

16 食肉生産における温室効果ガス排出抑制技術の開発と検証

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○石本渚、小野陽人、野口宗彦

研究期間：令和4（2022）～令和7（2025）年度 予算区分：受託（伊藤記念財団）

1 目的

黒毛和種肥育牛にアミノ酸バランス改善飼料を給与し、堆肥化時のGHGの発生状況を調査し、GHG削減効果について検討する。

2 方法

試験牛：黒毛和種去勢牛6頭（10～28ヵ月齢）（試験区3頭、対照区3頭）

給与配合飼料

試験区 CP%DM設計値：前期13.5%、中期12.1%、後期11.7%（アミノ酸バランス改善飼料）

対照区 " "：前期14.9%、中期13.3%、後期13.0%（慣行配合飼料）

体重測定、ふん尿等の採取

令和6年7月31日～10月2日まで、小型堆肥化装置「かぐやひめ」（容積12L）を用いて堆肥化試験を実施した。試験区・対照区それぞれ5.0kgの原料を充填し、送風量1.2L/分で2か月間堆肥化した。発生する温室効果ガス（N₂O、CH₄）を測定し、CO₂換算で評価した。

3 結果の概要

堆肥化中に発生したN₂O量は、試験区6530.62mg、対照区6280.01mgで、有意差は認められなかった。CH₄量は、試験区12.06mg、対照区5.68mgで有意に試験区が多かった（ $p < 0.05$ ）。N₂O、CH₄の量に、地球温暖化係数である298（N₂O）と25（CH₄）を乗じてCO₂換算したところ、温室効果ガス（二酸化炭素換算）の総量は、試験区1.95kg（N₂O由来1.95kg、CH₄由来微量0.01kg未満）、対照区1.87kg（N₂O由来1.87kg、CH₄由来微量0.01kg未満）で有意差は認められなかった（図1）。

また、凝縮水中のアンモニア態窒素・硝酸態窒素は対照区で有意に多く、糞尿由来の窒素量が試験区より多かったと推察される（図2）。

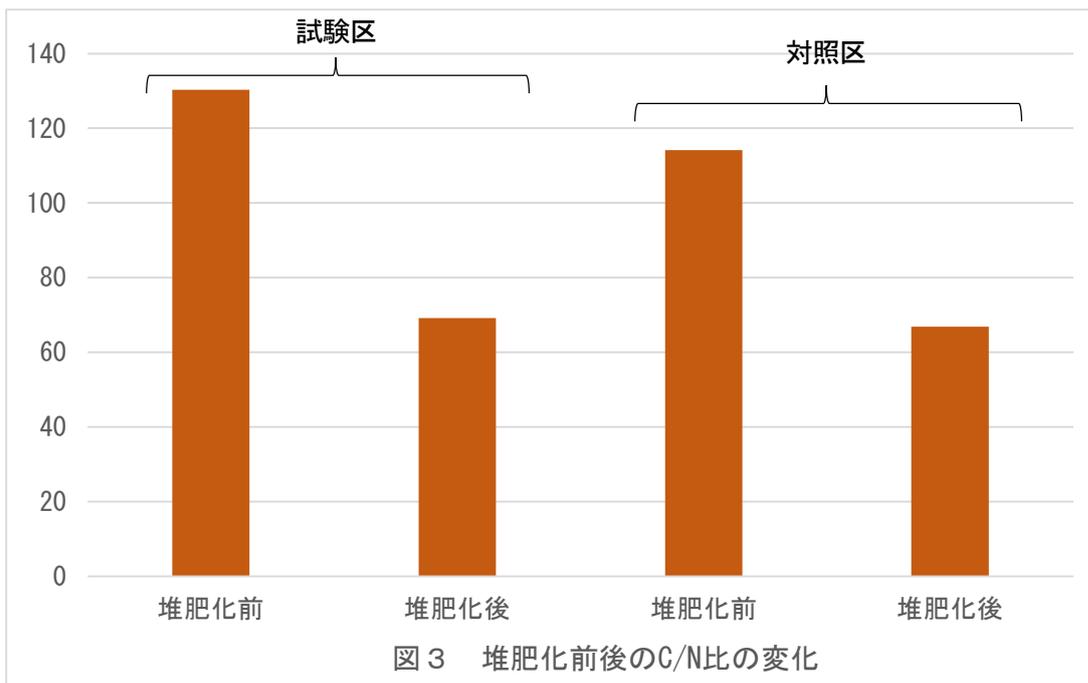
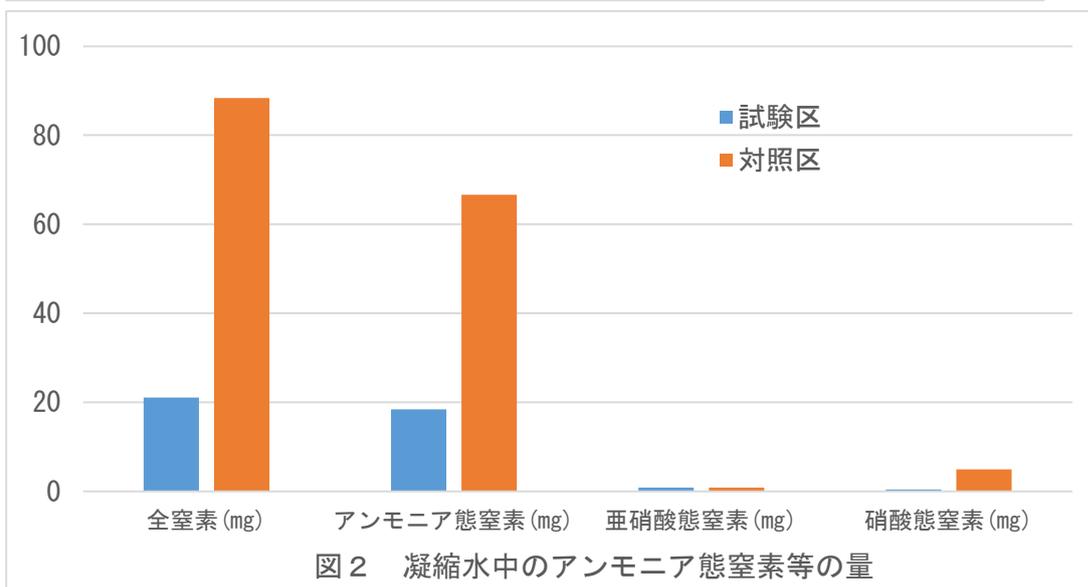
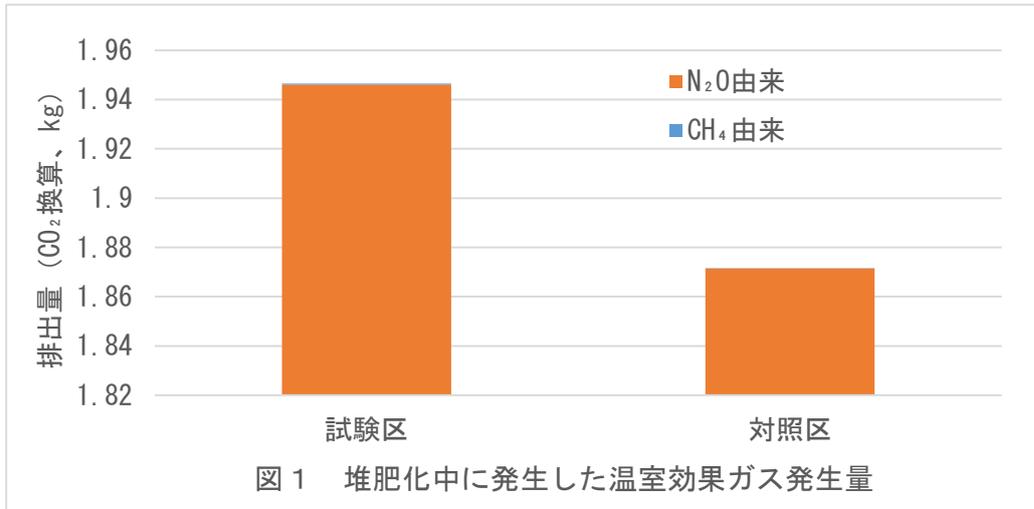
堆肥化前後のC/N比は両区ともに低下し、堆肥化が進行したことが確認された。堆肥化中の温度は60℃に達しなかった（図3）。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

黒毛和種去勢牛における堆肥化試験の結果、アミノ酸バランス改善飼料は堆肥化中に発生する温室効果ガスの発生量に影響を及ぼさなかった。しかし、今回の試験では、原料の水分含量が高く、通気性が阻害されたことで嫌気性発酵が促進されたほか、糞尿の割合が低かったため、エネルギー不足により堆肥化が十分に進まず、良好な堆肥化とは言えない状況であった。これらの要因がGHG排出量に影響を与えた可能性があると考えられる。

次年度は、黒毛和種去勢牛を用いて、堆肥化原料の糞尿の割合を高め、水分と比重調整を厳格におこなった上で、堆肥化試験をおこないGHG削減効果の検証を行う。

[具体的データ]



いずれの区も室温を上回る発酵温度は維持したものの、十分な発酵温度が得られず堆肥化は不十分であることが認められたが、5%バイオ炭添加区が比較的高い立ち上がりの発酵温度を示した(図2)。

また、切り返しの際に発生するアンモニア濃度は、堆肥化期間中の平均値で対照区が 70.8ppm に対し、5%区が 1.8ppm、15%区が 51.7ppm と抑制効果が見られ、堆肥化時の悪臭発生を低減できることが示唆された。

(3) バイオ炭入り堆肥の散布試験

両試験区とも特にバイオ炭の飛散等の問題無く散布を行うことができた。臭気強度について、平均臭気指数(相当値)は 1.6 ± 1.1 、5%区は 0.8 ± 0.9 、15%区は 1.2 ± 0.9 といずれも低く、大きな差は見られなかった。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

未熟な堆肥を散布する場合、風下などの条件がそろえば臭気が拡散することが示唆されたことから、完熟堆肥を散布することで臭気の拡散状況を調査する。

[具体的データ]

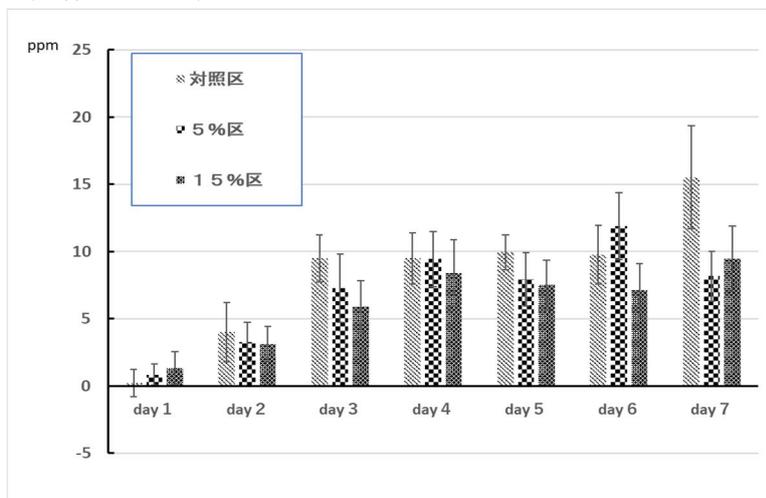


図1 牛房内のアンモニア検知濃度の推移

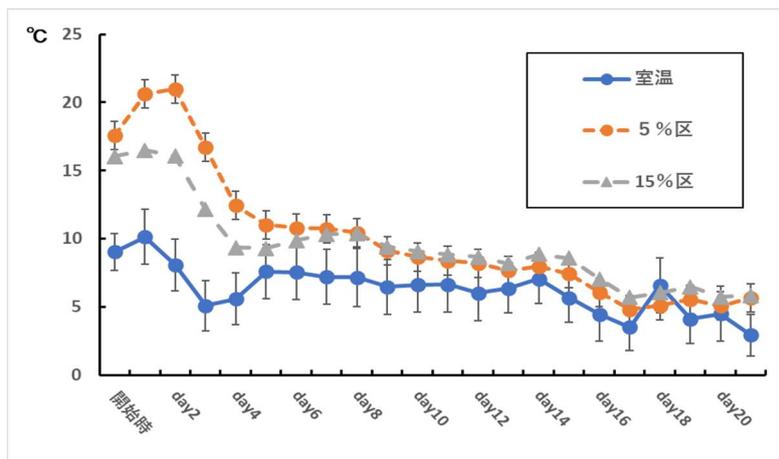


図2 小型堆肥化実験装置による堆肥化時の温度変化

18 指定混合肥料への原料提供が可能な低水分堆肥生産技術の開発

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○小野陽人、石本渚、野口宗彦

研究期間：令和4（2022）～令和6（2024）年度 予算区分：県単、一部受託

1 目的

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」では、環境負荷低減に向け2050年までに化学肥料の使用量を30%低減することを目標としている。また、令和元年の肥料取締法の改正により、堆肥と化学肥料を混合した「指定混合肥料」の利用が可能となった。指定混合肥料を活用することで、環境負荷低減だけではなく、堆肥の新たな流通拡大及び省力的な肥培管理が期待できる。

しかし、配合による品質低下を避けるため、指定混合肥料の原料堆肥は水分50%未満と定められており、水分の高い原料を用いた堆肥利用が困難となっている。そこで、本試験では指定混合肥料への原料提供を可能とする低水分堆肥の生産技術の一つとして、高い発酵温度による水分蒸発を促進するために、熱量源として廃白土を用いた堆肥化を検討する。

2 方法

(1) 試験期間：令和6（2024）年9月27日～令和6（2024）年10月18日

(2) 試験材料：豚ふん、戻し堆肥（水分15%、水分25%）脱水ケーキ^{*1}、廃白土^{*2}

(3) 試験方法

- ・対照区^{*3}：脱水ケーキに重量比1倍の豚ふんを添加し、戻し堆肥で容積重を調整した区
- ・試験区^{*3}：対照区に熱量源として廃白土を全体重量の2%添加した区
- ・小型堆肥化装置（かぐやひめ）を用いて、一週間おきに繰り返し（攪拌）を行い、約3週間の堆肥化試験を実施した。

(4) 調査項目：水分、容積重、pH、堆肥化時の温度変化

※1：凝集促進剤を用いた固液分離で得られる固形分、一般的に水分が高い（図1）。

※2：食用油の製造過程で使用する活性白土の残渣、廃油分を含む（図2）。

※3：各区における小型堆肥化装置へ投入する原料の混合割合は表1に示した。

3 結果の概要

全ての区において、堆肥化中の発酵温度60℃以上を得られた。試験区では対照区と比較し、高い発酵温度の維持や繰り返し後の温度上昇が確認でき、堆肥化後の水分が低くなった（図5、表2）。堆肥化において、熱量源として全体重量の2%程度の廃白土を添加することは有効であることが示唆された。また、廃白土添加による堆肥化後の肥料成分に大きな違いは確認されなかった（表2）。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

終了課題

[具体的データ]



図1 脱水ケーキ



図2 廃白土



図3 混合前の投入原

料

表1 各区における投入原料の混合割合等

区名	投入原料	水分 (%)	容積重 (kg/L)	かぐやひめ	かぐやひめ	混合物の水分 (%)	混合物の容積重 (kg/L)
				投入割合 (%)	投入量 (kg)		
対照区①	豚ふん	75.8	0.97	40	2.0	66.3	0.59
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.0		
	戻し堆肥	15.0	0.24	20	1.0		
試験区①	豚ふん	75.8	0.97	40	2.0	65.7	0.61
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.0		
	戻し堆肥	15.0	0.24	18	0.9		
	廃白土	1.4	0.67	2	0.1		
対照区②	豚ふん	75.8	0.97	40	2.0	68.2	0.64
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.0		
	戻し堆肥	25.0	0.27	20	1.0		
試験区②	豚ふん	75.8	0.97	40	2.0	67.6	0.66
	脱水ケーキ	83.7	0.85	40	2.0		
	戻し堆肥	25.0	0.27	18	0.9		
	廃白土	1.4	0.67	2	0.1		



図4 堆肥化試験の様子
※送風量は全ての区で1.2L/分とした。

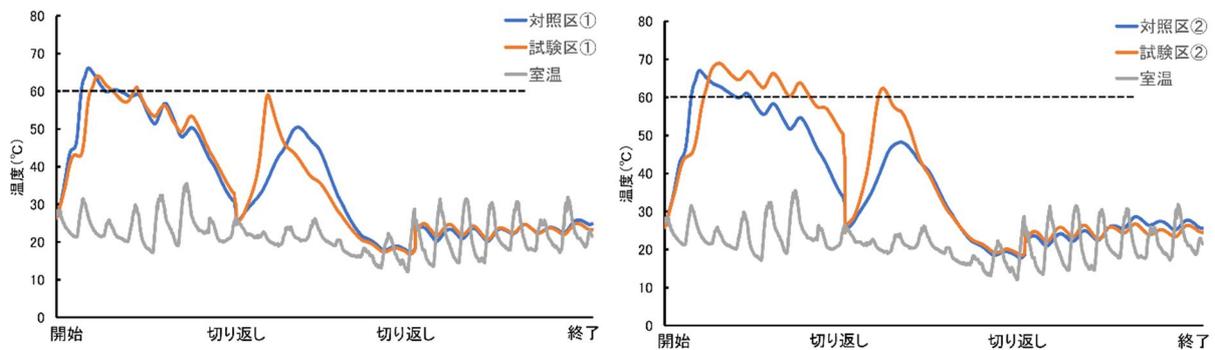


図5 各区における堆肥化時の温度変化

※切り返し時は、投入した原料を取り出し、十分に攪拌した後にかぐやひめに再投入した。



図6 堆肥化試験開始時（左）と堆肥化試験終了時（右）の投入原料の様子

表2 各区における堆肥化後の肥料成分等

区名	水分 (%)	灰分 (%)	EC (mS/cm)	窒素全量 (%)	リン酸全量 (%)	加里全量 (%)	石灰全量 (%)	苦土全量 (%)	炭素率 (C/N比)
対照区①	59.2	19.7	4.2	3.7	6.5	2.6	5.4	2.1	12
試験区①	54.8	25.3	4	3.4	5.9	2.5	5	2.2	12
対照区②	63.2	20.6	4.2	3.9	6.8	2.7	6	2.3	11.2
試験区②	62.4	26	4.1	3.3	6.3	2.6	5.3	2.3	12.3

※水分は現物に対する値、それ以外は乾物に対する値

19 肥料メーカーや畜産農家による指定混合肥料の生産と肥料効果の検討

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○小野陽人、石本渚、野口宗彦

研究期間：令和5（2023）～令和7（2025）年度 予算区分：県単

1 目的

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化学肥料の使用量を30%低減することを目標としている。また、令和元年の肥料取締法の改正により、堆肥と化学肥料を混合した「指定混合肥料」の生産が可能となった。指定混合肥料を活用することで、環境負荷低減だけではなく、堆肥の新たな流通拡大及び省力的な肥培管理が期待できる。さらに、ペレット化することで機械散布適性や保管性等のハンドリング向上が見込める。

しかし、配合する堆肥及び化学肥料の種類によるペレット化の適性や肥料効果等については不明瞭な点も多い。そこで、本試験では指定混合肥料の試作及びペレット化を実施し、指定混合肥料を作物に施用した場合の有効性等について検討する。

2 方法

(1) 指定混合肥料の試作及びペレット化

試験材料：豚ふん堆肥、硫安、過リン酸石灰、硫酸加里、緩効性肥料^{※1}

試験方法：本県の施肥基準に基づき、施肥窒素成分の3割を化学肥料から豚ふん堆肥に代替したハウレンソウ（秋まき）用の指定混合肥料を試作した（表1～2）。また、試作した指定混合肥料を畜産農家所有のペレットマシン^{※2}に投入し、ペレット化を実施した。

調査項目：水分及び肥料成分、保管時の窒素成分等の経時変化、ペレット化の適性

(2) 指定混合肥料を活用したハウレンソウ栽培試験

試験材料：ハウレンソウ、豚ふん堆肥、試作した指定混合肥料及び使用した化学肥料

試験方法：農業総合研究センター内の圃場において、施肥体系の異なる4つの区を設け、試作した指定混合肥料を活用したハウレンソウ（秋まき）の栽培試験を実施した（表4）。

調査項目：ハウレンソウの生育・収量、肥料の試算価格、指定混合肥料の窒素無機化率

※1：ハイパーCDU 細粒2（ジェイカムアグリ（株）、肥効期間の目安20～30日）

※2：粒造くんジュニア（株）垣内、ツインダイス方式

3 結果の概要

(1) 指定混合肥料の試作及びペレット化

堆肥と化学肥料の混合及び保管によって窒素で20～30%程度、リン酸で15%程度の成分減少が確認された（表3）。また、ペレット作成時に詰まりが発生するなど成形が不安定になることが確認された（図1）。したがって、指定混合肥料の作成やペレット化には、成分の減少量を考慮した補正や原料堆肥の最適な水分調整等の更なる検討が必要であることが示唆された。

(2) 指定混合肥料を活用したハウレンソウ栽培試験

全ての区において同程度の収量（約1400kg/10a）を得ることができ、指定混合肥料を活用することで化学肥料の使用低減に有効であることが確認できた（表4、図2）。ただし、原料堆肥やペレット化における肥効率の低下を考慮した配合設計の検討が必要であることが示唆された（図3）。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

本試験では、指定混合肥料の試作及びペレット化の際に、混合に要する作業時間を十分に確保できず、配合が不均一になってしまった可能性がある。次年度は、より詳細なデータを得るために、作業時間を十分に確保し、注意しながら実施する。また、堆肥の肥効率や指定混合肥料の作成・保管時における成分の減少量を考慮した配合設計の検討が必要である。