

## 分娩前のバイパス蛋白質率が初妊牛の泌乳初期における 栄養生理と乳生産に及ぼす影響

生田健太郎\*・福尾憲久\*・山口悦司\*\*・小嶋 睦\*・高田 修\*

### 要 約

初妊牛9頭を供試し、分娩前のバイパス蛋白質率(試験区41.9%, 対照区32.0%)が泌乳初期における栄養生理と乳生産に及ぼす影響について検討した。

- 1 分娩前の乾物摂取量と可消化養分総量摂取量は対照区が、バイパス蛋白質摂取量は試験区がそれぞれ有意に多かった。分娩後の飼料摂取状況に有意な区間差はなかった。分娩後における乾物摂取量の増加は試験区の方が順調であった。
- 2 第一胃液性状は分娩前後とも有意な区間差はなかった。
- 3 血液性状では、分娩前4週のヘマトクリット、分娩後4週のヘマトクリットとカルシウムにおいて試験区が有意に高値を示した。
- 4 産乳成績では、供試期間中の総乳量・平均日乳量・最高乳量とその到達日数・成分補正乳量・乳成分に有意な区間差はなかったが、日乳量は試験区が常に高く推移し、4週から6週にかけて有意差が認められた。
- 5 分娩後に低下した体重とボディ・コンディション・スコアが増加に転ずる時期は、試験区では対照区より2週早く、分娩後4週目であった。

### Effect of Undegraded Protein Prepartum on Postpartum Metabolism and Milk Production in First Lactation Heifers

Kentarou IKUTA, Norihisa FUKUO, Etsuji YAMAGUCHI, Mutumu KOKAMO  
and Osamu TKATA

### Summary

Nine primiparous cows were assigned to one of two diets which percentage of undegraded intake protein (UIP) during prepartum were high (HUIP, 41.9%/CP) and control (C, 32.0%/CP).

The following results were obtained:

- (1) In prepartum, dry matter intake (DMI) and total digestible nutrient (TDN) intake were significantly higher for the C than HUIP group, but UIP intake was significantly higher in the HUIP group. In the HUIP group, DMI increased more readily than in the C group after parturition.
- (2) Ruminal characteristics were not significantly affected by treatment.
- (3) Hematocrit (Ht) at wk 4 prepartum and Ht and calcium (Ca) at wk 4 postpartum were higher for the HUIP than C group.
- (4) Total or averaged milk yield and milk composition were not significantly affected by treatment, but yield with time was significantly higher for the HUIP group at wk 4 to wk 6.
- (5) In the HUIP group, body weight and body condition score (BCS) increased at wk 4 postpartum and at wk 6 in the C group.

キーワード: 乳用初妊牛, 分娩前, バイパス蛋白質, 乳生産性, BCS

1997年8月29日受理

\* 淡路農業技術センター \*\* 現洲本家畜保健衛生所

緒 言

牛の胎児は200日齢以降急激に成長するため、母体の養分要求量も分娩が近づくに伴って増大し<sup>4, 8)</sup>、分娩後、泌乳の開始とともに養分要求量はさらに急増する。そのため、最近では乾乳後期(分娩前3週)から分娩後3週までを移行期として捉え、この期間の飼養管理の重要性が認識され始めている<sup>9)</sup>。移行期の問題点は乾物摂取量(以下DMIと呼ぶ)が乾乳後期では低下し、分娩後は養分要求量の増大に追いつかない点にある。特に未経産牛は自らも成長の過程にあり、成長に対する要求量が満たされない場合には、発育不良による難産、初産時の低泌乳等を伴うことがあるとされている<sup>8)</sup>。

分娩前後の飼養管理については国内においても以前より検討<sup>1, 3)</sup>されてきたが、高泌乳初産牛の移行期管理に

Table 1. Ingredient and nutrient composition of experimental diets.

Compositon \ Group <sup>1)</sup>	Prepartum		Postpartum
	H	C	
Ingredient (as fed basis %)			
Timothy hay	33.3	32.5	16.8
Oats hay	29.2	28.5	8.4
Alfalfa hay cube	8.3	8.1	10.6
Beet pulp			11.3
Concentrate mix <sup>2)</sup>	29.2		
Concentrate mix <sup>3)</sup>		26.0	28.7
Concentrate mix <sup>4)</sup>			15.9
Soybean meal		4.9	
Cotton seed whole			6.8
Corn gluten meal			1.5
Nutrient <sup>5)</sup>			
DM (%)	88.2	88.5	88.4
CP (%/DM)	12.5	12.1	15.6
TDN (%/DM)	62.8	62.3	74.3
NDF (%/DM)	47.1	47.3	36.0
UIP <sup>6)</sup> (%/CP)	41.9	32.0	38.4

- 1) H=fed high level UIP diet during the prepartum, C=control.
- 2) for dry cows (DM: 86.5, CP: 21.9, TDN: 76.9, UIP: 53.2)
- 3) for lactating cows (DM: 87.5, CP: 14.9, TDN: 74.0, UIP: 36.3)
- 4) energy supplement (DM: 86.5, CP: 20.0, TDN: 85.0, UIP: 44.3)
- 5) Calculated from analysed values except concentrate mix.
- 6) Estimated NRC(6) values.

Table 2, Methods of blood chemical analysis.

Item		Method
Hematocrit	(Ht)	Centrifugation
Total protein	(TP)	Refractometric
Albumin	(Alb)	Auto analyser
Blood urea nitrogen	(BUN)	"
Glucose	(Glu)	"
Total cholesterol	(Tcho)	"
Triglyceride	(TG)	"
Calcium	(Ca)	"
Inorganic phosphorus	(iP)	"
γ-Glutamyltransferase	(GGT)	"
Glutamic-oxaloacetic transaminase	(GOT)	"
Free fatty acid	(NEFA)	Absorbance

ついての検討はなされていない。

分娩前後の少ないDMIの中で高い蛋白質要求量を充足するためには、ルーメンを通過し、小腸から直接吸収されるバイパス蛋白質(以下UIPと呼ぶ)の供給量を増やす必要がある。そこで、初妊牛における分娩前のUIP率の違いが泌乳初期における栄養生理と乳生産に及ぼす影響を検討した。

材料及び方法

1 供試牛、試験区分及び実施期間

試験にはホルスタイン種初妊牛9頭を供試し、試験区5頭と対照区4頭の2区を設定し、一要因実験法で飼養試験を実施した。

試験は1995年11月から1997年1月の間に実施した。各供試牛の供試期間は分娩予定日の8週間前から分娩後10週間とした。

2 供試飼料

供試飼料の飼料構成と養分含量をTable 1に示した。

分娩前はUIP率を高めた乾乳期用の配合飼料(試験区)と泌乳期用の配合飼料(対照区)を置き換えることによって、両区のUIP率に差をつけ、可消化養分総量(以下TDNと呼ぶ)と粗蛋白質(以下CPと呼ぶ)の含量はできるだけ揃えるようにした。飼料は分離方式で給与した。

分娩後は両区とも同一の飼料をTMR方式で給与した。

3 飼養管理状況

供試牛はパイプストールに繋留し、朝は8時30分から給餌と搾乳を行い、夕方は16時に給餌し、17時30分より

Table 3. Dry matter intake, nutrient intakes and nutrient sufficiency of 2 groups cows which fed different UIP levels diets during the prepartum.<sup>1)</sup>

Item \ Group <sup>2)</sup>	Prepartum		Postpartum	
	H	C	H	C
Number of cows	5	4	5	4
Dry matter intake (kg/day)	9.9±0.3 *	10.8±0.5	17.8±2.1	16.3±0.6
DM per Body weight (%)	1.62±0.13	1.78±0.15	3.24±0.47	2.96±0.27
TDN intake (kg/day)	6.2±0.2 *	6.8±0.4	13.2±1.5	12.1±0.6
CP intake (kg/day)	1.25±0.06	1.30±0.08	2.76±0.32	2.55±0.10
UIP intake (g/day)	518±19 ***	419±20		
TDN sufficiency <sup>3)</sup> (%)	123.8±10.1	110.2±6.9	82.3±9.1	77.2±3.7
CP sufficiency <sup>3)</sup> (%)	98.2±3.8	95.4±2.1	87.5±9.6	83.1±4.5

1) Values are mean±SD. Significantly (\*:P<0.05, \*\*\*:P<0.001) different between group H and group C.

2) H=fed high level UIP diet during the prepartum, C=control.

3) Calculated from "Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1994)" (7)

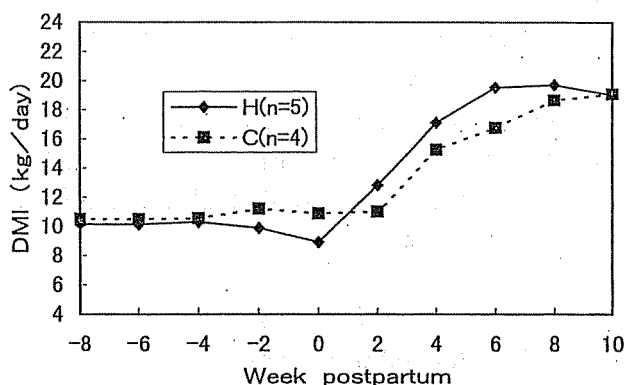


Fig. 1. The dry matter intake (DMI) of cows fed control (C) or high level UIP (H) diet during the prepartum.

搾乳した。

#### 4 調査内容, 採材間隔及び測定方法

飼料摂取量と乳量の計測は毎日行った。体重とボディ・コンディション・スコア (以下BCSと呼ぶ) の計測は2週間隔で行った。採血は分娩前8週, 4週, 分娩時, 分娩後4週, 8週に行った。第一胃液の採取は分娩前8週, 4週, 分娩後4週, 8週に行った。乳成分の測定は分娩後4週, 8週に行った。体重とBCSの計測, 採血, 第一胃液の採取は午後1時から行った。

##### (1) 飼料摂取状況

残飼量と給与量は給与時に毎回計量し, 給与飼料と残飼の乾物率を定期的に測定した。これらの記録からDMI・乾物体重比・養分摂取量および日本飼養標準<sup>7)</sup> に対

する養分充足率を算出した。

##### (2) 第一胃液性状

第一胃液はルミナー (富士平) で300ml以上採取し, 直ちにpHメーター (堀場, F-8 L) にてpHを測定した。原虫数は胃液 5 mlにMHS液<sup>5)</sup> 20mlを加え染色後, FUCHS-ROSENTHAL計算板を用い計測した。

アンモニア態窒素濃度は二重ガーゼで濾過した胃液を凍結保存し, ケルダール法にて測定した。

揮発性脂肪酸は, 濾過胃液2.5mlを24%メタリン酸0.5 mlと混和, 一晚放置し, 冷却遠心 (3000rpm, 30min) によって得られた上清を検体とした。検体は凍結保存し, ガスクロマトグラフ (HITACHI 163) で測定した。

##### (3) 血液性状

血液検査項目と測定法をTable 2に示した。採血は頸静脈よりプレイン真空採血管で行い, ヘマトクリット管に一部吸引後, 冷却遠心にて血清を分離し, 総蛋白質を屈折計で測定後, 遊離脂肪酸以外の項目は当日中に血液自動分析装置 (富士ドライケム) で測定した。遊離脂肪酸の測定は凍結保存血清を用い, 吸光度法にて後日まとめて行った。

##### (4) 産乳成績

乳量は毎回ミルクメーター (TRU-TEST) で計測した。

乳成分の分析は, 兵庫県酪産淡路生乳検査所に依頼し, SYS-4000 (Foss) にて行った。各成分率は朝夕の乳量比によって日平均に換算した。

##### (5) 体重及びBCS

体重は牛衡器 (TRU-TEST) で測定し, BCSはEdo-

Table 4. Ruminal characteristics of 2 groups cows which fed different UIP levels diets during the prepartum.<sup>1)</sup>

Item \ Group <sup>2)</sup>	Pre 8 week <sup>3)</sup>		Pre 4 week <sup>4)</sup>	
	H	C	H	C
Number of cows	5	4	5	4
pH	6.90±0.30	6.89±0.21	6.86±0.37	6.78±0.12
Total volatile fatty acids (mmol/dl)	6.33±1.40	6.09±0.69	6.22±1.31	5.98±1.45
Individual volatile fatty acids (molar %)				
Acetic	74.8±5.8	76.0±2.4	72.5±1.3	70.5±1.8
Propionic	15.6±3.2	15.7±2.3	15.2±1.1	16.4±2.0
Butyric	8.6±2.8	7.2±2.0	10.6±0.7	10.8±1.8
Other acids	1.0±0.7	1.2±0.5	1.7±0.4	2.4±0.4
A: P	5.0±1.2	4.9±0.9	4.8±0.4	4.4±0.5
Ammonia N (mg/dl)	4.67±3.00	5.63±2.53	5.16±1.81	6.66±2.01
Protozoa (10 <sup>4</sup> cell/ml)	12.6±5.0	6.7±1.5	15.6±5.3	21.5±9.2

1) Values are mean±SD.

2) H=fed high level UIP diet during the prepartum, C=control.

3) Before 8 week of the expected date of delivery (before experiment).

4) Before 4 week of the expected date of delivery.

Table 5. Comparison of serum metabolites between 2 groups cows which fed different UIP levels diets during the prepartum.<sup>1)</sup>

Item	Group <sup>2)</sup>	Week of postpartum				
		-8 wk	-4 wk	0 wk (Partus)	4 wk	8 wk
Ht (%)	H	35.0±3.8	34.8±2.4 <sup>a</sup>	38.2±0.4	34.0±2.4 <sup>a</sup>	32.2±2.2
	C	32.3±2.1	31.8±1.0 <sup>b</sup>	31.5±8.1	28.5±3.1 <sup>b</sup>	29.5±1.3
TP (g/dl)	H	6.46±0.47	6.30±0.32	6.14±0.43	7.44±0.34	7.60±0.32
	C	6.35±0.29	6.33±0.59	6.18±0.33	7.63±0.52	7.53±0.38
Alb (g/dl)	H	3.72±0.16	3.64±0.15	3.54±0.23	3.78±0.20	3.64±0.17
	C	3.65±0.13	3.68±0.10	3.45±0.45	3.48±0.35	3.75±0.34
BUN (mg/dl)	H	7.2±1.5	16.1±3.5	15.7±3.0	14.4±2.0	15.0±4.1
	C	9.7±3.5	14.5±1.3	17.9±7.2	13.2±3.6	16.0±2.4
NEFA (μEq/l)	H	151±62	150±62	567±281	269±102	146±31
	C	138±37	136±15	404±128	269±100	151±47
Tcho (mg/dl)	H	109.0±24.3	93.4±18.4	76.6±12.1	194.8±41.0	233.4±46.3
	C	103.0±9.6	95.3±12.9	70.3±18.1	166.5±36.7	215.0±28.8
TG (mg/dl)	H	23.4±7.1	19.0±8.3	6.6±2.1	10.8±3.3	11.8±3.7
	C	23.5±3.9	22.5±6.8	9.0±1.2	13.8±3.4	14.8±5.7
Ca (mg/dl)	H	9.5±0.5	9.3±0.3	8.5±0.8	10.1±0.2 <sup>a</sup>	9.8±0.2
	C	9.3±0.2	9.1±0.5	8.6±0.7	9.5±0.5 <sup>b</sup>	9.9±0.3

1) Values are mean±SD.

2) H=fed high level UIP diet during the prepartum (n=5), C=control (n=4).

a, b: Means between H and C significantly (p<0.05) differ.

Table 6. Milk production and composition of 2 groups cows which fed different UIP levels diets during the prepartum.<sup>1)</sup>

Item\Group <sup>2)</sup>		H		C	
Number of cows		5		4	
Total milk yield	(kg)	2198±195		1977±100	
Milk yield	(kg/day)	31.4±2.8		28.2±1.4	
Maximum milk yield	(kg)	38.2±3.9		34.3±2.1	
Days of max milk yield	(day)	43.4±15.2		49.3±10.6	
		4 wk	8 wk	4 wk	8 wk
Fat corrected milk	(kg/day)	27.6±4.3	32.5±4.3	27.0±2.6	30.6±2.8
Solids corrected milk	(kg/day)	27.3±3.7	32.0±3.6	25.9±2.2	30.3±3.1
Milk composition (%)					
Fat		3.75±0.76	3.68±0.45	4.46±0.39	3.86±0.27
Protein		2.99±0.13	2.97±0.34	2.86±0.23	3.04±0.22
Solids not fat		8.60±0.22	8.57±0.32	8.42±0.34	8.71±0.30
Lactose		4.61±0.12	4.61±0.12	4.57±0.14	4.68±0.11

1) Values are mean±SD.

2) H=fed high level UIP diet during the prepartum, C=control.

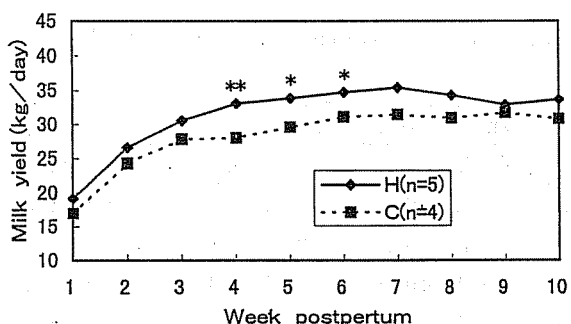


Fig 2. The milk yield of cows fed control (C) or high level UIP (H) diet during the prepartum.

The significance of the treatment effect is indicated for each week: \* p<0.05, \*\* p<0.01.

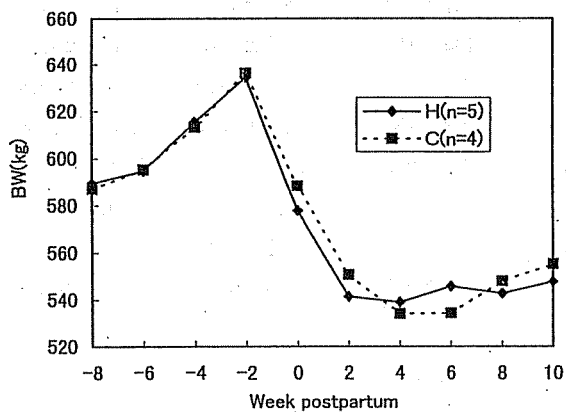


Fig. 3 The body weight (BW) of cows fed control (C) or high level UIP (H) diet during the prepartum.

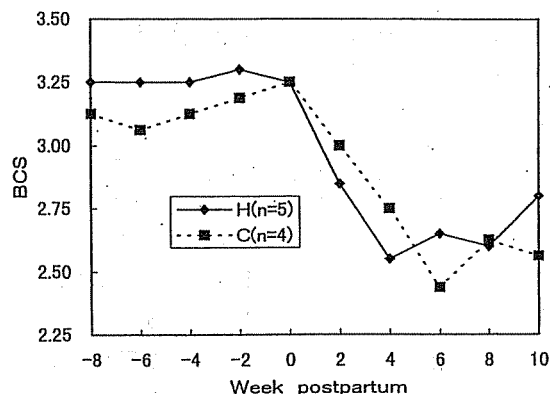


Fig. 4. The body condition score (BCS) of cows fed control (C) or high level UIP (H) diet during the prepartum.

monsonら<sup>2)</sup>の方法に基づいて評価した。

### 5 統計処理の方法

各調査項目について両区の平均値をStudentのt検定により、有意差を検定した。

## 結 果

### 1 飼料摂取状況

分娩前後における飼料摂取状況をTable 3に示した。分娩前のDMIは対照区(10.8kg/day)が試験区(9.9kg/day)より有意(P<0.05)に多く、TDN摂取量も対照区(6.8kg/day)が試験区(6.2kg/day)より有

意 ( $P<0.05$ ) に多かった。分娩前のU I P摂取量は試験区 (518 g/day) が対照区 (419 g/day) より有意に ( $P<0.001$ ) 多かった。分娩前の日本飼養標準<sup>7)</sup> に対する充足率は両区ともTDNは100%を上回ったがCPは100%にわずかに足りなかった。分娩後はいずれの項目も両区間に有意な差はなかった。分娩後の日本飼養標準<sup>7)</sup> に対するTDNとCPの充足率は試験区の方が高かったが、両区とも90%に満たなかった。

DMIの推移をFig. 1に示した。試験区では分娩前4週から分娩までの間に1kg程度低下したが、対照区では低下は認められなかった。分娩後、試験区のDMIは順調に増加し、8週目で最大量 (19.7kg) に達したが、対照区では10週目の19.0kgまで緩やかに増加した。

## 2 第一胃液性状

分娩前の第一胃液性状をTable 4に示した。いずれの項目も両区間に有意な差はなく、正常範囲内の値であった。また、分娩後の第一胃液性状も両区間に有意な差はなかった。

## 3 血液性状

血液性状の検査項目のうち、ヘマトクリット (Ht)、総蛋白質 (TP)、アルブミン (Alb)、尿素態窒素 (BUN)、遊離脂肪酸 (NEFA)、総コレステロール (Tcho)、中性脂肪 (TG)、カルシウム (Ca) の値をTable 5に示した。分娩前4週のヘマトクリットは試験区 (34.8%) が対照区 (31.8%) よりが有意に ( $P<0.05$ ) 高かった。同じく、分娩後4週のヘマトクリットも試験区 (34.0%) が対照区 (28.5%) よりが有意に ( $P<0.05$ ) 高かった。

また、分娩後4週のカルシウムは試験区 (10.1mg/dl) が対照区 (9.5mg/dl) よりが有意に ( $P<0.05$ ) 高かった。その他の項目ではいずれの時期においても両区間に有意な差はなかった。また、分娩後4週における対照区のヘマトクリットが基準よりやや低かった他は、いずれも正常範囲内の値であった。

## 4 産乳成績

産乳成績をTable 6に示した。供試期間中の総乳量・平均日乳量・最高乳量とその到達日数・成分補正乳量・乳成分に有意な区間差はなかった。

乳量の推移をFig. 2に示した。供試期間を通じて試験区が常に高く推移し、4週 ( $P<0.01$ )、5週 ( $P<0.05$ )、6週 ( $P<0.05$ ) において有意差が認められた。

## 5 体重及びBCSの推移

体重の推移をFig. 3に示した。分娩前は両区ともほぼ同様に推移し、試験開始から分娩時までに約50kg増加した。分娩後は両区とも急激に低下し、分娩時から約40

kg減少した。試験区は分娩後4週目以降に、対照区は分娩後6週目以降にそれぞれ増加に転じた。なお、分娩前2週と分娩時の間における急激な減少は胎児とその付属物の娩出によるものである。

BCSの推移をFig. 4に示した。分娩前は両区とも安定した推移で試験区が常に高かった。分娩後は試験区がやや早く低下し、分娩時から試験区では0.70ポイント、対照区では0.81ポイント減少した。体重と同様に試験区は分娩後4週目以降に、対照区は分娩後6週目以降にそれぞれ増加に転じた。

## 考 察

泌乳期の飼料にルーメンを慣らすため、分娩前から泌乳期用の濃厚 (配合) 飼料を少量給与する手法が一般に行われている。しかし、通常の配合飼料を使った場合、本試験の対照区のようにそのU I P率は35%に満たないと考えられる。DMIの少ない移行期に効率的に蛋白質を供給するためには、濃厚飼料によるCPの供給量を高めるばかりでなく、U I P率の高い蛋白質源を用いた飼料構成が必要と考えられる。そこで、試験区はU I P率の高い乾乳期用の配合飼料を用いることで、高泌乳牛における泌乳初期の推奨値 (40%) より高く、対照区と約10%の差をつけたU I P率 (41.9%) に設定した。

分娩前のDMIとTDN摂取量が対照区で有意に多かったのは、分娩前4週から試験区ではDMIが低下したが対照区では低下しなかったことによると考えられる。また、分娩前のU I P摂取量は試験設計のU I P率を反映して試験区が有意に高くなった。本試験と同様に、初産牛を用い分娩前にU I P率の異なる飼料を給与したVan Saunら<sup>8)</sup> の試験では、分娩前のDMIには差を認めず、CP、U I P摂取量が高U I P区で多かったとしている。分娩後のDMIは平均値に有意差はないものの、その推移において試験区の増加が順調であった。経産牛を用い分娩前にU I P率の異なる飼料を給与したWuら<sup>9)</sup> の試験でも、分娩後のDMIの平均値には差を認めていない。

分娩前4週と分娩後4週のヘマトクリットが試験区で有意に高値を示した。ヘマトクリットは一般に蛋白代謝の指標の一つとされているが、分娩前については、他の蛋白代謝指標である総蛋白質、アルブミン、尿素態窒素には差がなかったことから、少なくともU I P摂取量の差が影響しているとは考えにくい。また、分娩後については対照区のヘマトクリットが基準値よりも低値を示しており、総コレステロールが低く、中性脂肪が高い傾向があることから、DMIの不足による軽度の低栄養状態が影響していると考えられる。また、分娩後4週におけ

るカルシウムの有意差はヘマトクリット値との関連から血清の量的な違いによる希釈の影響が考えられる。

供試期間全体での産乳成績には有意な差はなかったが、乳量の推移では4週から6週にかけて試験区が有意に高かった。Van Saunら<sup>8)</sup>の試験では乳量、FCM量には差がなかったが、乳蛋白質率と乳蛋白質量は高UIP区で有意に高かったとしている。Wuら<sup>9)</sup>の試験では乳量・乳成分に差を認めなかったが、制限アミノ酸を添加すると、低UIP区では乳量が、高UIP区では乳蛋白質率がそれぞれ向上したとしている。本試験では乳成分に有意な差はなかったが、4週目の乳蛋白質率は試験区が高く、乳脂肪率は対照区が高い傾向を示した。分娩直後の乳蛋白質率はエネルギー状態と正の相関関係にあり<sup>6)</sup>、乳脂肪率はエネルギーの不足による体脂肪の動員によって高くなる。これらのことから、分娩後のエネルギー充足状況は試験区の方が良好であったと考えられる。

本試験の結果を総括すると分娩前にUIP率を高くすることで分娩後のDMIが順調に増加し、養分充足率や乳成分が示すようにエネルギーの収支が対照区に比べ良好であったと考えられる。そのため、分娩後4週から6週にかけて試験区は乳量が有意に高く推移したにも関わらず、体重・BCSがこの時期すでに回復に向かった。

これら一連の効果は、蓄積が比較的少ないとされている動員可能な体蛋白質に対して、UIPの増給がこれを補い、分娩前からの動員を防止したことによると考えられる。しかし、効果の機序については未だ不明な点が多く、今後さらに詳細な検討が必要である。

#### 引用文献

- (1) 有村正利・吾妻 健・増満州市郎・野見山敬一・山口博司・山本伸明・大森昭一郎・岡本昌三・尾台昌治・浜田龍夫 (1981): 乳牛の分娩前後の飼養法とくに泌乳初期における飼料増給に関する研究: 畜産の研究 35, 1246-1248
- (2) 浜田龍夫 (1982): 乳牛の分娩前後の飼養における栄養と繁殖の問題: 畜試年報 22, 101-112
- (3) 岩崎和雄 (1987): 新乳牛の科学 (農山村文化協会) 266-270
- (4) 加藤寿次・後藤正雄・佐藤 博 (1996): 乳牛における分娩直後の乳タンパク質率と繁殖成績との関係: 日畜会報 67, 579-582
- (5) 中村良一・米村寿男・須藤恒二 (1973): 牛の臨床検査法 (農山漁村文化協会) 第6章 14-17
- (6) National Research Council (1989): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. (Natl. Acad. Sci., Washington, DC.)
- (7) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1994): 日本飼養標準乳牛 (中央畜産会) 81-89
- (8) Van saun, R.J., S.C.Idleman and C.J.Sniffen (1993): Effect of Undegradable Protein Amount Fed Prepartum on Postpartum Production in First Lactation Holstein Cows: J.Dairy Sci. 76, 236-244
- (9) Wu, Z., R.J.Fisher, C.E.Polan and C.G.Schwab (1997): Lactational Performance of Cows Fed Low or High Ruminally Undegradable Protein Prepartum and Supplemental Methionine and Lysine Postpartum: J.Dairy Sci. 80, 722-729