

タイ肉牛生産過程における温室効果ガス排出の包括的評価

タイ肉牛飼養過程およびふん尿堆積過程におけるメタン排出はそれぞれ 6.87%GEI（総エネルギー摂取量）、0.68%GEI 程度であり、堆積ふんへの稲わら混合（重量比 5 %）は有機物分解を促進し、メタン排出ピーク及びメタン生成古細菌によるメタン代謝を低減するが、総温室効果ガス排出量に与える影響は限定的である。

キーワード：温室効果ガス、排出係数、反芻胃メタン、ふん尿処理、東南アジア

背景・ねらい

畜産業は主要な温室効果ガス(GHG)排出源の一つであるが、東南アジア諸国における排出量については根拠となるデータが不足している。排出量推定の正確性向上のため、反芻胃由来メタン(CH_4)変換係数 (Y_m 値) や個別ふん尿処理区分からの排出係数等の整備等が必要である。また、反芻胃由来 CH_4 及びふん尿処理については、先進国において別々に測定した事例があるものの、これらを連続した過程として包括的に評価した事例は存在しておらず、データの連続性が課題である。一方で、ふん尿処理由来 GHG については、副資材を活用した有機物分解促進によりその削減が期待できることから、東南アジアにおいて賦存量が多い稲わらの活用による GHG 削減効果等について明らかにする必要がある。そこで本課題では、タイ在来品種肉牛 4 頭を用い、飼養過程からの反芻胃及びふん尿処理由来 GHG 排出について、排出係数整備の観点から包括的に評価するとともに、現地で容易に利用可能な稲わらを副資材として活用した際の GHG 排出及びふん尿中微生物群集及びその機能に及ぼす影響について併せて明らかにする。

成果の内容・特徴

1. タイ在来牛 4 頭について、栄養要求量を満たす水準として体重比乾物摂取量を 2%、また現地における標準的な飼料組成としてパンゴラグラス 70%、濃厚飼料 30%に設定した飼養試験を 2 回実施（それぞれ開始時体重 313.8 ± 20.4 kg、 354.7 ± 21.6 kg）した。ヘッドボックス型チャンバーを用い、6 日間の CH_4 排出について計 3 回にわたり繰り返し測定する。また、排出されるふんについては、別途ガス排出測定用のチャンバーに総重量が 500 kg まで蓄積し、稲わら 25 kg を副資材として混合の上、2 週間に一度切り返しを行い、12 週間にわたりガスクロマトグラフを用いて CH_4 および一酸化二窒素(N_2O)排出量を測定する。
2. 乾物摂取量はそれぞれ 5.4 ± 0.4 kg/日、 5.6 ± 0.4 kg/日、乾物消化率は $55.42 \pm 1.26\%$ 、 $53.68 \pm 3.2\%$ と標準的な水準であり、有機物、粗脂肪等他の飼料成分についても同様となり（データ省略）、現地における

標準的な飼養環境下における CH_4 排出量及び Y_m 値は 6.87%GEI（総エネルギー摂取量）、ふん堆積過程における CH_4 排出は 0.68%GEI である（表 1）。

3. 稲わら混合により顕著な有機物分解促進が起こり、堆積ふんの温度は 65.1 – 66.2°C まで上昇する一方、対照区の最高温度は 43.8 – 47.4°C にとどまる（図 1）。ガス排出についてはばらつきが大きく、 CH_4 排出において稲わら混合による排出ピークの減少が認められるものの、排出総量においては有意な効果は認められない（図 2A）。 N_2O 排出についても同様に、稲わら混合区において排出が低い傾向があるものの、排出総量において有意な差は認められない（図 2B）。
4. 試験期間中ふん尿中微生物群集組成および機能、GHG 排出との関係について 16S rRNA 遺伝子アンプリコンシーケンスデータを用いて解析すると、処理区により明確なグループ分けが認められ、特に堆積初期の CH_4 代謝に大きな低減効果が得られる（図 3）。これは、堆積初期の CH_4 排出量ピークの低減（図 2A）と一致する。

成果の活用面・留意点

1. 現地で不足する畜産業由来 GHG 排出量のベースライン値としてインベントリ等に活用できる。
2. 稲わらの副資材としての活用はふん尿中有機物分解を促進し、 CH_4 生成古細菌の活動低減効果があるため、ふん尿処理手法として有効であるが、現地で一般的な小規模農家に導入する場合の GHG 排出削減効果は限定的となる可能性に留意が必要である。

その他

予算区分：交付金 [A1 気候変動総合（第 5 期）]

研究期間：2017～2021 年度

研究担当者：前田高輝・蔡義民（生産環境・畜産領域）、Angthong W・Kaeokiang O・Kamphayae S（反芻家畜飼養標準研究開発センター）、森昭憲・鈴木知之（農研機構畜産研究部門）、Kitwetcharoen H（コンケン大）

発表論文等：Angthong et al. (2022) *Front. Environ. Sci.* 10:872911. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.872911>

表1：飼料中エネルギーのメタン等への変換（kJ/頭/日）

	試験 1	試験 2	%
飼料中総エネルギー	90,754.4	99,609.8	100.00
保持エネルギー（生産物）	20,166.6	16,614.9	19.32
牛体維持エネルギー	24,407.6	29,588.3	28.36
反芻胃CH ₄	6,161.2	6,918.6	6.87
尿	1,197.0	1,785.0	1.57
ふん（堆積過程由来CH ₄ を除く）	38,032.4	44,201.0	43.20
ふん堆積過程におけるCH ₄	789.6	501.9	0.68

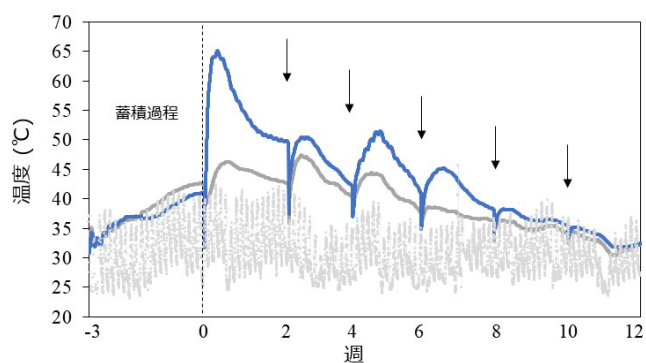
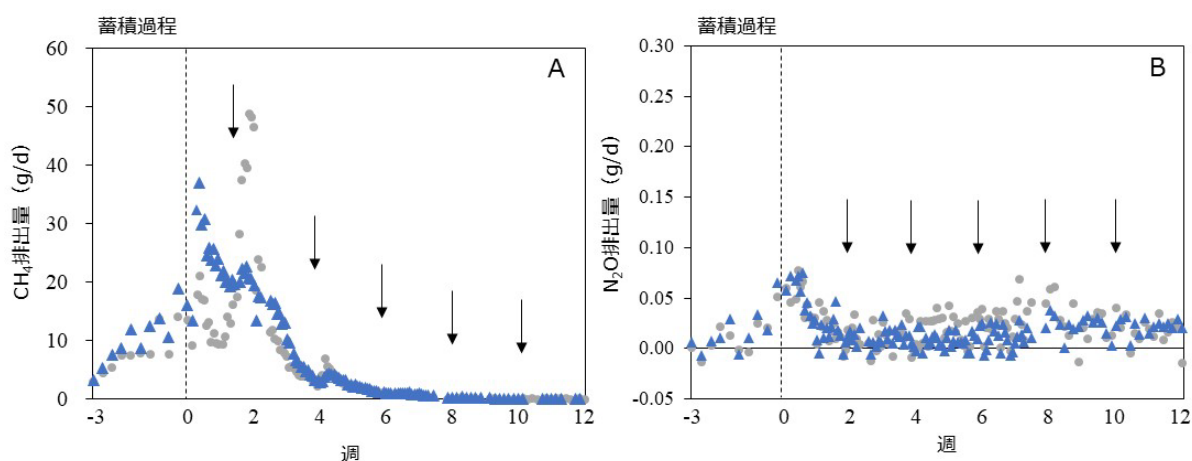


図1 ふん堆積過程における品温推移

青：稲わら混合区、灰色：対照区、淡灰色：気温

図2 ふん堆積過程におけるCH₄（A）、N₂O（B）排出量

△：稲わら混合区、○：対照区、↓：切り返し

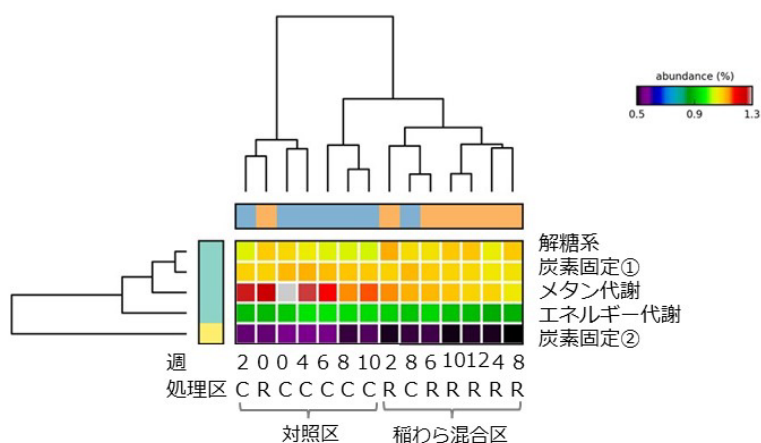


図3 稲わら混合がふん微生物群集の機能に及ぼす影響

R:稲わら混合区、C:対照区

図は Angthong et al. (2022) より引用（転載・改変許諾済）