

農林水産省委託事業

令和 4 年度

温室効果ガス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 4 年度温室効果ガス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家畜への給与等による温室効果ガス削減の効果、飼養成績への影響及び生産物への影響等を調査し、畜産分野における温室効果ガス削減対策に資することを目的とする。

(2) 事業の履行期間

契約締結日から令和 5 年 3 月 9 日

(3) 事業内容

家畜に給与することにより温室効果ガス（メタン）の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温室効果ガス削減の効果・飼養成績への影響・生産物への影響等について、次のとおり、文献、アンケート調査及び飼養実施調査を行い、データの分析及び評価手法の検討を行う。

1. 脂肪酸カルシウム等による温室効果ガス削減の長期的な効果について調査分析を行うため、文献調査、専門家への聞き取り、脂肪酸カルシウム等を利用している酪農家等への書面等による 50 人規模（有効回答率 70%以上）のアンケート調査、飼養実施調査によるデータ等の収集を行い、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、主として搾乳牛に脂肪酸カルシウム等を添加することにより、温室効果ガスとして知られるメタンの牛体内での産生量が削減されるが、どの程度の効果が持続するかを長期間の飼養実施調査、流通・使用実態調査等により調査・分析する。

2. 脂肪酸のカルシウム等の給与による生産物への影響について調査分析を行うための文献調査、専門家への聞き取り、実地調査等によるデータの収集等を行い、その結果について分析、評価を行う。具体的には、主として搾乳牛に脂肪酸カルシウム等を添加することにより、生産される生乳の風味に変化がないか、飼養実施調査、生乳の保管・流通を想定した調査等により調査・分析する。

3. 1 の結果に基づき、脂肪酸カルシウム等による温室効果ガス削減効果の評価手法の検討及び結果の取りまとめを 3 名以上の専門家による 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ものとする。

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

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(長期的影響の分析)を担当、研究の統括、評価検討会の運営

小林 洋介 (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(長期的影響の分析)を担当、研究の統括、評価検討会の運営

真崎 匡 (独) 家畜改良センター新冠牧場

課題①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(長期的影響の分析)を担当

舩田 正博 (独) 家畜改良センター新冠牧場

課題①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(長期的影響の分析)を担当

西田 理恵 (独) 家畜改良センター新冠牧場

課題①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(長期的影響の分析)を担当

内沢 航太 (独) 家畜改良センター新冠牧場

課題①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(長期的影響の分析)を担当

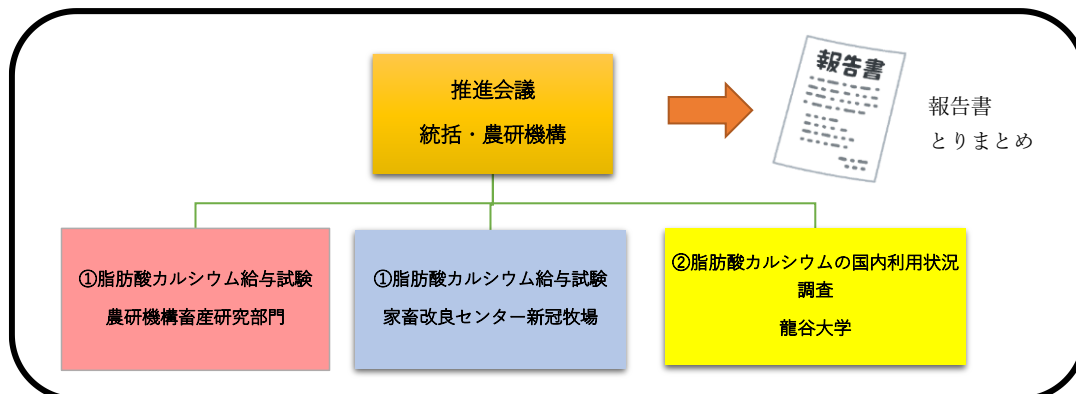
有坂 京祐 (独) 家畜改良センター新冠牧場

課題①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(長期的影響の分析)を担当

淡路 和則 学校法人 龍谷大学

課題②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

4～5

課題② 脂肪酸カルシウム給与の国内利用状況調査

6～9

課題名 : ①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、(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・小林洋介・齋藤 薫・舩田 正博・西田 理恵・内沢 航太・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。

課題①「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」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検討することを目的として、乳牛を用いた飼養試験ならびに *in situ* 法による脂肪酸製剤の特性評価を行った。

2. 方法

① -1 乳牛を用いた長期給与試験

ホルスタイン種泌乳牛 13~30 頭を供試し、約 3 ヶ月間の飼養試験を実施した。給与飼料は、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、圧ぺんとうモロコシ、その他を基礎飼料とし、基礎飼料に脂肪酸カルシウム（不飽和脂肪酸含量が比較的高いもの（製品 A：不飽和脂肪酸含量約 70%）を使用、乾物中粗脂肪含量が約 6%になるように調整）を添加したものを試験飼料とした。牛群を 2 群に分けて各飼料を給与した。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（10/24-28(I 期)、10/31-11/4 (II 期)、11/21-25 (III 期)、12/19-23 (IV 期)、1/23-27 (V 期)）とし、牛乳は毎搾乳時にサンプリング、呼気のメタンおよび二酸化炭素を毎給餌時に測定した。頸静脈血（10ml）およびルーメン液（100ml）は採材期間の最終日朝給餌前に採取した。体重（採材時）、残食（毎週）および乳量（毎日）は定期的に記録した。解析は 3 か月間供試した牛群を対象とした。

① -2 *in situ* 法による脂肪酸製剤の特性評価

ルーメンフィステル装着ホルスタイン種非泌乳牛を供試し、4 種類の脂肪酸カルシウム製剤（A、

B、C および D) についてナイロンバッグ法を実施し、ルーメンでの溶解性を測定した。

3. 結果

試験期間の両区の群乾物摂取量は 1 個体あたりおよそ 20～25kg 前後で推移した。体重は対照区の 750kg 前後での推移に対して試験区では 760kg 前後と高い値で推移した（有意差なし）。1 日の乳量は 30kg 前後で推移し区間の差はなかった。乳脂率および 3.5%乳脂補正乳量は試験区で高い値を示し、それぞれ 4.2%、36kg/day 付近で推移した（有意差なし）。乳脂肪酸組成について、飽和脂肪酸は対照区では徐々に増加し 69%前後で推移したのに対し、試験区では徐々に減少し 64%前後で推移した（有意差なし）。一価不飽和脂肪酸は対照区で徐々に減少して 27%前後で推移したのに対し、試験区では徐々に増加し 30%前後で推移した（有意差なし）。多価不飽和脂肪酸は、対照区は 3.3%前後で推移したのに対し、試験区は徐々に増加し 5.3%前後で推移した（有意差なし）。メタン発生量について、群乾物摂取量と乳量比より推定した個体乾物摂取量当たり、乳量当たりおよび 3.5%乳脂補正乳量当たりいずれにおいても脂肪酸カルシウム投与によるメタン低減効果は認められなかった。ルーメン pH は、試験区で脂肪酸カルシウム給与開始直後で高い値を示したが、以降は対照区と同様に全体的に高い値（7.2）で推移し、区間の差は認められなかった。ルーメン VFA について、酢酸比率は対照区では脂肪酸カルシウム給与開始直後に低い値を示したが以降は 70 前後で推移し、試験区では脂肪酸カルシウム給与開始直後に高い値を示したが以降は 71 前後で推移し、高い傾向を示した。一方、プロピオン酸比率は対照区が 18%前後で推移したのに対し、試験区では 17%前後で推移し有意に低い値を示した。酢酸/プロピオン酸比（酢酸/プロピオン酸）は対照区が 3.8 前後を推移したのに対し、試験区では 4.1 前後で推移し有意に高い値を示した。血しょう中の AST（アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ）は対照区が 87 U/L 前後で推移したのに対し、試験区では 96U/L 前後で推移した（有意差なし）。ALT（アラニンアミノトランスフェラーゼ）は対照区が 30U/L 前後で推移したのに対し、試験区では 37U/L 前後で推移し、有意に高い値を示した。総コレステロールは対照区が 310 mg/100ml 前後で推移したのに対し、試験区では 380 mg/100ml 前後で推移した（有意差なし）。遊離脂肪酸は対照区が 0.3 mEq/L で推移したのに対し、試験区では 0.4 前後で推移した（有意差なし）。牛乳の自発性酸化臭の原因物質とされる n-ヘキサナールについては、対照区の 6 頭 36 サンプルと試験区の 7 頭 42 サンプルのうち、試験区の 3 頭 10 サンプルにおいて発生が確認された。

脂肪酸カルシウム製剤 4 種について、2mm メッシュでの粉砕をおこなったものをルーメン内に 24 時間浸漬した際の乾物消失率はそれぞれ約 6, 3, 6, 1%程度であった。とくに飼養試験に供試した脂肪酸カルシウム（製剤 A）は粉砕処理しないとルーメンではほとんど溶解しないことからバイパス性の高い性質を有すると考えられた。

以上のことから、本事業で用いた脂肪酸カルシウムの給与は乳牛の飼料摂取内容を変化させ、体重増加、ルーメン発酵の変化、脂肪吸収増による乳脂率および FCM 乳量の増加をもたらす可能性を示した。製品 A は不飽和脂肪酸を多く含む脂肪酸カルシウムであるため、乳中の不飽和脂肪酸含量が増加した。メタン低減への効果は本実験条件では認められなかった。n-ヘキサナールの発生や肝機能への影響の可能性については留意する必要があると考えられた。

課題名 : ②脂肪酸カルシウム給与の国内利用状況調査

担当組織名 : 龍谷大学

担当者名 : 淡路和則

1. 目的（全課題共通）

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。

2. 方法

脂肪酸カルシウム等の利用が最も多い酪農を対象として、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。酪農構造と地域性を考慮し、北海道、九州を対象に実施し、愛知県においては昨年度のアンケート調査の補足調査を実施した。アンケート調査および情報収集調査は、北海道（十勝）では2地域において地域の酪農経営全戸に調査票を配付し、いずれも100%の回収率となり、45戸、62戸の回答を得た。九州では2地域で実施し、N地域では酪農経営全戸68戸に調査票を配付し48戸の回答を得た（回収率70.6%）。M地域では51戸の抽出によりデータを収集した。愛知県では203戸を対象に昨年度に引き続きデータ補足を実施した。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ヒアリングを実施した。

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) 脂肪酸製剤の利用実態

アンケート調査結果からは、「現在使用している」経営は北海道24.5%、愛知県36.0%、九州N地域39.1%、M地域41.2%と、暖地になるほど使用割合が高くなる傾向にあった。他方、使用した経験がない「使用歴なし」は地域による差は小さく、ほぼ同程度の割合であった（表1）。そこで、使用した経験があるが現在は使用していない「過去に使用」で相対的に高い割合を示す北海道について、使用を中断した理由についてみると、「嗜好性が悪い」という製品の性状と利用上の問題が29.2%、「効果がなかった」という期待効果が得られない問題が20.8%となっており、現状の中では使用を再開する可能性は低いといえる。一方で「製剤の価格上昇」「製品が入手困難」という調達状況に関わる理由がそれぞれ33.3%、20.8%となっていた（表2）。こうした調達上の問題がなくなった場合に、上記の回答者が利用を再開したとすると、「現在使用している」

経営は 36.8%となり、愛知県と同程度の使用率となる。北海道に対して、九州 N 地域では、使用の中断について価格を上げる回答は 1 件のみであり、入手困難性は理由挙げられておらず、嗜好性の悪さが 2 件、効果がない 1 件、手間がかかる 1 件であった。これらのことから、脂肪酸製剤が九州では価格等調達条件よりも技術・経営構造面からの必要性から利用しているケースが多く、北海道では価格等の条件をみながら状況判断できる部分があるといえる。

2) 使用経営の特徴

脂肪酸製剤を使用する経営の特徴について 3 地域をみると、飼養頭規模が大きく、乳量水準が高いことは共通している。しかし、乳脂肪率については、北海道、愛知県は相対的に低い経営で脂肪酸製剤の使用率が高くなっているが、九州については現在使用している経営も使用歴がない経営も乳脂肪率はほぼ同等の水準であるが、使用している経営の方が 0.06 高い結果となっている（表 3）。

飼養頭数規模について、頭数階層ごとに使用経営の存在確率をみると、いずれの対象地域においても頭数規模が高くなると脂肪酸製剤を使う確率が高くなることが明らかとなった。また、最小規模層と最大規模層の差は大きく、50%ポイントから 70%ポイントの差となっていることがわかった（図 1）。

3) 脂肪酸製剤の使用目的

脂肪酸製剤を使用する目的については、乳量の増加、乳脂肪分の増加、繁殖成績の向上があげられるが、すべての地域で乳脂肪率を上げることが第一目的となっていることが確認された。とくに北海道は 8 割を超える回答となっている。乳量については逆に北海道が最も低くなっており、暖地に行くほど回答率が上がり、九州では 50%となっている。繁殖成績を上げる目的は 30%前後から 35%程と地域差は比較的小さくなっている。（表 4）

4) 脂肪酸製剤の利用と飼料基盤

脂肪酸製剤の使用について、酪農経営がもつ飼料基盤との関係をみると、経産牛 1 頭当たりの採草地面積が大きくなるほど脂肪酸製剤を利用する経営の割合は低下し、使用しない経営の割合が上昇することが明らかとなった。経産牛 1 頭当たりの採草地面積が 0.15ha 以下であると、50%を超える経営が脂肪酸製剤を利用し、0.4ha 以上であると脂肪酸製剤を利用する経営は 5%を下回るとみられる。

以上、アンケート調査の結果から、脂肪酸製剤を利用する経営の特徴と利用目的が把握でき、そこには地域的な違いや特徴があることが確認できた。しかしながら、上記の地域のデータのみから農業地帯別等あるいは全国における脂肪酸製剤の使用経営、使用量を推計することは難しく精度が低いものとなるため、さらに酪農構造を踏まえて観測地点を増やす必要がある。

(図表)

表 1 脂肪酸製剤の使用状況

(上段：実数、下段：%)

	回答数	現在使用	過去に使用	使用歴なし
北海道	106 100.0%	26 24.5%	23 21.7%	57 53.8%
九州 N地域	46 100.0%	18 39.1%	3 6.5%	25 54.3%
M地域	51 100.0%	21 41.2%	— —	30 58.8%
愛知県	203 100.0%	73 36.0%	24 11.8%	106 52.2%

表 2 使用をやめた理由（北海道）回答者 24

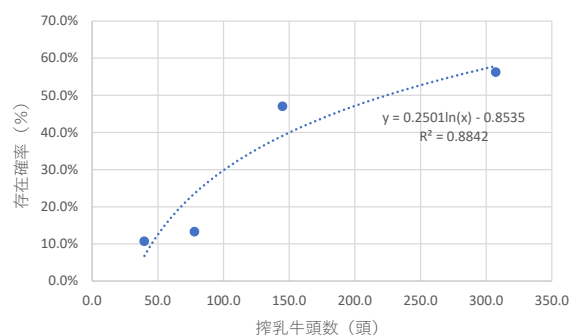
使用をやめた理由	実数	割合
効果がなかった	5	20.8%
製剤の価格上昇	8	33.3%
乳牛に悪影響	4	16.7%
手間がかかる	2	8.3%
嗜好性が悪い	7	29.2%
その他	10	41.7%
製品が入手困難	5	20.8%
乳脂肪上昇安定	2	8.3%
生乳の風味異常	1	4.2%
森林破壊	1	4.2%
臭いで体調不良	1	4.2%

表 3 脂肪酸製剤の使用と飼養規模・乳量・乳質

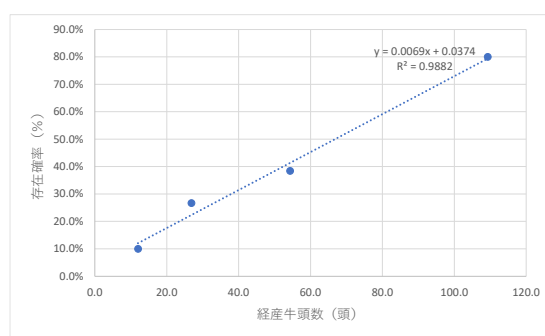
	北海道			九州（N地域）			愛知県		
	現在使用	過去使用	使用なし	現在使用	過去使用	使用なし	現在使用	過去使用	使用なし
経産牛頭数（頭）	230	137	85	72	31	36	128	79	68.40
経産牛1頭当たり乳量（kg/頭）	10,140	9,226	8,960	9,263	8,438	8,262	9,410	8,888	7,945
乳脂肪率（%）	3.39	3.95	3.92	3.88	4.00	3.82	3.81	3.86	3.93

図 1 頭数規模と使用経営の存在確率

北海道



九州



愛知県

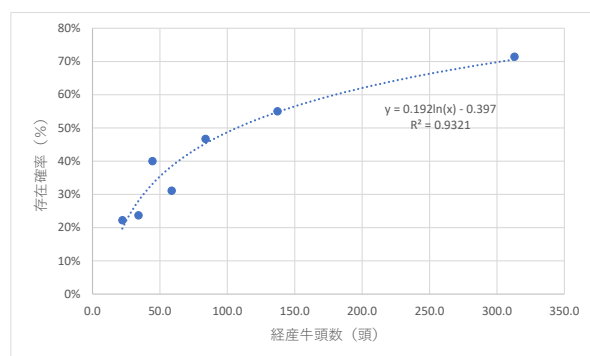
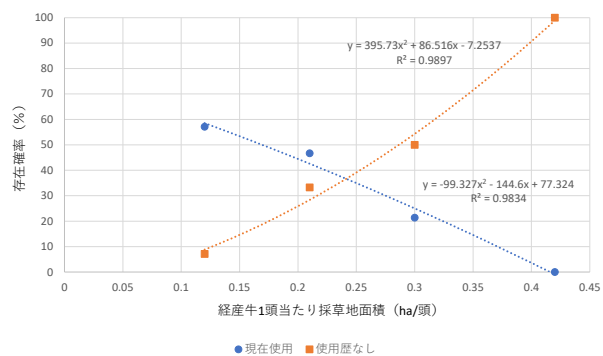


表 4 脂肪酸製剤使用の目的

	使用銘柄数	乳量UP	乳脂肪UP	繁殖成績UP	その他
北海道	27	4	22	8	0
		14.8%	81.5%	29.6%	0.0%
九州	22	11	15	8	1
		50.0%	68.2%	36.4%	4.5%
愛知県	100	38	66	32	0
		38.0%	66.0%	32.0%	0.0%

注：複数回答

図 2 脂肪酸製剤の使用と草地面積基盤の関係



注：北海道

4. 遂行上の問題点

新型コロナ感染拡大で現地に入ることを避けなければならない時期があったため、酪農経営におけるヒアリングが十分ではなかったが、関係機関からのヒアリング等で補足した。