

5 酪農経営技術の確立

（5）乳量の向上を目的としたバイパス蛋白質の活用

Effect of bypass protein for milk product

武石秀一 高木喜代文¹⁾ 井上一之 松岡恭二 石田睦夫

要 旨

バイパス蛋白質の給与が乳量及び乳成分に及ぼす影響について、バイパスメチオニン製剤（以下、DL-メチオニン）及びメチオニン、リジン、トレオニン、トリプトファン等の複数のバイパスアミノ酸を含む製剤（以下、複数バイパスアミノ酸製剤）調査検討した。

飼料の給与形態はTMRで、試験区にDL-メチオニン20g/日をトップドレス方式により給与した。TMRの養分含量はCPを14.5%に固定し、TDN76%区と74%区で試験を行ったところ、両TDN区において乳量の向上はみられなかった。乳中蛋白率はTDN74%区において試験区が有意（ $p < 0.01$ ）に高い値を示した。

次に、泌乳期前期（分娩後12週間）の牛を対象として試験区に複数バイパスアミノ酸製剤100g/日をトップドレス方式により給与した。試験期間中の日平均乳量は、試験区が1.86kg多く、84日間乳量で約156kg多かった。試験区は、分娩後5週目以降、対照区と比較して乳量の減少率が緩やかな傾向を示し、乳量ピーク後の減少率抑制効果が伺われた。また、乳成分率（乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率）は、分娩後6週目以降、対照区を上回る傾向がみられた。平均乳量、乳蛋白質量及び無脂固形分量は対照区より有意（ $p < 0.05$ ）に多く、乳蛋白質生産効率が優れていた。複数バイパスアミノ酸製剤の泌乳前期の給与は、乳蛋白質生産効率の向上効果を期待できるが、乳量の向上効果を期待するには、給与開始時期を分娩前にするなど給与時期の検討が必要と思われる。

キーワード：バイパス蛋白質、メチオニン

背景および目的

乳牛の改良が進み、年間9000kgを越す高泌乳牛が出てくるなか、牛の能力を十分引き出す飼料給与法が望まれている。そこで、乳牛における泌乳前期の効率的な飼料給与法について、ルーメン内で微生物に分解されず直接小腸に到達し消化される「バイパスアミノ酸製剤」の添加について乳量及び乳質の向上の面から検討した。

調査方法

試験 1；DL-メチオニンの投与効果

1. 供試牛：泌乳牛12頭（予備期間を1週間、本試験を3週間とする合計4週間を1期間とし、3期間反復の反転法で実施）
2. 試験期間：泌乳前期（分娩～分娩後12週）

3. 試験区分

飼料をCP14.5%に固定して、TDN76%とTDN74%に調整した2種類で、それぞれにDL-メチオニンの試験区と対照区を設定。試験区は、DL-メチオニンを日量20gトップドレス方式にて投与。

4. 飼養管理

（1）飼料給与

TMRの調製は、朝9時、午後2時の1日2回とし、給与回数は、1日2回で午前9時45と午後3時に給与し、残飼は毎回次回の給与直前に収集除去した。

給与量は、牛の状態を観察しながら増量し、飽食となるようにした。水は自由摂取とした。

（2）日常管理

供試牛は、牛舎内でストール、チェーンけい留と

1) 佐伯南郡地方振興局農業振興普及センター

し、搾乳は朝夕 2 回で搾乳時刻は、午前 4 時 30 分と午後 4 時 30 分とした。

5. 調査項目

（1）体重

測定時刻は午前 9 時頃とし、毎週 1 回測定した。分娩後の基礎体重は試験開始日とした。

（2）泌乳成績

1 日乳量は夕と朝の搾乳量の合計とし、分娩後 7 日目から記録し、7 日ごとに集計し、その平均をその週時の平均日乳量とした。

最高乳量は週の平均日乳量で比較した。

（3）乳成分

牛乳サンプルは毎週 1 回夕と朝に採取し、下記項目について、赤外線分析法により測定した。

測定項目：乳脂率、乳タンパク質率、乳糖率、無脂固形分率、体細胞数及び乳中尿素量

（4）血液性状

分娩の翌日、分娩後 1 週間（5～7 日目）その後 1 週毎に 1 2 週まで採血し、血漿中のグルコース、

BUN、Ca、P を富士ドライケムで測定した。

試験 2；複数バイパスアミノ酸製剤の投与効果

1. 供試牛

供試牛は表 1 のとおりで、当场けい養のホルスタイン種経産牛 9 頭を試験区 5 頭と対照区 4 頭とした。

2. 試験期間

給与試験は表 2 及び 3 のとおりで、分娩 1 週間後より試験を開始し、12 週間（84 日間）調査した。

3. 試験区分

複数バイパスアミノ酸製剤を添加給与した試験区と無添加の対照区の 2 区とし、添加方法は 1 日 2 回、朝夕の飼料給与時に複バイパスアミノ酸製剤 50 g をトップドレスの全量投与とした。

4. 供試飼料

供試飼料は TMR 形態とし、CP14.5%・TDN74%となるよう TMR 材料は表 3 の指定配合とした。

5. 飼養管理 試験 1 に準ずる。

6. 調査項目 試験 1 に準ずる。

表 1 供試牛の概要

試験区分	牛No	産 歴	分娩月日	試験開始時体重
試験区	3 8	3	2005. 10. 22	6 5 6
	2 8	2	2005. 11. 3	6 5 4
	2 6	3	2005. 12. 23	7 4 2
	1 2	2	2005. 11. 30	6 8 3
	1 3	3	2005. 12. 16	5 9 3
対照区	3 9	2	2005. 10. 22	6 1 0
	4	4	2005. 11. 30	7 8 0
	3 1	2	2005. 12. 9	7 0 5
	2 3	3	2005. 11. 6	5 5 0

表 2 各試験牛の試験期間

区	牛No	試験期間
試験区	3 8	2005. 10. 29 ～ 2006. 1. 20 (12週間84日)
	2 8	2005. 11. 10 ～ 2006. 2. 1 (同上)
	2 6	2005. 12. 30 ～ 2006. 3. 23 (同上)
	1 2	2005. 12. 7 ～ 2006. 2. 28 (同上)
	1 3	2005. 12. 23 ～ 2006. 3. 16 (同上)
対照区	3 9	2005. 10. 29 ～ 2006. 1. 20 (同上)
	4	2005. 12. 7 ～ 2006. 2. 28 (同上)
	3 1	2005. 12. 16 ～ 2006. 3. 9 (同上)
	2 3	2005. 11. 13 ～ 2006. 2. 4 (同上)

表 3 指定配合割合 (%)

材料	割合（乾物）
オーチャートグラス乾草	13.3
トウモロコシ黄熟期サイロ	14.0
ビートパルプ	5.7
配合飼料	22.9
ふすま	14.3
アルファルファヘイキューブ	14.5
綿実	1.8
トウモロコシ	13.2
第二リン酸カルシウム	0.3
ビタミンAD3E+BG	0.1

結果の概要

試験 1

結果の概要は表 4 のとおりであった。乳量の向上

効果は両TDN区とも認められなかったが、乳中蛋白質率については、TDN74%区で投与区が高く認められた (p<0.01)。

表 4 DL-メチオニンの投与効果

	平均日乳量 (kg)		乳中蛋白質 (%)		MUN (mg/dl)		備考
	投与区	対照区	投与区	対照区	投与区	対照区	
TDN76%区	30.2	29.2	3.16	3.15	5.87	6.62	10月開始
TDN74%区	36.5	37.5	3.31 ^a	3.21 ^b	8.18	8.04	1月開始

注) 異符号間に有意差あり a-b (p<0.01)

試験 2

1. 分娩状況

分娩状況は表 5 のとおりであった。全頭正常分娩

で、4号は軽い助産を行ったが、全頭胎盤停滞の発生はなかった。

表 5 分娩の状況

区	牛No	妊娠期間	分娩の正異常	助産の有無	胎盤停滞の有無	産仔	
						性	体重
試験区	3 8	277	正常	無	無	乳♂	41
	2 8	279	正常	無	無	乳♀	40
	2 6	287	正常	無	無	乳♂	44.5
	1 2	278	正常	無	無	乳♀	45
	1 3	283	正常	無	無	乳♀	39
対照区	3 9	275	正常	無	無	乳♂	39
	4	293	正常	有	無	乳♂	47
	3 1	285	正常	無	無	F1♂	35
	2 3	281	正常	無	無	乳♂	38.5

2. 体重の推移及び養分充足率

(1) 体重の推移

分娩後の体重の推移は、表 6 及び図 1 のとおり。
分娩後の最大体重差は試験区が36.2 kg（基礎体重の5.4%）、対照区が23.3 kg（同3.5%）であり、対照区の方が泌乳前期の体重減少が少なかった。

表 6 体重の推移

区	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	9週	10週	11週	12週
試験区	665.6 0.0	629.4 -36.2	630.0 -35.6	638.6 -27.0	647.4 -18.2	641.4 -24.2	650.2 -15.4	656.8 -8.8	654.2 -11.4	661.0 -4.6	664.2 -1.4	662.9 -2.7
対照区	661.3 0.0	638.0 -23.3	660.3 -1.0	657.0 -4.3	654.0 -7.3	644.0 -17.3	651.3 -10.0	663.0 1.8	660.8 -0.5	671.5 10.3	665.0 3.8	671.8 10.5

(2) TDN及びCP充足率

TDN及びCPの日本飼養標準による充足率は表 7、週毎の推移は図 1 及び 2 のとおりである。

分娩後 1 2 週間のTDN及びCPの平均充足率は対照区が試験区を上回り、分娩後7週以降にその傾向がみられ、体重の推移と関連する成績であった。

図1 体重の推移(試験開始時を基準体重)

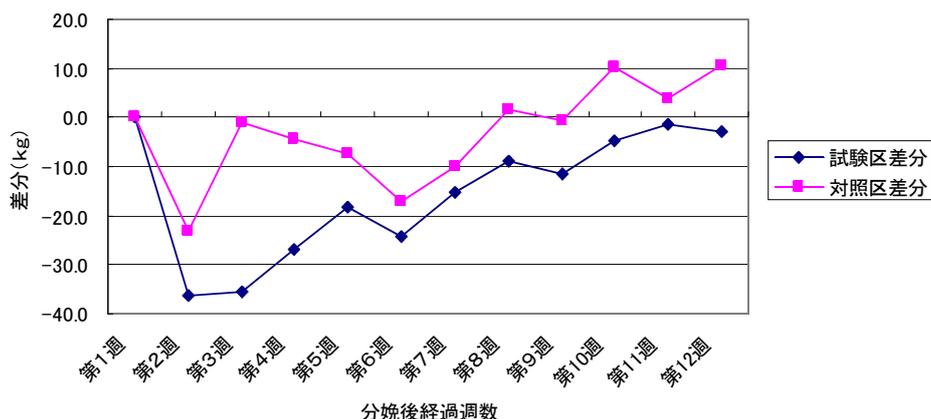


表 7 TDN及びCP充足率 (%)

区	牛No	TDN	CP
試験区	3 8	85.0	83.7
	2 8	83.4	82.2
	2 6	85.2	83.3
	1 2	99.6	98.2
	1 3	95.0	93.2
	平均	89.6	88.1
対照区	3 9	100.8	99.8
	4	94.3	93.3
	3 1	91.6	90.7
	2 3	86.9	85.6
	平均	93.4	92.4

図2 TDN充足率の推移

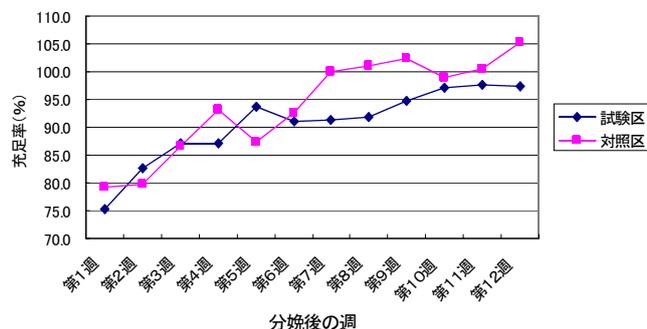
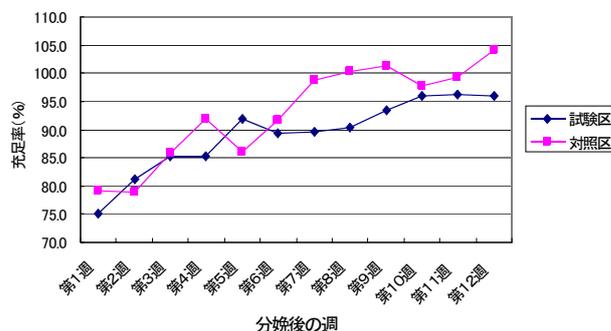


図3 CP充足率の推移



3. 泌乳成績

12週84日間の泌乳成績は表8、乳量の推移は図4のとおりである。

試験期間中の日平均乳量は、試験区は平均38.9kg/日、対照区は37.0kg/日と試験区が1.86kg、84日間乳量で約156kg多かった (p<0.05)。乳量のピークは、試験区、対照区共に5週目あたりにみられた。両区の乳量の増減率を比較してみると、5週目までは、ほぼ同様な

曲線を描きながら最高泌乳期を向かえ、その後、試験区は、無添加区と比べて、緩やかな減少を呈し泌乳中期へと移行した (図4)。

乳成分率は、試験期間の平均で比較するとほぼ同じであったが、分娩後6週目以降、試験区が対照区を上回る傾向であった。

1日当たりの蛋白質及び無脂固形分の生産量は試験区が優れていた。

表8 飼料摂取量及び乳生産 (12週平均)

項目\試験区	試験区	対照区	P
供試頭数 (頭)	5	4	
体重 (kg)	650.14	658.15	NS
DMI (kg/日)	22.0	22.5	NS
DMI/体重 (%)	3.4	3.4	NS
平均乳量 (kg/日)	38.87	37.01	**
平均FCM乳量 (kg/日) ¹⁾	34.00	32.65	NS
平均SCM乳量 (kg/日) ²⁾	38.09	36.42	NS
乳脂率 (%)	3.17	3.22	NS
乳蛋白質率 (%)	3.30	3.27	NS
無脂固形分率 (%)	9.00	8.97	NS
乳糖率 (%)	4.70	4.69	NS
乳脂量 (kg/日)	1.23	1.19	NS
乳蛋白質量 (kg/日)	1.28	1.21	*
無脂固形分量 (kg/日)	3.50	3.32	*
MUN (mg/dl)	9.06	9.74	NS
体細胞数 (千/ml)	3.1	2.4	NS

1) : FCM=0.4M×15F 2) : SCM=12.3F+6.56SNF-0.0752M

[M : 乳量 (kg)、F : 脂肪量 (kg)、SNF : 無脂固形分量 (kg)]

(* P<0.05, ** P<0.01)

図4 最高泌乳期を100とした時の乳量の増減率

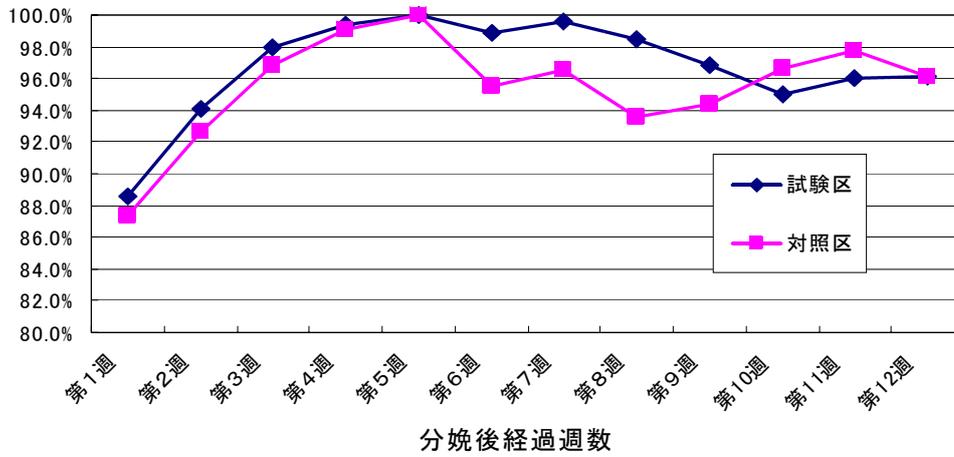


図5 乳蛋白質率の推移

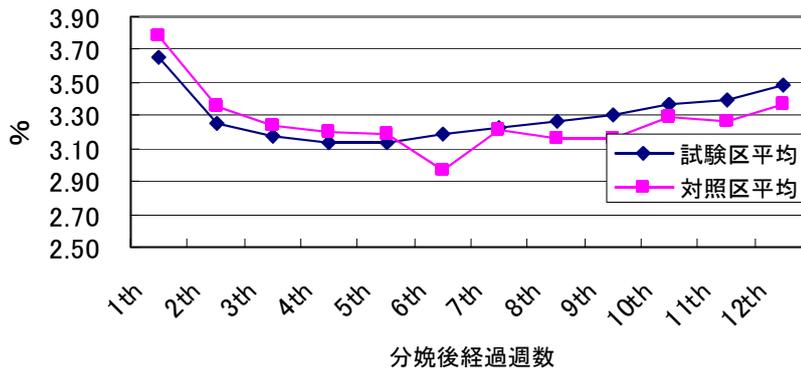


図6 乳糖率の推移

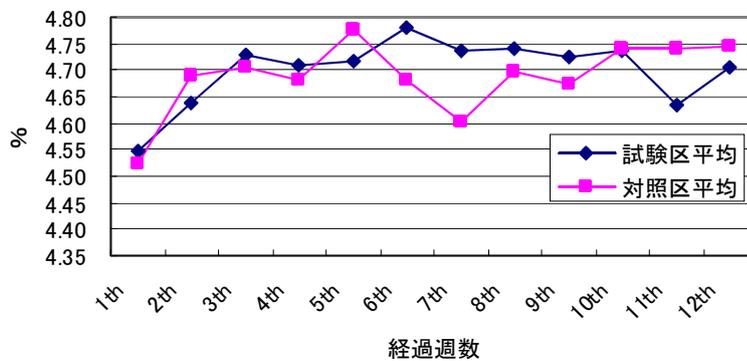
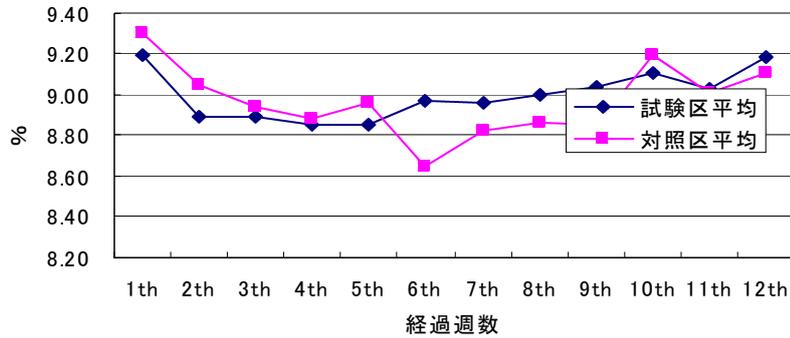


図7 無脂固形率の推移



4. 牛乳生産効率及び乳蛋白質生産効率

摂取エネルギーに対する牛乳生産エネルギーの割合を牛乳生産効率とし、CP摂取量に対する乳蛋白質

生産量の割合を乳蛋白質生産効率とし、表9に示した。牛乳生産効率は両区とも同程度、乳蛋白質生産効率は試験区の方が優れる傾向にあった。

表9 牛乳生産効率及び乳蛋白質生産効率 (%)

区	牛No	牛乳生産効率※1	乳蛋白質生産効率※2
試験区	3 8	37.0	33.7
	2 8	36.1	34.0
	2 6	34.9	33.7
	1 2	33.5	37.4
	1 3	33.0	37.2
	平均	34.9	35.2
対照区	3 9	32.7	35.8
	4	35.3	32.7
	3 1	34.7	34.7
	2 3	35.2	34.2
	平均	34.5	34.3

※1 : 4%FCM × 7.5 OKcal / 摂取TDN × 3999Kcal

※2 : 乳蛋白質生産量 / CP摂取量

5. 血液性状

血液性状は表9のとおりである。グルコース、BUN、Ca、無機Pは、個体によってややバラツキ

はあるもののいずれも正常値の範囲内であった。グルコースについては、対照区が高かった (p<0.05)。

表9 血液（血漿）性状

項目 \ 試験区	試験区	対照区	P
グルコース mg/dl	55.6	60.2	*
BUN mg/dl	7.5	8.1	NS
Ca mg/dl	9.5	9.3	NS
P mg/dl	6.7	6.9	NS

(* P<0.05, ** P<0.01)

まとめ及び考察

バイパスメチオニン製剤（DL-メチオニン）20 g／日をトップドレス方式により給与した結果、CPを14.5%に固定しTDNを76%と74%区で比較したところ、乳量の差は見られなかったが、乳中蛋白率はTDN74%区において試験区が有意（ $p < 0.01$ ）に高い値を示した。

次に、分娩後の泌乳前期を対象として複数バイパスアミノ酸製剤100 g／日を給与した結果、試験期間中の日平均乳量は、試験区が1.86kg多く、84日間乳量で約156kg多かったが、4%補正乳量（FCM）及び固形分補正乳量（SCM）では有意な差は認めなかった。投与コストは、1頭あたり1日40円、12週間で約3,360円であった。

東井ら¹⁾の報告によれば、バイパスメチオニンの分娩前4週間から分娩後14週間給与した場合、平均乳量、乳蛋白質量及び無脂固形分量ともに有意な増加がみられた。しかしながら、扇ら²⁾の報告によれば、分娩後の泌乳前期にバイパスアミノ酸製剤（単味）を給与したところ、乳蛋白質率の向上効果は認められたが、乳量の向上効果は認めなかった。

今回、筆者らの試験では、複数のバイパスアミノ酸製剤を分娩後の泌乳前期に給与し、乳量、乳質への効果を調査したが、乳量及び乳質に有意な向上効果は確認できなかった。ただし、泌乳曲線を比較すると、泌乳ピーク後の乳量の減少率が対照区と比較し緩やかな傾向を示したことから、ピーク後の乳量減少率抑制効果は伺われた。また、養分摂取量及び養分充足率が、両区とも泌乳前期としてはほぼ充足されているなか、乳蛋白質生産効率は試験区が優れる結果が得られた。

これらのことから、複数バイパスアミノ酸製剤の泌乳前期の給与は、乳蛋白質生産効率の向上効果を期待できるが、乳量の向上効果を期待するには、給与開始時期を分娩前にするなど給与時期の検討が必要と思われた。

参考文献

- 1) 「飼料給与法の改善による高品質牛乳の生産と繁殖性に関する研究」（1998）, 京都府畜産研究所成績, 38, 1-15
- 2) 「乳牛へのバイパスアミノ酸製剤添加効果」（1992）北海道根釧農試