

農林水産省委託事業

令和 5 年度

牛の消化管内発酵由来メタン削減飼料に関する
調査委託事業

結果報告書

農林水産省委託事業

「令和5年度牛の消化管内発酵由来メタン削減飼料に関する調査委託事業」

事業概要

(1) 事業目的

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牛への給与等による消化管内発酵に由来するメタン（以下、メタンという）削減の効果、飼養成績への影響及び生産物への影響等を調査し、畜産分野におけるメタン削減対策に資することとする。

(2) 事業の履行期間

契約締結日から令和6年3月7日

(3) 事業内容

牛に給与することによりメタン発生抑制の効果のある脂肪酸カルシウム等の給与等によるメタン削減の効果、飼養成績への影響、及び生体や生産物への影響等について、次のとおり、文献等調査及び給与実証調査を行い、データの分析及び評価手法の検討を行う。

1. 乳用牛において、脂肪酸カルシウム等によるメタン削減の長期的な効果を調査するため、文献や聞き取り調査により流通・使用実態に関するデータ等の収集を行うとともに、乳用牛に脂肪酸カルシウム等を添加することによりメタン削減効果に関するデータを収集し、その結果について分析、評価手法の検討を行う。更には脂肪酸カルシウム等による生産物への影響等を調査する。具体的には、以下の取組を実施する。

① 文献調査、専門家への聞き取り、酪農家（3戸以上）への聞き取り調査により、流通・使用実態調査等を行い、その結果を調査・分析する。具体的には、日本国温室効果ガスインベントリ報告書（以下、インベントリ）への反映に必要なデータを入手し、脂肪酸カルシウム等を利用している農場の特徴や利用目的等を把握することにより、普及のターゲット等を分析する。

② 搾乳牛に脂肪酸カルシウム等を長期的（3か月以上）に添加することにより、メタン削減効果及び効果の持続性を精緻に調査・分析する（4検体を目安）。

③ ②における給与実証調査の際に風味異常の原因物質の検出有無や官能試験等を実施することによって脂肪酸カルシウム等の添加による生乳への風味等も調査し、生乳の保管・流通を想定した分析を行う（40 検体を目安）。

2. 肉用牛において、脂肪酸カルシウム等によるメタン削減の長期的な効果を調査するため、文献や聞き取り調査により流通・使用実態に関するデータ等の収集を行うとともに、肥育牛に脂肪

酸カルシウム等を添加することによりメタン削減効果に関するデータを収集し、その結果について分析、評価手法の検討を行う。具体的には、以下の取組を実施する。

①文献調査、専門家への聞き取り、肉用牛農家（和牛・乳用種・交雑種含む2戸以上）への聞き取り調査により、流通・使用実態調査等を行い、その結果を調査・分析する。具体的にはインベントリへの反映に必要なデータを入手し、脂肪酸カルシウム等を利用している農場の特徴や利用目的等を把握することにより、普及のターゲット等を分析する。

②肥育牛に脂肪酸カルシウム等を長期的（3か月以上）に添加することにより、メタン削減効果及び効果の持続性を調査・分析する（10 検体を目安）。

3. 1、2の結果に基づき、脂肪酸カルシウム等によるメタン削減効果の評価手法の検討及び結果の取りまとめを畜産、又は温室効果ガス対策に詳しい専門家（3名以上）による2回以上の評価検討会により行う。

4. 調査等による専門家への聞き取りに当たり謝金等を支払う場合は、本事業により受託者が負担する。

事業参画メンバーと研究実施体制

佐々木 修 （国研）農研機構畜産研究部門

研究の統括、評価検討会の運営

鈴木知之 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当、研究の統括、評価検討会の運営

樋口幹人 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当、研究の統括

神谷 充 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当

中野美和 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当

神谷裕子 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当

及川康平 （国研）農研機構畜産研究部門

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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を担当

樋口浩二 （国研）農研機構畜産研究部門

課題①脂肪酸カルシウム長期給与による搾乳牛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を担当、研究の統括、評価検討会の運営

宇喜多 遥 （国研）農研機構畜産研究部門

課題①脂肪酸カルシウム長期給与による搾乳牛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を担当

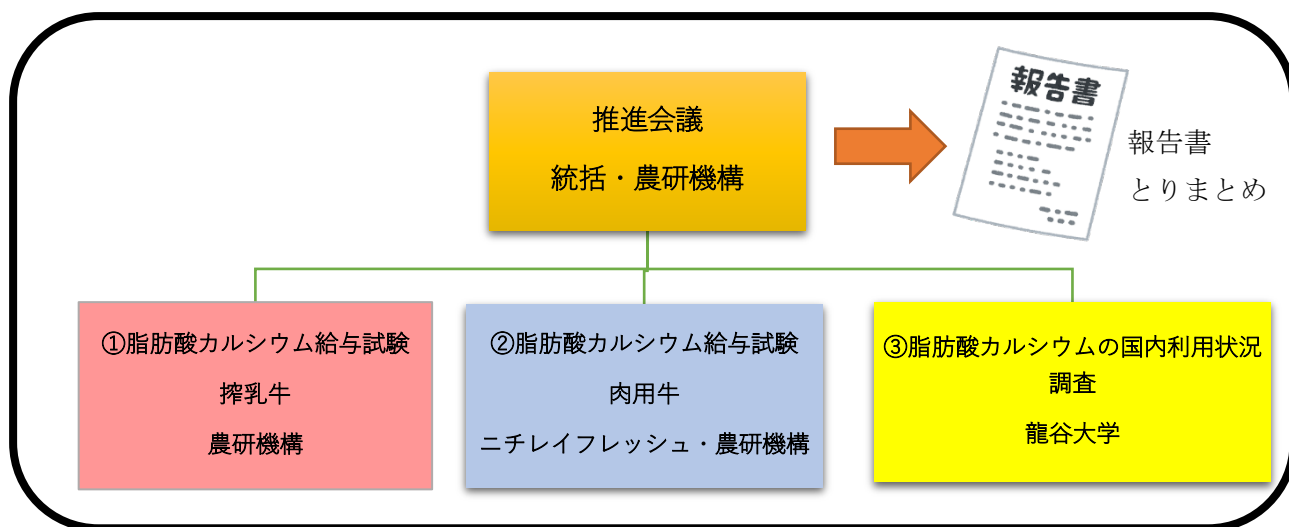
松原夏月 （株）ニチレイフレッシュ

課題②脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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ならびに委託事業者との業務を担当。

淡路 和則 学校法人 龍谷大学

課題③脂肪酸カルシウムの国内利用状況調査を担当

【実施体制図】



課題別報告書

課題① 脂肪酸カルシウム長期給与による搾乳牛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

7～9

課題② 不飽和脂肪酸含量の異なる脂肪酸カルシウム製剤の給与が乳汁の自発性酸化臭原因物質発生に及ぼす影響調査

10～11

課題③ 脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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

12～14

課題④ 脂肪酸カルシウムの国内利用状況調査

15～18

課題名：脂肪酸カルシウム長期給与による搾乳牛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：宇喜多遥・樋口浩二・佐々木修

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、温室効果ガス削減を含む環境負荷軽減が必要不可欠である。国内の農林水産業由来の温室効果ガスの約 1 / 3 を畜産業が占めており、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いる。本事業は、脂肪酸カルシウム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とする。

課題①「牛の消化管内発酵由来メタン削減飼料に関する調査」では、乳牛に脂肪酸カルシウムを長期間給与した場合、生産性やルーメンからのメタン発生量に及ぼす影響を調査することを目的として、乳牛を用いた飼養試験を行う。

2. 材料と方法

ホルスタイン種泌乳牛のべ 9 頭（泌乳中後期の経産牛 8 頭、泌乳初期の初産牛 1 頭）を供試し、令和 5 年 6 月 26 日から 9 月 15 日まで約 3 ヶ月間の飼養試験を実施した。給与飼料は、イタリアンライグラスサイレージ、コーンサイレージ、アルファルファヘイキューブ、ビートパルプ等を基礎飼料とした。これに乾物中約 0.7% になるように脂肪酸カルシウム（不飽和脂肪酸含量を高めた製品を使用）を添加した区を試験区、添加しない区を対照区とした。各飼料に 4 頭ずつ割り当てた。飼料給与は、非採材期は 1 日 4 回（9:40、10:30、15:30、18:20）、採材期は 1 日 2 回（9:40、18:20）行い、いずれもうち 2 回（9:40、18:20）脂肪酸カルシウムを併せて給与した。給与量は各牛 TDN 要求量の 100% 程度になるように個別給与を行った。鉱塩および飲水は自由摂取とした。搾乳は 1 日 2 回（8:50、17:50）パーラーで行った。

採材は月 1 回を 1 採材期として 5 期行った（Ⅰ期～Ⅴ期、図 1 参照）。測定項目と、頻度については以下のとおりである。

- ・ 給与飼料 （週に一度）
- ・ 残食 （採材期は毎日、非採材期は週に一度）
- ・ 体重 （6/30、7/26、8/25、9/10 の 4 回測定）
- ・ 乳量 （毎日記録）
- ・ 牛乳 （各採材期 5 日間、朝夕。n ヘキサナール分析用乳は採材期に一度、朝夕）
- ・ 呼気ガス （各採材期 5 日間、8:00、11:00、15:00 の 3 回/日）
- ・ ルーメン液 （各採材期の最終日、13:00）
- ・ 血液 （各採材期の最終日、13:00）

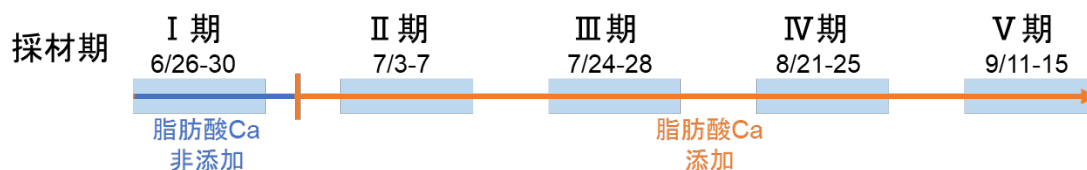


図1．約3か月の試験期間中における採材期について

本試験では、試験開始時に試験区および対照区に4頭ずつ供試牛を割り当てたが、I期終了後に対照区の1頭が脱落したため、II期より新たな供試牛を対照区に追加した。また、III期終了後に試験区の1頭が脱落したため、IV期以降は試験区3頭、対照区4頭の計7頭で試験を継続した。日メタン排出量は、体重、乾物摂取量、エネルギー補正乳量、二酸化炭素メタン濃度比を用いた推定式により算出した（Suzuki ら、2021）。

3. 結果と考察

試験期間の1個体あたり平均乾物摂取量（DMI）は試験開始時に両区ともに23 kg 前後、終了時に対照区は16 kg 前後、試験区は14 kg 前後となり、試験期間を通じて低下した（脂肪酸カルシウム給与による有意差なし）。飼料中の粗脂肪含量は対照区で約2.5%、試験区で約3.0%であった。体重は対照区では670 kg、試験区では650 kg と対照区が一貫して高く推移した（有意差なし）。

乳量は試験期間を通じて、対照区が37 kg 前後から24 kg 前後まで低下、試験区が35 kg 前後から17 kg 前後まで低下した（有意差なし）。乳脂率は対照区が3.4%前後、試験区が3.7%前後で推移した（有意差なし）。乳脂肪酸組成について、飽和脂肪酸は両区ともに72%前後で推移、一価不飽和脂肪酸は両区ともに25%前後で推移、多価不飽和脂肪酸は対照区が3.0%前後、試験区が3.4%前後で推移した（有意差なし）。臭気成分の原因となる乳中n-ヘキサナールに関して、両区で差は認められなかった。

メタン発生量は、1頭あたり、DMI あたり、および3.5%乳脂補正乳量あたりのいずれにおいても、脂肪酸カルシウム給与による低減効果は認められなかった。

ルーメンVFAは対照区が99 mM 前後、試験区が89 mM 前後で推移し、試験区が低い傾向がみられた。ルーメン液酢酸割合は両区ともに58%前後で推移、プロピオン酸割合は対照区が30%前後、試験区が31%前後で推移した。酪酸割合は対照区が9.3%前後、試験区が8.3%前後と、試験区が有意に低く推移した。ルーメン液酢酸プロピオン酸濃度比は両区ともに2.0 前後で推移した。ルーメン液pHは両区ともに6.8 前後で推移した。

血しょう中（以下、血中とする）総コレステロールは両区ともに136 mg/dl 前後で推移した。血中遊離脂肪酸は両区ともに60 μ Eq/L 前後で推移した。血中尿素窒素は対照区が11 mg/dl 前後、試験区が10 mg/dl 前後で推移した（有意差なし）。血中アルブミンは両区ともに3.8 g/dl 前後で推移した。血中クレアチニンは、対照区が1.1 mg/dl 前後、試験区が1.0 mg/dl 前後で推移した（有意差なし）。血中ASTは対照区が63 U/L 前後、試験区が70 U/L 前後で推移した（有意差なし）。血中 β ヒドロキシ酪酸および血中総ケトン体は対照区が570 μ mol/L 前後および590 μ mol/L 前後、試験区が420 μ mol/L 前後および440 μ mol/L 前後と、脂肪酸カルシウム給与開始以降、試

験区が有意に低く推移した。

以上より、本試験では脂肪酸カルシウム給与により飼料の嗜好性は低下しなかった一方、メタン低減効果は認められなかった。また、ルーメン内発酵および血液性状の変化から、脂肪酸カルシウム給与がルーメン内発酵に影響を与えた可能性がある。

課題名 : 不飽和脂肪酸含量の異なる脂肪酸カルシウム製剤の給与が乳汁の自発性酸化臭原因物質発生に及ぼす影響調査

担当組織名 : (国研) 農研機構畜産研究部門、(独) 家畜改良センター新冠牧場

担当者名 : 樋口浩二・佐々木 修・宇喜多 遥・齋藤 薫・西田 理恵・有坂 京祐

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とする。

本課題では脂肪酸カルシウム製剤中の不飽和脂肪酸が乳汁の自発性酸化臭原因物質発生に及ぼす影響を明らかにするため、乳牛に不飽和脂肪酸含量の異なる2種類の脂肪酸カルシウム製剤を長期間給与し、飼養成績および自発性酸化臭原因物質発生量について検討を行った。

2. 方法

家畜改良センター新冠牧場においてホルスタイン種泌乳牛12頭(全て初産牛、平均体重613kg、平均分娩後日数150日)を供試し、約3ヶ月間(2023年11月13日～2024年2月16日)の飼養試験を実施した。飼料はチモシー乾草、アルファルファヘイキューブ、ビートパルプ、配合飼料、綿実、ビートパルプ、その他を含むTMR(表1)に脂肪酸Ca(不飽和脂肪酸含量を高めた製品(H区、表2)あるいは不飽和脂肪酸含量の低い製品(L区)を乾物中粗脂肪含量が約6%になるようにトップドレスで添加し(表3)、6頭ずつ2群に分けた牛群に各飼料を給与した。飼料給与は1日2回(10:00、14:00)、飽食となるようフリーストールの飼槽へ投入した。鉱塩および飲水は自由摂取とした。搾乳は1日2回(9:00、16:00)パーラーでおこなった。

採材期間は5回(11/20～24(I期)、11/27～12/1(II期)、12/18～22(III期)、1/15～19(IV期)、2/12～16(V期))とし、牛群への飼料給与量および乳量は毎日記録し、乳汁は各期に1日分をサンプリングした。体重は毎月の測定時のデータを採用した。

3. 結果

体重は試験期間の経過につれて値は増加し、L区で600～650kg、H区で640～680kgと推移したが両区間に差はなかった。乳量は試験期間中ほぼ横ばいの経過をたどり、L区で31～28kg、H区が34～31kgと推移したが両区間に差はなかった。乳脂率について、L区(5.2～5.7%)はH区(4.9～4.4%)よりも高く推移し、試験期間全体として有意($p<0.05$)に高い値となった。しかし乳量と合せた乳脂生産量としては両区間に差はなかった。乳タンパク質率(L: 3.8～4.0%、H: 3.5～3.4%)、乳糖率(L: 4.8～4.7%、H: 4.9～4.7)および3.5%乳脂補正乳量(L: 44～45kg/day、H: 47～39kg/day)のいずれにおいても両区間に差はなかった。乳中n-ヘキサナール含量につい

て、L 区（73～149ppb）は H 区（29～110ppb）よりも高く推移したが、両区間に有意な差はなかった。官能における n-ヘキサナール検出閾値は 100～1000ppb と報告されていることから（Ernstgard ら 2017）、本試験サンプルにおいてはにおいが感じられる可能性はあるが、強くはないと考えられた。

表 1. TMR の配合割合（すべての原料の乾物率を 88%として推定）

	%乾物
チモシー乾草	13.9
アルファルファキューブ	11.9
圧ペントウモロコシ	5.9
配合飼料	26.5
綿実	9.9
ビートパルプ	29.7
脂肪酸カルシウム	2.2
Total	100.0

表 2. 脂肪酸カルシウム製剤の脂肪酸組成（メーカー公表値）

	L	H
ミリスチン酸(C14), %	1.5	-
パルミチン酸(C16)	44.0	26.0
ステアリン酸(C18)	5.0	4.0
オレイン酸(C18:1)	40.0	33.0
リノール酸(C18:2)	9.5	32.0
リノレン酸(C18:3)	-	5.0
不飽和脂肪酸	49.5	70.0

表 3. 各 TMR の化学成分（設計値）

有機物, %乾物	93.9
粗タンパク質	15.8
非繊維線炭水化物	34.0
中性デタージェント繊維	38.3
酸性デタージェント繊維	23.2
リグニン	5.5
粗脂肪	5.8
粗灰分	6.1
TDN	70.2

課題名：脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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：株式会社ニチレイフレッシュ、（国研）農研機構畜産研究部門

担当者名：松原夏月・鈴木知之・樋口幹人・中野美和・神谷 充・神谷裕子・及川康平

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、温室効果ガス削減を含む環境負荷軽減が必要不可欠である。国内の農林水産業由来の温室効果ガスの約 1 / 3 を畜産業が占めており、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いる。本事業は、脂肪酸カルシウム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とする。

課題 ②「脂肪酸カルシウム長期給与による肉用牛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」では、肥育牛への不飽和脂肪酸カルシウムの長期間給与が、生産性、生産物やルーメンからのメタン発生量に及ぼす影響を調査することを目的として、肉牛を用いた飼養試験を行う。

2. 方法

黒毛和種×ホルスタイン種 F1 雌牛約 18 ヶ月齢 20 頭を調査対象とし、10 頭に市販不飽和脂肪酸カルシウムを混合した配合飼料を給与し（試験区）、10 頭に不飽和脂肪酸カルシウムを含まない配合飼料を給与した（対照区）。不飽和脂肪酸カルシウムの混合比率は配合飼料給与量の 2 %（現物ベース）程度とした。調査期間は 18 ヶ月齢から 22 ヶ月齢までの約 4 ヶ月間とし、調査終了時にと畜した。調査期間中、供試牛は繋ぎ牛舎で管理された。

配合飼料の TDN（可消化養分総量）含量は対照区、試験区で 76%程度であった（現物ベース）。粗飼料は輸入乾草を使用しており、給与飼料に占める粗飼料の比率は試験区、対照区ともに約 10%であった。飼料は飽食給与とし、粗飼料および配合飼料は毎日 7 時および 15 時に給与され、残飼計量は 12 時に行われた。

メタン排出量の評価は「ウシルーメン発酵由来メタン排出量推定マニュアル」（気候変動緩和コンソーシアム、2022 年）の方法に従い、牛呼気中のメタン/二酸化炭素濃度比、粗濃比、体重、乾物摂取量および TDN 含量からメタン排出量（L/日）を算出した。呼気中のメタンおよび二酸化炭素濃度の測定、反すう胃液採取および体重測定は調査開始時、2 週間後、1 ヶ月後、2 ヶ月後および 4 ヶ月後に行った。反すう胃液については HPLC により短鎖脂肪酸濃度の分析を行い、開始後 4 ヶ月のサンプルについては、試験区と対照区それぞれ 5 頭（肉質分析と同じ個体）について、ショットガンメタゲノム解析による細菌叢解析と KEGG（Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes）を利用したパスウェイ解析によって細菌の機能を分析した。血液については血清中代謝産物濃度を測定した。4 ヶ月の調査後、と畜を行い、枝肉成績の調査を実施した。

と畜後、試験区と対照区それぞれ 5 頭ずつ格付け成績を考慮して選び、肉質分析に供した。分

析項目は、水分、粗タンパク、粗脂肪、pH、せん断力価、加熱損失、脂肪色、肉色、脂肪融点、遊離アミノ酸、糖質、脂肪酸組成、官能検査とした。官能検査は、肉質調査で選定した検体のなかから 1 検体ずつ選び、5 名の訓練された官能検査員によって焼肉法で、対照区を 0 とし、試験区を+3（非常に強い）～-3（非常に弱い）の 7 段階評価で採点した。

3. 結果

試験期間を通した体重増加、飼料摂取量、増体量/飼料摂取量で表わされる飼料効率、総メタン排出量、飼料摂取量当たりあるいは増体量当たりメタンは対照区と試験区の間に差は見られなかった。試験終了時体重は試験区の方が対照区よりも低くなる傾向にあったが、試験期間中の増体量に差はなかったことから、試験開始時の体重差が影響していたものと考えられた。開始後 4 ヶ月に採取した血液成分を分析したところ、試験区の総コレステロール値が対照区と比較して高い傾向を示していた。飼料効率に処理区間で差は認められなかったが、試験区は対照区よりもエネルギー供給が良好であったことを反映していると考えられた。その他の血中代謝産物は両区で差はなかった。

メタン排出量調査時ごとのメタン排出量、飼料摂取量については、いずれの調査時も対照区と試験区の間に差はみられなかった。一方で、メタン排出量は両区ともに開始 2 ヶ月後が 4 ヶ月後よりも低く、試験区ではさらに開始前よりも低かった。両区ともに乾物摂取量および TDN 摂取量は 4 ヶ月後で最も高かった。メタン排出量調査時ごとの反すう胃内溶液短鎖脂肪酸濃度比は、いずれの調査時も対照区と試験区の間に差はみられなかった。反すう胃内細菌叢解析の結果、属レベルで相対存在率が 0.1%以上を示す菌として、*Prevotellaceae* 科の未分離菌、*Escherichia* 属、*Puniceicoccales* 目の未分離菌が試験区で対照区と比較して有意に存在率が高かった。また、機能解析の結果、Nitrotoluene degradation のパスウェイが対照区で試験区と比較して高く、Other glycan degradation のパスウェイが試験区で対照区と比較して有意に高かった。これらの結果から、メタン代謝に関わる菌叢や代謝パスウェイの変化は認められなかった。一方で、Other glycan degradation は糖タンパクの分解に関与するパスウェイであり、試験区は不飽和脂肪酸カルシウムの給与によって飼料由来糖タンパク分解の活性が変化している可能性が示唆された。

枝肉成績の調査を実施した結果、試験区の皮下脂肪厚は対照区よりも有意に薄く、歩留基準値は対照区よりも有意に数値が高かった。歩留基準値は特に皮下脂肪厚の寄与が大きいと考えられた。これらの結果から不飽和脂肪酸カルシウムの長期給与は歩留まりの向上に寄与し、枝肉成績に負の影響を与えないと推察された。

肉質分析の結果、脂肪酸組成のなかで、C16:0（パルミチン酸）は試験区で対照区と比較して低い傾向を示し、trans C18:2 は試験区で対照区と比較して低い傾向で、C18:3n-3（ α リノレン酸）は試験区で対照区と比較して高い傾向であった。不飽和脂肪酸カルシウムの給与によって、脂肪中の α リノレン酸が増加したと考えられる。また、脂肪融点は試験区で対照区と比較して低い傾向を示し、脂肪酸組成が変化したことによる影響と推定された。

官能検査の結果、多汁性、うま味、コク、脂肪の口溶け、総合評価の項目が試験区で対照区と比較して高かった。その他の肉質の項目は有意な差は認められなかった。このことから、不飽和脂肪酸カルシウムを給与することによる肉質への負の影響は認められず、食味に好ましい影響を

与えることが推察された。

以上の結果から、黒毛和種 F1 雌牛に 18 ヶ月齢～22 ヶ月齢の期間における不飽和脂肪酸カルシウム給与は、メタン排出量、飼養成績および枝肉成績に影響はない一方で、牛肉の不飽和脂肪酸含量が高まり、食味には好ましい影響を与えることが推察された。

課題名：脂肪酸カルシウムの国内利用状況調査

担当組織名：学校法人 龍谷大学農学部食料農業システム学科

担当者名：淡路和則

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、温室効果ガス削減を含む環境負荷軽減が必要不可欠である。国内の農林水産業由来の温室効果ガスの約 1 / 3 を畜産業が占めており、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いる。本事業は、脂肪酸カルシウム 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とする。

課題③「脂肪酸カルシウム等の国内利用調査」では、酪農経営が脂肪酸カルシウム等を、①どのような目的で、②どのように、③どの程度の量を利用しているのか、脂肪酸カルシウム等の利用実態を明らかにする。

2. 方法

酪農を対象として、脂肪酸カルシウム等の国内での利用実態を把握するために、アンケート調査を実施した。これまで実施した北海道、東海、九州以外の、東北、中国地方を対象に行った。これらの調査は、酪農団体、農業協同組合を通じて実施した。また、酪農団体および普及組織から脂肪酸製剤の利用に関する聞き取りを実施した。

アンケート調査および情報収集調査は、東北では 1 地域において地域の酪農経営全戸に調査票を配付し、59%の回収率となり、51 戸の回答を得た。中国地方では 3 地域で実施し、O 組合では酪農経営組合員 155 戸の全戸数から回答を得た（回収率 100%）。H 組合では酪農経営組合員 93 戸から 78 の回答（回収率 83.9%）、D 組合では酪農経営組合員 91 戸から全戸数の回答（回収率 100%）を得た。

アンケート調査に加えてヒアリング調査を実施し、脂肪酸カルシウム等の利用について、利用目的（乳量増大、乳質向上、繁殖成績向上）、利用方法（給与期間、給与量など）、利用量の実態を把握した。

3. 結果

アンケート調査からは、以下の点が明らかとなった。

1) 脂肪酸製剤の利用経営の所在

アンケート調査結果からは、「現在使用している」経営は東北 Y 地域 19.6%、中国 O 地域 34.8%、H 地域 12.8%、D 地域 38.5%と、暖地になるほど使用割合が高くなる傾向についてこれまでの成果を支持する結果であった（第 1 表）。

H 地域で脂肪酸製剤の使用率が低くなっている背景には、農協が経営する TMR センターの存在が考えられた。脂肪酸製剤の使用と TMR センター利用率についてみると、「現在使用している」経営最も低く 40.0%、「過去に使用（現在は使用なし）」経営 61.9%、「使用経験なし」経営 63.8%であり、TMR センターでは脂肪酸製剤の添加はしていないが乳脂率を意識した食品製造副産物等の利用がなされていた。供給される TMR で乳量、乳脂肪ともに一定程度確保できる考えを聞き取りから捉えることができた。

脂肪酸製剤の使用と経営的特徴については、飼養頭数が多く 1 頭当たりの乳量水準が高く、乳脂肪率が低い傾向にあることが指摘できた。規模拡大と高泌乳化が進展するなかで、脂肪酸製剤は必要な添加剤として定着しつつあるとみられる。

2) 脂肪酸製剤の使用開始の年次

脂肪酸製剤を使用している経営がいつから使い始めたのかをみると、2000 年以前から使用しているケースが存在するものの、多くは 2010 年以降であり、2010 年から 2019 年が全体で 47、2020 年以降という最近のものが 43 となっている（第 2 表）。

3) 脂肪酸製剤の使用目的

脂肪酸製剤の利用目的については、乳脂肪率の向上が第一目的であり、4 地域で地域別にみると使用経営の 62.9%から 100%、全地域平均で 77.1%が乳脂肪率の向上をねらいとして利用していた。その他の目的としては、乳量の増大と繁殖成績向上が、それぞれ 22.9%、22.0%と拮抗する結果であった（第 3 表）。

4) 脂肪酸製剤の飼養方法

脂肪酸製剤の使用について使用期間をみると、通年利用をベースとするパターンと時期的に一定期間使用するパターンに大別された。Y 地域、D 地域においては、それぞれ 60.0%、69.8%と通年利用が最も多くなっているのに対し、H 地域では時期的な利用が 54.5%と最も多く、O 地域では通年利用と時期的利用がともに 44.4%と同率の割合になっている。飼料給与のなかで経常的に構造化された部分と夏季の乳脂肪率低下への対応として時期的な予防対応の部分が併存しているとみられる（第 4 表）。

5) 脂肪酸製剤の使用量

脂肪酸製剤の使用量については、1 日 1 頭当たり平均 118.7 g から 156.8 g であった（第 5 表）。この使用量と使用期間についてみると、通年利用が基本となっている場合の使用量が最も多く（全平均 154.0 g）、時期的利用の場合は 130.3 g、必要に応じた不定期の使用の場合は 89.1 g となっていた。ただし、通年利用よりも時期的な利用が多い H 地域においては、時期的に使用する量の方が通年利用の場合よりも多くなっている（第 6 表）。

（図表）

第 1 表 脂肪酸製剤の使用状況と規模・乳量水準・乳質

	区分	回答戸数	割合 (%)	飼養頭数 (頭)		経産牛1 頭当たり 乳量	乳成分率 (%)			飼養方式 フリース トール率
				経産牛	未経産		脂肪率	無脂固形率	蛋白質率	
東北	Y地域	全体	51 100%	49.1	14.9	8,870	3.91	8.78	3.38	15.7%
		現在使用	10 19.6%	61.5	16.5	10,471	3.90	8.81	3.38	50.0%
		過去使用	9 17.6%	50.6	19.2	8,642	3.93	8.81	3.41	22.2%
		使用なし	32 62.7%	44.8	12.9	8,434	3.91	8.76	3.37	3.1%
中国	O地域	全体	155 100%	49.1	14.9	8,870	3.91	8.78	3.38	15.7%
		現在使用	54 34.8%	61.5	16.5	10,471	3.90	8.81	3.38	50.0%
		過去使用	17 11.0%	50.6	19.2	8,642	3.93	8.81	3.41	22.2%
		使用なし	84 54.2%	44.8	12.9	8,434	3.91	8.76	3.37	3.1%
	H地域	全体	78 100%	43.0	19.4	8,122	4.01	8.82	3.40	25.6%
		現在使用	10 12.8%	53.5	27.7	8,421	3.86	8.83	3.40	40.0%
		過去使用	21 26.9%	53.9	27.0	9,367	3.96	8.82	3.38	38.1%
		使用なし	47 60.3%	36.3	14.5	7,541	4.06	8.81	3.41	17.0%
	T地域	全体	91 100.0%	66.5	39.7	9,210	3.96	8.87	3.39	33.0%
		現在使用	35 38.5%	99.1	59.5	9,871	3.91	8.87	3.38	65.7%
		過去使用	7 7.7%	44.6	29.4	9,725	3.91	8.84	3.36	14.3%
		使用なし	49 53.8%	46.4	27.0	8,664	4.00	8.87	3.40	12.2%

第 2 表 脂肪酸製剤の使用開始年次

	Y地域	O地域	H地域	T地域
2000年より前	0	3	0	0
2000年～2009年	0	6	0	11
2010年～2019年	3	24	2	18
2020年以降	4	17	7	15
無回答	3	4	1	1

表 3 脂肪酸製剤の使用目的

	Y地域		O地域		H地域		T地域		全体	
	回答数	割合 (%)	回答数	割合 (%)	回答数	割合 (%)	回答数	割合 (%)	回答数	割合 (%)
乳量UP	3	30.0%	10	18.5%	1	10.0%	11	31.4%	25	22.9%
乳脂肪UP	7	70.0%	45	83.3%	10	100.0%	22	62.9%	84	77.1%
繁殖成績UP	4	40.0%	8	14.8%	0	0.0%	12	34.3%	24	22.0%
その他	0	0.0%	3	5.6%	0	0.0%	1	2.9%	4	3.7%
現在使用戸数	10		54		10		35		109	

第 4 表 脂肪酸製剤の使用期間

	Y地域	O地域	H地域	T地域
通年	6 60.0%	24 44.4%	3 27.3%	30 69.8%
時期的 (一定期間)	2 20.0%	24 44.4%	6 54.5%	8 18.6%
必要に応じて (不定期)	2 20.0%	5 9.3%	2 18.2%	5 11.6%
無回答		1		

第 5 表 脂肪酸製剤の使用量

添加量 (g/頭・日)					
	Y地域	O地域	H地域	T地域	全体
平均	156.8	143	118.7	122.5	131.1
最大	350	600	200	300	600
最小	40	12	30	10	10

第 6 表 脂肪酸製剤の使用期間と使用量

(g/頭・日)					
	Y地域	O地域	H地域	T地域	全平均
通年	150.0	191.4	102.3	130.3	154.0
時期的 (一定期間)	92.5	139.2	141.7	107.2	130.3
必要に応じて (不定期)	45.0	80.0	115.0	100.0	89.1