

ウシへのアマニ油脂肪酸カルシウムの投与効果

高橋 俊彦¹⁾・北野 菜奈¹⁾・阿部 悠人²⁾・井上 誠司¹⁾

Effect of administration of calcium salts of fatty acids from flaxseed oil to cattle

Toshihiko TAKAHASHI¹⁾, Nana KITANO¹⁾, Yuuto ABE²⁾ and Seiji INOUE¹⁾
(Accepted 12 July 2021)

はじめに

近年日本の酪農の現状として1頭当たりの乳量は増加傾向であり、濃厚飼料の給与量増加や給与飼料の見直しといった飼養管理の変化と遺伝的改良が乳量増加の要因として挙げられる^[2]。哺乳期や育成期での良好な発育は搾乳牛の能力を最大限に引き出すためには不可欠である。哺乳期や育成期で健康で良好に発育させることができると、初回分娩月齢の短縮や乳量増加^[6,16,17]といった将来の生産性を向上させることができると報告されている。将来の生産性を高めて増加する乳量を維持する為には、健康であり長期間乳生産を続けられる体が必要であり、哺乳期や育成期の成長が重要である^[6,16,17]。

畜産業を取り巻く環境として、近年ゲノミック評価や後代検定事業の影響により遺伝形質の改良が進んでいる。改良により牛肉の枝肉重量や脂肪交雑等の肉質形質が向上している^[12]。国内の牛肉消費量は節約志向の増加などを要因にやや低下傾向ではあるが、ヘルシーな赤身肉が女性から人気を集め牛肉ブームが起こるなど^[8]、牛肉の人気はまだ続いているといえる。

肉用牛は育成期の発育が良好だとその後の発育や肥育も順調に進み、出荷月齢を短縮させることができると報告されている^[16,17]。

肥育を成功させ消費者の要求に応えられる品質の牛肉を出荷するためには、肉牛の発育が良好で健康に成長することが重要である。

しかし、哺乳期の子牛は成牛に比べて免疫機能が

弱いことや、育成期で群飼養を行う中で弱い個体は飼料の摂取不足から栄養失調や疾病を招くことがあり発育が停滞する個体も存在する^[7,13]。疾病によって発育遅延した個体は虚弱のため、続けて疾病を発病し治療に長時間要する^[13]。結果、①治療費や飼料費のコストが多くかかる②将来の生産性が低下する、これらにより農家の収益低下を招いてしまう。この問題は畜舎の衛生環境を清潔に維持しストレスを溜めにくい飼育管理の他、十分な量の飼料を与えバランスよく栄養管理を行い発育に必要なエネルギーを補うなど^[5,10,13,15]適切な管理によって改善される。

子牛の補助飼料の一つにエネルギーを補う際に使用される脂肪酸カルシウムがある。油脂であるトリアミルグリセロールは分解されると脂肪酸とグリセロールとして吸収され、エネルギーに変換される。しかし、そのままの形ではルーメン内微生物を死滅させてしまい消化不良に繋がる。そこで第1胃を通過し第4胃で分解、吸収出来るバイパス油脂という形に加工された物が普及している^[1]。しかし、①添加油脂は高価でありコストがかかる②従来製品は嗜好性が悪い、等の問題点もある^[3]。アマニ油脂肪酸カルシウムは、飼料からしか摂取ができないオメガ3系脂肪酸を豊富に含むアマニ油を原料として作成されている。また従来の脂肪酸カルシウム製剤は嗜好性が悪いことが問題であった。脂肪酸カルシウムを用いた試験では黒毛和種の出荷月齢短縮効果の報告がある^[11]、オメガ3系脂肪酸投与により牛肉をブランド化し販売する農家も存在する^[4]。このように

¹⁾ 酪農学園大学大学院酪農学研究科
Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University Graduate School

²⁾ 酪農学園大学循環農学類
Department of Sustainable Agriculture, Rakuno Gakuen University
所在地

¹⁾²⁾³⁾ 069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 番地
582 Midorimachi, Bunkyoudai, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan



写真 サンニード 30

黒毛和種成牛での報告は多いが、ホルスタイン種への投与効果や哺乳期や育成期の子牛への投与例は古い研究が多く、最近の研究は少ない。

本論文は試験1としてホルスタイン種雌子牛に出生直後から離乳までアマニ油脂肪酸カルシウムを投与した際の増体、血液性状および疾病状況について調査した。次に試験2として黒毛和種育成牛にアマニ油脂肪酸カルシウムを投与した際の増体、血液性状および嗜好性について調査した。

試験1 ホルスタイン種雌子牛に対するアマニ油脂肪酸カルシウムの投与効果

材料および方法

(1) 投与期間

2019年7月1日から2020年1月16日までの6ヶ月間。

(2) 供試牛

酪農学園フィールド教育研究センター酪農生産ステーション哺育牛舎で飼養されているホルスタイン種雌子牛、計7頭を用いた。投与区3頭、対照区4頭（開始日齢 投与区 3.33 ± 0.43 日、対照区 1.75 ± 0.47 日）。

(3) 試験内容

1頭につきアマニ油脂肪酸カルシウムサンニード30粉末タイプ（以下サンニード30）（写真）を30g/日お湯または水100mlで融解し、経口投与を行った。独自開発のカラメルを配合し風味に配慮、嗜好性が向上している。

(4) 対照区

対照区は非投与とした。

(5) 調査項目

調査項目は出生直後から6ヶ月齢（0, 1, 2, 3, 6ヶ月齢）まで体重と体高を調査した。また体重の項目から日増体量（DG）を算出した。出生直後から3ヶ月齢（0, 1, 2, 3ヶ月齢）まで血液検査をおこなった。血液検査項目は総蛋白（TP）、総コレステロール（T-cho）、ヘマトクリット（Ht）、遊離脂肪酸（NEFA）、中性脂肪、免疫グロブリン（IgG）とし、採血はEDTA-2K真空採血管と血清分離剤入り真空採血管にて実施した。血清成分については、TP（LABOSPETO08K, 株式会社日立ハイテクノロジーズ）、T-cho（LABOSPECT008K, 株式会社日立ハイテクノロジーズ）、蛋白分画（自動電気泳動装置AES620, ベックマン・コールター株式会社）を測定した。血球成分については多項目自動血球分析装置（XE-2100, シスメックス株式会社）を用い測定した。免疫グロブリン（IgG）はSRID法を用い測定した。疾病状況の調査は農場管理日誌から求めた。

(6) 統計処理

統計処理はStudentのt検定を用いた。

結 果

体重は図1に示した。投与区が対照区と比べて高い傾向を示した。6ヶ月齢での体測では投与区 221.3 ± 16.7 kg、対照区 208.0 ± 0.7 kgであり有意な差はみられなかった。DGは図2に示した。投与

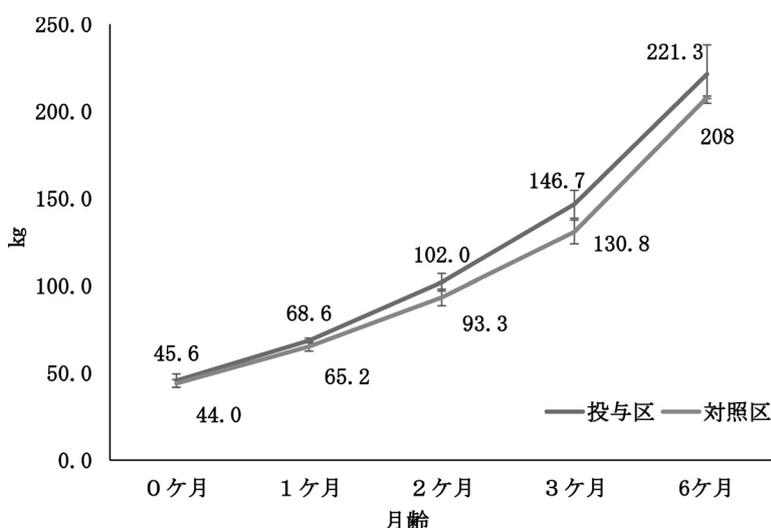


図1 体重 (kg)

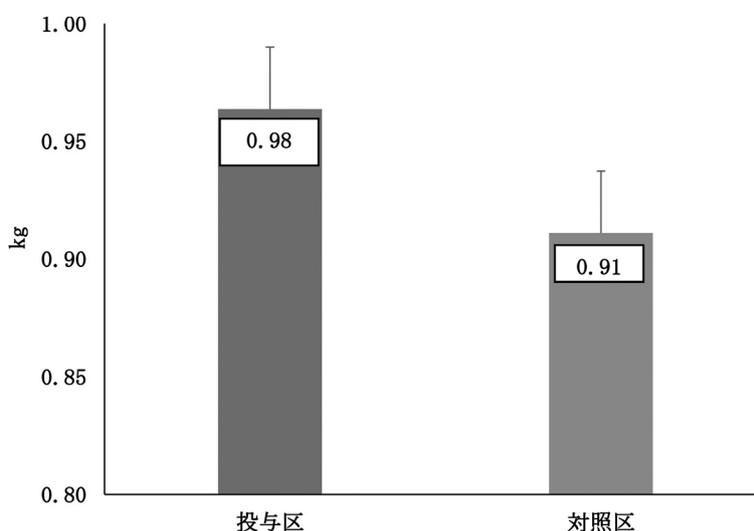


図2 日増体量 (kg)

区が 0.98 ± 0.09 kg, 対照区が 0.91 ± 0.08 kg と投与区が対照区に比べてやや高い傾向を示した。体高は図3に示した。6ヶ月齢体測では投与区 114 ± 2 cm, 対照区 115 ± 1 cm と両区に差はみられなかった。

TP は図4に示した。投与区が平均 6.2 ± 0.2 g/dL, 対照区は平均 5.9 ± 0.2 g/dL と投与区が高く推移する傾向がみられた。T-cho は図5に示した。投与区が平均 97.3 ± 16.8 mg/dL, 対照区が 75.1 ± 19.6 mg/dL と投与区が高い傾向を示したが、正常値内で推移した。Ht は図6に示した。投与区が平均 $32.0 \pm 1.6\%$, 対照区が平均 $34.6 \pm 1.4\%$ と対照区が投与区より高い傾向がみられたが、有意な差はみられなかった。NEFA は図7に示した。投与区が平均 0.22 ± 0.09 mEq/L, 対照区が平均 $0.20 \pm$

0.09 mEq/L と両区に差は無く、投与の影響はみられなかった。中性脂肪は図8に示した。投与区が平均 22.0 ± 9.0 mg/dL, 対照区が平均 21.0 ± 13.3 mg/dL と0ヶ月齢と1ヶ月齢では対照区が投与区よりわずかに高い傾向がみられたが、2ヶ月齢以降投与区が上回る結果となった。IgG は図9に示した。投与区が平均 20.9 ± 1.1 mg/mL, 対照区が平均 19.1 ± 1.9 mg/mL と投与開始時から投与区が対照区より高い傾向がみられた。

表10の疾病状況調査では頭数は投与区で計4頭(呼吸器病3頭で平均罹患率0.75頭, 消化器病1頭で平均罹患率0.25頭), 対照区で計2頭(呼吸器病1頭で平均罹患率0.25頭, 転倒による怪我1頭で平均罹患率0.25頭)であり、治療回数は投与区で計7回(呼吸器病6回で平均治療回数3回, 消化器病

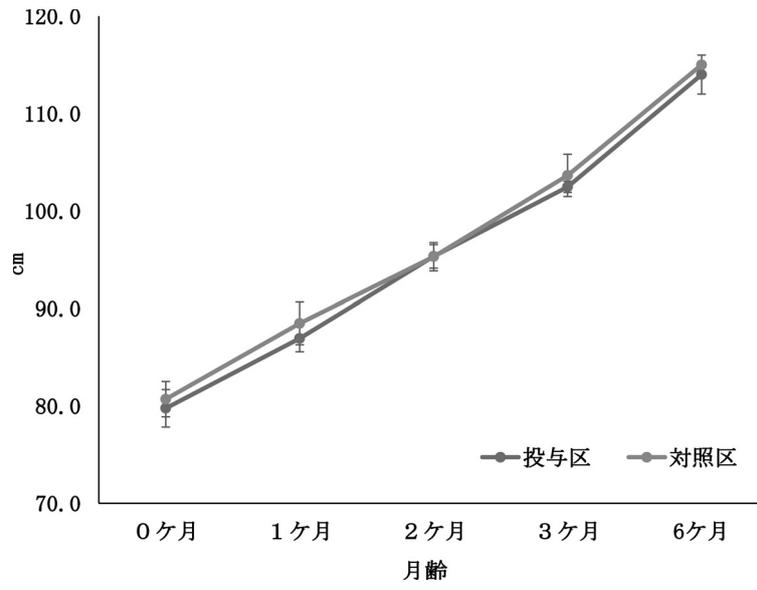


図3 体高 (cm)

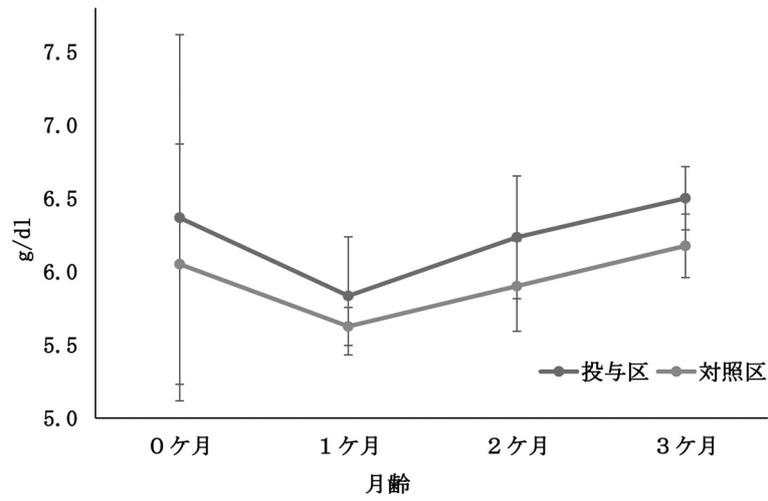


図4 総蛋白 TP (g/dL)

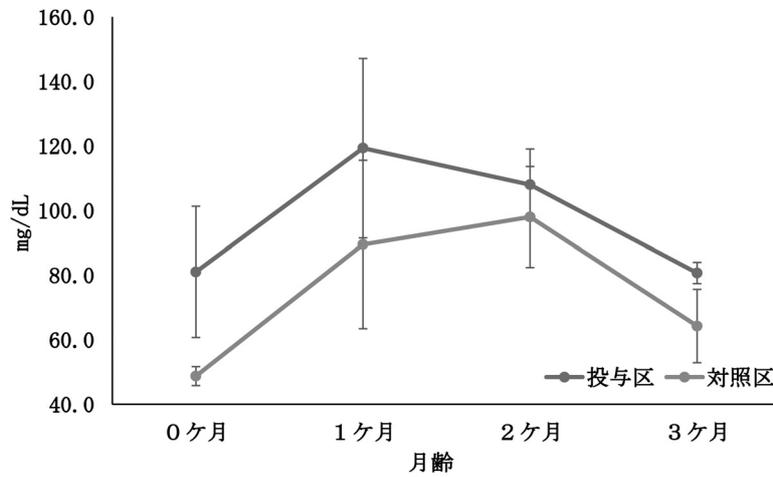


図5 総コレステロール T-cho (mg/dL)

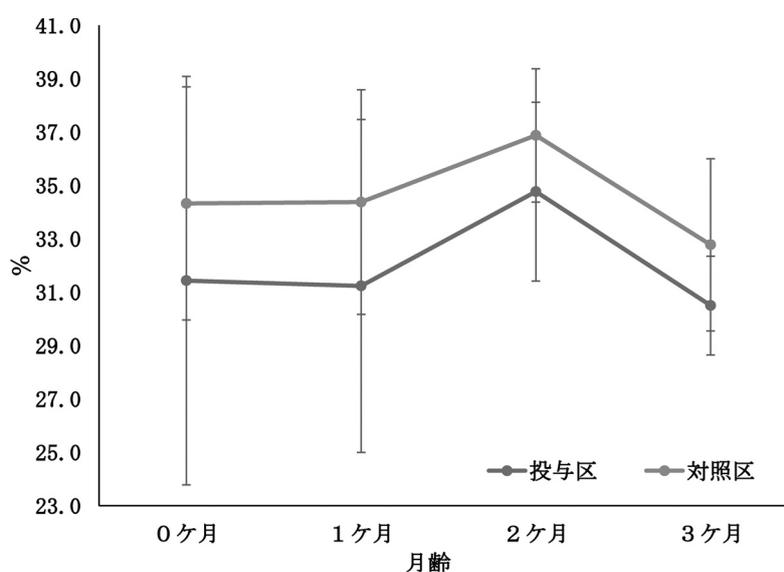


図6 ヘマトクリット Ht (%)

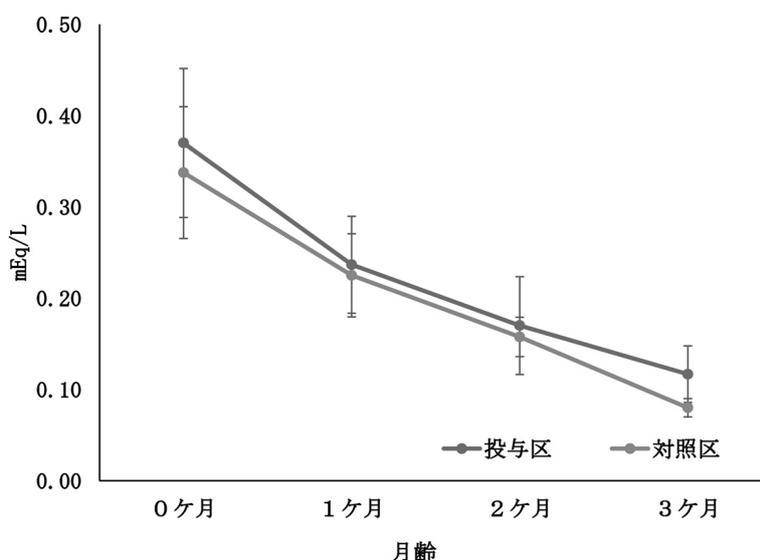


図7 遊離脂肪酸 NEFA (mEq/L)

1回で平均治療回数1回), 対照区で計6回(呼吸器病5回で平均治療回数5回, 転倒による怪我1回で平均治療回数1回)と罹患頭数と治療回数共に両区で差はみられなかった。

考 察

投与区が対照区に比べ体重, TP, IgGで高い傾向を示した。

体重はサンニード30給与によってエネルギーが補われ, 増体に寄与したと考えられた。TPは栄養状態の指標とされ, 投与区はサンニード30の投与により, エネルギーが補給されたことで栄養状態が良好に推移し, 結果対照区より高い傾向が出たと考

えられた。IgGはTPと正の相関を示すことから, 投与区の栄養状態は良好であり免疫機能向上に寄与したと考えられた。

T-choは投与区が対照区より高い傾向を示したが, サンニード30給与の影響と考えられ正常値内であり悪影響はみられなかった。投与区では投与開始1ヶ月で正常値内まで上昇したことから, 早く栄養の補給が行われたと思われた。

体高は投与区と対照区で差はみられず, 両区共に発育しており投与が及ぼす影響はみられなかった。

Htは投与区と対照区で投与による差はみられなかった。

NEFAは投与区と対照区で大きな差はみられな

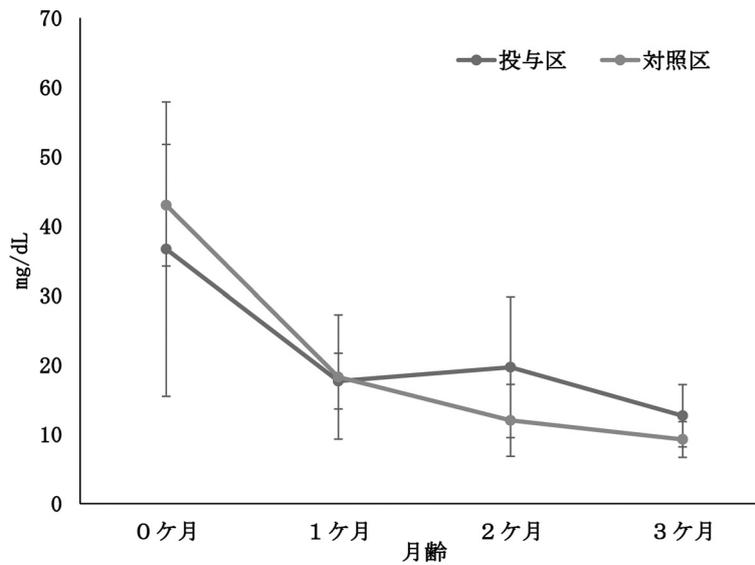


図8 中性脂肪 (mg/dL)

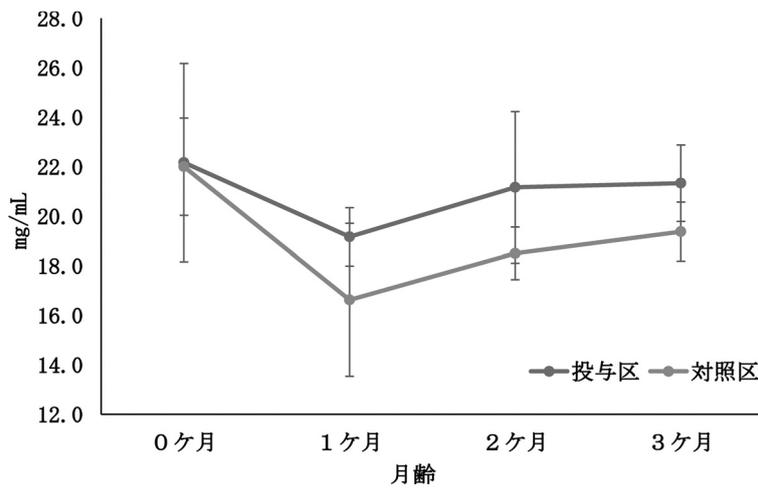


図9 IgG (mg/mL)

かったが、投与区が対照区より高い傾向を示した。これは投与区で疾病発生率が多く、採食量の低下からエネルギーの動員が行われたと思われた。

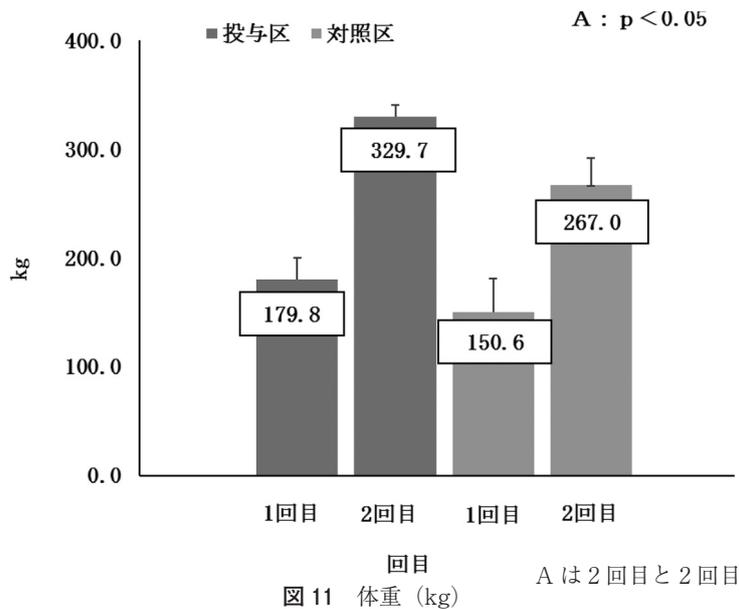
中性脂肪も両区で大きな差はみられなかったが、1ヶ月齢以降投与区が高い傾向を示した。これはサンニード30 給与により脂肪酸が増えたことによる影響と思われる。

疾病状況では呼吸器病と消化器病が共に投与区において発症数が多かった。しかし平均治療回数は投与区が対照区より低いことから、サンニード30 投与がエネルギーを満たし栄養状態の改善に寄与したと思われた。

頭数 (平均罹患率%)	投与区	対照区
呼吸器病	3 (100)	1 (25)
消化器病	1 (33)	
転倒		1 (25)
合計	4	2

治療回数 (平均治療回数)	投与区	対照区
呼吸器病	6 (2)	5 (5)
消化器病	1 (1)	
転倒		1 (1)
合計	7	6

図10 疾病状況



試験 2 黒毛和種育成牛に対するアマニ油脂肪酸カルシウムの投与効果

材料および方法

(1) 投与期間

2019年10月から2020年1月までの3ヶ月間。

(2) 供試牛

供試牛はオホーツク管内の農場で飼養されている黒毛和種雌子牛、計6頭を用いた。投与区3頭、対照区3頭（開始日齢 投与区146.3±15.3日対照区123.6±6.9日）

(3) 試験内容

1頭につきサンニード30を飼料の上にトップドレ式で50g/日給与した。

独自開発のカラメルを配合し風味に配慮、嗜好性が向上

(4) 対照区

対照区は非投与とした。

(5) 調査項目

調査項目は給与開始時と投与終了時の2回体重を調査した。また体重の項目からDGを算出した。血液検査は給与開始時と投与終了時の2回行った。血液検査項目はTP, T-cho, Ht, NEFA, 中性脂肪, IgGとし、採血はEDTA-2K真空採血管と血清分離剤入り真空採血管にて実施した。血清成分については、TP (LABOSPETTO08K, 株式会社日立ハイテクノロジーズ), T-cho (LABOSPECT008K, 株式会社日立ハイテクノロジーズ), 蛋白分画 (自動電気泳動装置AES620, ベックマン・コールター株式会社) を測定した。血球成分については多項目自動血球分

析装置 (XE-2100, シスメックス株式会社) を用い測定した。免疫グロブリン (IgG) はSRID法を用い測定した。また嗜好性調査も併せて行った。

(6) 統計処理

統計処理はStudentのt検定を用いた。

結果

体重は図11に示した。1回目の測定では投与区が179.7±20.0kg, 対照区が平均150.6±30.6kgであった。また2回目の測定では投与区が329.7±11.0kg, 対照区が267.0±24.8kgと有意な差がみられた (p<0.05)。1回目と2回目の両方の測定で投与区が高い結果となった。

DGは図12に示した。投与区で1.666±0.200kg/日, 対照区で1.293±0.070kg/日と投与区が対照区より高い傾向を示した。

TPは図13に示した。投与区では平均6.42±0.05g/dL, 対照区が平均6.30±0.10g/dLと両区に差はみられなかった。

T-choは表14に示した。投与区の平均が150.2±49.8mg/dL, 対照区が平均155.5±60.5mg/dLと対照区がわずかに高い傾向を示したが、両区に大きな差は見られず、どちらも正常値を示した。

Htは図15に示した。投与区の平均が36.73±0.80%, 対照区の平均が39.35±1.00%と対照区が投与区よりやや高値を示したが、有意な差はみられなかった。

NEFAは図16に示した。2回の測定で投与区が0.09±0.01mEq/Lと0.09±0.02mEq/L。対照区

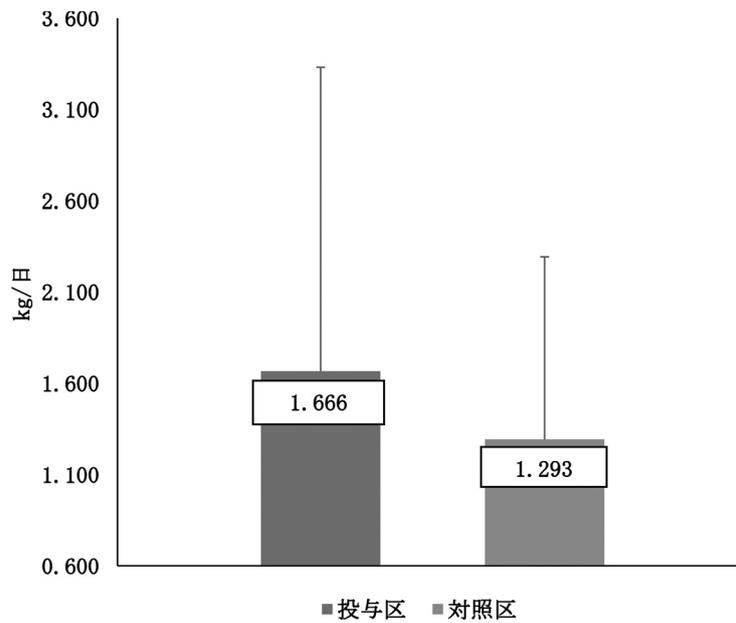


図 12 日増体量 DG (kg)

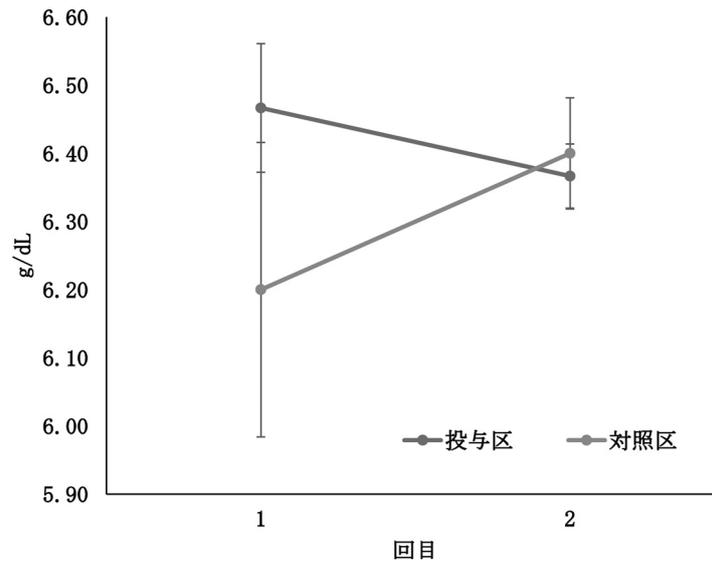


図 13 総蛋白 TP (g/dL)

が 0.10 ± 0.01 mEq/L と 0.13 ± 0.00 mEq/L となり、投与区が対照区より低い傾向がみられた。対照区は 2 回目の測定が 1 回目より高い値を示した。

IgG は図 17 に示した。2 回の測定で投与区は 23.4 ± 2.4 mg/mL と 23.7 ± 2.9 mg/mL。対照区は 24.4 ± 1.7 mg/mL と 23.7 ± 2.1 mg/mL となった。対照区の 2 回目の測定値が 1 回目の測定値より低下した。また投与区と対照区では対照区がわずかに高い傾向を示したが、有意な差はみられなかった。

中性脂肪は図 18 に示した。2 回の測定で投与区は 11.0 ± 3.5 mg/dL と 13.7 ± 2.4 mg/dL。対照区

が 10.3 ± 1.8 mg/dL と 13.0 ± 3.5 mg/dL となった。投与区が対照区よりやや高い傾向を示した。

嗜好性は良好だった。

考 察

体重の項目で投与区が対照区に比べて有意に増体した。また NEFA では投与区が低値を示した。

このことから、投与区においてサンニード 30 がエネルギーを充足させ、体重増加に寄与していると考えられた。また NEFA が低値だったことから栄養状態は良好であり対照区よりエネルギーが満たさ

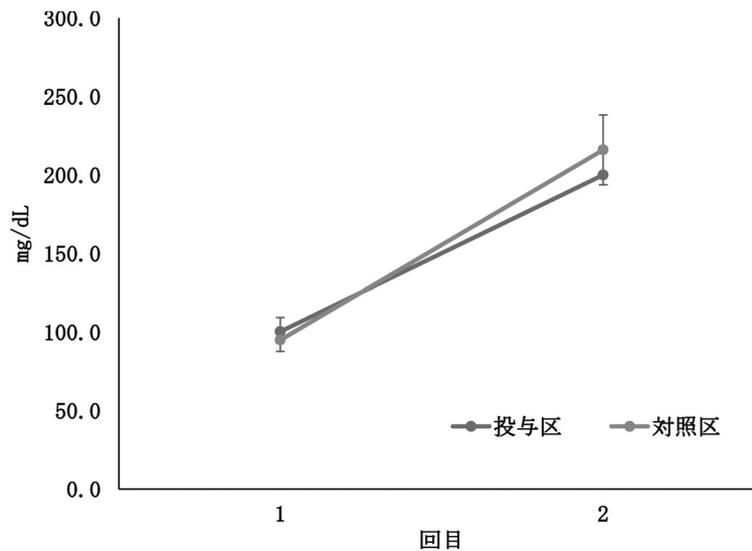


図 14 総コレステロール T-cho (mg/dL)

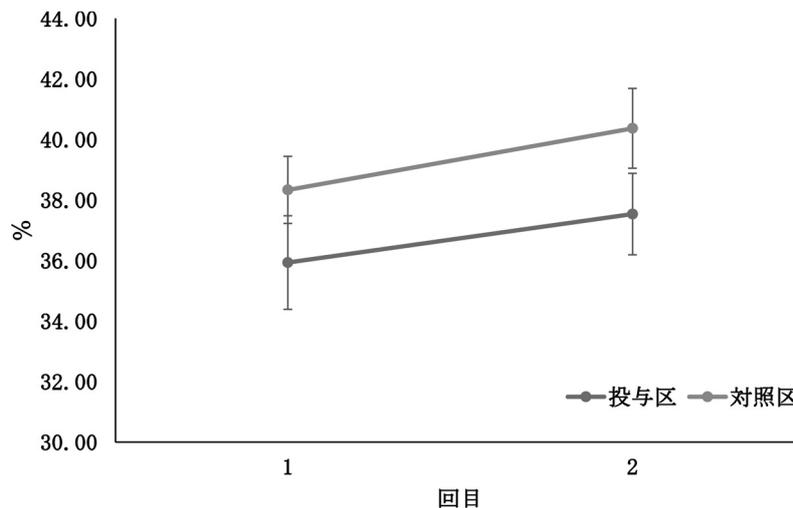


図 15 ヘマトクリット Ht (%)

れていたと考えられた。

Ht は対照区が投与区より高い傾向を示した。対照区が高い傾向を示したのは引水不足や濃厚飼料など穀類過多による血液濃縮の可能性があったと思われる。

TP と T-cho は両区に大きな差はみられなかった。TP では投与区が 0.1 g/dL の低下、T-cho では 2 回目測定時対照区が投与区より高い傾向を示した。しかし TP の低下量は小さく、T-cho は 1 回目測定時より 2 回目測定時の値が増加していることからエネルギーの補給は行われていると思われる。

中性脂肪は有意な差はみられなかったが、投与区が対照区より高い傾向を示した。油脂給与により投与区の値が高くなったと思われる。

IgG は両区に有意な差はみられなかった。1 回目測定時は対照区が投与区より高い傾向を示した。2 回目測定時には投与区が対照区より高い傾向を示し、脂肪酸カルシウム投与によって栄養状態が改善されたと思われる。

血液性状に異常はみられず対照区と同じか良好な値を示したため、サンニード 30 は健康に悪影響を与えずエネルギーに変換することが出来るものと考えられた。

また飼料の上に給与した際普段通り採食したことから、嗜好性は良好であると思われる。

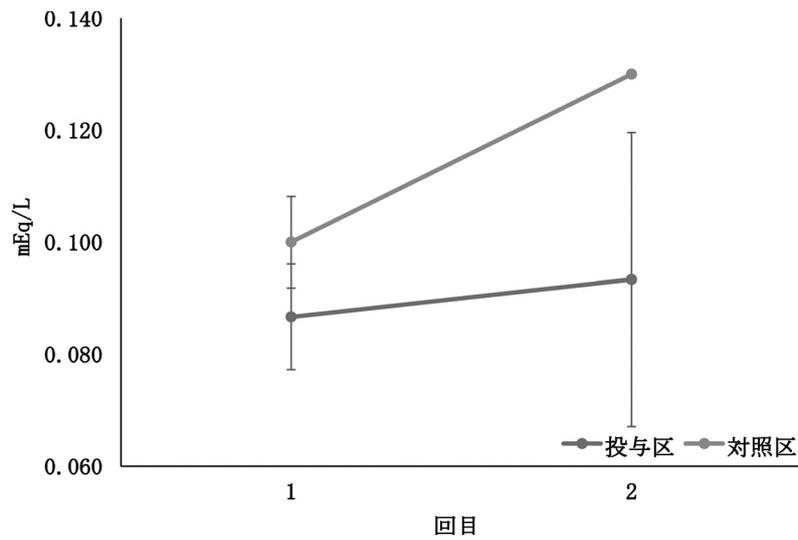


図 16 遊離脂肪酸 NEFA (mEq/L)

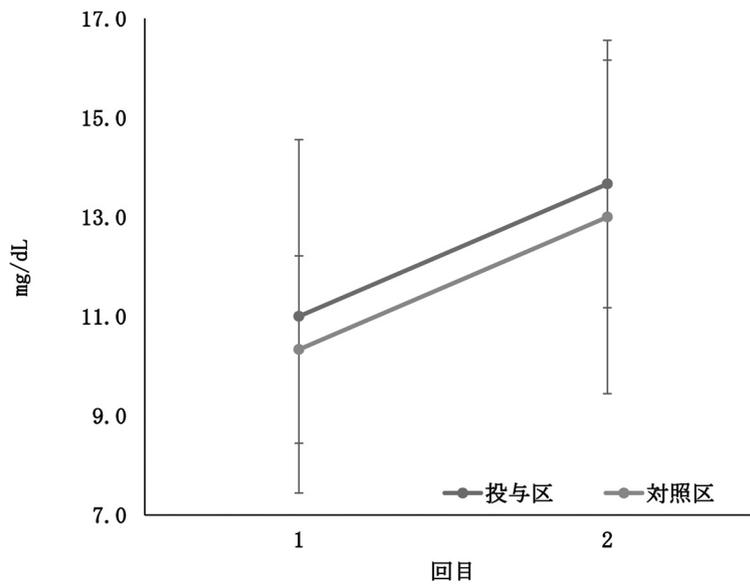


図 17 中性脂肪 (mg/dL)

ま と め

サンニード 30 の投与は発育が急激に進む時期の哺乳期，育成期に対してエネルギーを補給し，健康状態の維持と発育の両方に栄養を利用することができたことが示唆された。また発育が順調に進むことは生産性増加による収益向上の他，長期間飼養によってかかる飼料費の節減^[14]や初回授精月齢の早期化^[9]に繋がる。そのことは経営状態改善に寄与することができると考えられる。また従来の脂肪酸カルシウム製品より嗜好性が良好であることから，飼料設計や普段の給餌作業にも組み込みやすいと思

われる。

以上のことから，サンニード 30 の投与により体重の増加やエネルギー充足によって増体したことが確認され，哺乳期や育成期での添加飼料として有効だと考えられた。

要 約

育成期の発育状況の悪化はその後の生産性や発育に大きく影響する。この時期のエネルギー不足を解消する添加飼料として脂肪酸カルシウムが使用されているが，嗜好性が悪い点が指摘されていた。そこで，本研究ではアマニ油から作られた脂肪酸カルシ

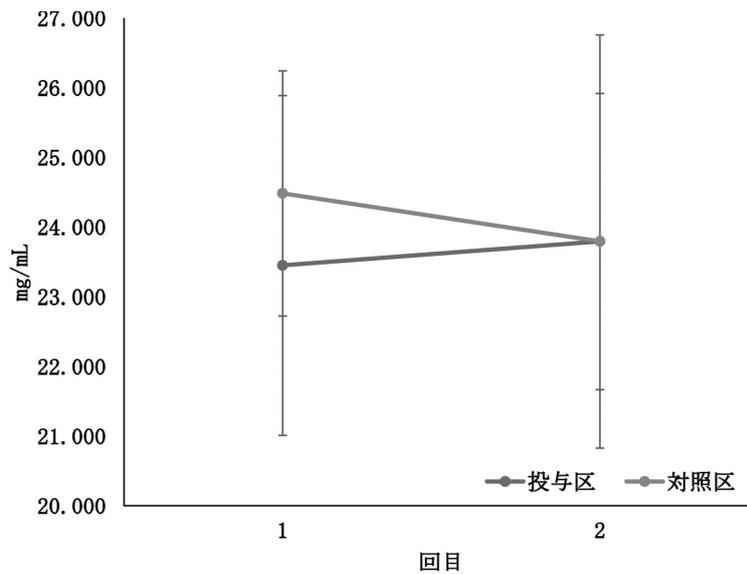


図 18 IgG (mg/mL)

ウムが哺乳期や育成期の牛に与える影響と疾病状況や嗜好性について調査した。

試験1では投与区で体重、TP および IgG において対照区より高い傾向を示した。疾病発生状況には投与による差はみられなかった。脂肪酸カルシウムの投与によりエネルギーが充足し、体重の増加と栄養状態改善による免疫機能向上が考えられた。

試験2では投与区が対照区に比べて有意に増体が見られ NEFA が低い傾向を示した。嗜好性は良好であった。脂肪酸カルシウムの投与で栄養状態が良好に推移し、良好な発育に繋がったと考えられた。

これらの結果から投与は発育が急激に進む時期の哺乳期、育成期に対してエネルギーを補給し、健康状態の維持と発育の両方に栄養を利用することができたことが示唆され、経営状態改善に寄与することができると考えられる。また従来の脂肪酸カルシウム製品より嗜好性が良好であることから、飼料設計や普段の給餌作業にも組み込みやすいと思われる。

以上のことから、脂肪酸カルシウムの投与により体重の増加やエネルギー充足によって増体したことが確認され、哺乳期や育成期での添加飼料として有効だと考えられた。

謝 辞

本研究は太陽油脂株式会社との受託研究をもとに実施された。感謝申し上げます。

引用文献

- 古川 修. 2005. 乳牛への油脂給与についてバイパス油脂の有効性および利用上の留意点. 牧草と園芸. 53. 14-16
- 一般社団法人Jミルク. 2020. 酪農経営関連の基礎データ 酪農概要(1). <https://www.j-milk.jp/gyokai/database/keiei-kiso.html>
- 加藤陽平, 大石風人, 熊谷 元, 石田修三, 丸山 晶, 永西 修, 萩野暁史, 広岡博之. 2014. 肉用牛肥育試験データに基づく飼料へのアマニ油脂脂肪酸カルシウム添加の経済および環境影響評価. システム農学. 30. 120
- 株式会社ロック・フィールド, 株式会社ニチレイフレッシュ. 2017. <https://www.nichirei.co.jp/news/2017/300.html>
- 株式会社丹波屋. 2001. 代謝プロファイルテストと周産期病について. <http://www.kk-tanbaya.co.jp/cgi-bin/chikusan/topics.cgi?no=6#column>
- 小林大誠. 2019. 乳用育成牛の発育と生産性の関係. <https://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/network/field-h31/chiku-2019-11.html>
- 小岩政照. 2017. 虚弱子牛症候群—子牛の一生は乾乳期で決まる—. LIAJ News. 167. 1-2
- 京都小売商総連合会. 2016. 近年における食肉の消費動向. <https://kyoto-kourisho.com/wp-content/uploads/2016/05/9ce9a1943e28b1c52295bfd40d3059c1.pdf>

9. 松井基純. 2010. 徹底・後継牛づくり.
10. 水谷 尚. 2017. 脂質項目を評価一人とは意義が大きく異なる一. LIAJ News. 175. 1-3
11. 永西 修, 萩野暁史, 加藤陽平, 大石風人, 熊谷 元, 広岡博之, 合原義人, 岩間永子, 石田修三, 丸山 晶. 2011. アマニ油脂脂肪酸カルシウム給与で交雑種牛の出荷月齢が短縮できる. システム農学. 27. 35-46
12. 農林水産省生産局畜産部畜産振興課. 2020. 牛の改良増殖をめぐる情勢. https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_katiku/attach/pdf/nikuyougyuu-4.pdf
13. 大塚浩通. 2019. 子牛の免疫システムの成熟と感染症. 酪農 PLUS+. <https://rp.rakuno.ac.jp/archives/feature/2383.html>
14. 志鎌広勝. 2012. 育成牛の現状と改善事例. <http://www.nemuro.pref.hokkaido.lg.jp/ss/nkc/kannkoubutsu/130306heifer03.pdf>
15. S. I. Kehoe. K. A. Dill-McFarland. Jacob D. Breaker. G. Suen. 2019. Effects of corn silage inclusion in preweaning calf diets. Journal of Dairy Science. 102. 4131-4137
16. 高橋俊彦, 中辻浩喜, 森田 茂. 2017. ライフステージで見る牛の管理. 第1版. 22-28. 緑書房. 東京
17. 高橋俊彦, 中辻浩喜, 森田 茂. 2017. ライフステージで見る牛の管理. 第1版. 29-33. 緑書房. 東京

Summary

Deterioration of growth during the cattle growing season has a great influence on subsequent productivity and growth. Fatty acid calcium is used as a feed additive to solve the energy shortage during this period, but it has been pointed out that it has poor palatability. Therefore, in this study, we investigated the effects of fatty acid calcium made from linseed oil on cattle during the lactation and breeding stages, and also examined the disease status of the animals and the palatability of the additive.

In Test 1, body weight, total protein (TP) and immunoglobulin G (IgG) tended to be higher in the administration group than in the control group. There was no difference in disease occurrence between the two groups. It was considered that the administration of fatty acid calcium was sufficient for energy, and that immune function was improved by increasing body weight and improving nutritional status.

In Study 2, the administration group showed a significant increase in body weight compared to the control group, and non-esterified fatty acid (NEFA) tended to be low. Palatability was good. It was considered that the administration of fatty acid calcium resulted in good nutritional status, leading to good growth.

These results, suggest that the administration of flaxseed oil fatty acid calcium may be able to replenish energy during the lactation and growth periods, including during the period of rapid growth, and provide nutrition for both health maintenance and development. It may also contribute to improved nutritional status. In addition, since it has better palatability than conventional fatty acid calcium products, it may be easily incorporated into feed design and daily feeding work.

The above results, confirm that body weight increased by energy sufficiency due to the administration of flaxseed oil fatty acid calcium which is therefore considered to be effective as a feed additive during the lactation and growth periods.