

哺育管理の違いが黒毛和種子牛の発育に及ぼす影響の解明

三根琴美・大塚洋功・小林大誠*・大坪岳彦*

Understanding the Impact of Nursing Management Differences on the Growth of Japanese Black Calves

MINE Kotomi, OTSUKA Hiroyoshi, KOBAYASHI Hiroshige* and OTSUBO Takehiko*

要 約

哺育期の発育を向上させる高タンパク質低脂肪代用乳が市販されており、最大哺乳量5 L/日、哺乳期間13週間のプログラムが提示されている。このプログラムについて、増体を維持したまま哺乳期間を短縮し省力化を図ることを目的に、最大哺乳量を1.2倍に増やし、哺乳期間を13週間から10週間に短縮するプログラムを検討した。

試験区は提示されているプログラムで哺乳する対照区、最大哺乳量を高め哺乳期間を短縮する2回区、短縮2回区の哺乳量で生後5週間1日3回哺乳する短縮3回区の3区を設け、哺育試験を実施した。

その結果、増体量は短縮2回区および短縮3回区で離乳時に低下したが、試験期間全体では対照区と同等であった。固形飼料摂取量は短縮2回区と短縮3回区で離乳後に急増し、10週齢から12週齢まで（70日齢から90日齢）対照区より有意に高く推移した。糞スコアは試験区間に有意な差はなく、最大哺乳量を増加させたことによる下痢の増加はなかった。

これらのことから、本試験で検討した哺乳プログラムにより高増体を維持したまま哺乳期間を短縮し、哺乳の省力化に寄与できる可能性が示された。離乳時の減乳方法については検討が必要と考えられる。

緒 言

近年、子牛価格は低迷しており、酪農経営において収益を上げるために乳用牛から受精卵移植により黒毛和種子牛を生産する取組が増えている。

黒毛和種繁殖経営では自然哺乳による哺育管理が一般的であるが、受精卵移植により乳用牛から生産された黒毛和種子牛は人工哺乳で管理する必要がある。黒毛和種は生時体重が30 kg前後とホルスタイン種と比較して小さく、出生後の増体率が高いという特徴を持つ（佐野2009）。このため、哺乳量を制限すると発育に十分なエネルギーが得られないことから、黒毛和種子牛に適した人工哺乳方法の研究が進められている。近年では高タンパク質低脂肪代用乳を用いて黒毛和種子牛の発育を改善する高哺乳プログラム（齋藤2012）が確立されているが、高い発育を得られる代わりに哺乳量が多く哺乳期間が長いことから、代用乳コストや労力が負担となる。

そこで、本試験では市販の高タンパク質低脂肪代用乳で提示されている高哺乳プログラムよりも最大哺乳量を増やして哺乳期間を短縮することで、高い発育を維持したまま哺乳にかかる労力を軽減する新たな哺乳プログラムを検討した。

材料および方法

1 試験方法

試験区は市販の高タンパク質低脂肪代用乳において提示されている哺乳量で1日2回13週間哺乳する対照区、哺乳期間を10週間として最大哺乳量を高め1日2回哺乳する短縮2回区（以下、2回区）および哺乳期間を10週間として最大哺乳量を高め生後5週間1日3回（4週間は朝、昼、晩を1：1：1、以降2：1：2の割合で給与）、以降1日2回哺乳する短縮3回区（以下、3回区）の3区を設けた。

代用乳の給与量は生時体重30 kgにおける図1に示した哺乳量を基準とし、生時体重に応じた必要エネルギー量により設定した。2回区および3回区の最大哺乳量は対照区の哺乳量の1.2倍とした。

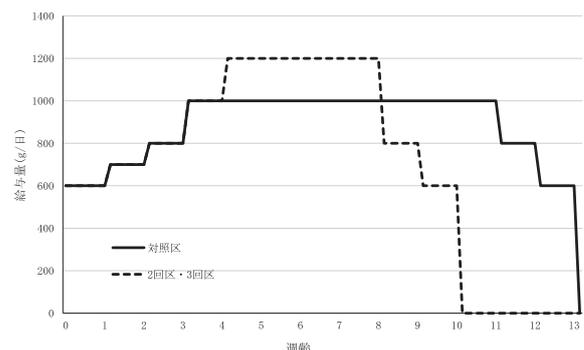


図1 代用乳給与量（生時体重30kg）

令和5年8月31日受付

*現千葉県中央家畜保健衛生所

2 供試牛

供試牛の配置を表1に示した。供試牛は人工授精または受精卵移植で生産された黒毛和種子牛15頭を用い、性別および生時体重が平等となるよう、各区に5頭ずつ配置した。

表1 供試牛

		頭数	生時体重 (kg/頭)
対照区	雄	3	34.2
	雌	2	29.0
	平均	-	32.1
短縮2回区	雄	3	36.3
	雌	2	33.8
	平均	-	35.3
短縮3回区	雄	2	39.0
	雌	3	27.7
	平均	-	32.2

3 一般管理

供試牛は分娩直後に母子分離し、オガクズを敷いた飼育ペンで試験期間終了まで1頭で飼養した。初乳摂取量および初乳中抗体量の差による結果への影響を防ぐため、分娩後1時間以内に初乳乳清製品を給与し、その30分後に冷凍初乳をストマックチューブにより強制給与した。2回目哺乳まで冷凍初乳を給与し、3回目哺乳より高タンパク質低脂肪代用乳 (CP28.0%以上、CF18.0%以上、TDN108.0%以上) を給与した。

哺乳方法は、1日2回哺乳では朝夕12時間間隔、1日3回哺乳では朝昼夕6時間間隔で哺乳バケツにより給与した。

4日齢より人工乳 (CP18.0%以上、CF2.0%以上、TDN72.0%以上) および乾草 (チモシー) を給与した。人工乳の給与量は100 gから開始し、採食量に合わせて増給した。人工乳の増給速度は消化不良性の下痢を防ぐため100 g/日以下とし、最大給与量を2500 g/日とした。乾草は断長3 cm程度で細断し、飽食とした。人工乳と乾草は分離給与した。

4 調査項目

(1) 発育

体重は固定式牛衡機により4日齢、2週齢 (出生日を0日齢とし、0~6日齢を0週齢、7~13日齢を1週齢、以降同様とする)、以降1週間ごとに15週齢まで測定した。体高は4日齢、2、4、6、8、10、12、14、15週齢で測定した。体重測定の結果から1日増体量 (以下DG) を算出した。

(2) 飼料摂取量

人工乳および乾草の残飼は毎日計測し、飼料給与量および残飼量から飼料摂取量を算出した。

(3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液は11週齢および15週齢の計2回、朝の固形飼料給餌4時間後に経口カテーテルを用いて採取した。

採取した第一胃内容液は遠心分離し、上清を分析に供した。揮発性脂肪酸濃度 (VFA) および乳酸の有機酸分析は液体クロマトグラフィ (カラム: Shimadzu Shim-Pack SCR-102H) を用い、アンモニア濃度の測定は生化学多機能小型卓上分析装置 (ビオリス30i: 東京貿易メデイシス) を用いて測定した。

(4) 血液性状

血液は4日齢、2、4、6、8、10、12、14、15週齢の計9回頸静脈から採取した。遠心分離後、血漿を-20℃で冷凍保存し、解凍して分析に供した。測定項目は総蛋白質 (TP)、アルブミン (ALB)、血中尿素窒素 (BUN)、グルコース (GLU)、総コレステロール (T-CHO)、トリグリセリド (TG)、遊離脂肪酸 (NEFA)、βヒドロキシ酪酸 (BHBA)、γ-グルタミルトランスアミノ酸 (γ-GTP)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミノナーゼ (GOT)、アルカリホスファターゼ (ALP)、カルシウム (Ca)、リン (IP) の計13項目とし、生化学多機能小型卓上分析装置 (ビオリス30i: 東京貿易メデイシス) を用いて測定した。

(5) 糞スコア

試験期間中、毎日供試牛の糞便を確認し、島田ら (2015) の報告に習い糞性状別で4段階 (スコア1: 正常便、スコア2: 軟便、スコア3: 泥状便、スコア4: 水様便) でスコアリングした。なお、スコア3および4の糞便を下痢とした。

結 果

1 発育成績

発育成績を表2、体重の推移を図2、体高の推移を図3、週齢ごとのDGを図4に示した。体重、体高に有意な差は見られなかった。

DGは7週齢までは有意な差はないものの2回区および3回区が対照区より高く推移したが、9週齢では2回区および3回区が対照区より有意に低くなった ($p < 0.05$)。その結果、試験期間全体のDGは各試験区間に有意な差はなかった。

表2 体重・日増体量

	体重 (kg)		日増体 (kg/日)
	試験開始時	試験終了時	
対照区	33.3	125.4	0.91
2回区	36.8	125.1	0.87
3回区	33.2	117.8	0.84

三根ら：哺育管理の違いが黒毛和種子牛の発育に及ぼす影響の解明

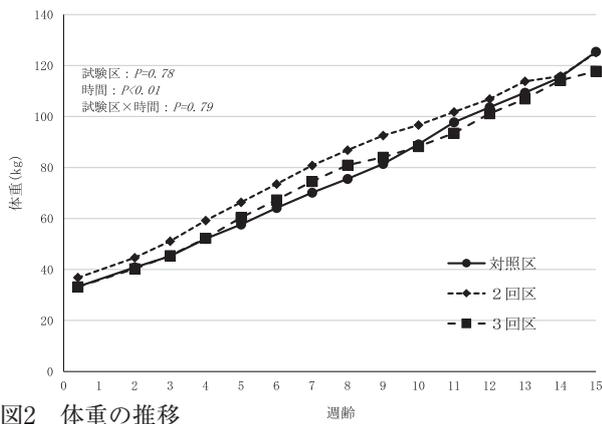


図2 体重の推移

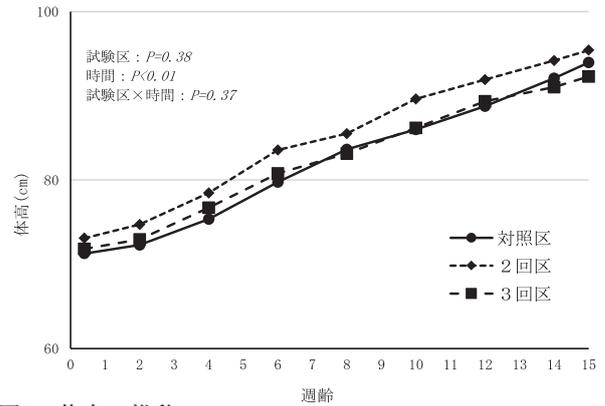


図3 体高の推移

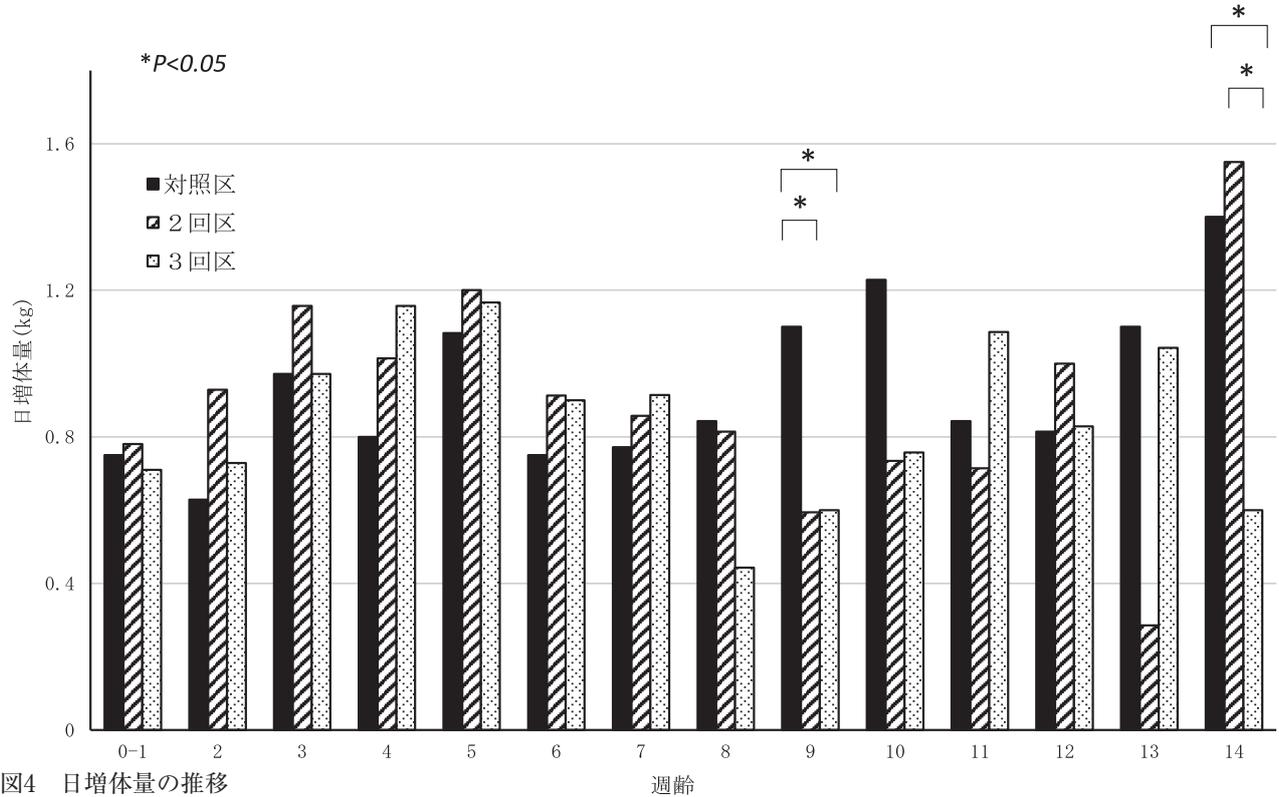


図4 日増体量の推移

2 飼料摂取量

飼料摂取量を表3に、固形飼料の乾物摂取量の推移を図5に示した。代用乳摂取量は哺乳期間の長い対照区で多く、人工乳は早く離乳した2回区および3回区で多くなった。なお、2回区と3回区の代用乳摂取量の差は、生時体重の差によるものである。

固形飼料乾物摂取量は、10週齢から12週齢まで2回区および3回区が対照区より有意に高く推移した ($p<0.05$)。

固形飼料の乾物摂取量を人工乳と乾草で分けて見ると、乾草の摂取量は試験区間に有意な差はなく、人工乳摂取量は11週齢と12週齢で3回区が対照区より有意に高く ($P<0.05$)、2回区が対照区より高い傾向が見られた ($p<0.1$)。

表3 飼料摂取量 (4日齢～15週齢)

単位：kg/頭

	対照区	2回区	3回区
代用乳 (原物)	85.8	76.9	68.9
人工乳 (乾物)	48.0	65.4	67.9
乾草 (乾物)	30.7	34.0	33.6

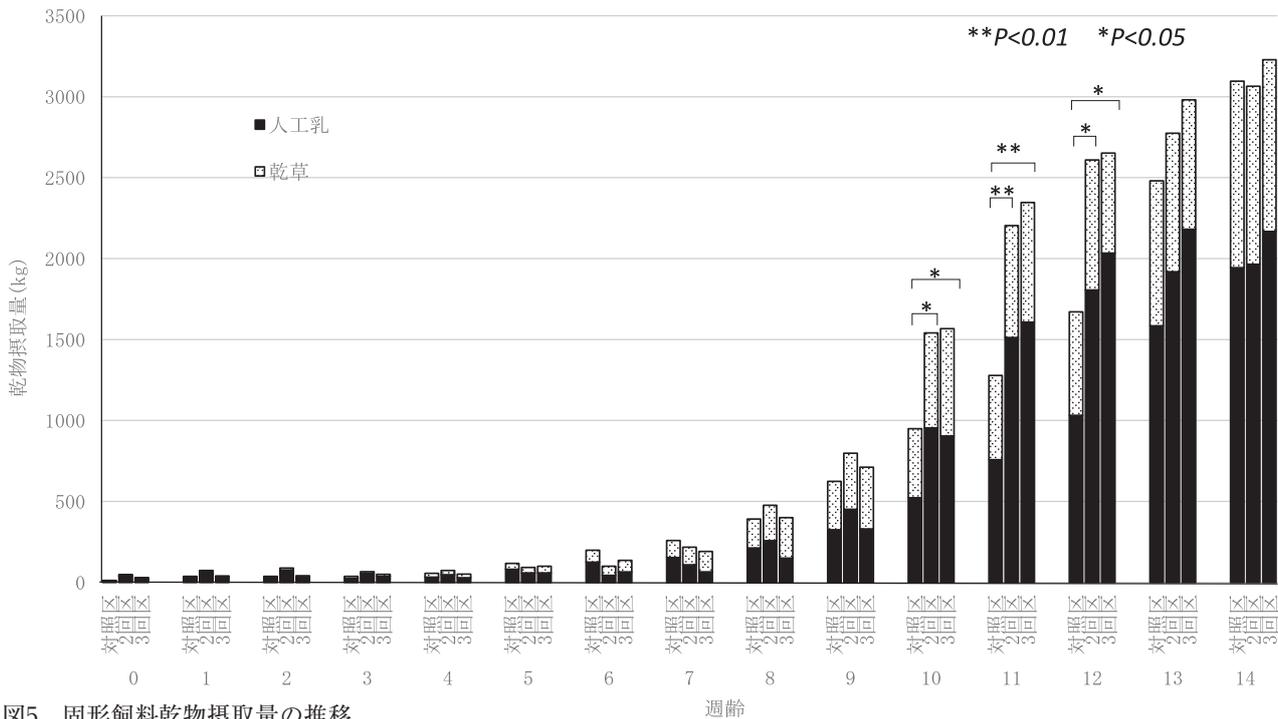


図5 固形飼料乾物摂取量の推移

3 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表4に示した。いずれの項目も試験区間に有意な差はなかった。

表4 第一胃内容液性状

		対照区	短縮 2回区	短縮 3回区	
総VFA濃度 (mmol/dL)	11週齢	12.4	14.7	14.8	
	15週齢	13.0	11.7	12.4	
比VFAモル (%)	酢酸	11週齢	65.6	60.2	63.1
		15週齢	64.8	67.7	67.7
	プロピオン酸	11週齢	19.5	25.6	19.8
		15週齢	19.9	18.9	18.0
	酪酸	11週齢	11.7	10.9	14.2
		15週齢	12.2	10.4	11.1
A/P比	11週齢	3.4	2.6	3.3	
	15週齢	3.3	3.8	4.0	
アンモニア濃度 (mg/dL)	11週齢	61.0	42.1	37.0	
	15週齢	31.5	38.5	32.9	

4 血液性状

TP、ALB、BUN、TG、 γ -GTP、GOT、Ca、およびIPは試験区間で有意な差はなく、異常な値も見られなかった。

血中T-CHO濃度の推移を図6に示した。2週齢で2回区が3回区より有意に高く ($p < 0.05$)、4,6,14週齢で対照区が3回区より有意に高く推移した ($p < 0.05$)。また、対照区のみ哺乳している12週齢では対照区が2回区および3回区より有意に高く推移した ($p < 0.01$)。

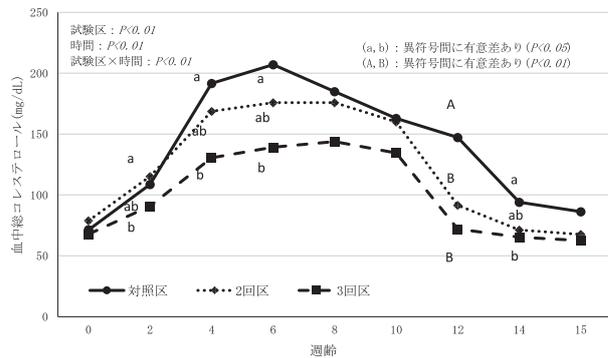


図6 血中総コレステロールの推移

血中GLU濃度の推移を図7に示した。4週齢で対照区が3回区より有意に高く ($p < 0.05$)、3回区は4週齢から6週齢にかけて上昇した。

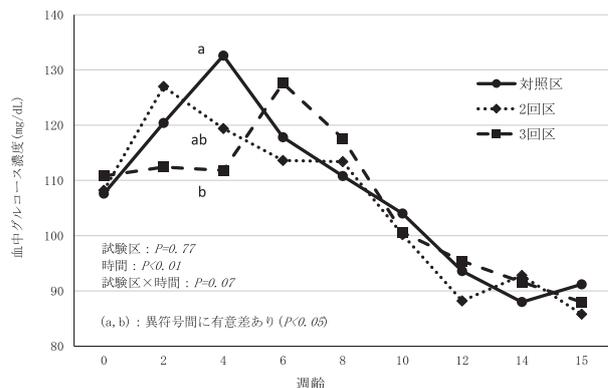


図7 血中グルコース濃度の推移

血中NEFA濃度の推移を図8に示した。対照区のみ哺乳している12週齢で対照区が2回区および3回区より有意に高くなった ($p<0.01$)。

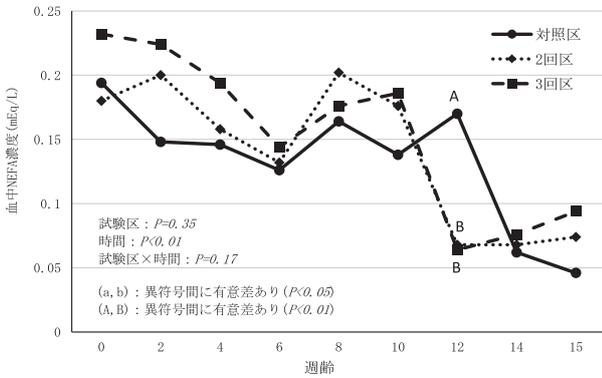


図8 血中NEFA濃度の推移

血中BHBA濃度の推移を図9に示した。10週齢で3回区が対照区より有意に高く ($p<0.05$)、12週齢で2回区および3回区が対照区より有意に高くなった ($p<0.05$)。

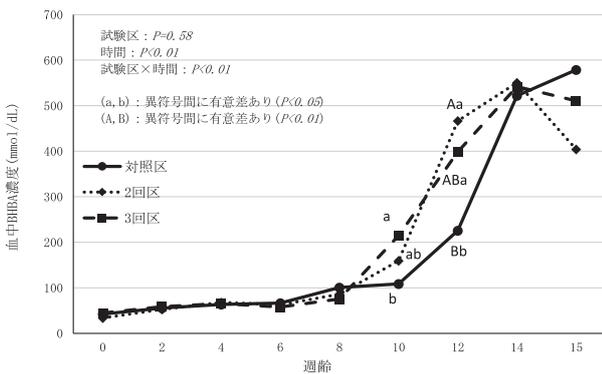


図9 血中BHBA濃度の推移

血中ALP濃度の推移を図10に示した。試験期間全体を通して3回区が対照区および2回区より高く推移し ($p<0.05$)、4週齢において3回区が他区より高い傾向が見られた ($P=0.059$)。

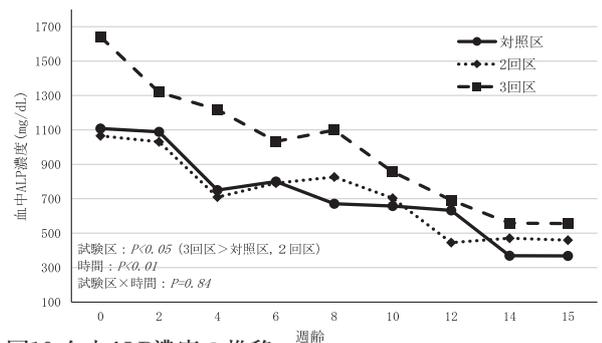


図10 血中ALP濃度の推移

5 糞スコアおよび下痢日数

糞スコアおよび下痢日数を表5に示した。糞スコアはいずれの期間も試験区間に差はなかった。下痢日数は対照区が多く、2回区、3回区の順であったが有意な差はなく、下痢発生頭数も同等であった。

表5 糞スコアおよび下痢日数

	対照区	2回区	3回区	
糞スコア	~9週齢	1.2	1.1	1.2
	10~12週齢	1.6	1.4	1.1
	13~14週齢	1.6	1.7	1.3
	全期間	1.4	1.3	1.2
下痢日数 (日) (下痢発生頭数 (頭))	~9週齢	2.75 (2/4)	0.5 (1/4)	1.5 (2/4)
	10~12週齢	4.75 (2/4)	3.5 (2/4)	0.5 (2/4)
	13~14週齢	2.5 (2/4)	3 (3/4)	0.75 (2/4)
	全期間	10 (4/4)	7 (4/4)	2.75 (4/4)

※各試験区4頭、合計12頭のデータ

考 察

本試験では高哺乳プログラムの高い発育を維持したまま哺乳期間を短縮することを目的として、高タンパク質低脂肪代用乳において提示されている高哺乳プログラムにより13週間哺乳する区 (対照区)、哺乳期間を10週間に短縮し最大哺乳量を増やす区 (2回区) および最大哺乳量を増やすことによる消化不良性下痢を防ぐため哺乳回数を1日3回とする区 (3回区) を設けて試験を行った。

その結果、増体量は哺乳量の増加により7週齢まで有意な差がないものの2回区および3回区で対照区より優れる傾向にあった。一方、離乳時 (9~10週齢) は2回区および3回区で低下し、その結果15週齢までの増体量は各試験区で同等となった。離乳時に2回区および3回区で増体量の低下を起こした原因として、離乳した週の人工乳摂取量が対照区 (12週齢) で1147 g、2回区 (9週齢) で502 g、3回区 (9週齢) で366 gであり、人工哺乳における離乳の目安となる人工乳摂取量の700~800 g (農業・食品産業技術総合研究機構2023) に比べて、人工乳摂取量が不十分であったことが考えられた。

本試験では減乳期間を2週間としたが、2回区および3回区は対照区より哺乳量が多く、減乳が始まる7週齢時点での固形飼料の摂取量が少なかったため、離乳に十分な人工乳摂取量に到達できていなかったものと考えられた。

固形飼料摂取量は離乳後に2回区および3回区で急激に上昇したが、第一胃内容液性状は試験区間に差はなかった。第一胃内 VFA濃度は固形飼料採食開始4~8週ではほぼ安定した値を示し、VFA比率はそれよりも早く一定となることが報告されており (大森1972)、本試験ではこ

れに準ずる結果となった。

一方、血中BHBA濃度は固形飼料摂取量に伴い上昇し、2回区および3回区で固形飼料摂取量が多かった10週齢および12週齢で試験区間に有意な差が見られた。BHBAは第一胃内で産生された酪酸が絨毛で代謝されてくる物質であり、このことから固形飼料摂取量の多かった2回区および3回区で第一胃内発酵が活発に行われ、その発酵産物の多くが吸収、代謝されていたことが推察される。第一胃絨毛の発達には固形飼料の採食および第一胃内発酵産物により促進されることから、2回区および3回区で第一胃絨毛の発達が早かった可能性が考えられる。

血中T-CHO濃度はエネルギー充足を示す指標となり、哺乳量の多い2回区および3回区で高くなることが予想されたが、本試験では哺乳期間中においても哺乳量が少ない対照区で高く推移した。すべての区が離乳し飼料摂取量に試験区間の差がない14週齢においても、対照区が3回区より高かったことから、この差は個体差の偏りによるものと考えられる。

血中グルコース濃度は3回区において4週齢まで110 mg/dL前後で推移し、6週齢で128 mg/dLまで上昇した。3回区は5週間1日3回哺乳、以降1日2回哺乳していることから、3回区の血中グルコース濃度の上昇は1回当たりの哺乳量の増加によるものと考えられる。

ALPは骨や肝臓、小腸の膜輸送に関与するとされており、高哺乳により血中ALP濃度が上昇することが報告されている(福田2020)。本試験では3回区が他区より高く推移したことから、哺乳回数を増やすことにより栄養吸収刺激が高まった可能性が示唆された。しかし、哺乳回数を増やすことにより血中ALP濃度が上昇する機序は明らかでないため、更なる知見が必要である。

糞スコアおよび下痢日数は、全ての試験区で哺乳している9週齢までいずれの区も同等であり、哺乳量を高めたことによる下痢の増加は見られなかった。また、2回区と3回区は離乳後に人工乳摂取量が急増したことから、下痢の発生が多くなることが予想されたが、本試験では離乳後においても有意な差はなく対照区と同等かそれ以下の発生日数であった。

以上のことから、高タンパク質低脂肪代用乳を用いた人工哺育において、哺乳期間を13週間10週間に短縮し、最大哺乳量を増やすことで、離乳時において増体量の低下があるものの、15週齢までには同等の増体量が得られることが明らかとなった。また飼料摂取量、発育、第一胃内性状および糞スコアは、2回区と3回区に差がなかったことから、労力の負担軽減を考慮するとロボットを用いない人手による哺乳においては1日2回給与が妥当と考えられる。

なお、哺乳期間を短縮した区では離乳時の人工乳摂取

量が少なかったことが一時的な増体量の低下を引き起こしたと考えられることから、哺乳量の減量開始時期を7週齢程度まで早めて減量速度を緩やかにする等、離乳方法を改善することで更なる発育が期待できる。

引用文献

- 福田孝彦、2020、強化哺育を活用した和子牛育成技術の確立、畜産技術 2020年10月号:13-17
- 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構、2023、日本飼養標準・肉用牛(2022年版):81-83
- 大森昭一郎、1972、幼若反芻動物における消化機能の発達と代謝の変化、日畜会報 43, (5) :231-238
- 齋藤昭、2012、哺育子牛の栄養と飼養管理の変遷 ～”強化”哺育への道程～、The Journal of Farm Animal in Infectious Disease Vol.1 No.2 2012:37-47
- 佐野公洋、2009、見直そう!黒毛和種の飼養管理、養牛の友 平成21年5月号:76-79
- <https://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H25/katiku/H25katiku005.html>
- 島田亘、2015、管内の下痢を呈した子牛における腸内細菌叢の判定とクリプトスポリジウム感染状況調査、The Journal of Farm Animal in Infectious Disease Vol.4 No.4:153-160