

黒毛和種子牛へのホエーを主原料とした代用乳の給与試験

(「ホエー代用乳を用いた近畿産ブランド和牛のほ乳期発育改善」第二報)

西野 治・大西 朋子・安川 幸子・赤池 勝

要 約

従来の脱脂乳主体の代用乳(=対照区)、ホエーを主原料とした代用乳(ホエー代用乳)(=ホエー区)、およびホエーと脱脂乳を混合した代用乳(=混合区)を用いて子牛への給与試験を実施し、発育や糞便スコア、血中成分の解析を実施した。

3種類の代用乳を給与した各試験区における子牛の体重の推移および一日当たりの増体量については、有意差は認められなかった($P=0.748$)。また、代用乳の摂取量は3区間で差は無かったが、スターターの摂取量は交互作用(試験区*日齢間、 $P<0.05$)が認められ、代用乳の減量を開始する50日齢以降混合区で低下する傾向が見られた。

ほ乳期間中の毎日の糞便スコアは、有意差は認められなかったが、対照区に比べてホエー区で高い傾向($P=0.067$)がみられた一方、糞中水分値は3区間で差は無かった。糞中粗タンパク率は2~56日齢のすべてで有意差は認められなかった。また、ホエー区で見られた特有のゼリー状の糞便は、混合区では大幅に軽減された。血中成分では、血中尿素窒素(BUN)が有意差は無いものの、14日齢以降で対照区が低くなり第一報とは逆の結果となった。一方、血中総コレステロール(T-CHO)は前回と同様に14~42日齢でホエー区が有意に低い値($P<0.01$)となったが、混合区は対照区とほぼ同様の値で推移した。

以上のことから、混合型ホエー代用乳は従来の脱脂乳代用乳と同等の発育が得られ、新たな代用乳としての使用が可能である。また、ホエー区でのT-CHOの低下は脂質代謝の変化によるものと考えられたが、混合型ではT-CHOの低下が見られず、このことは独特の糞便性状の軽減と関連していると考えられた。BUNのホエー区・混合区での上昇についてはホエータンパク質が腸管から急速に吸収されることに起因すると考えられる。

目 的

和牛子牛の人工ほ乳技術の確立と、初乳からの免疫の獲得が不足しやすい受精卵移植(ET)由来産子や、農家での不適切な飼養管理による発育不良や下痢等による損耗防止を目的として、近畿2府3県と京都大学、(株)中部飼料が共同でほ乳期和牛の発育改善試験を実施している。(「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(旧「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」)H19~21)

第一報では、ホエーを主体とした代用乳は従来の脱脂粉乳主体の代用乳に比べて発育の面で差は認められず、ホエーは子牛用代用乳として使用可能であることを報告した。しかしホエー代用乳を給与した場合、人工ほ乳前半に糞便が特徴的なゼリー状を呈して子牛の後躯に糞便が付着しやすくなることが明らかとなり、農家への普及に向けて糞便性状の改善が必要であると考えられた。

そこで、タンパク源にホエーと脱脂粉乳の両方を用いた混合型の代用乳を作成し、前回と同様にホエー主体、脱脂粉乳主体、両者の混合、の3種類の代用乳の給与試験を実施した。また、材料の採取回数を見直し、血液性状、特にT-CHO、BUNが変化する要因を調査した。

材料および方法

1) 供試牛の条件および、試験区の設定

供試牛は黒毛和種人工授精由来子牛とし、出生後に市販の免疫グロブリン含有初乳製剤（「ヘッドスタート」BAYER 社）1袋を強制給与し、その後母牛の初乳を自由摂取させた。生後1～3日目に母子分離し、各試験区それぞれの代用乳の給与を開始し、生後7日目の時点で健康状態に異常のない（特に下痢がない）子牛を試験に供した。試験は各区5頭で実施した。3種類の代用乳のタンパク源は表1に示すとおりである。なお、原材料にかかわらず、粗タンパク含量は26%、可消化養分総量は105%で統一している。

下痢予防効果を明確にするために、母牛へのワクチン接種等を行っていない。

表1 代用乳の主な成分

試験区	成分		
	脱脂粉乳	ホエー	その他
対照区	70%	10%	20%
ホエー区		80%	20%
混合区	30%	50%	20%

※各成分割合は代用乳全体に占めるおおよその値

※その他は、脂質・ミネラルなど

2) 供試牛の飼養管理

代用乳は1日2回（朝9時30分、夕方16時30分）給与で、給与量は生時体重に応じて最大日量6～8kgとした。

スターターはTDN75%以上、CP20%以上のものを使用し、7日齢より給与を始め、以降不断給餌とした。

乾草は10cm程度に細切したチモシーを少量から給与した。

また、3日齢前後でサルファ剤（エクテシン）を投与し、28日齢前後で牛5種混合生ワクチン（IBR・BVD・PI3・RS・Adeno：（株）微生物化学研究所）を接種した。

3) 調査項目

以下の項目について、飼料摂取量と糞便スコアは朝・夕の代用乳給与時、それ以外は調査日の午後2時に実施した。統計処理は分散分析の後、Tukey法による多重比較検定を行った。

① 体重および体高

体重は出生直後、7・14・21・28・42・56・63日齢、体高は7・28・56日齢に測定した。

② 飼料摂取量

スターターおよび各代用乳の給与重量と残重量を記録し、1日あたりの摂取量を計算した。

③ 糞便検査

糞便スコアは3段階で記録した。

通常便＝1、軟便＝2、水様下痢便＝3

糞中水分・糞中粗タンパク質率については、2・14・28・42・56日齢の直腸便を採取し、水分は採取後直ちに、粗タンパク質率は採材後、60℃・24時間の風乾処理の後、ケルダール法で測定した。

④ 血液検査

2・14・28・42・56日齢の計5回、頸静脈より真空採血管（プレインおよびヘパリン入り）で採取した。

調査は以下の13項目で、血球成分は採血直後に実施した。血清成分は、凝固処理（37℃・15分間）後、5℃・5,000rpmで15分間遠心して血清分離後、検査した。

血球成分3項目：赤血球数（RBC）、白血球数（WBC）、ヘマトクリット値（HCT）

血清成分10項目：総タンパク（TP）、総コレステロール（T-CHO）、血糖（Glu）、遊離脂肪酸（NEFA）、尿素窒素（BUN）、中性脂肪（TG）、GOT、 γ -GTP、カルシウム（Ca）、リン（P）

⑤ その他

呼吸器症状などの下痢以外の異常および投薬などが発生した場合、その他特記事項として記録した。

結果

今回、試験途中に呼吸器症状を示した個体があったため、この牛を除く14頭について、データの分析を行った。

- ① 各試験区における子牛の体重の推移および一日当たりの増体量については、3区間に有意差は認められなかった（図1）。（ $P=0.748$ ）体高の推移についても、3区間に差は無かった。（図2）

図1 体重の推移

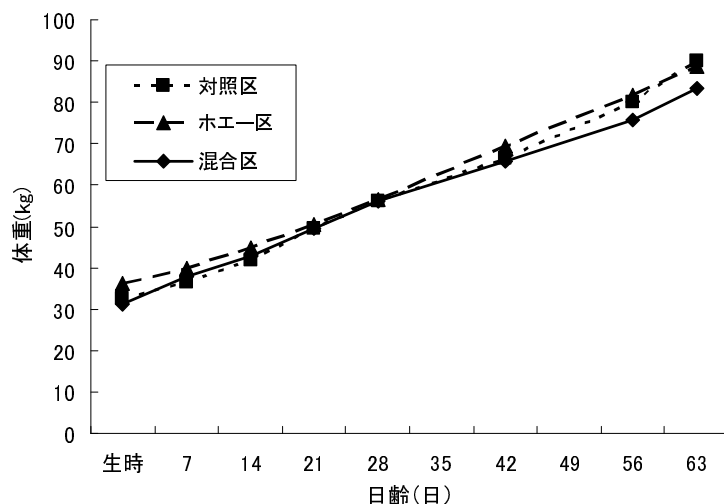
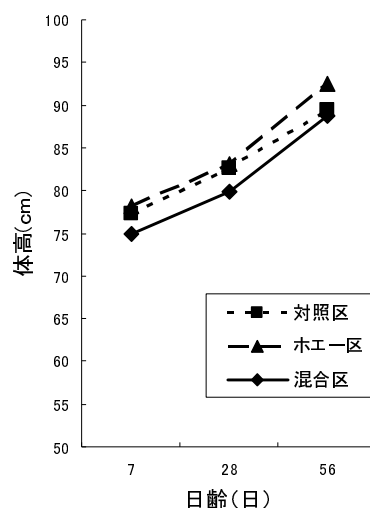


図2 体高の推移



- ② 各試験区における代用乳の摂取量については、有意差は認められなかった。（ $P=0.143$ 、図3）また、代用乳の飲み残し量は全体的に少なかった。試験区別の平均は対照区：0.04kg、ホエー区：0.31kg、混合区：0.5kg、（いずれも代用乳粉末量）となり、対照区で特に少なかったが有意差は認められなかった。スターター摂取量は、対照区・ホエー区が良好であったのに対して混合区の50日齢以降の伸びが遅く、その結果、日齢と試験区の間で交互作用が有意であった（ $P<0.05$ ）。（図4）

図3 代用乳摂取量

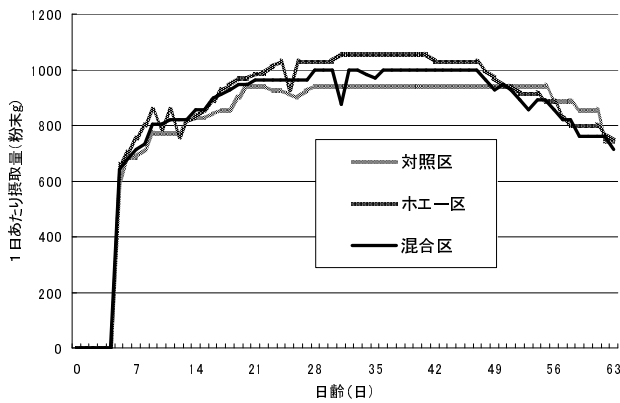
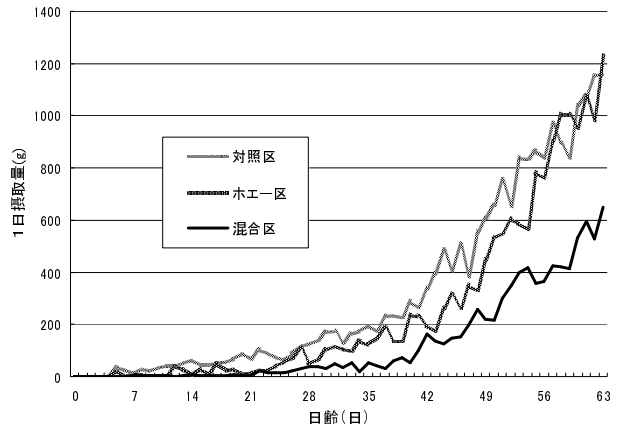


図4 スターター摂取量



③ 哺乳期間全体での平均糞便スコアは全体的に低く、各試験区間で有意差はなかった。(P=0.103、表2) 1週間ごとの期間に区切った平均スコアでは、対照区・ホエー区が減少していく傾向にあるのに対し、混合区ではスコア1.1~1.2の間でほぼ一定であった。また、全期間を通して、ホエー区が対照区に比べて高い傾向 (P=0.067、図5) であった。一方、糞便水分含量は混合区が低く推移したが、有意差はなく (P=0.170、図6)、特に対照区とホエー区はすべての日齢でほぼ同じ値であった。糞中粗タンパク質率についても、試験区間に有意差はなかった。

表2 糞便スコア

糞スコア			
対照区	1.087	±	0.014
ホエー区	1.160	±	0.019
混合区	1.136	±	0.020

mean ± SEM

図5 糞便スコアの推移

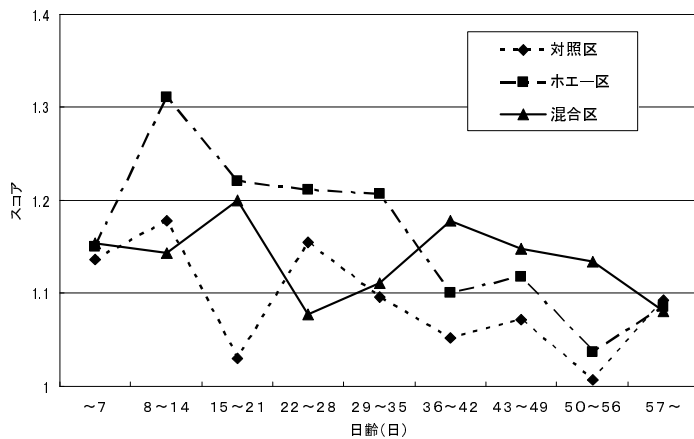
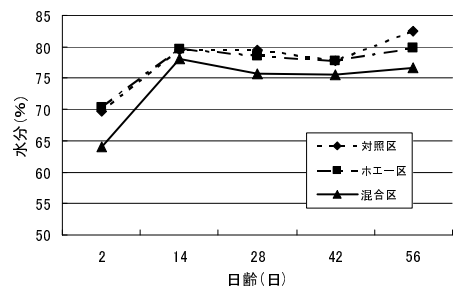
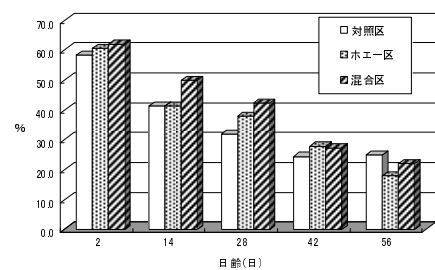


図6 糞便水分



糞中粗タンパク質率



また、ホエー区では前回同様に 40 日齢頃までの間、糞便が独特なゼリー状の形状を示したのに対して、混合区では 20 日齢頃までのわずかな期間で認められたのみで、かつその程度も軽微で分かりにくいものであった。

④ T-CHO は前回同様に有意差がみられ ($P < 0.01$)、ホエー区が対照区および混合区に比べて14~42日齢の間有意に低下し、混合区と対照区は同様の値で推移した。一方、BUN は前回とは異なり、ホエー区が対照区に比べて高い値となり、混合区はホエー区と同様の値で推移していた。ホエー区・混合区で上昇、対照区で低下したことから、試験区*日齢の交互作用が有意に認められた ($P < 0.01$)。また、今回 P、Ca の無機成分で14~42日齢に有意差がみられた (それぞれ $P < 0.01$ 、 $P < 0.05$)。それ以外の項目は14日齢以降、各試験区間での差は無かった。

図 7-1 血液検査結果

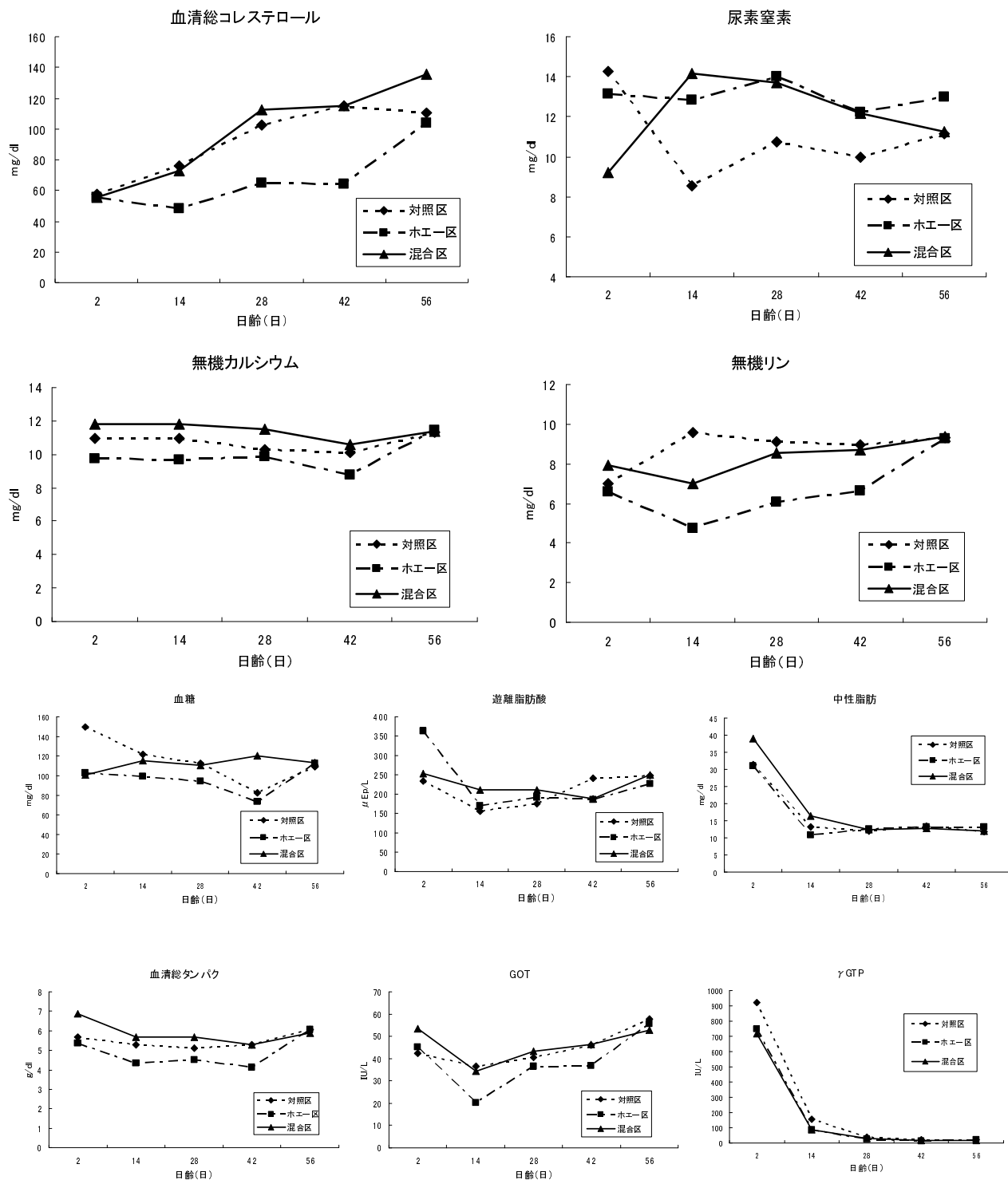
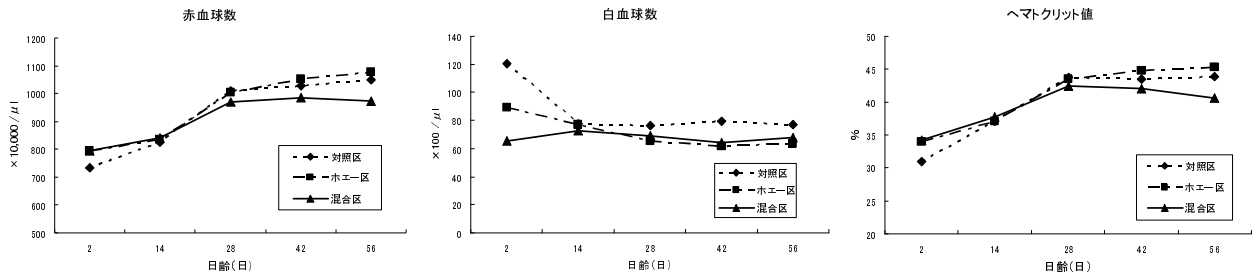


図 7-2 血液検査結果



⑤ 今回、混合区の1頭で下痢以外の疾病の発生が認められた。これは、31日齢で発生した呼吸器症状で、直ちにチルミコシン製剤と非ステロイド系解熱剤の投与を行ったが、その後の経過が長引いたため試験から除外した。

考 察

和牛子牛のほ乳期における下痢の発生は、子牛の死亡事故の主要な原因の一つであり、また、死亡しないまでも発育の停滞や飼料効率の低下をもたらすことから、畜産農家における損失は非常に大きい。そこで、本試験の第一報では下痢による損耗の防止効果および発育の促進効果を検討するため、免疫グロブリンや各種アミノ酸を豊富に含む、ホエーを主原料とした代用乳を用いた子牛への給与試験を実施した。その結果、ホエー主体の代用乳による発育は従来の脱脂粉乳主体の代用乳と比べて遜色の無い発育であったが、子牛の糞便性状を軟らかいゼリー状に変化させた。この変化は、一般の畜産農家において違和感を与える可能性があることから、これを軽減することをねらい、脱脂粉乳とホエーの配合割合を調整した両者の中間型の代用乳を制作して再度給与試験を実施した。

その結果、発育に関しては3試験区間で、有意差はみられず、同等の発育であったといえるが、8～9週齢の混合区でやや体重が低くなった。また、スターターの摂取量は混合区の離乳前、代用乳を減量していく8～9週齢の伸びが鈍かった。この原因の一つとして、今回記録の対照としていなかった乾草の採取量との関係が考えられた。スターター、乾草は写真1のように自由に採食出来る状態で、いずれも少量から子牛の採食状態を見ながら徐々に量を増やしているが、スターターの食い込みが悪い子牛は、代用乳減量期にスターターよりも乾草を好んで摂取する傾向がみられ、特に混合区の1頭でこの傾向が顕著であった。このような個体に対しては、8～9週齢の子牛の第一胃は、まだ乾草を充分利用できる状態ではないことを踏まえ、スターターを優先して摂取させる配慮が必要であった。(なお、哺乳前期に全頭スターターを強制給与していた京都府をはじめ、他府県での結果では後半のスターターの食い込みは試験区間で同等であった)



写真1 哺育房 ☆はスターター ↓は乾草

糞便性状については、まず今回は全体的にスコアが平均 1.2 未満と低かった。これは試験区にかかわらず正常便の割合が高かったためであり、このことから、前回に続いて下痢の発生状況および予防効果の有無について、試験区間での比較は出来なかった。今後も同様に当センター内の試験においては、下痢の予防効果の評価は困難であると思われるので、一般畜産農家での実証試験において検証していくことが必要である。

一方で、混合型代用乳での「ゼリー状糞」の軽減は確認できた。これは血液検査で T-CHO が、混合区と対照区に近い値で推移していたことから確認できる。すなわち、ホエー代用乳の一部を脱脂粉乳に置き換えることで、ホエーを構成するタンパク質の特性である腸管内への胆汁酸の分泌促進効果が軽減され、糞便中に排泄される量が低下し、「ゼリー状糞」化を軽減したと考えられる。

その他、血液検査では BUN がホエー区・混合区で上昇、対照区で低下し、有意な交互作用（試験区*日齢間、 $P < 0.01$ ）となった。これは、ホエー由来のタンパク質は、脱脂粉乳のものに比べて速やかに吸収されることによると考えられる。しかし 15mg/dl を超える値が連続することはなかったこと、発育への影響が見られなかったことなどから、BUN 値上昇による子牛への影響は軽微であると考えられる。また、無機成分の差は原材料の油脂・ミネラルの種類と配合割合の差による影響と考えられる。

以上のことから、ホエーと脱脂粉乳の混合型代用乳は発育、糞便性状の点から実用化が可能な性能を有していると判断できた。今後は、農家での実証試験のデータを収集するとともに、混合型代用乳の特性を踏まえた効果的な給与プログラムについて検討することが必要である。

参考文献

- 1) Kume S., T. Toharmat ; Effect of colostrum β -carotene and vitamin A on vitamin and health status of newborn calves. *Livestock Production Sci.* 68:61-65 (2001)
- 2) 和牛子牛の損耗防止マニュアル (2007)
- 3) 清水 悟、小財 千明 ; 和牛子牛哺乳育成試験 奈良県畜産試験場研究報告 第 20 号 18-24 (1993)
- 4) 石田 充亮、清水 悟、青山 譲、朝倉 康夫 ; 黒毛和種子牛の哺育・育成技術確立試験 奈良県畜産技術センター研究報告 第 31 号 7-12 (2005)
- 5) Kawase M., Hashimoto H., Hosoda M., Morita H., Hosono A. ; Effects of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to rats and healthy men on serum lipids and blood pressure. *J. Dairy Sci.* 83:255-263 (2000)
- 6) (社) 全国肉用牛振興基金協会 ; 黒毛和種飼養管理マニュアル 第 4 編黒毛和種子牛の哺育・育成