や個体の発育状態によって、育成場所と給与飼料が不定期に変化したため、各個体毎に飼養管理状況を正確に把握することができなかった。一般に育成牛は群飼管理され、しかも粗飼料を不断給餌する機会が多い。従って、農家の育成牛を対象に個々の血液成分の栄養学的意義や飼料摂取に伴う血液成分の日内変動を考察することは困難である。そこで、今後は飼料給与状況を正確に把握できる場内飼養の育成牛を対象に、前述の問題も踏まえ、各発育ステージにおける血液成分の適性範囲を検討したい。また、哺乳期については今回の調査間隔では状況を正確に把握できなかったが、当然、離乳までの期間がその後の発育に及ぼす影響も少なくないと考えられることから、この時期についても栄養と血液成分の関連性を検討していきたい。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、調査にご協力を頂いた酪農家、洲本家畜保健衛生所並びに南淡路農業改良普及センターの関係諸氏に深謝いたします。

## 引用文献

- (1) Abeni, F., L. Calamari, L. Stefanini and G. Pirlo (2000): Effects of Daily Gain in Pre- and Post-pubertal Replacement Dairy Heifers on Body Condition Score, Body Size, Metabolic Profile, and Future Milk Production: *J. Dairy Sci.* 83, 1468-1478
- (2) Choi, Y. J., I. K. Han, J. H. Woo, H. J. Lee, K. Jang, K. H. Myung and Y. S. Kim (1997): Compensatory Growth in Dairy Heifers: The Effect of a Compensatory Growth Pattern on Growth Rate and Lactation Performance: *J. Dairy Sci.* 80, 519-524

- (3) Hoffman, P. C (1997) : Optimum Body Size of Holstein Replacement Heifers : J. Anim. Sci. 75, 836-845
- (4) ホルスタイン種雌牛の標準発育値 (1995) : 日本ホルスタイン登録協会
- (5) 井上理人・一条 茂・納 敏・更科孝夫 (1991) : 乳用雄子牛と雌子牛の発育段階における血清のビタミンA, ビタミンE, セレニウム, 脂質分画および血液グルタチオンペルオキシダーゼ活性の変化 : 日獣会誌 44, 887-892
- (6) 加藤寿次 : 乳牛の初産乳量からみた育成牛飼養管理の問題点 : 畜産の研究 43, 1263-1268
- (7) Kertz, A. F., L. R. Prewitt, and M. Ballam (1987) : Increased Weight Gain and Effects on Growth Parameters of Holstein Heifer Calves from 3 to 12 Months of Age : J. Dairy Sci. 70, 1612-1622
- (8) Kertz, A. F., B. A. Barton, and L. F. Reutzel (1998) : Relative Efficiencies of Wither Height and Body Weight Increase from Birth Until First Calving in Holstein Cattle : J. Dairy Sci. 81, 1479-1482
- (9) 熊井秀和・清水隆博・田辺茂之・宇塚雄次・更科孝夫 (2000) : 傾斜地に馴致放牧された育成牛の日増体量と血液性状の推移 : 獣医畜産新報 53, 537-541
- (10) Lee, A. J. (1997) : The Interplay of Feeding and Genetics on Heifer rearing and First Lactation Milk Yield : A Review : J. Dairy Sci. 75, 846-851
- (11) Moore, R. K., B. W. Kennedy, L. R. Schaeffer and J. E. Moxley (1991) : Relationships between Age and Body Weight at Calving and Production in First Lactation Ayrshires and Holstein. J. Dairy Sci. 75, 269-278
- (12) 西村和行・塚本 達 (1982) : ホルスタイン雌牛の体重と産乳能力との関連性に関する多変量解析 : 新得畜試研究報告 12, 7-18
- (13) 西村和行・峰崎康裕・塚本 達 (1986) : 乳用育成牛群の体重および体格測定値の遺伝率の月齢による推移 : 新得畜試研究報告 15, 1-9
- (14) 西村和行・峰崎康裕・塚本 達 (1986) : 乳用牛群の体重および体格測定値と産乳能力との遺伝相関 : 新得畜試研究報告 15, 11-18
- (15) 西村和行 (1986) : 一乳牛群における初産次受審高等登録牛の泌乳能力と体格得点・体格測定値間の関係 : 新得畜試研究報告 15, 29-34
- (16) 野村英明・高橋 明・石川俊彰・吉岡弘陞 (1986) : 乳用育成牛の育成期における発育がその後の生産性に及ぼす影響(2) : 京都府碓高総牧試研報 8, 101-108
- (17) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) : 日本飼養標準 乳牛 (中央畜産会) 42-44
- (18) 岡本昌三・今泉英太郎 (1970) : 乳用子牛育成時の栄養水準と初産月齢(1) : 畜産の研究 24, 1289-1294
- (19) 岡本昌三・今泉英太郎 (1970) : 乳用子牛育成時の栄養水準と初産月齢(2) : 畜産の研究 24, 1415-1418
- (20) Payne, J. M., S. Payne (1986), 臼井和哉 監修, 本好茂一・左向敏紀・新井敏郎 共訳 : 代謝病のプロファイルテスト (学窓社) 143-149
- (21) Pirlo, G., M. Capelletti, and G. Marchetto (1997) : Effects of Energy and Protein Allowances in the Diets of Prepubertal Heifers on Growth and Milk Production : J. Dairy Sci. 80, 730-739
- (22) 佐々木修・山本直幸・富樫研治・峰沢 満 (1997) : 泌乳能力予測のためのインディケータ形質測定条件 : 日畜会報 68, 843-852
- (23) Sejrnsen, K., S. Purup (1997) : Influence of Prepubertal Feeding Level on Milk Yield Potential of Dairy Heifers : A Review : J. Anim. Sci. 75, 828-835
- (24) Sieber, M. E. and A. E. Freeman (1988) : Relationships Between Body Measurement, Body Weight, and Productivity in Holstein Dairy Cows : J. Dairy Sci. 71, 3437-3445
- (25) Van Amburgh, M. E., D. M. Galton, D. E. Bauman, R. W. Everett, D. G. Fox, L. E. Chase, and H. N. Erb (2000) : Effects of Three Prepubertal Body growth Rates on Performance of Holstein Heifers During First Lactation : J. Dairy Sci. 81, 527-538
- (26) 全国家畜畜産物衛生指導協会 (1998) : 生産獣医療システム 乳牛編1 (農山漁村文化協会) 4-63