

乳牛における代謝プロファイルテストと繁殖状況

生田健太郎*・小嶋 睦*・山口悦司*・香川裕一*

要 約

乳牛63頭を供試し、個体毎に分娩前、分娩時、分娩後は2週間隔で16週目まで経時的にボディコンディションの測定と代謝プロファイルテストを行い、繁殖状況との関連を検討した。

- 1 初回発情日数とボディコンディションスコアとの間に、調査期間中を通して、有意な負の相関が認められた。
- 2 初回授精日数との間に、TP, Tcho, TG, Caで有意な正の相関が、BUN, iPで有意な負の相関が多く認められた。有意な相関が認められた時期は、TPで6週目以降、BUNで分娩前と2～6週目、Tchoで4週目と8週目以降、TGで2～6週目と12週目、Caで分娩時以外、iPで2, 4週目と8～14週目であった。
- 3 空胎日数と代謝プロファイルテストとの相関性は、BUN以外の項目で初回授精日数の場合と同様であった。有意な相関の認められた時期も、TP, Tcho, TG, iPではほぼ同じで、Caでは分娩前と2, 8週目であった。
- 4 初回発情が早い群では、ボディコンディションスコア, Ht, Albが分娩後8週目までの間で有意に高かった。空胎日数が短い群では、BUNは分娩前～4週目に、iPは2, 4, 8, 10週目にそれぞれ有意に高く、NEFAとTGは2～8週目と12週目に、Tchoは8週目以降に、Caは分娩前と2, 4, 8, 10週目にそれぞれ有意に低かった。

Relationship between Postpartum Fertility and Metabolic Profiles.

Kentarou IKUTA, Mutumu KOKAMO, Etuji YAMAGUCHI and Yuichi KAGAWA

Summary

This relationship was determined using 63 dairy cows. Body condition score (BCS) and metabolic profile test (MPT) were monitored perpartum, partus and postpartum at 2 weeks interval until 16 weeks.

- (1) A significant negative correlation was observed between days to first estrus and BCS.
- (2) Significant positive correlations were observed between days to first service (FS) and TP after 6 weeks, Tcho at 4 and after 8 weeks, TG at 2-6, 12 weeks, Ca except parturition. Significant negative correlations were observed between FS and BUN at perpartum and 2-6 weeks, iP at 2, 4, 8-14 weeks.
- (3) Correlations between open days and MPT were same tendency and weeks with FS except BUN. In Ca, however, significant correlations were observed at perpartum, 2, 8 weeks.
- (4) In the group of early return estrus, BCS, Ht and Alb were significantly higher up to 8 weeks than in the late group. In the group of early conception, BUN and iP were significantly higher, NEFA and TG, Tcho, Ca were significantly lower than in the late group.

キーワード：乳牛, ボディコンディションスコア, 代謝プロファイルテスト, 繁殖状況, 泌乳最盛期

緒 言

牛群の栄養状態を把握する方法として、ボディコンディションスコア(以下BCSと呼ぶ)と代謝プロファイルテスト(以下MPTと呼ぶ)と呼ばれる数項目の血液検

査を中心とした検診システムが各県で実施されている^{1, 8-11, 15, 16, 18, 19, 21}。本県でも、平成7年度から農業共済組合連合会が検診車を導入し、実施段階にある。

乳牛の繁殖成績には、泌乳量と栄養摂取量のバランスが強く影響していることが指摘され^{4, 6, 30, 32}、BCSやMPTと繁殖成績の関連性が検討されてきた^{2, 5, 7, 12, 14, 27-30}。これらの報告の多くは、対象牛を繁殖成績

1995年8月31日受理

* 淡路農業技術センター

により、良好群と不良群の2群に分けて、比較したものの^{27, 29, 30)}や牛群(農家)単位で比較したものの^{2, 7, 12)}である。このような比較方法は、牛群としての傾向を把握するには有効と考えられるが、直接、個体管理の改善指標とはなりにくい。また、繋ぎ飼いの多い本県の飼養法と急速に進む高泌乳化の下では、個体管理が益々重要性を増している。

個体レベルでBCSやMPTのデータを繁殖改善に活用するには、どの項目が、いつ頃、どの段階の繁殖状況と関連しているかについて明らかにする必要がある。しかし、国内では、これらを解明するために十分な供試頭数、検査項目数、調査期間のいずれをも満たす報告は見あたらない。本研究では、乳牛の繁殖状況に対する分娩前後の栄養代謝レベルの関与を明らかにすることによって、BCS, MPTデータから個体の繁殖状況を診断し、飼養改善の指標とすることを目的として、分娩前から泌乳最盛期にかけてこれらを個体毎に経時的に実施し、同時に記録した繁殖状況との関連性を検討した。

材料及び方法

1 供試牛

1992年10月から1994年10月の間に当所で分娩したホルスタイン種63頭を供試した。これらの牛の産歴及び分娩月を表1に示した。供試牛の泌乳能力は、1日最高乳量で18.3~57.2kg(平均31.5kg)、その到達日数は平均で56.9日(分娩後8週目)、1日1頭当たり平均乳量は15.3~46.4kg(平均25.1kg)であった。

2 飼養管理

供試牛は、対尻式パイプストール牛舎に繋養し、朝は8:30、夕方は16:00に飼料を給与するとともに搾乳した。夏期を除いて、天候の良い日中は、10:30から13:00までパドックに放牧した。

飼料内容は、粗飼料としてイタリアンサイレージまたはトウモロコシサイレージを主体にビートパルプ、ヘイキューブ、チモシー、イタリアン、オーツヘイの購入飼

Table 1. Composition of calving number and partus month.

Partus Month	Calving number				Total
	1	2	3	4	
3 ~ 5	4	4	2		10
6 ~ 8	6	1	2		9
9 ~ 11		4		3	7
12 ~ 2	28	3	3	3	37
Total	38	12	7	6	63

Table 2. Methods of blood chemical analysis.

Items		Method
Hematocrit	(Ht)	Centrifugation
Total protein	(TP)	Refractometric
Albumin	(Alb)	Auto. analyser (Fuji drychem)
Blood urea nitrogen	(BUN)	"
Glucose	(Glu)	"
Free fatty acid	(NEFA)	Absorbance (NEFA C-test WAKO)
Total cholesterol	(Tcho)	Auto analyser (Fuji drychem)
Triglyceride	(TG)	"
Calcium	(Ca)	"
Inorganic phosphorus (iP)		Absorbance (Phosphor B-test WAKO)

料を組み合わせ、濃厚飼料として市販の配合飼料を用い、補助飼料として綿実、大豆粕、エネルギープラス(全酪連)を添加した。

給与量は、乳量、産歴、泌乳期に応じて、日本飼養標準の養分要求量に対し、CPで100~120%、TDNで100~110%を充足するようにした。

3 BCSとMPT

個体毎に分娩予定の4週間前(以下分娩前と呼ぶ)、分娩時、分娩後は2週間隔で分娩後16週目(112日目)までの計10回、BCSの測定と採血を行った。BCSはEdmonsonら³⁾の方法に基づき、0.25単位17段階で評価した。採血は13:00に行い、ヘマトクリット(以下Htと呼ぶ)を測定するとともに、直ちに血清分離し、測定日まで-30℃で凍結保存した。測定項目と測定法を表2に示した。

4 繁殖状況

分娩後7日目から3日間隔で直腸検査と超音波診断装置を併用し、初回排卵、子宮修復、初回発情、初回授精までの日数と受胎牛については授精回数、空胎日数について記録した。分娩後305日以上経過した牛は不受胎牛とした。また、採卵を行った牛はAランクの受精卵が回収できた過排卵処置の基準発情日を最終授精日とし、授精回数のデータは除外した。

人工授精は分娩後40日以降の良好な発情に対して行い、分娩後60日を経過した無発情牛は、適宜、治療した。

5 統計処理

(1) 相関係数

繁殖状況の各データ間と、繁殖状況と検査時毎の各MPTデータとの相関係数を求めた。

(2) 繁殖成績の良否によるMPT平均値の比較

初回発情までの日数が40日以下の個体と60日以上
の個体の2群間、及び空胎日数が100日以下の個体と120
日以上個体の2群間において、検査時毎にMPTの各
平均値をt検定により比較した。

結 果

1 BCS及びMPTの推移

BCSは、6週目に最低値を示し、その後は増加傾向
にあった。Htは、分娩時一過性に高値を示し、2週目
からは30~31%で推移した。総蛋白質(以下TPと呼ぶ)
は分娩時に最低値を示し、その後は増加傾向にあった。
アルブミン(以下Albとよぶ)も分娩時に最低値を示し
た後増加し、4週目以降は3.5g/dl前後で推移した。
尿素態窒素(以下BUNと呼ぶ)は分娩前に最低値を示
し、その後増加し、6週目以降は13.0~14.0mg/dlで
推移した。血糖(以下Gluと呼ぶ)は分娩時に最高値を
示し、2週目に最低値を示した後増加し、6週目以降は
68~70mg/dlで推移した。遊離脂肪酸(以下NEFAと
呼ぶ)は分娩時に最高値を示し、その後徐々に低下した。
総コレステロール(以下Tchoと呼ぶ)は分娩時に最低
値を示した後、14週目まで徐々に増加した。トリグリ
セライド(以下TGと呼ぶ)は分娩前に最高値を示し、
分娩後は15mg/dl前後で推移した。カルシウム(以下
Caと呼ぶ)と無機リン(以下iPと呼ぶ)は分娩時やや
低値を示したが、その他は一定した比率(Ca:iP=2:1)
で推移した(表3)。

2 繁殖状況

生理的な繁殖機能は、初回排卵、子宮修復、初回発情
の順で回復した。それぞれが要した日数は、供試牛全体
の平均で順に、28.0日、34.2日、51.5日であった。

Table 4. Results of fertility status in cows.

Fertility status		Minimum	Maximum	Mean	±SD
First ovulation*	(n=63)	12	68	28.0	13.0
Involution of uterus*	(n=63)	17	70	34.2	11.4
First estrus*	(n=63)	24	125	51.5	20.1
First service*	(n=62)	40	234	94.9	44.2
Number of AI**	(n=45)	1	8	2.4	1.8
Open days	(n=55)	48	304	129.1	68.8

* : Postpartum days ** : Artificial insemination

Table 5. Simple correlation between fertility status.

	UTE	FOV	FE	FS	NAI	OPEN
UTE	1					
FOV	0.168	1				
FE	0.206	0.342**	1			
FS	0.080	-0.063	0.297*	1		
NAI	-0.149	0.067	0.196	-0.006	1	
OPEN	-0.070	-0.018	0.340**	0.564**	0.795**	1

FOV : First ovulation, UTE : Involution of uterus

FE : First estrus, FS : First service

NAI : Number of artificial insemination,

OPEN : Open days

* : P<0.05 ** : P<0.01

繁殖管理面の成績では、初回授精日数が94.9日、授
精回数が2.4回、空胎日数が129.1日であった。これら
のデータ範囲とバラツキ(標準偏差)は初回排卵から受
胎へと段階が進むに従って大きくなった(表4)。

3 繁殖状況のデータ間における相関

初回排卵と初回発情、初回発情と授精回数または空胎
日数、初回授精と空胎日数、及び授精回数と空胎日数の
間にそれぞれ有意な正の相関が認められた(表5)。

4 繁殖状況とBCS及びMPTとの相関

Table 3. Changes in BCS and serum metabolic profile from dry period to early stages of lactation.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum							
			2	4	6	8	10	12	14	16
BCS	3.47±0.41	3.26±0.42	3.00±0.47	2.91±0.51	2.88±0.48	2.92±0.44	2.97±0.45	2.91±0.45	2.98±0.45	3.01±0.46
Ht (%)	32.6±3.1	35.7±3.7	30.9±3.3	30.0±3.0	30.1±2.6	30.7±2.6	30.6±2.3	30.7±2.4	31.1±2.4	30.9±2.6
TP (g/ml)	6.65±0.55	6.29±0.63	7.14±0.61	7.44±0.66	7.52±0.59	7.48±0.59	7.56±0.64	7.60±0.66	7.63±0.67	7.60±0.61
Alb (g/dl)	3.23±0.92	3.19±0.81	3.33±0.73	3.53±0.28	3.54±0.23	3.53±0.21	3.59±0.23	3.55±0.22	3.54±0.23	3.48±0.24
BUN (mg/dl)	7.5±3.8	10.1±3.5	10.6±3.9	11.9±4.5	13.2±4.7	13.2±4.6	14.0±4.4	13.3±4.2	13.7±4.1	13.0±4.3
Glu (mg/dl)	65.4±11.7	85.2±23.5	62.8±9.5	66.1±7.2	68.2±5.9	68.1±7.3	68.0±6.0	69.3±6.6	70.0±8.0	67.7±8.2
NEFA (µEq/l)	251±149	580±301	380±224	230±113	199±135	163±79	134±56	121±43	121±42	119±49
Tcho (mg/dl)	97±14	82±12	125±38	173±61	205±73	220±79	231±81	234±75	243±82	234±79
TG (mg/dl)	26.0±7.1	16.2±3.8	15.2±2.5	15.0±3.1	14.9±2.7	14.9±2.7	14.7±2.5	14.9±2.9	14.9±2.6	14.8±3.9
Ca (mg/dl)	10.5±1.0	9.4±0.8	10.4±1.1	10.3±0.9	10.3±1.0	10.4±1.1	10.5±1.1	10.7±1.0	10.7±1.0	10.7±1.0
iP (mg/dl)	5.0±0.9	4.5±1.3	5.3±1.2	5.0±1.0	5.1±1.1	5.0±1.1	5.2±1.1	5.0±1.1	5.3±1.2	5.1±1.0

Mean±SD

Table 6. Simple correlation between postpartum days to recover fertility and BCS or serum metabolite levels.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum								
			2	4	6	8	10	12	14	16	
FOV vs TG	-0.190	-0.135	-0.336**	-0.205	-0.259*	-0.218	-0.202				
Ca	-0.012	0.053	-0.329*	-0.373**	-0.164	-0.178	-0.128				
iP	0.023	0.297*	0.066	0.230	-0.067	0.037	-0.010				
UTE vs Alb	-0.002	-0.115	-0.151	-0.350**	-0.192	0.046	0.216				
NEFA	0.069	0.105	0.331*	0.030	-0.003	-0.158	-0.203				
TG	-0.310*	0.179	0.056	-0.190	-0.028	-0.136	-0.025				
Ca	-0.023	-0.327*	-0.235	-0.248	-0.417**	-0.296*	-0.089				
FE vs BCS	-0.286*	-0.322*	-0.303*	-0.323*	-0.341**	-0.533**	-0.428**	-0.337**	-0.299*	-0.266*	
Ht	-0.211	-0.316*	-0.088	-0.093	-0.039	-0.103	0.044	0.078	-0.170	-0.093	
Alb	-0.217	-0.135	0.109	-0.072	-0.037	-0.302*	0.167	0.139	0.038	0.026	
NEFA	0.048	0.135	0.273*	0.286*	0.147	0.186	0.022	0.083	0.031	0.035	

* : P<0.05, ** : P<0.01

FOV is days to first ovulation. UTE is days to involution of uterus. FE is days to first estrus.

Table 7. Simple correlation between postpartum days to first service and BCS or serum metabolite levels.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum							
			2	4	6	8	10	12	14	16
BCS	0.063	0.016	0.164	0.066	-0.046	-0.113	-0.138	-0.156	-0.074	0.073
Ht	-0.023	0.000	-0.017	0.231	0.009	0.065	0.172	0.008	0.043	-0.066
TP	0.138	0.088	0.231	0.248	0.360**	0.474**	0.356**	0.426**	0.392**	0.302*
Alb	0.178	0.137	0.192	0.057	0.023	0.124	0.286*	0.239	0.193	0.296*
BUN	-0.484**	-0.224	-0.407**	-0.399**	-0.286*	-0.168	-0.186	-0.213	-0.066	-0.165
Glu	-0.148	0.071	-0.073	-0.063	-0.096	-0.177	-0.047	-0.005	0.015	-0.026
NEFA	-0.083	0.191	0.183	0.193	0.168	0.169	0.149	0.336**	0.160	0.221
Tcho	-0.002	0.208	0.098	0.293*	0.238	0.370**	0.340**	0.366**	0.365**	0.261*
TG	-0.206	0.020	0.328*	0.305*	0.330*	0.195	0.114	0.275*	0.108	0.145
Ca	0.510**	-0.094	0.426**	0.510**	0.361**	0.402**	0.439**	0.306**	0.444**	0.282*
iP	-0.264	-0.145	-0.364**	-0.441**	-0.201	-0.426**	-0.338**	-0.385**	-0.294*	-0.231

* : P<0.05, ** : P<0.01

(1) 初回排卵, 子宮修復及び初回発情までの日数

初回排卵はTG, Ca, iPと, 子宮修復はAlb, NEFA, TG, Caと, 初回発情はBCS, Ht, Alb, NEFAとの間にそれぞれ有意な相関が認められた。とくに, 初回発情とBCSでは調査期間中を通して有意な負の相関が認められた(表6)。

(2) 初回授精までの日数

TPでは6週目以降に有意な正の相関が, BUNでは分娩前と2~6週目にかけて有意な負の相関が, Tchoでは4週目と8週目以降に有意な正の相関が, TGでは2~6週目と12週目に有意な正の相関が, Caでは分娩前と2週目以降に有意な正の相関が, iPでは2, 4週目と8~14週目に有意な負の相関がそれぞれ認められた。

AlbとNEFAでも有意な正の相関が認められたが, 調査期間中2回以下であった。BCS, Ht, Gluでは有意な相関は認められなかった(表7)。

(3) 空胎日数

TPでは6週目以降に有意な正の相関が, Tchoでは8週目以降に有意な正の相関が, TGでは2, 4, 8, 12週目に有意な正の相関が, Caでは分娩前と2, 8週目に有意な正の相関が, iPでは4週目と8~12週目にかけて有意な負の相関がそれぞれ認められた。BUNとNEFAでも有意な相関が認められたが, 調査期間中1回のみであった。BCS, Ht, Alb, Gluでは有意な相関は認められなかった(表8)。

5 繁殖成績の良否によるBCS及びMPTの比較

Table 8. Simple correlation between open days and BCS or serum metabolite levels.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum							
			2	4	6	8	10	12	14	16
BCS	-0.089	0.057	0.117	0.002	-0.100	-0.144	-0.118	-0.220	-0.169	-0.044
Ht	-0.011	0.074	-0.063	0.206	-0.014	0.048	0.152	0.051	-0.166	-0.115
TP	0.198	0.074	0.179	0.231	0.395**	0.478**	0.285*	0.287*	0.332*	0.280*
Alb	0.091	0.126	0.120	0.188	0.049	0.170	0.241	0.112	0.144	0.171
BUN	-0.243	-0.213	-0.357**	-0.194	-0.067	-0.037	-0.041	-0.108	0.106	-0.090
Glu	-0.114	0.192	-0.126	-0.078	-0.186	-0.153	0.059	-0.211	0.022	0.119
NEFA	-0.029	0.280*	0.061	0.230	0.155	0.260	0.206	0.262	0.054	0.269
Tcho	0.077	-0.023	0.094	0.276	0.235	0.368**	0.442**	0.302*	0.405**	0.368**
TG	0.215	0.050	0.414**	0.353*	0.167	0.301*	0.082	0.387**	0.107	0.108
Ca	0.336**	-0.251	0.329**	0.247	0.186	0.361**	0.245	0.168	0.158	0.141
iP	-0.045	-0.164	-0.272	-0.353*	-0.193	-0.288*	-0.316*	-0.331*	-0.224	-0.260

* : P<0.05, ** : P<0.01

Table 9. Comparison of BCS and serum metabolite levels between 2 group cows which are different postpartum days to first estrus.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum							
			2	4	6	8	10	12	14	16
BCS	3.58±0.43	3.40±0.40	3.17±0.45	3.08±0.44	3.03±0.45	3.08±0.39	3.14±0.45	3.05±0.45	3.11±0.40	3.17±0.40
		**	**	**	*	*				
Ht (%)	33.5±3.5	36.8±3.6	31.6±3.6	30.6±2.6	30.8±2.3	31.4±2.6	30.6±2.2	30.5±2.4	31.1±2.1	31.1±2.1
		*			*	*				
Alb (g/dl)	3.40±0.69	3.45±0.32	3.51±0.29	3.57±0.28	3.59±0.24	3.57±0.19	3.55±0.21	3.50±0.22	3.50±0.22	3.48±0.27
		*	*	*	*	*				
	2.46±1.47	2.68±1.30	2.92±1.30	3.50±0.34	3.53±0.29	3.43±0.23	3.60±0.29	3.57±0.21	3.54±0.21	3.47±0.16

Mean±SD * : P<0.05, ** : P<0.01 Upper : below 40 days (n=22). Under : Open days over 60 days (n=15).

(1) 初回発情までの日数

初回発情までの日数が40日以下の牛(以下ER群と呼ぶ)は22頭で、60日以上は15頭であった。両群の各MPT平均値の比較において、有意差が認められたのはBCS、Ht、Albの3項目であった。

BCSは調査期間中常にER群が高く推移し、分娩時~8週目に有意差が認められた。HtとAlbは分娩前から8週目までER群が高く推移し、Htは分娩時と6、8週目に、Albは分娩前、分娩時、2、8週目にそれぞれ有意差が認められた(表9)。

(2) 空胎日数

空胎日数が100日以下の牛(以下EC群と呼ぶ)は22頭で、120日以上もしくは不受胎の牛は26頭であった。両群の各平均値の比較においてHt以外の項目で有意差が認められた。

BUNとiPでは、EC群が有意に高値を示した。その時期は、BUNで分娩前から4週目にかけて、iPで2、

4、8、10週目であった。NEFA、TG、Tcho、Caでは、EC群が有意に低値を示した。その時期はNEFAとTGで2~8週目と12週目、Tchoで8週目以降、Caで分娩前と分娩後2、4、8、10週目であった。BCS、TP、Alb、Gluでは有意差の現れた回数が2回以下と少なかった(表10)。

考 察

供試牛全頭におけるBCS及びMPTの推移と平均値は、これまでの報告^{1, 2, 8-12, 15, 16, 18, 19, 27, 29, 30}とほぼ一致した。しかし、項目によっては、地域や測定法の違いによると考えられる若干の相違が認められた。

一般に乳牛では、分娩後10~14日目頃に無発情の初回排卵が起り、30~40日目頃には初回発情を示し、40~50日目頃までには子宮修復が完了し、再び受胎可能な状態になるといわれている²⁰。そして、60日目頃から授精を開始し、空胎日数を100日以内にするのが理想的

Table 10. Comparison of BCS and serum metabolite levels between 2 group cows which are different open days.

	Prepartum	Partus	Weeks of postpartum							
			2	4	6	8	10	12	14	16
BCS	3.51±0.41	3.24±0.41	2.95±0.43	2.97±0.53	2.98±0.50	3.03±0.44	3.02±0.46	3.02±0.34	3.15±0.27	3.14±0.38
	3.43±0.44	3.23±0.42	2.99±0.51	2.84±0.51	2.80±0.44	2.79±0.42	2.86±0.46	2.77±0.50	2.86±0.50	2.92±0.48
Ht (%)	32.6±3.3	35.2±4.1	30.6±3.2	29.6±3.2	30.3±2.8	30.6±3.0	30.3±2.2	30.6±2.7	31.4±2.3	31.1±2.8
	32.7±3.1	35.8±3.4	30.8±3.4	30.2±3.4	29.9±2.8	30.6±2.6	30.7±2.6	30.3±2.3	30.6±2.6	30.5±2.8
TP (g/ml)	6.63±0.60	6.33±0.62	7.02±0.49	7.41±0.57	7.36±0.46	7.18±0.44	7.44±0.56	7.51±0.58	7.43±0.67	7.54±0.63
	6.80±0.56	6.37±0.68	7.20±0.67	7.52±0.77	7.68±0.72	7.75±0.58	7.75±0.64	7.77±0.67	7.88±0.58	7.72±0.57
Alb (g/dl)	3.27±0.74	3.25±0.72	3.32±0.68	3.50±0.28	3.54±0.28	3.51±0.20	3.53±0.24	3.52±0.24	3.46±0.21	3.41±0.29
	3.18±1.04	3.16±0.84	3.36±0.66	3.55±0.30	3.54±0.20	3.55±0.22	3.67±0.24	3.60±0.18	3.60±0.20	3.55±0.16
BUN (mg/dl)	9.1±3.5	11.7±2.8	12.2±3.7	13.5±4.7	14.3±5.6	13.4±5.3	14.5±4.8	13.6±4.6	13.5±4.0	13.8±4.3
	6.2±3.7	9.0±4.0	9.0±3.2	10.6±4.1	12.3±3.9	12.9±4.4	14.2±4.3	13.1±4.2	14.1±4.3	13.0±4.1
Glu (mg/dl)	66.6±13.6	84.2±20.0	63.8±7.7	68.4±5.6	69.2±5.0	69.6±6.1	68.9±5.3	71.0±6.8	70.6±7.1	68.6±9.2
	63.7±11.8	86.7±26.1	60.0±10.6	64.4±8.4	66.1±6.0	65.7±6.3	67.2±6.9	67.8±7.1	69.7±9.6	67.7±7.4
NEFA (μEq/l)	238±128	530±237	313±170	184±77	142±72	129±55	123±56	99±35	113±42	106±46
	239±159	683±356	443±228	289±104	236±139	192±84	151±59	141±45	131±43	131±51
Tcho (mg/dl)	95±17	84±13	127±32	168±44	198±51	193±38	205±37	214±43	221±59	221±60
	98±14	82±11	119±33	182±65	214±84	244±87	257±95	258±81	275±85	261±78
TG (mg/dl)	24.6±5.1	16.3±4.9	14.3±2.1	13.9±2.2	13.7±2.1	13.6±1.6	14.3±2.6	13.3±1.9	14.3±1.8	13.9±2.6
	26.5±7.4	16.0±3.1	16.1±2.6	16.0±3.3	15.4±2.2	15.5±3.1	15.0±2.6	15.8±3.4	15.0±3.1	14.9±2.9
Ca (mg/dl)	9.9±0.9	9.3±0.7	9.9±0.9	10.0±1.0	10.1±0.9	9.9±0.7	10.2±1.0	10.5±0.9	10.5±1.0	10.4±1.1
	10.8±0.9	9.4±1.0	10.7±1.0	10.6±0.8	10.6±1.0	10.8±0.9	10.9±1.1	10.9±1.1	11.0±1.1	10.9±0.9
iP (mg/dl)	5.2±0.9	4.5±1.4	5.7±1.2	5.4±1.1	5.2±0.9	5.4±1.1	5.5±1.2	5.3±1.0	5.5±1.2	5.3±1.0
	4.7±0.9	4.3±0.9	4.9±1.1	4.6±0.8	5.0±1.3	4.7±1.1	4.9±1.0	4.7±1.2	4.9±1.2	4.9±1.1

Mean±SD * : P<0.05, ** : P<0.01 Upper : Open days below 100 days (n=22). Under : Open days over 120 days (n=26).

な繁殖サイクルとされている¹⁷⁾。一方、野外の調査報告では、初回発情 52.4 日²⁴⁾、空胎日数 120 日^{2, 26)}となっており、さらに、兵庫県下の牛群検定成績においても空胎日数は 140 日であった。よって、供試牛の繁殖状況の各平均値は、野外の実状に近いものと考えられる。

分娩後の卵巣機能の回復が遅延するとその後の受胎成績は低下するといわれている²⁰⁾。本報においても、初回排卵、初回発情、初回授精、空胎日数の間にそれぞれ有意な正の相関が認められた。

分娩後の BCS 低下が著しく、分娩前の BCS への回復が遅れるほど繁殖成績は悪化することが多くの報告^{2, 5, 12, 24, 27, 28)}で指摘されている。今回の結果からは、特に初回発情までの日数においてその関連性が強いと考えられた。

繁殖状況と MPT の相関から、初回授精日数と空胎日

数に対して、TP、Tcho、TG、Ca で正の、BUN、iP で負の相関が多く認められた。これらに加えて、空胎日数の良否による MPT 平均値の比較では、NEFA が空胎日数の短い群で有意に低い値を示した。相関や平均値の差が認められた時期は、項目によってずれがあり、BUN は分娩前から分娩後 6 週目まで、NEFA、TG、Ca、iP は分娩後 2～12 週目の間で、TP、Tcho は分娩後 8 週目以降であった。従って、同一牛群内で、MPT の各値が正常範囲内にある個体では、周産期に BUN が低く、泌乳最盛期に TP、NEFA、Tcho、TG、Ca が高く、iP の低い個体は、繁殖成績の悪化が予測される。

権ら¹⁴⁾は、TP、Alb、Tcho、TG、Ca に関して、分娩後 3 週までの間で空胎日数と負の相関を認めている。今野ら¹²⁾は、繁殖良好群で TP、Tcho は高かったとし、米内ら³¹⁾も発情回帰の早い群で Tcho の高値を認めて

いる。渥美ら²⁾は、泌乳、繁殖成績とも良好な群でTP, Alb, NEFA, Caが高かったとしている。平野ら⁷⁾は、繁殖良好群でiPの低値を認めている。これらの報告は、本報と矛盾するが、牛群(農家)間での比較^{2, 12)}であったり、初産牛のみを対象としたもの¹⁴⁾や和牛を対象としたもの^{7, 31)}である。経産牛すべてを対象とした個体間の比較^{24, 29)}では、TP, Tchoに関して本報と同様の結果を得ている。すなわち、牛群間の比較では飼養管理の程度差が血液性状に反映され、初産牛に限った場合や和牛では泌乳の格差による繁殖への影響が少ないと考えられる。これらに対し、経産牛すべてを対象とした個体間の比較では、乳量の差が血液性状や繁殖成績に影響していると考えられる。

一般に、乳牛の最高泌乳量到達時期は分娩後3~6週間で、4~8週目までその乳量を維持する。一方、乾物摂取量が最大となるのは、7~9週目である。このため、泌乳初期から最盛期にかけて、乳牛は負の栄養状態にあることは以前から指摘されている^{15, 32)}。今回の調査においても、最も多くの項目で有意な相関と平均値の差が認められた分娩後8週目は、供試牛の泌乳量ピークと一致した。

以上のことから、BCSの推移と泌乳最盛期のTP, BUN, NEFA, Tcho, TG, Ca, iPは、その後の繁殖状況を推測する上で有用な指標であることが示唆された。これらの項目は蛋白、脂質、ミネラルの代謝を反映する^{13, 22, 23, 25)}ことから、泌乳最盛期における粗蛋白質の過剰給与、体脂肪の急激な動員を招くエネルギーの不足、及びミネラルの不足またはアンバランスといった給与内容は、初回授精を遅らせ、空胎日数を延長させると考えられる。

今後は、高泌乳牛において泌乳と繁殖を両立させるための飼養管理技術として、バイパス蛋白質の効果的給与法、高エネルギー飼料の開発、ミネラルの添加法について検討していく必要がある。

引用文献

(1) 吾郷 巨・荒瀬 淳・戸山幸恵(1991)：乳牛の産前産後および泌乳量と血液成分との関係について：家畜診療 332, 33-40
 (2) 渥美孝雄・岡田啓司・後藤浩弥・南館君夫(1991)：高泌乳牛における代謝プロファイルテスト成績と産乳および繁殖成績：東北家畜臨床研誌 14(1), 11-18
 (3) Edomson, A. D., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver and G. Webster(1989)：A body condition scoring chart for holstein dairy cows：J. Dairy.

Sci 72, 68-78
 (4) Gaines, J.(1989)：The relationship between nutrition and fertility in dairy herds：Vet. Med, Oct., 997-1002
 (5) 檜垣繁光(1989)：乳牛におけるボディコンディションによる乳量および繁殖への影響(抄訳)：家畜診療 307, 49-57
 (6) 檜垣繁光(1991)：飼料給与が繁殖に影響する(抄訳)：家畜診療 331, 55-57
 (7) 平野哲夫・高橋清治・矢崎 薫・渥美孝雄・岡田啓司・南館君夫・後藤浩弥・鈴木利行(1991)：黒毛和種繁殖雌牛における代謝プロファイルテストと繁殖成績：家畜診療 336, 35-39
 (8) 井岡勝美・森林謹一・川田和雄・柿本政之・武井浩充・木村利夫・伊藤雅章(1986)：栃木県における乳牛の血液検査値について：家畜診療 280, 41-46
 (9) 木田克弥(1991)：生産獣医療サービスにおける代謝プロファイルテストの活用：家畜診療 338, 21-27
 (10) 木村容子・新井一博・湊 和之・阿部伸司・野呂明弘(1993)：高泌乳牛の各泌乳期における生乳、血液および第一胃液成分の変動：日獣会誌 46, 385-391
 (11) 小池則亮・小森昇一(1987)：乳牛の血液成分および乳成分の周産期性変化について：家畜診療 294, 26-32
 (12) 今野清勝・小野秀弥・後藤浩弥・高橋千賀子・木村有一・鈴木利行・小島佳岳・佐藤 繁(1994)：繁殖問題牛群における代謝プロファイルテスト所見の特徴：家畜診療 372, 29-34
 (13) 久米新一(1990)：高泌乳牛に対するCaとPの給与：畜産の研究 44(5), 593-600
 (14) 権 五鏡・小野 斉・山科秀也・金川弘司(1985)：乳牛の分娩前後の血液成分および疾病発生と繁殖成績：家畜繁殖誌 31(2), 63-67
 (15) 南館君夫(1991)：牛群検診—指導と効果判定を中心として：家畜診療 338, 28-32
 (16) 溝本朋子・近藤寧子・星 欽彌・吉浦尚子(1992)：分娩前後における乳牛の血液性状の調査：家畜診療 343, 29-35
 (17) 元山良平(1987)：高泌乳と繁殖(デーリィジャパン) 145-166
 (18) 望戸正則・山岡鉄太郎・千田広文・前田宏昭・高西博文(1988)：乳牛の分娩前後における臨床生化学的検査値：家畜診療 306, 39-44
 (19) 望戸正則・久保田義信・関岡智明・穂崎宏英(1994)：ドライケムシステムによる代謝プロファイルテスト

- を応用した乳用牛の生産病対策：臨床獣医 12 (13), 25-32
- (20) 中尾敏彦(1995)：乳牛の分娩異常および分娩後疾患によるストレスと性機能の回復(1)：家畜診療 380, 11-17
- (21) 扇 勉・前田善夫・伊東季春・梶野清二・岸 司・松田信二・安里 章・臼井 章(1989)：北海道における乳牛群の代謝プロファイルテスト：日獣会誌 42, 306-311
- (22) 左向敏紀(1992)：脂質代謝からみた代謝プロファイルテスト(1)：家畜診療 345, 33-41
- (23) 左向敏紀(1992)：脂質代謝からみた代謝プロファイルテスト(2)：家畜診療 346, 55-63
- (24) 佐々木武男(1993)：乳牛の周産期における血液性状および繁殖機能と飼料との関係：日獣会誌 46, 1010-1013
- (25) 佐藤 博(1986)乳牛における血液成分と栄養生理的義：日畜会報 57, 959-970
- (26) Simerl, N. A., C. J. Wilox and W. W. Thatcher (1992)：Postpartum performance of dairy heifers freshening at young ages：J. Dairy. Sci. 75, 590-595
- (27) 杉村博幸・松田寿彦・岡 正・久保正満・大江貞男(1995)：乳牛の周産期における血液成分値と周産期病および繁殖成績との関係：家畜診療 385, 37-43
- (28) 谷 文明・内田嘉彦・出馬 昇・森 一司(1988)：ボディコンディショニングを利用した乳牛の飼養改善と受胎成績：畜産の研究 42, 397-401
- (29) 山村佳宏・大内勝之・芝野健一・依田吉充・大谷正太・西崎 悟・松原 亘(1993)：乳牛の分娩前後における血液成分の変動と乳量および空胎日数との関係：兵庫県家畜共済研究発表集 26, 43-47
- (30) 山田恭嗣・中尾敏彦・園中 篤・南 繁・宮野正章・中尾 茂・森好政晴・河田啓一郎(1994)：乳牛の栄養状態と周産期疾病および受胎成績：日獣会誌 47, 322-326
- (31) 米内美晴・下司雅也・坂口 実・鈴木 修(1995)：黒毛和種雌牛における発情回帰と分娩前後の血中コレステロール濃度変化の関係：J. Reprod. Dev. (Japanese issue) 41, j1-j8
- (32) 吉目木勝策・中尾敏彦・森好政晴・河田啓一郎(1986)：高泌乳牛における分娩後の栄養水準と卵巣機能の回復状態との関係：日畜会報 57, 553-560