

初妊乳牛における乾乳後期（移行期）の飼料 蛋白質水準が産乳性及び繁殖成績に及ぼす影響

千代隆之・瀬尾哲則*・大下雄三

*現（財）鳥取県畜産振興協会

要 約

近年分娩前後の飼養管理において分娩3週間前からの乾乳後期（移行期）の飼養管理が重要とされるが、特に初妊牛については分娩前の育成後期として見なされており分娩前の栄養要求量等に関する研究は少ない。

また日本飼養標準の1999年版の記載では、TDNをベースとしたエネルギー主体の考え方が基本¹⁾にあり、飼料中の蛋白質水準については充分とは言えない。そこで本試験では、初妊牛における移行期の飼料蛋白質水準が高泌乳牛の飼養成績（産乳性・繁殖成績）に及ぼす影響について検討した。なおH11～12年度は経産乳牛で、H13～14年度は初妊乳牛で粗蛋白質（以下CPと略す）水準の及ぼす影響についての試験を実施した。

H13～14年度実施試験の供試牛については低CP区延べ2頭、高CP区延べ3頭の計5頭であった。

- 1 平均乳脂率は、過去2か年で実施した経産牛については高CP区の方が高い傾向にあったが、初妊牛では低い傾向になった。
- 2 平均乳蛋白質率は、経産牛、初妊牛共に低CP区が高CP区を上回った。
- 3 摂取窒素量はH13、14年度共高CP区が低CP区を上回り、飼料給与設計のとりの差となった。
- 4 移行期におけるCP給与量（摂取窒素量）の差は窒素蓄積量、糞中への窒素排泄量の差となって現れた。
- 5 繁殖成績では、設定区による差は認められなかった。

緒 言

分娩前後の飼養管理において、分娩3週間前からの移行期の飼養管理が重要とされる。しかし、初妊牛については分娩前の育成後期として見なされており、分娩前の栄養要求量等に関する研究は少ない。そこで、本試験では移行期の蛋白質水準を低CP区（CP水準100%）と高CP区（CP水準120%）に設定し、蛋白質水準が分娩後の産乳性及び繁殖成績に及ぼす影響について検討した。

方 法

1 供試牛

平成13年度は初妊乳牛（低CP区1頭、高CP区1頭）

を平成14年度も同様に初妊乳牛（低CP区1頭、高CP区2頭）を供試した。

2 試験期間

分娩予定日は各年度の11月から翌年2月までとした。

試験期間は、分娩予定日の9週間前～分娩後（分娩後5日間を除く）の14週間（全23週間）とした。

分娩予定日の9週間前から3週間前までを乾乳前期、分娩予定日の3週間前から分娩までを移行期、分娩5日目から分娩後14週間までを泌乳期とした。ただし繁殖成績については分娩後20週間まで試験を行った。

3 供試飼料

粗飼料についてはサイレージを給与せず、購入チモシー乾草とアルファルファヘイブ[®]及び濃厚飼料をTMRで不断給餌した。TMRの給与割合（原物中）を表1の様に設定した。

表1 TMRの給与割合（原物中）

飼料	前期 (%)	移行期(%)		泌乳期 (%)
		低CP区 (CP水準100%)	高CP区 (CP水準120%)	
チモシー乾草	60	40	40	26
ハイキューブ	30	25	25	14
低CP配合	10	35		
高CP配合				
泌乳期配合			35	60

4 飼料の給与方法

(1)乾乳前期の6週間は、チモシー乾草、アルファルファハイキューブ、指定低CP配合飼料を原物重量比にして6:3:1の割合で混合し、生体維持+妊娠のTDN要求量の100%を給与した。

(2)移行期の3週間については、低CP区(充足率100%)は、チモシー乾草、アルファルファハイキューブ、指定低CP飼料を、高CP区(充足率120%)では、チモシー乾草、アルファルファハイキューブ、指定高CP飼料をそれぞれ原物重量比4:2.5:3.5の割合で混合し、生体維持+妊娠のTDN要求量の100%を給与した。

(3)泌乳期(分娩後14週間)では、分娩後4日間は分娩直前の給与量を維持し、配合を泌乳期用配合に切り替えていった。牛の健康状態を観察しながら徐々に給与量を増やしていき、チモシー乾草、アルファルファハイキューブ、泌乳期用配合飼料を原物重量比2.6:1.4:6に混合したものを自由飽食させた。

5 調査項目

(1)体重及びボディコンディションスコア(以下BCSと略)

分娩前基礎体重(試験開始時体重)は分娩予定日の65日前から3日間の平均とした。分娩後基礎体重は分娩後3日間の平均とし、試験期間中の体重を週毎(週末)に測定した。また、同時にBCSも記録した。

(2)飼料摂取量および養分摂取量

飼料摂取量は飼料給与の度に残飼量を記録し、給与量から差し引いた。養分摂取量は供試飼料の成分値と飼養標準の該当飼料の消化率および非分解率から算出した。

(3)生乳検査

生乳は朝夕の2回/日採取し、乳成分(乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂固形分率、体細胞数)を分娩後5日目以降、毎週実施した。

(4)消化試験

分娩10日前の3日間に消化試験マニュアル Ver.1.1²⁾に沿って全糞尿採取法による消化試験を実施した。

(5)血液検査

試験開始時(分娩予定の9週間前)、分娩予定1週間前、分娩当日、分娩後7週間目にそれぞれ頸静脈より採血し、血漿中グルコース、血液中尿素窒素(BUN)、遊離脂肪酸(NEFA)、Ca、Pを測定した。採血時刻は午後1時前後に実施した。

(6)泌乳成績

乳量は分娩後5日目から毎日測定し、毎週の乳量を集計し、1日平均乳量を算出した。

最高乳量は1週間乳量の最高における1日最高乳量とした。

乳脂補正乳量(FCM)、固形物補正乳量(SCM)、牛乳生産効率を次式により算出した。

$$FCM = 0.4 \times M + 15 \times F$$

$$SCM = 12.3 \times F + 6.65 \times SNF - 0.0752 \times M$$

$$\text{牛乳生産効率} = (750\text{kcal} \times FCM \text{ kg}) / (3,999\text{kcal} \times TDN \text{ kg}) \times 100$$

M = 乳量 kg、F = 脂肪量 kg、SNF = 無脂固形分量 kg

(7)繁殖成績

分娩後の発情回帰日数、初回授精までの日数、受胎の有無(分娩後20週間まで)、受胎までに要した日数、授精回数および受胎率について調査した。

(8)分娩時の調査

分娩難易度、産子生時体重、胎盤停滞の有無について調査した。

(9)健康状態および疾病発生状況

ケトosis検査は、乳中ケトン体測定試薬を用いて、毎週1回乳成分検査時に行った。乳房炎については、黒布法によるチェックをしその後PLテスターを用いた。事故等については臨床所見及び治療経過を記録した。

結 果

試験成績については、H13～14年度実施試験の供試牛（低CP区延べ2頭、高CP区延べ3頭）の計5頭について取りまとめた。また各区で有意な差が見られる年度については単年度毎の成績を示した。

1 体重及びBCS

体重の推移を図1に示した。乾乳期は両区共に緩やかに体重が増加し、胎子の増体に伴う理想的な体重の増加がみられた。分娩後の泌乳期では低CP区では分娩後から3週にかけて減少し、その後は緩やかに回復した。高CP区で分娩後から4週にかけて急激な体重の減少が認められ、その後は多少の変動があるものの体重の微増が認められた。

BCSの推移については、両区共ほぼ標準的な推移を示した。しかし、平成14年度低CP区は分娩後でも減少傾向が見られず、ほぼ一定に推移した。

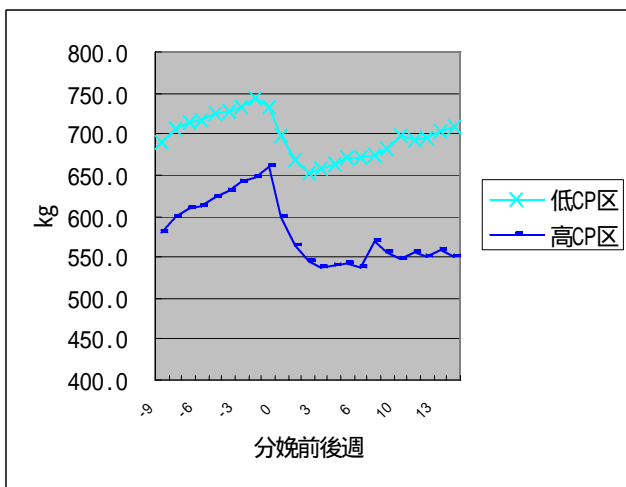


図1 体重の推移

2 飼料摂取量および養分摂取量

乾物摂取量は、両区とも分娩後顕著に増加し、低CP区においては分娩後5週間後、高CP区においては分娩後7週間後に安定した摂取となった。全期間を通じ、低CP区の方が約5.0kg多く摂取した。

乾乳期の平均飼料摂取量及び平均栄養摂取量を年度毎に表2に示した。H14年度実施試験について、TDN摂取率(TDN/FS)、CP摂取率(CP/FS)に顕著

な差が見られ、高CP区が低CP区を大きく上回った。

泌乳期の平均飼料摂取量及び平均栄養摂取量も年度毎に表3に示した。H14年度実施試験について、乾乳期と全く逆に低CP区が高CP区を上回り、H13年度実施試験とは異なった傾向になった。

表2 平均飼料摂取量及び平均栄養摂取量

乾乳期	低CP区		高CP区	
	H13	H14	H13	H14
DMI kg/日	11.30	9.59	8.68	11.6
DMI/体重 %	1.48	1.41	1.46	1.83
TDN kg/日	7.07	6.31	5.71	7.63
TDN/FS* %	84.36	75.30	78.78	105.3
NFC kg/日	2.59	2.43	2.38	3.01
CP kg/日	1.14	1.20	0.92	1.36
CP/FS* %	81.21	85.2	75.79	112.0
UIP kg/日	0.33	0.32	0.32	0.47

表3 平均飼料摂取量及び平均栄養摂取量

泌乳期	低CP区		高CP区	
	H13	H14	H13	H14
DMI kg/日	18.82	23.2	13.14	18.2
DMI/体重 %	2.63	3.60	2.50	3.23
TDN kg/日	13.80	17.7	9.84	13.9
TDN/FS* %	88.18	112.9	75.29	106.7
NFC kg/日	6.70	9.05	4.98	7.10
CP kg/日	2.73	4.06	2.01	3.12
CP/FS* %	90.94	124.5	78.15	114.2
UIP kg/日	0.99	1.87	0.75	1.44

*FS：日本飼養標準乳牛（1999年版）

3 産乳成績

平均乳量は、高CP区で34.1(kg/日)、低CP区30.1(kg/日)で4.0kgの開きがあった。乳量の推移は図2に示した。両区共、分娩後5～6週にかけて泌乳の増加を示した。その後はほぼ一定に推移したが、低CP区では11週以降減少が見られた。

FCM乳量の推移を図3に示した。両区共ほぼ同様の

パターンを示したが、低 CP 区はやや変動が大きかった。

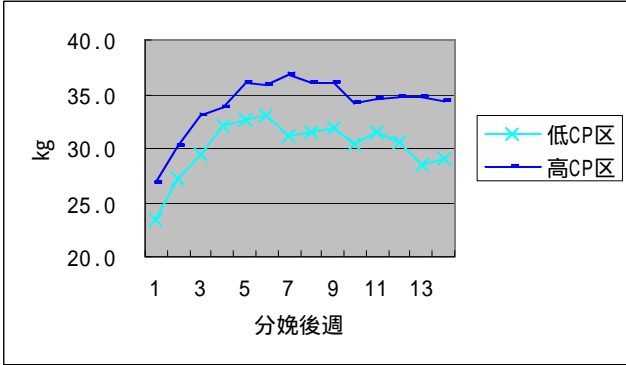


図 2 乳量の推移

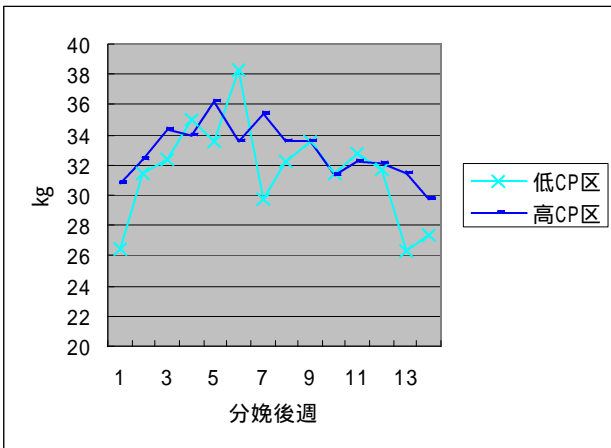


図 3 FCM乳量の推移

平均乳脂率は、高 CP 区で 3.9 %、低 CP 区で 4.3 %と 0.4 %の差が生じた。乳脂率の推移は図 4 に示した。低 CP 区分娩後 5 ~ 6 週にかけて顕著な増加が見られたが、両区共ほぼ同様の右下がりのパターンを示した。

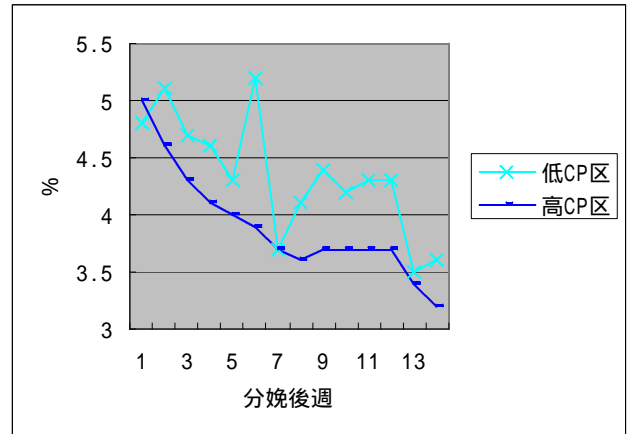


図 4 乳脂率の推移

平均乳蛋白質率は、高 CP 区で 2.9 %、低 CP 区で 3.4 %と 0.5 %の差が生じた。乳蛋白質率の推移は図 5 に示した。

両区共ほぼ同様のパターンを示しが、試験期間後半では低 CP 区の増加の方が顕著で差が開いた。

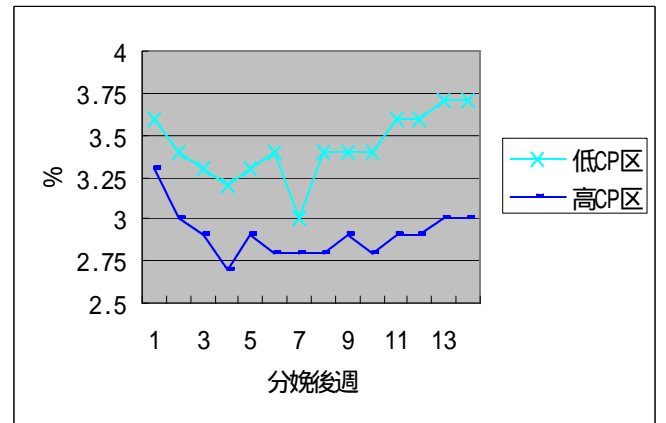


図 5 乳蛋白質率の推移

平均無脂固形分率については高 CP 区で 8.54 %、低 CP 区で 8.96 %と 0.42 %の差が生じた。乳蛋白質率と同様な推移が認められた。

4 消化試験

移行期の窒素に関する年度別消化試験結果を表 4 に示した。

表 4 消化試験結果

区	年度	摂取窒素量 g	日尿量 kg	尿中窒素排泄量 g	日糞量 kg	糞中窒素排泄量 g	蓄積量 g	窒素消化率 %
低 CP 区	13	175.13	15.60	82.32	27.25	72.11	20.70	58.82
	14	187.34	7.50	69.03	19.10	70.96	47.34	62.12
高 CP 区	13	206.80	9.17	102.74	20.30	79.00	25.06	61.80
	14	256.59	11.87	56.24	29.20	71.88	128.46	71.95

摂取窒素量とは飼料からの窒素の合計摂取量であるが、H13、14 年度共高 CP 区が低 CP 区を上回り、窒素出納として飼料給与設計のとおり差となった

尿中への窒素排泄量は、年度において逆の結果になった。

糞中への窒素排泄量及び体内への窒素蓄積量は、高 CP 区が高く差が認められ、高 CP 区での移行期における蛋白質摂取量が低 CP 区よりも多い結果と推察された。

5 繁殖成績

主な繁殖成績を表 5 に示した。高 CP 区で 1 頭について胎盤停滞、卵巣静止等の繁殖障害が見られたため、初回授精日数にバラツキがあったが、他の項目については顕著な差が見られなかった。

表 5 主な繁殖成績

項目	低 CP 区		高 CP 区		
	A	B	C	D	E
初回授精日数(日)	5 1	7 1	1 6 8	4 4	8 0
繁殖障害	無	無	卵巣静止	無	無
胎盤停滞	無	無	有	無	無

血液検査結果を表 6 に示した。BUN は、分娩前 1 週間から分娩後 7 週まで高 CP 区で高かった。NEFA は分娩前は低 CP 区で高く、分娩直後は低 CP 区では差が開きバラツいたが、高 CP 区では平均 790 μ Eq/l と高い傾向にあった。

表 6 主な血液成分分析値

項目	週	低 CP 区		高 CP 区	
		H13	H14	H13	H14
グルコース mg/dl	- 9	65	93	63	104
	- 1	92	93	68	106
	0	59	131	74	171
	7	63	88	71	96
BUN mg/dl	- 9	11.1	14.7	9.6	15.1
	- 1	13.0	11.6	16.1	20.4
	0	13.1	9.5	16.4	21.3
	7	18.3	19.6	11.4	28.5
NEFA μ Eq/l	- 9	155	219	121	79
	- 1	226	206	116	232
	0	324	1279	813	768
	7	99	45	157	210

考 察

乾乳牛に利用される栄養素の配分は母牛の生体維持に次いで胎子の成長に優先して充てられる。胎子のエネルギー

6 血液検査

ギー源は主にグルコース、乳酸塩、アミノ酸でこの内必要なエネルギーの30～40%をアミノ酸が担っている³⁾。

またルーメン内での微生物による飼料中蛋白質の分解の過程の中で、乾乳後期(移行期)にアミノ酸のバランスを整えることは、分娩後の乳線の発達、卵胞の発育、繁殖機能の回復させるために重要⁴⁾であり、近年移行期における研究が注目されている。

エネルギーの生理的代謝についてはNEFA値が一つの指標となり、NEFA値の増加はエネルギーバランスが摂取<消費になっていることを意味する⁵⁾。

本試験の体重の推移では、乾乳期は両区共に緩やかに体重が増加し、胎子の増体に伴う理想的な増体が見られた。一方分娩直後では、高CP区で急激な体重の減少が認められたが、低CP区は緩やかな減少にとどまった。またこの期間のNEFA値の増減パターンは高CP区に比べて、低CP区の方が顕著に増減を示す傾向であったが、むしろ7週間目では低CP区の方が正常値への回復は早かった。

また特にH14年度低CP区のBCSは分娩後でも減少傾向が見られず、ほぼ一定に推移した。これらのことは乳生成のために脂肪の動員が行われた結果として活発なエネルギー代謝状態になったことを示していた。しかしグルコース値やBCSの顕著な低下もないことからエネルギー低下は病的な変化を意味するのではなく、生理的なものであるということも裏付けした。

移行期におけるCP給与量(摂取窒素量)の差は窒素蓄積量、糞中への窒素排泄量の差となって現れた。窒素出納については、高蛋白飼料の方が排泄される窒素量も多い⁶⁾と言われているが、本試験でも高CP区の方が糞中に排泄される窒素量が多かった。尿中窒素排泄量はバラツキがあった。また体内への窒素蓄積量においては、高CP区が多かった。窒素の排泄量の多少は、ルーメンでアンモニアが過剰に生成されたり、微生物の蛋白合成に必要なエネルギーが不足していると、アンモニアが余剰となり肝臓を通じて尿素窒素に合成され尿中に排泄される⁷⁾ことに影響するが、本試験ではBUN値と尿中窒素排泄量は相関が認められなかった。

またH14年度実施試験で高CP区の窒素蓄積量が128.46gと顕著に多い原因としては、特に尿中での窒素の排泄量が少なかったためであり、これは、ルーメン内

のアンモニアの過剰生成が少なく、効率的に菌体蛋白が合成されたためである⁸⁾と推測される。いずれにしる両区共にこの時期十分な蛋白質が蓄積しており、胎子の要求量は満たしているものと判断された。

産乳性について平均乳脂率は、過去2か年で実施した経産牛については、高CP区の方が高い傾向にあったが、初妊牛では低い傾向になった。平均乳蛋白率は、経産牛、初妊牛共に低CP区が高CP区を上回った。

繁殖成績では、区による差は認められなかった。

以上の結果をふまえて、本試験では単に移行期の蛋白質水準だけを高めるだけでは、産乳性には経産牛、初妊牛共に大きな影響を与えないことがわかった。

つまり蛋白質水準だけを上げて、ルーメン内でアンモニアが過剰生産されることになり期待される効果は薄いと思われた。

一方で移行期のエネルギー充足のためには蛋白質水準のみならず、非繊維炭水化物(NFC)の給与による分娩前のエネルギー濃度の増加も必要³⁾と思われ、給与バランスを考慮した総合的な評価が今後は必要と考える。

謝 辞

今回の研究に際し、御協力頂いた宮城県畜産試験場、福島県畜産試験場、茨城県畜産センター、埼玉県畜産センター、静岡県畜産試験場、岐阜県畜産試験場、京都府畜産研究所、熊本県農業研究センター、全国酪農業協同組合連合会酪農技術研究所、農林水産省畜産草地研究所、大山乳業協同組合、倉吉家畜保健衛生所の関係諸氏に感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議事務局：日本飼養標準乳牛・1999年版(1999)
- 2) 寺田文典ら：消化試験マニュアル Ver.1.1、農林水産省畜産試験場 栄養部(1999)
- 3) 三好志朗ら：移行期を飼いこなす、デイリー・ジャパン、

臨時増刊号、109-115、91-92 (2000)

- 4) 澤田 久美子：アミノ酸バランスは飼養管理の基礎
デｲｰｼﾞャﾝ、12月号(2000)
- 5) 木田克也：乳牛の代謝プロファイルの話、風鳴 - 北
海道NOASA I研修所、(2001)
- 6) 塩崎達也ら：鳥取県畜産試験場研究報告、第30号、
高能力牛の飼養法に関する試験(2000)
- 7) 扇 勉：ルーメン内窒素代謝と生産性(7) 畜産の
研究、第51巻、第1号、91-98(1997)
- 8) 乳牛の栄養科学：臨床獣医臨時増刊号 Vol. 14
No.2 (1996)