

表5 脂肪酸製剤添加の経営的メリット

乳脂肪率 の上昇 (%)	加算単価 (円/kg)	搾乳牛1頭1日当たり乳量 (kg)										
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
+0.5	1	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
+0.4	0.8	20	20.8	21.6	22.4	23.2	24	24.8	25.6	26.4	27.2	28
+0.3	0.6	15	15.6	16.2	16.8	17.4	18	18.6	19.2	19.8	20.4	21
+0.2	0.4	10	10.4	10.8	11.2	11.6	12	12.4	12.8	13.2	13.6	14
+0.1	0.2	5	5.2	5.4	5.6	5.8	6	6.2	6.4	6.6	6.8	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

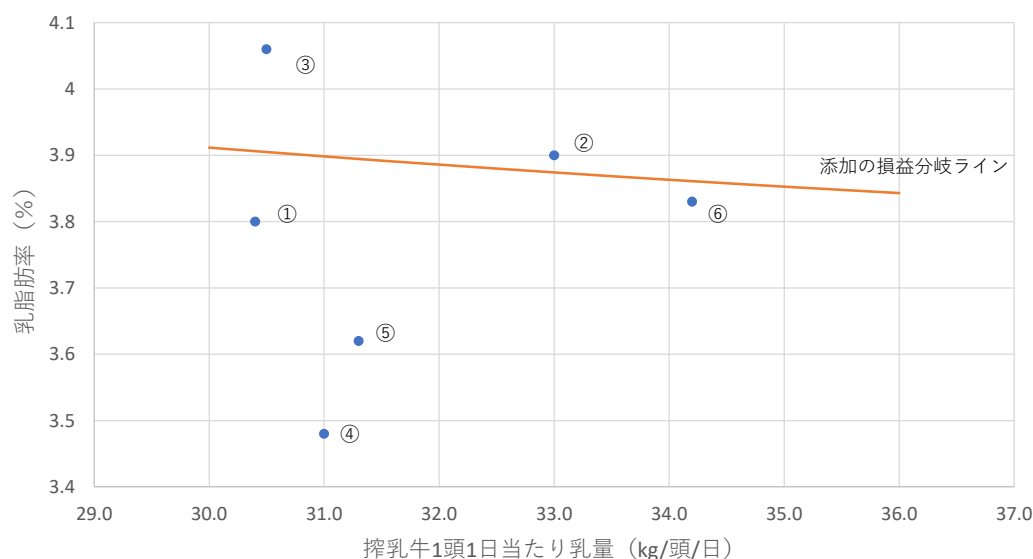


図1 乳成分格差金と脂肪酸添加の損益（熊本県）

表6 脂肪酸カルシウム製剤の費用対効果

添加量 (g/頭/日)	価格4000円/25kg		価格3000円/25kg		価格2000円/25kg	
	添加費用 (円/頭/日)	採算乳量増加量 (kg/頭/日)	添加費用 (円/頭/日)	採算乳量増加量 (kg/頭/日)	添加費用 (円/頭/日)	採算乳量増加量 (kg/頭/日)
100	16	0.14	12	0.10	8	0.07
200	32	0.28	24	0.21	16	0.14
300	48	0.42	36	0.31	24	0.21
400	64	0.56	48	0.42	32	0.28
500	80	0.70	60	0.52	40	0.35

注：乳価を115円/kgとした場合。

4. 考察

脂肪酸製剤の利用については、90年代から脂肪酸カルシウムの利用が乳量の増大を目的として使われるようになっていたが、近年では、脂肪酸の機能性が解明され製品開発が進み、目的に応じた選択がなされるようになってきた。具体的には、乳量よりも乳脂肪分を上げる目的でパルチミン酸系のものが多く使われるようになってきている。

こうした添加は、飼料給与体系によらず、広く行われているとみることができる（表1～表4）。具体的な添加については、熊本県ではパルチミン酸系の銘柄Aを使うケースが6戸中

戸（表2）、パーム油由来のパルチミン酸系の銘柄Cが1戸、大豆・菜種の油脂を使った脂肪酸カルシウム銘柄Bを利用しているのは1戸である。いずれの事例も乳脂肪を上げる目的で使われており、飼料給与体系が異なっても添加量は概ね1頭当たり日量100gとなっている。利用期間は、通年が3戸、夏から秋にかけての期間給与が4戸であり、そのうち1戸は2種の脂肪酸製剤を利用しており、銘柄Aが期間給与、銘柄Dが通年給与である。添加量は、銘柄D(200g)以外は、ほぼ100gで固定的である。愛知県では多頭飼育の経営体が事例となっているが、乳脂率を上げる目的でパルチミン酸系のものを3戸とも使用している。脂肪酸カルシウム製剤の利用は2戸でみられ、それぞれ銘柄L、銘柄Tを乳量増加目的で給与していた(100g)。残りの1戸(8番)については、乳脂率を上げる目的と乳量を増やす目的でパルチミン酸とオレイン酸の両方を配合した銘柄R2を使用している。3戸とも高泌乳牛の導入と飼養管理技術の向上によって乳量水準を高めているが、乳脂肪分については乳量増加に相応した水準になりづらいことから、脂肪酸製剤を導入している。

こうした脂肪酸製剤の利用については、ミキサーを導入してTMRを実施していることが要因としてあげられる。上記の9戸の事例はすべて自農場でTMRを実施している。分離給与では添加剤の給与は給餌作業の手間の増加となるが、TMRではミキサーへの投入で済むことから脂肪酸製剤の添加はされやすい。愛知県の酪農アンケート調査によれば、回答数223戸のうち116戸がTMRを実施しており、指導機関へのヒアリングによれば、こうした農場ではほぼ脂肪酸製剤が使われているとみられる。

脂肪酸製剤の添加の目的については、乳脂率の上昇を全戸共通してあげている。この乳脂率を上げる志向は、生乳取引の乳成分格差金によるところが大きい。そもそもバイパス油脂が注目されたきっかけは、生乳の取引基準が乳脂率3.2%から3.5%に引き上げられ、高脂肪・高エネルギーが飼料に求められるようになったことを背景としている。そして、ちょうどその頃にバイパス油脂が海外から紹介されたことによる。こうした生乳の取引形態下における脂肪酸製剤の給与について、経営的観点から費用対効果をみる。ここでは単純化して、搾乳牛1頭当たりの乳量水準別に乳脂率を上げた場合の乳代の加算金(0.1%につき0.2円/kg)と脂肪酸製剤の投入費用と比較することにした。表5は、乳脂率の上昇分と搾乳牛1頭当たりの乳量から求めた加算金のマトリックスである。 Δ 乳代の上昇額 $>$ Δ 脂肪酸製剤投入費用となれば、その添加は経済的メリットがあるとみなすことができる。最も多く使われていた、銘柄Aの場合、小売価格(税込6193円/25kg袋)をもとに搾乳牛1頭当たりの添加量100gの費用を算出すると、24.7円となる。乳脂肪分の上昇によってこれを上回る加算金が見られるかどうかを損益分岐ラインとみることができる。表5で色塗りした部分が添加費用を上回る加算金が見られる領域である。乳脂肪の加算金が見られるかどうかという単純化した設定で分岐ラインを図示すると、 $[(\text{乳脂率}-3.5)/0.1] \times 0.2 \times 1 \text{頭当たり乳量} = 24.7$ となり、投入費用を上回る乳代増加が見られている事例は熊本県では6戸中2戸であった(図1)。

乳量増加を目的とした脂肪酸カルシウム製剤の利用については、乳量増加による乳代の増加が投入費用を上回ればよいことになる。そこで、利用する製剤の価格水準を4000円/25kg袋、3000円/25kg袋、2000円/25kg袋として、製剤添加量を100g/頭/日から100g刻みで500g/頭/日まで上げていったとき、添加費用と等しくなる乳代の増分をもたらし乳量の増加分を求めた表が表6である。ここでは採算乳量増加量と表記している。これによると、製剤価格が4000円/25kgであっても200g/頭/日の添加で搾乳牛1頭当たり0.28kgを超える乳量増加があれば、添加の費用対効果はあると考えられる。たとえば1頭当たり30kg/日の乳量水準であれば0.93%の乳量増加があれば採算はとれることになる。単純にみれば、脂肪酸製剤によって乳脂率を上昇させて乳代加算を得ようとするよりは、乳量増加を図った方が採算の実現性は高いとみることができる。

以上は極めて単純化した仮定での計算である。脂肪酸製剤投入の経済的メリットを明らかにす

るには、乳量と乳質への効果を総合的に把握する必要があり、現行の添加剤の価格水準と乳価体系をもとに投入費用以上の便益をもたらすかどうか慎重に検討しなければならない。

脂肪酸カルシウムなど脂肪酸製剤の添加によって生乳の風味が影響を受けるかどうかの問題については、影響があるという声は事例の範囲内ではなかったが、過剰な投与が生乳の風味に影響を及ぼす可能性があるとの指摘もあった。

5. ご意見・ご要望等

新型コロナ感染拡大がある程度収束して現地調査が可能になる状態を待っていたが、そうはならなかった。そこで仲介やリモートでの情報収集となったが、多角的に実態に迫るには限界があるため、次年度に現地調査を実施したい。

- 1) 乳牛飼養頭数（うち経産牛） 肉用牛がいればその頭数
- 2) 経産牛 1 頭当たり乳量 （平均および脂肪酸カルシウム給与前後での比較）
- 3) 乳脂率 （平均および脂肪酸カルシウム給与前後での比較）
- 4) 販売乳価 （平均および脂肪酸カルシウム給与前後での比較）

4) 添加の理由・目的

5) 添加するようになったきっかけ

6) 銘柄（商品）名と価格 および 購入先

7) 評価

- ・乳量、乳質 → 乳量・乳質のデータの有無
- ・生乳の風味等への影響。酸化臭等の発生は？

4 牛舎・施設

1) 牛舎

2) 給餌方法・システム

3) 搾乳方法・システム

別表 1

飼料給与量（k g）

		自給・購入 の別	泌乳量区分			
			(25kg)	(30kg)	(35kg)	(40kg)
粗飼料						
濃厚飼料						
添加剤						

別表 2

自給飼料の生産・利用

作物	面積	月	10a 当 り 収 量 (kg)	利用形態 (%)		
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12		生草	サイレー ジ	乾草

令和2年度温室効果ガス削減飼料に関する調査委託事業 第2回推進会議 課題成績書

課題名 : 脂肪酸カルシウム長期給与による反芻家畜の飼養成績および消化管からのメタン発生量削減効果の調査

担当組織名 : (国研) 農研機構畜産研究部門

担当者名 : 小林洋介、三森眞琴

1. 目的

我が国の畜産業が将来にわたって持続的に発展していくためには、環境負荷の軽減を図ることが重要である。畜産業からは、主に家畜排せつ物管理に由来するメタン及び一酸化二窒素、消化管内発酵に由来するメタンの温室効果ガスが排出されており、農林水産業由来の温室効果ガスの約1/3を畜産業が占めている。

本事業は、脂肪酸カルシウム等の国内流通量などを調査し、脂肪酸カルシウム等の家畜への給与等による温室効果ガス削減の効果及び飼養成績への影響等を調査し、畜産分野における温室効果ガス削減対策に資すること目的とする。

2. 方法

6歳のヤギ(日本在来種、去勢)5頭を用い、脂肪酸Ca(パーム油由来)の長期給与試験を実施した。試験開始～3週間はチモシー乾草+市販濃厚飼料(基礎飼料とする)をTDN要求量の110%を満たすように継続して定量給与(1日2回9:00、16:00)し、その後3ヶ月間(12w)、脂肪酸カルシウム添加飼料を継続して給与した。

脂肪酸カルシウム添加飼料は基礎飼料と等しいTDN含量とし、乾物中粗脂肪含量が約6%になるように調製した。給与方法は基礎飼料と同様であるが、食滞等起こらないよう、まずは粗脂肪含量4%の飼料を1週間給与した後に6%に引き上げ、継続的に給与した。

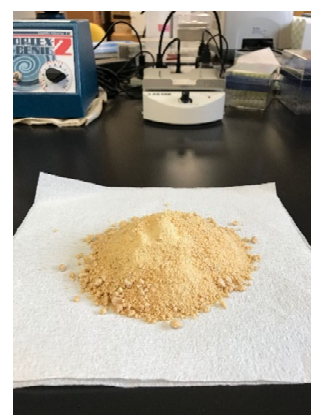
各週に一度、経静脈から採血(10ml)およびルーメン液の経口採取(50ml)を実施した。

3. 結果

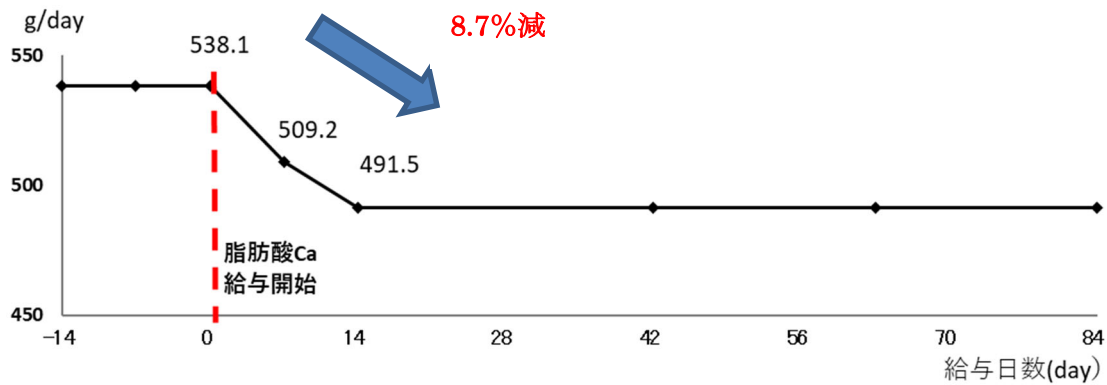
○生産性への影響

①給与飼料の成分および使用した脂肪酸カルシウム

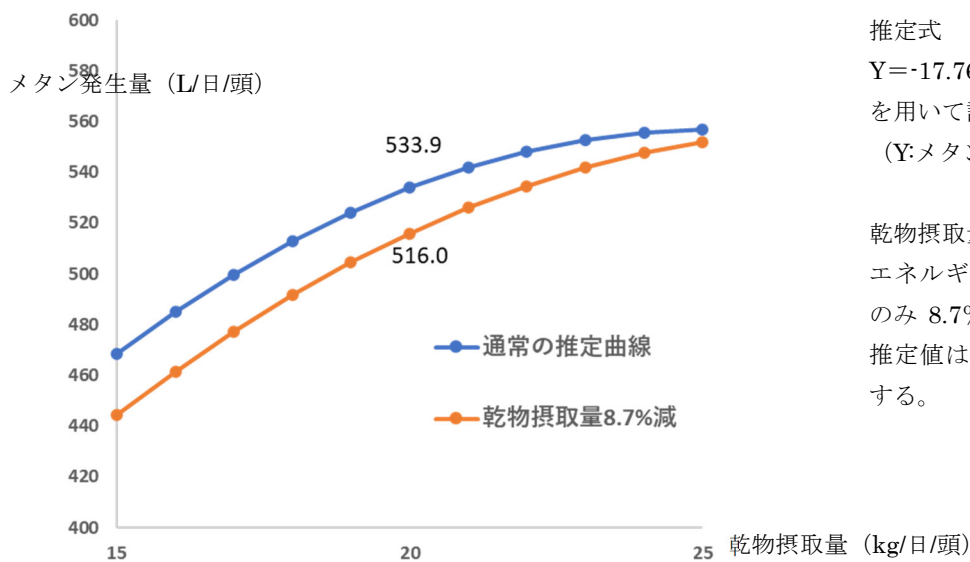
	基礎飼料		4%粗脂肪飼料		6%粗脂肪飼料	
配合率(DM%)	チモシー乾草	40.9	基礎飼料	97.0	基礎飼料	94.9
	市販濃厚飼料	59.1	脂肪酸Ca	3.0	脂肪酸Ca	5.1
成分組成(%DM)						
粗脂肪		1.9		4.5		6.2
粗蛋白質		16.6		16.1		15.8
可溶無窒素物		55.2		53.5		52.4
粗繊維		19.9		19.3		18.9
粗灰分		6.4		6.9		7.3



②乾物摂取量



③乳牛における推定メタン発生量



推定式

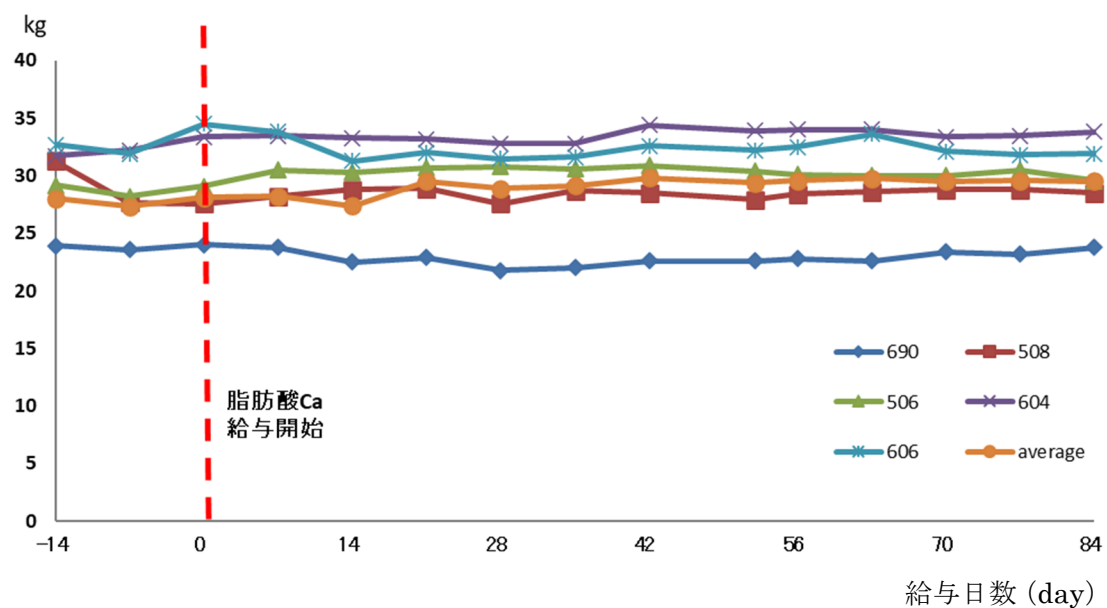
$$Y = -17.766 + 42.793X - 0.849X^2 \quad (※)$$

を用いて計算した。

(Y:メタン発生量 X:乾物摂取量)

乾物摂取量が 20kg/日/頭で比較した場合、エネルギー水準を同一にして乾物摂取量のみ 8.7%減少させると、メタン発生量の推定値は 533.9L から 516.0L へと減少する。

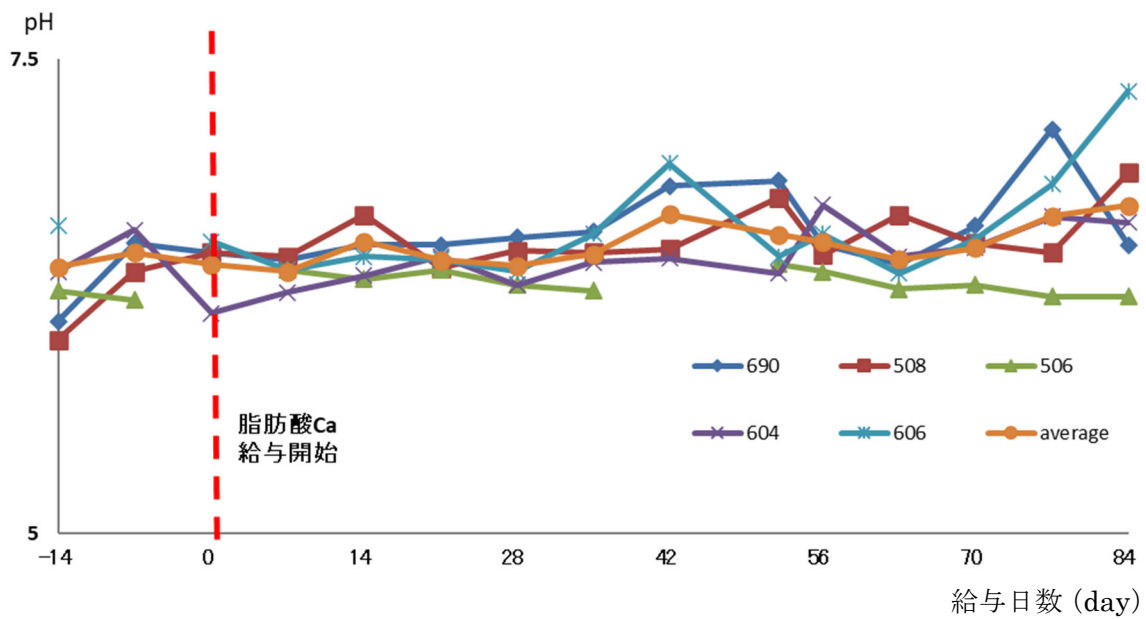
④体重への影響



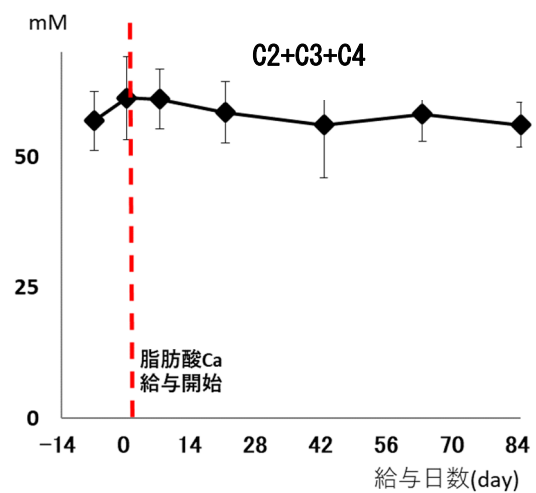
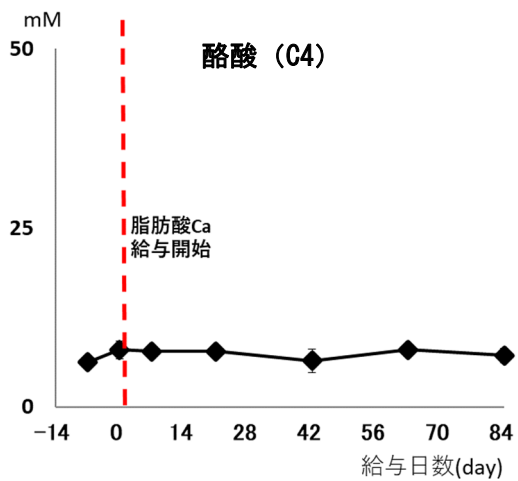
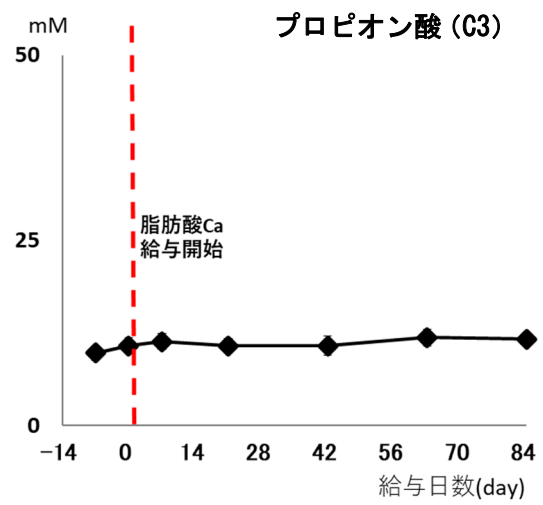
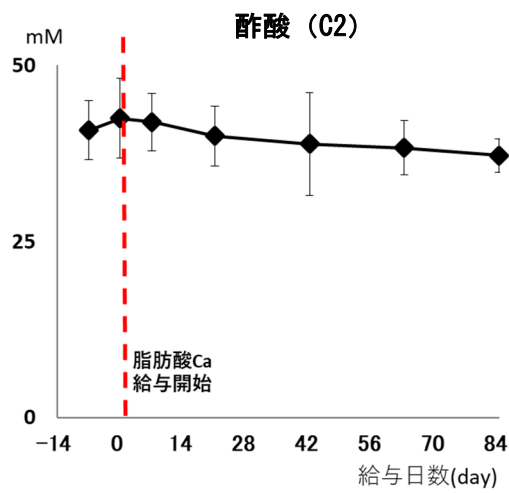
乾物摂取量の減少による体重への影響は見られなかった。

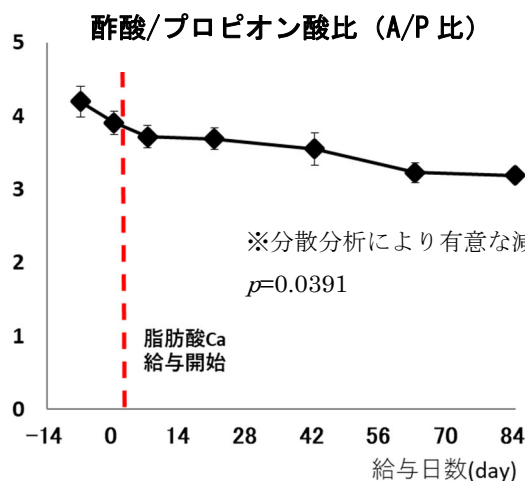
○ルーメン液への影響

①pH



②短鎖脂肪酸 (VFA) 濃度

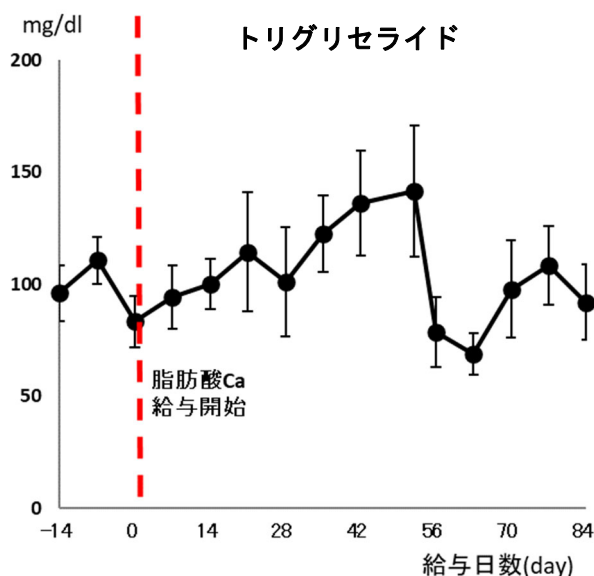
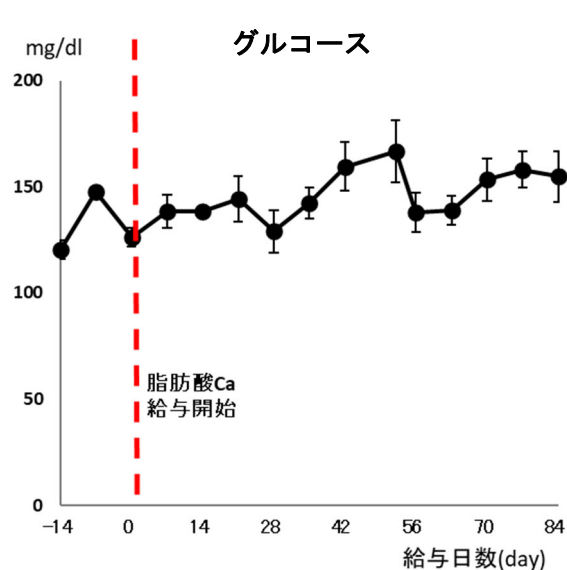




pH および VFA 濃度への影響は見られなかった。

A/P 比は有意に低下した。

○血漿中代謝産物への影響



血漿中代謝産物濃度に有意な変化は見られなかった。

4. 考察

脂肪酸カルシウムを添加することにより、飼料中粗脂肪含量（乾物中）は 6.2% に上昇し、乾物摂取量は 8.7% 低下した。一方で、体重の減少や食滞・下痢等の症状は見られず、血漿中代謝産物濃度の異常等も観察されなかったことから、生産性に悪影響を及ぼすことなく 3 ヶ月程度の長期的な給与が可能であることが示唆される。以上の結果を Shibata らの推定式を用いて換算すると（※）、乾物摂取量が 20kg の乳牛から排出されるメタン（L/日/頭）を 533.9L から 516.0L に減少させることができることになるが、基礎飼料中の粗脂肪含量や脂肪酸カルシウムの種類の影響、および乾物摂取量が 25kg 以上の場合など、より精度の高いデータを獲得するためにはさらなる検証が必要であると考えられる。

ルーメン液中の短鎖脂肪酸（VFA）濃度に有意な変動は見られなかった。しかしながら酢酸/プロピオン酸比は経時的に有意に減少することが確認された。ルーメン内におけるメタン産生経路の抑制によるプロピオン酸濃度の上昇については幾つかの報告があり、本結果と関連している可能性が示唆される。

※ M. Shibata, F. Terada, M. Kurihara, T. Nishida, K. Iwasaki. Estimation of methane production in ruminants. Anim. Sci. Technol. (Jpn.), 64: 790-796. 1993.