

令和7年度島根県獣医学会 産業動物部門

緑茶粕調整サイレージの給与による第一胃内メタンガス 発生抑制効果

1)株式会社 益田大動物診療所

2)日清丸紅飼料 株式会社

加藤圭介¹、高梨暁²、後藤飛名²、島川慶¹、下場仁¹、澤松祐人¹、番場聡太¹、
高橋海秀¹、山本哲也¹、原知也¹、足立全¹、岸本昌也¹、加藤大介¹

はじめに

- ・2021年度調査にて、温室効果ガスの総排出量12億1200万トンのうち3.9%が農業由来の排泄割合で、そのうち家畜排泄由来の CH_4 は5%、家畜消化管内発酵由来 CH_4 が15.6%を占めている
- ・諸外国においても畜産分野における温室効果ガス排出削減に向けた動きが出ている中、我が国においても対策が求められている。
- ・こういった背景から、国内の牛においても昨今、 CH_4 低減に向けた飼料原料や添加剤等が動物用飼料として承認を得ている。
(カシューナッツオイルは記憶に新しい)
生産農家としてはこういった飼料を使用することで補助金対象となることが提言されているが、実質飼養コストは高い

○近年、茶系飲料生産量の急激な増加に伴い、その生産過程で発生する茶系飲料製造残渣量も年々増加傾向にあり、その中でも緑茶粕は通年安定した供給がなされ、安価で入手できる

○緑茶粕を繁殖和牛雌牛において乾物中15.7%給与であれば、成績に影響を与えず、飼料コスト低減による繁殖農家の経営改善に寄与することを本学会で報告した

諸外国における既報

○牛への加水分解性タンニンと植物縮合物の給与は CH_4 の発生を有意に減少させる (Byeng Ryel Minら,2022)

○ネロール肥育牛において、肥育期間中にモネンシン給与区を対照区、モネンシン+タンニン+サポニン給与区を試験区として給与すると試験区において腸管内 CH_4 の排出が抑制される (Magnaniら,2023)

○In vitro試験において、高タンニン含有植物を細菌群集と培養すると、低タンニン含有植物との培養と比較して、 CH_4 発生量は低減した (Riraら,2022)

緑茶粕はタンニンを豊富に含むため、緑茶粕を牛に給与することは第一胃内の CH_4 を削減に寄与する可能性があると言説し、調査した

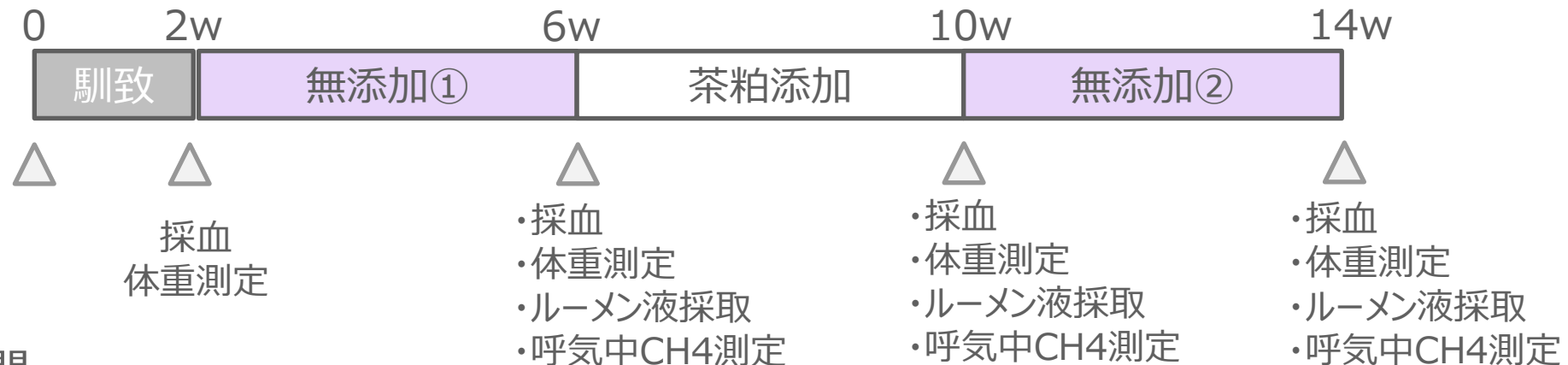
試験概要

【材料および方法】

評価期間： 2024年12月16～2025年4月(約3ヶ月間)、

評価場所： 日清丸紅飼料(株) 総合研究所

供試動物： 交雑種雌牛 30ヶ月齢 3頭 体重620±70kg



無添加期間

ワラ10%、ふすま25%、大豆粕10%、チモシー35%、とうもろこし・大豆粕2種混20%

茶粕S添加期間

緑茶粕サイレージ68%、ふすま11%、大豆粕4.5%、とうもろこし・大豆粕2種混16.5%

統計処理：VFA組成及び呼気中からのメタン排出量は、線形混合モデルで固定効果をANOVO検定し
有意な要因についてTukey-Kramer 多重比較検定を行った

配合割合および成分

○原料テーブル

	緑茶粕S 分析値	ふすま 標準飼料 成分表	大豆粕 標準飼料 成分表	チモシー 標準飼料 成分表	とうもろこし・大豆粕2種混 標準飼料 成分表
水分	60.1	13.2	11.8	14.8	14.4
CP	4.4	15.7	45.0	6.8	8.3
Fat	0.8	4.3	1.9	1.9	3.8
Ash	3.7	5.1	6.4	5.0	1.3
NFC	4.3	24.7	21.2	13.5	61.4
NDF	26.7	37.0	13.7	58.0	10.8
ADF	17.0	12.2	8.5	36.4	3.1
TDN	20.3	62.7	76.8	46.8	79.9

※緑茶粕Sについては、分析値を使用、その他原料は、標準飼料成分表(2009年版) の値を使用

○給与割合

	緑茶粕S %	ふすま %	大豆粕 %	チモシー %	とうもろこし・大豆粕2種混 %	合計 %	緑茶粕割合		
							現物%	乾物kg	乾物%
無添加		25.00	10.00	35.00	20.00	100			
添加	68.00	11.00	4.50		16.50	100	31.8	0.6	10.03

○給与量

	緑茶粕S kg	ふすま kg	大豆粕 kg	チモシー kg	とうもろこし・大豆粕2種混 kg	現物合計 kg	乾物合計 DMkg
無添加	0.00	1.74	0.70	2.44	1.39	7.0	6.00
添加	7.45	1.21	0.49	0.00	1.81	11.0	6.00

今回は飼料設計上、乾物中緑茶粕10%で評価を行った

配合割合および成分

○給与成分

	無添加		添加	
	現物 %	乾物 %	現物 %	乾物 %
水分	13.8		45.2	
CP	12.9	15.0	8.1	14.8
Fat	2.9	3.3	1.7	3.1
Ash	5.5	6.3	3.6	6.5
NFC	26.4	30.6	16.7	30.5
NDF	38.6	44.8	24.6	45.0
ADF	20.7	24.0	13.8	25.2
TDN	59.5	69.0	37.3	68.2
NFC/NDF		0.68		0.68

乾物摂取量と乾物中のCP・NDF・NFC濃度を同等の設定

620kg雌牛の維持要求量CP599g/d、TDN3.84kg

（日本飼養標準2022年版）を満たす栄養摂取量として評価

試験方法

【方法1】ルーメン液中のVFA組成からルーメン内のCH4推定

呼気中のCH4含量の測定はできないが、
茶粕S添加時のVFA組成からCH4発生量の推定が可能で古典的な手法

$\text{CO}_2(\text{ml}) = \text{酢酸}(\text{mmol/L}) \div 2 + \text{プロピオン酸}(\text{mmol/L}) \div 4 + 1.5 \times \text{酪酸}(\text{mmol/L})$

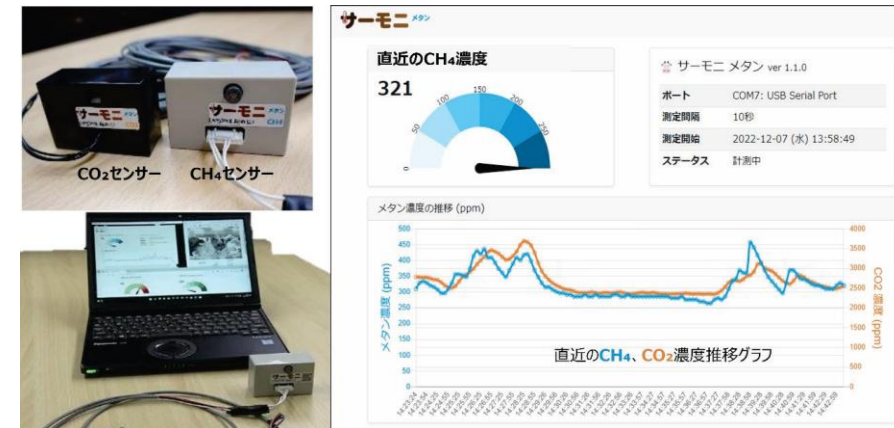
$\text{CH}_4(\text{ml}) = \text{酢酸}(\text{mmol/L}) + 2 \times \text{プロピオン酸}(\text{mmol/L}) - \text{CO}_2(\text{ml})$
(Blummel et al., 1997)

今回VFA1mol中のCH4量で算出した

【方法2】サーモニメタン（簡易CH4、CO2測定方法）

スニファー法と異なり吸引システムはないが

飼槽周辺のCO2、CH4濃度の測定が可能、簡単で安価に測定できる
今回の評価では、採食中30分間のCO2、CH4を4～6回測定し集計
スニファー法でのメタン推定式を用いてメタン産生量を算出した



鍋西ら 畜産の情報 2023. 9から引用

ルーメン液中VFA組成

	産生量	無添加①	茶粕	無添加②	ANOVA p.value
総VFA	mmol/L	77.78 ^b	113.06 ^{ab}	110.65 ^{ab}	0.027
酢酸	mmol/L	50.65 ^b	69.53 ^{ab}	70.11 ^{ab}	0.017
プロピオン酸	mmol/L	15.53	22.48	21.64	0.079
酪酸	mmol/L	8.83 ^b	16.35 ^a	14.11 ^a	0.009
- iso酪酸	mmol/L	0.95 ^c	1.45 ^b	1.58 ^{ab}	0.001
- n酪酸	mmol/L	7.88 ^b	14.90 ^a	12.53 ^{ab}	0.013
乳酸	mmol/L	0.28	1.39	0.93	0.508
コハク酸	mmol/L	0.26	0.28	0.33	0.769
iso吉草酸	mmol/L	1.35 ^b	1.65 ^{ab}	1.77 ^a	0.029
n吉草酸	mmol/L	0.87 ^c	1.37 ^b	1.75 ^{ab}	0.013
A/P比		3.26	3.15	3.25	0.734
二酸化炭素	ml	42.45 ^b	64.91 ^a	61.63 ^{ab}	0.016
メタン	ml	39.26	49.57	51.77	0.094

※異符号間有意差ありp<0.05、†:P<0.10、*:P<0.05、**:P<0.01

総VFA濃度に明確な差がなく、

A/P比は、茶粕添加で低下する傾向があったものの明確な差はなかった

VFAにばらつきがある中で、VFA1molあたりのCH₄量を比較した

ルーメン液中VFAからのCH₄産生量推定

	モル比	無添加①	茶粕	無添加②	ANOVA p.value	
総VFA						
酢酸	mol%	65.14 ^a	61.70 ^b	63.38 ^{ab}	0.066	+
プロピオン酸	mol%	19.98	19.70	19.52	0.788	
酪酸	mol%	11.32 ^c	14.50 ^a	12.74 ^b	0.001	**
- iso酪酸	mol%	1.23	1.31	1.43	0.277	
- n酪酸	mol%	10.08 ^c	13.18 ^a	11.31 ^b	0.003	**
乳酸	mol%	0.36	1.12	0.87	0.560	
コハク酸	mol%	0.33	0.26	0.31	0.824	
iso吉草酸	mol%	1.76	1.48	1.61	0.229	
n吉草酸	mol%	1.12 ^b	1.23 ^{ab}	1.58 ^a	0.050	*
メタン	ml/mol	0.51 ^a	0.44 ^b	0.47 ^{ab}	0.016	*

mol比で比較した場合、プロピオン酸産生量に変化はなく、
 酢酸産生量が低下する傾向と酪酸産生量が有意に増加した
VFA1mol当たりのCH₄産生量は、有意に低下する傾向だった

【方法2】サーモニメタン（簡易CH₄、CO₂測定方法）

○乾物摂取量からのCH₄排出量計算式

（日本飼養標準・肉用牛 2022年版）

$$\text{CH}_4 = -17.766 + 42.793 \times \text{DMI} - 0.849 \times \text{DMI}^2$$

⇒今回の試験設定では、DMIを一定として処理したためCH₄産生量に差がなかった

○スニーフアー法でのCH₄排出量の推定

（機構変動緩和コンソーシアム2022年3月 牛ルーメン発酵由来メタン推定マニュアル）

$$\text{CH}_4 \text{排出量 (L/日)} = \text{熱産生量(kcal/日)} / 4.89 \times \text{補正RQ} \times \text{CH}_4/\text{CO}_2 \text{比}$$

$$\begin{aligned} \text{補正RQ} &= 1.074 - 0.003283 \times \text{粗飼料給与割合(\%DM)} \\ &\quad + 0.6478 \times \text{MEI(Mcal/日)} / \text{BW}^{0.75}(\text{kg}) \end{aligned}$$

$$\text{MEI(Mcal/日)} = \text{TDN摂取量 (kg/日)} \times 3.62$$

※粗飼料給与割合は、ワラ・茶粕S・チモシーを粗飼料として計算し

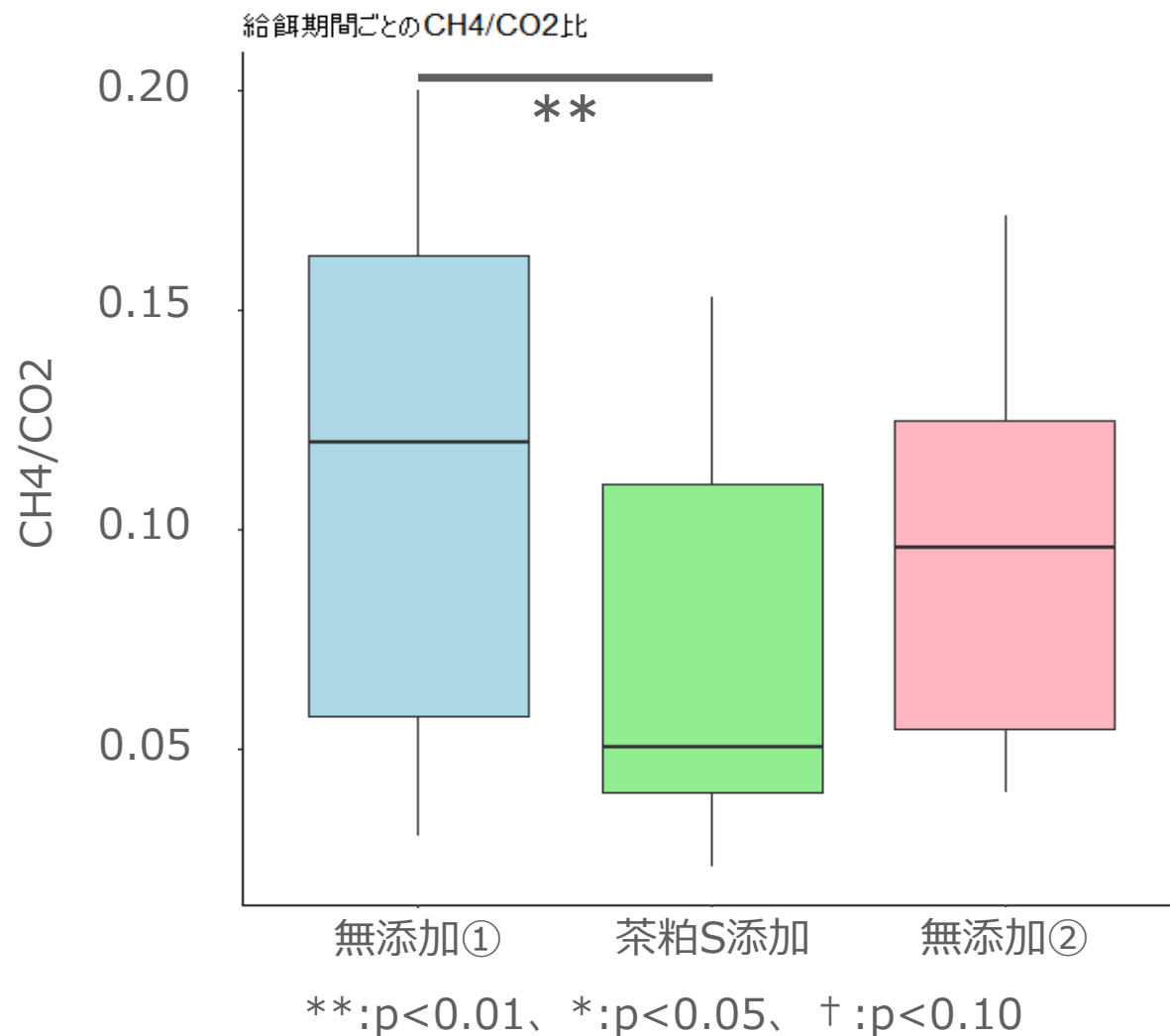
無添加44.8%DM、茶粕添加49.5%DMとした

※ME維持要求量は黒毛和種雌0.1108を用いて算出した

⇒CH₄推定にCH₄/CO₂比、粗飼料比率、TDN摂取量、体重がCH₄排出量の変動パラメータとなった

呼気中のCH₄/CO₂からのCH₄産生量推定

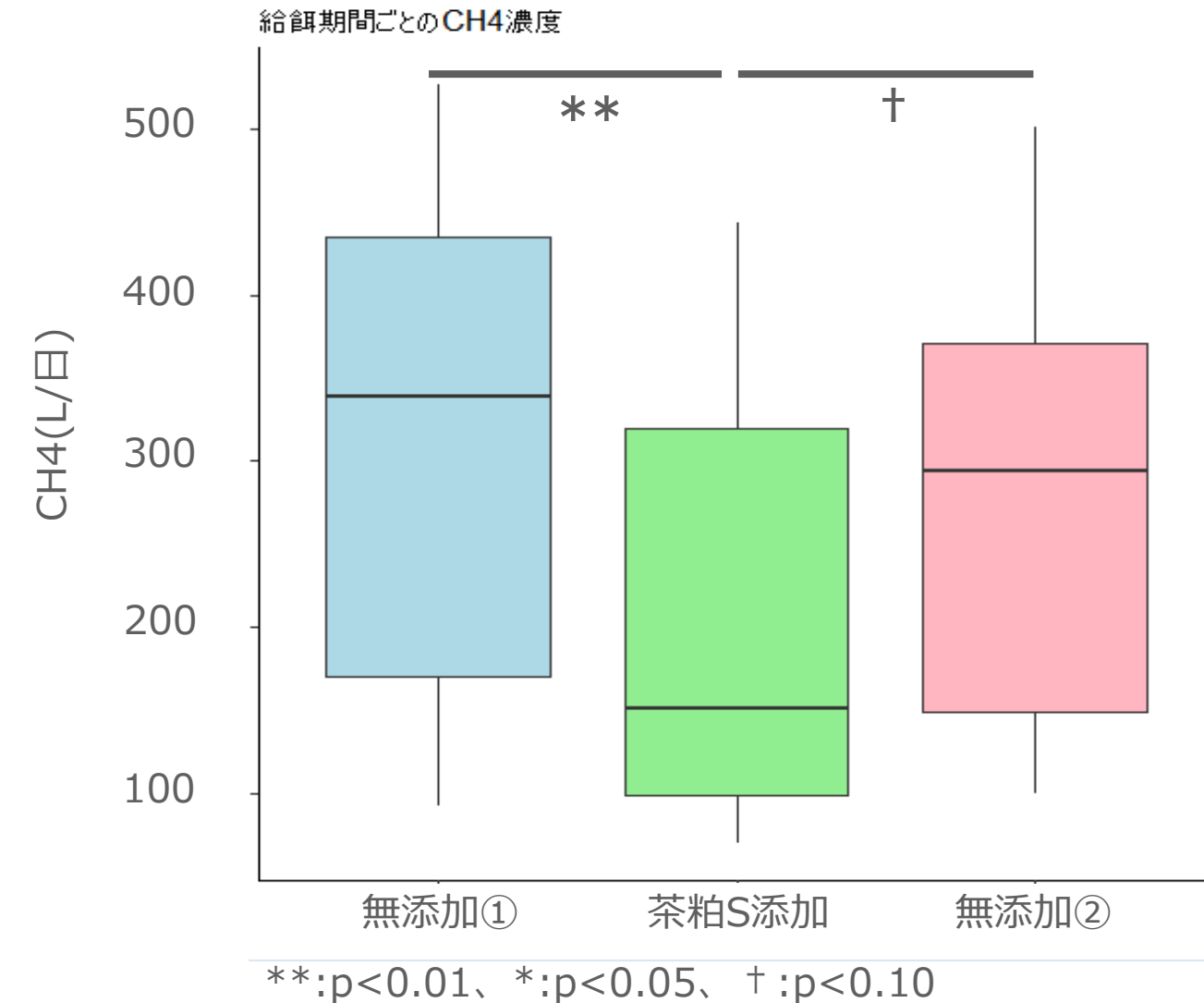
【方法2】サーモニメタン（簡易CH₄、CO₂測定方法）



茶粕S添加によりCH₄/CO₂比が有意に低下し
茶粕添加を終了するとCH₄/CO₂比が増加した

呼気中のCH₄/CO₂からのCH₄産生量推定

【方法2】サーモニメタン（簡易CH₄、CO₂測定方法）



CH₄/CO₂比と体重・TDN摂取量・乾物粗飼料比率から
CH₄産生量を推定し

茶粕S添加により有意にCH₄産生量が低下し
添加中止により有意にCH₄産生量が増加した

総括

DMI、CP、NFC、NDF摂取量を同等とした中で茶粕サイレージ添加により

- ・ルーメン液中のVFA組成は、茶粕添加により酪酸の比率が有意に増加した。お茶に含まれる縮合型タンニンやサポニンによりルーメン発酵が変化する可能性が考えられた。
- ・VFA組成から推定した**ルーメン液中のVFA1mlあたりのメタン産生量は茶粕添加により低下しており、茶粕添加終了後に上昇**したため茶粕添加によりメタン産生量が低減される可能性が示唆された。
- ・簡易的に測定した、呼気中のCH₄とCO₂を測定しスニーファー法の換算式を活用したメタン産生量の推定により**茶粕添加により有意にメタン産生量が低下した、茶粕添加終了後に有意に上昇した**

チャンバー法やスニーファー法などの評価ではないもののルーメン液中のVFA組成と呼気中のCH₄/CO₂の簡易測定から茶粕サイレージ給与によりメタン産生量が低下する可能性が期待された