

攪拌頻度の違いがオガクズを敷料とする肉牛舎の臭気に及ぼす影響

山田尚美*・鈴木良地**・増田達明*・市川あゆみ*・榊原幹男*

摘要：10L容器にオガクズを1.35 kg敷きつめ、毎日240gの肉牛ふん尿を添加していく方法により群飼牛舎1区画の1/800モデルを作成し、敷料の攪拌頻度の違いが牛床から発生する臭気に及ぼす影響を検討した。

- 1．試験開始から1ヶ月経過後に、嗅覚測定法により臭気指数を測定したところ、攪拌を行った区（週5回、週2回、週1回）では、攪拌をしなかった区と比べて、有意に低くなった。(p<0.01)
 - 2．攪拌を行ったそれぞれの区間では臭気指数に有意な差は見られなかった。
- 以上のことから、牛床の攪拌は少なくとも週1回以上行うことで臭気低減に効果があり、臭気対策の手段として有効である可能性が示唆された。

キーワード：肉牛、敷料、攪拌、臭気対策

The Effects for Odor of Stirring Frequency of Sawdust in Beef Cattle's Barn

YAMADA Naomi, SUZUKI Ryoji, MASUDA Tatsuaki,
ICHIKAWA Ayumi and SAKAKIBARA Mikio

Abstract: The 1/800 scale model of a pen of beef cattle's barn was made: Sawdust of 1.35kg was put in the cases of 10L, 240g manure and urine was poured daily. The effects of frequency of stirring to odor from the bed of them was examined. We experimented three times.

1. After a month, the odor was measured by method of sense of smell, The odor index of stirred areas (5 times, twice and once in a week) was lower significantly than that of the area not stirred. (p<0.01)
 2. There is no significant difference between areas stirred.
- As described above, the stirring bed more once a week is effective to decrease the odor from beef cattle's barn and useful for deodorization.

Keywords: Beef cattle, Bedding, Stirring, Deodorization

緒言

近年、養牛が盛んな地域の都市化が進行し、畜舎と住宅地の混住化が進んだことから、畜産由来の臭気による苦情問題が深刻化している。特に肉牛舎は、敷料を一定期間交換しない管理方法が主流であり、また敷料を用いずに飼育管理する方法もしばしば見られる。牛床部はふん尿が蓄積し、嫌気的狀態となり、臭気による苦情の問題が発生しやすい状況であると考えられる。

さらに、牛舎の構造から見ると、大型で開放的なものが一般的であり（低濃度・大風量）、脱臭槽等の装置を用いての臭気対策は困難である。

乳牛舎では、様々な飼養形態が存在するが、近年アメリカで開発され、注目されているコンポストバーンや¹⁾、従来から日本で行われている発酵式フリーバーンは、構造や管理方法が異なるが、互いの共通点として、オガクズ等を用いた牛床を機械で攪拌し、堆肥化処理のように敷料の発酵を促すことが挙げられる。また、堆肥化の過程ではこまめに切り返し、エアレーションを十分に行うことで、好気性細菌が活発化し、嫌気条件下による様々な臭気の発生が抑制される²⁾。

現在、肉牛舎に用いられている敷料は、オガクズが主流であることから、前述の技術を応用して畜舎由来の臭気低減が可能であると考えられる。しかし、肉牛舎は乳牛舎と異なり、1日のうち搾乳で牛が牛舎からいなくなる時間帯がなく、常に牛がいる状態であることから、攪拌作業の度に牛を移動しなければならず、あまり頻繁に行うことは現実的ではない。

そこで、牛床の攪拌とその頻度が臭気低減に及ぼす影響を検討した。

本試験は、サンプリング時の誤差をできる限り減らすため、当场肉牛舎1区画を1/800に縮小し、人工的に管理した牛床（以下模擬牛床とする）を用いて

実施した。

材料及び方法

1 概要

模擬牛床試験の設定を表1に示した。模擬牛床を設定するに当たっては当场肉牛舎の飼育密度を参考とした。当試験場肉牛舎では、1区画6.6m×6.4mに6頭飼育で飼育密度は約7m²/頭であった。

表1 模擬牛床試験の設定

項目	モデル 模擬牛床	牛房 1区画
面積	500 cm ² ¹⁾	42.24 m ² ²⁾
オガクズ量	10 L	4 m ³
1日当たりのふん尿量	240 g ²⁾	138 kg
負荷量	2.6 kg	2100 kg
飼育頭数(頭)	-	6

- 1) 1区画分を500cm²で除し、端数を切り捨てて1/800とした。
- 2) 1週間分を5日間で添加。内訳はふん170g、尿70gとした。

また、1日当たりのふん尿添加量は、肉用牛の平均体重が350kgのときの排泄ふん尿量³⁾とし、7日分を5日間で添加するように配分した。オガクズ量は10Lとした。試験は、敷料交換から次の交換時期までを想定した28日とし、計3回行った。

2 試験区分および管理方法

試験区分は、攪拌頻度を変え、週5回(以下週5区)、

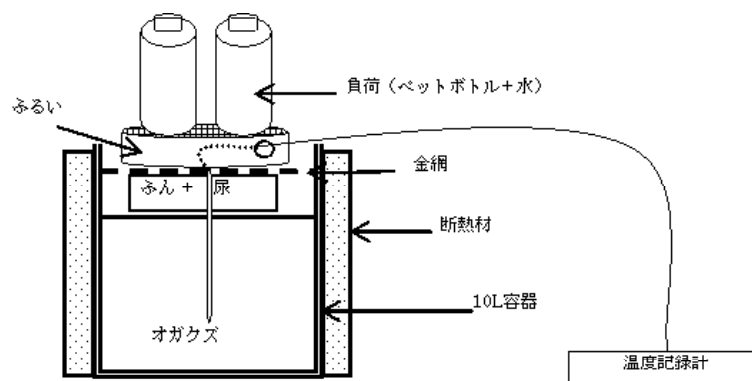


図1 模擬牛床模式図

週2回（以下週2区）、週1回（以下週1区）、攪拌なし（以下攪拌なし区）の4区分で行った。オガクズを入れた10L容器に、あらかじめ採取しておいた肉用牛（交雑種：ホルスタイン種 × 黒毛和種）のふん尿を、模擬牛床の表面上に表1のとおり月に曜日から金曜日まで各試験区に添加した。通常の攪拌は、試験区ごとに模擬牛床をプラ舟（内寸850×548×187h cm）に移し替え、角形スコップにて攪拌し、再度10L容器に戻した。最終日の臭気サンプリング時はすべての試験区を20Lバケツを用いて攪拌した。

攪拌時以外（静置状態）は表面に牛の体重がかかっていることを想定して模擬牛床表面に均一に負荷をかけるため、下から順に、表面積とほぼ同様の金網、ふるいを乗せ、さらにその上に負荷（ペットボトルに水を入れ、一定の負荷量に調整したもの）を置いて管理した（図1、2）。



図2 試験中の様子

3 調査項目

(1) 臭気調査

嗅覚測定法⁴⁾は、試験開始から28日後に三点比較式におい袋法を用いて臭気指数、6段階臭気強度表示法にて臭気強度、9段階快・不快度表示法を用いて快・不快度を調査した。臭気サンプリングは敷料攪拌後とし、円筒型ビニール製ヘッドスペース内にて20L容バケツに移して攪拌した後、ただちに直接法にて10L容サンプリングバッグに採取した（図3）。

また、問題となりやすい臭気物質である代表として、アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタンの濃度を、ガス検知管法を用いて各週の攪拌後に測定した。ガス検知管法の測定には、1/5000aワグネルポットをヘッドスペースとして用いた。

(2) 理化学性調査

模擬牛床の内部温度は、温度センサー部を模擬牛床内に設置し、記録計により連続測定した。

また、最終日に模擬牛床の試料採取を行い、堆肥の分析法⁵⁾に準じて、pH、電気伝導度（EC）は、現物10gを秤量し、100mlの蒸留水を加えて30分振とうした後

測定し、水分は強熱減量法、灰分は灼熱減量法を用いて測定した。

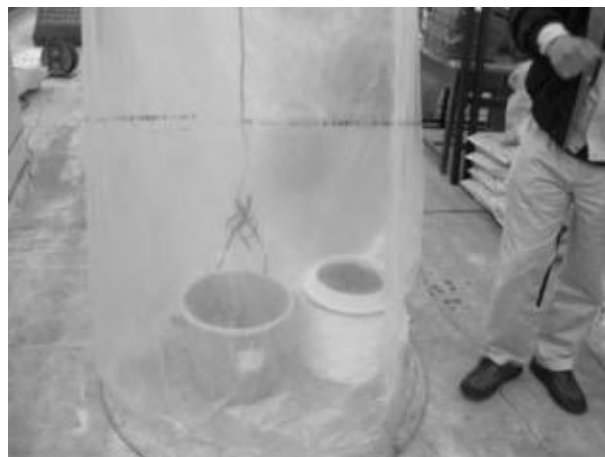


図3 ヘッドスペース内部に入れた模擬牛床と攪拌用のバケツ

結果及び考察

嗅覚測定による結果を表2から4に示した。臭気指数は、攪拌を週1度以上行った区（週5～1区）は、通常の管理方法である攪拌なし区と比較して有意に低かった（ $p < 0.01$ ）。

表2 臭気指数

区分	1回目	2回目	3回目	平均 ¹⁾
攪拌なし	26	27	29	27.3 ± 1.5 ^A
週1	21	16	19	18.7 ± 2.5 ^B
週2	14	19	16	16.3 ± 2.5 ^B
週5	11	14	17	14.0 ± 3.0 ^B

) 平均 ± 標準偏差

A、B 異符号間に有意差あり（ $P < 0.01$ ）

表3 臭気強度

区分	1回目	2回目	3回目	平均 ¹⁾
攪拌なし	3.8	4.7	3.8	4.1 ± 0.5 ^a
週1	3.2	4.0	3.2	3.4 ± 0.5 ^{ab}
週2	2.5	3.2	3.3	3.0 ± 0.4 ^{ab}
週5	2.7	3.0	3.2	2.9 ± 0.3 ^b

) 平均 ± 標準偏差

a、b 異符号間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

表4 快・不快度

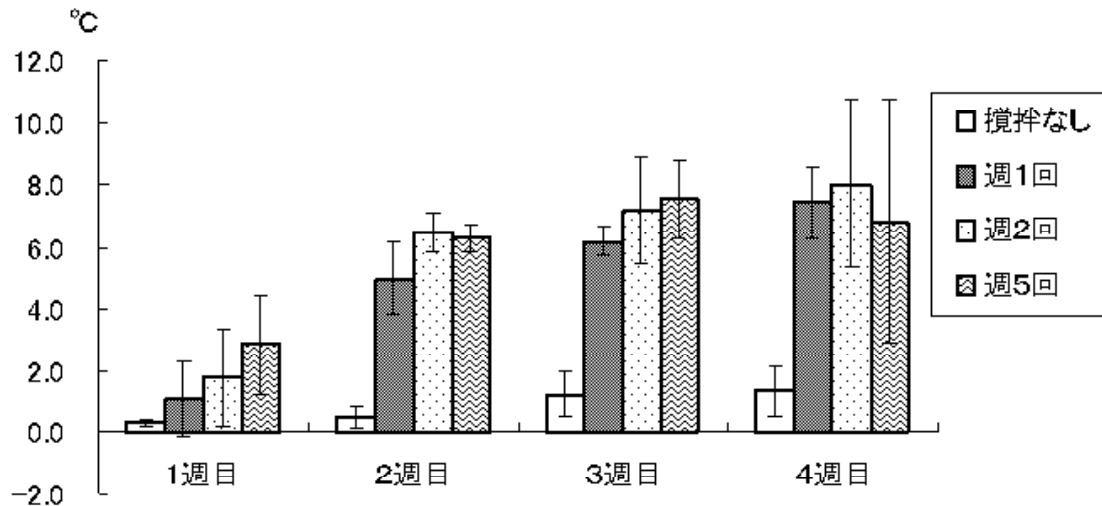
区分	1回目	2回目	3回目	平均 ¹⁾
攪拌なし	-1.7	-3.0	-2.0	-2.2±0.7
週1	-0.5	-1.8	-0.8	-1.1±0.7
週2	-0.3	-1.3	-1.3	-1.0±0.6
週5	-0.3	-1.2	-0.7	-0.7±0.4

) 平均 ± 標準偏差

臭気強度は、臭気指数よりも大きな差はなく、攪拌なし区と週5区でのみ有意な差が見られた(P<0.05)。快・不快度では、有意差はなかったが、攪拌なし区が負の方向に大きく、不快度が高い傾向があった。臭気指数は週1回以上攪拌を行った区と攪拌なし区で明確

な差が見られ、また臭気強度や快・不快度でも攪拌の効果が見られたのは、攪拌により好気的条件を維持することで、嫌気条件下で発生する臭気成分を抑制したためであると言える。

内部温度推移の平均を図4に示した。数値は、1週間分の測定値の平均からそれぞれ気温を引いた値を示している。攪拌を行った全区において攪拌なし区と比較して温度が上昇している。堆肥化処理では好気的条件下で速やかに温度上昇が見られることがわかっており、今回の模擬牛床においても同様に攪拌を行った区全てが好気条件にあったと考えられる。各週における攪拌前後のアンモニア発生量を見ると、表5のとおり攪拌を行った区、特に週5区と週2区では2回目の攪拌後に100ppm以上の大量のアンモニアが発生しているが、4週目では発生量が減少した。アンモニアは酸性物質の分解が進み、pHが上昇したとき、また温度が上昇する際に大量に発生する²⁾ことから、発酵に伴い模



注1) グラフ数値 (3回の平均値) = {(A-t) + (B-t) + (C-t)}/3

注2) 縦線は標準偏差

A: 1回目試験温度測定値各1週間の平均	C: 3回目試験温度測定値各1週間の平均
B: 2回目試験温度測定値各1週間の平均	t: 各週の気温1週間分の平均値

図4 模擬牛床内部温度 (1回目～3回目平均)

表5 各週における攪拌前後のアンモニア発生量

区分	2週		3週		4週	
	攪拌前	攪拌後	攪拌前	攪拌後	攪拌前	攪拌後
攪拌なし	35.0 ± 35.4	N.T ± N.T	14.0 ± 12.7	N.T ± N.T	23.5 ± 9.2	57.0 ± 32.5
週1	32.0 ± 39.6	89.0 ± 38.2	12.5 ± 10.6	82.5 ± 24.7	26.5 ± 12.0	0.8 ± 0.2
週2	15.0 ± 18.4	135.0 ± 77.8	16.0 ± 5.7	41.5 ± 33.2	10.5 ± 2.1	0.7 ± 0.2
週5	2.0 ± 0.0	152.5 ± 81.3	11.0 ± 12.7	6.0 ± 5.7	0.8 ± 0.4	0.6 ± 0.1

注) N.T: 攪拌なし区は4週目まで攪拌しないため、2～3週目の攪拌後はデータなし

表6 理化学性調査

区分	pH		EC (dS・m ⁻¹)		水分 (%)		灰分 (%)	
撈拌なし	8.78	± 0.23	2.04	± 0.66	60.81	± 0.55	3.10	± 0.16
週1	8.29	± 0.05	1.88	± 0.18	65.30	± 2.97	2.84	± 0.02
週2	8.18	± 0.20	1.82	± 0.31	67.18	± 2.26	2.67	± 0.26
週5	8.21	± 0.13	1.80	± 0.07	67.26	± 2.02	2.72	± 0.06

) 表中の数値は平均 ± 標準偏差

擬牛床内部で熱が発生したことに加え、撈拌作業を行ったことにより大量のアンモニアが発生したものと推測される。一方、撈拌なし区は2～4週目にかけて同じようにアンモニアが発生し、4週目の撈拌後にアンモニアの発生量が最大となった。これは、撈拌なし区においては嫌気条件であったためと思われる。

これらの結果から、少なくとも週1回の撈拌を行うことで、好気性条件が維持されたため、4週目の撈拌後ではアンモニアの発生量が大幅に減少したと思われる。この結果は嗅覚測定の結果と一致している。なお、硫化水素は1回目の4週目における撈拌なし区で0.1ppm検出されたのみで、メチルメルカプタンはどの区でも検出されなかった。また、同時に行った試料の成分分析は、すべての項目に有意な差はみられなかった(表6)。

アンモニアは好気条件下でも嫌気条件下でも発生するが、嫌気的条件下では、アンモニア以外にも硫黄系化合物やアミン類など様々な臭気物質が嫌気性細菌によって生成される²⁾。嫌気条件下で発生する臭気は一般的に腐敗臭と呼ばれ、複合臭であること、人間にとって閾値が低いこと、不快度も高くなるという特徴がある。このため、検知管法では検出限界以下であったものの、人間の嗅覚では十分感知できる程度の硫化水素やその他の嫌気性の臭気物質が発生し、臭気指数や不快度に影響したものと考えられる。

アンモニアは単純な刺激臭であり、閾値も硫化水素などの臭気物質と比較して高いが、撈拌により高濃度

(100ppm以上)のアンモニアが発生するため、一般住居に隣接している場合、撈拌時には畜舎を一時的に密閉化する等、対策をとることが必要である。

肉牛舎に限らず、畜舎から発生する臭気は嫌気的な部分が多ければ多いほど問題であり、今回のように少なくとも週1回の敷料撈拌を行い、敷料の状態を好気的な条件にしておくことで、肉牛舎からの臭気低減に効果があると考えられる。今後は牛舎で試験を行い、その効果を実証するとともに、今回確認できなかったアンモニア以外の臭気物質の動向についても調査する必要がある。

引用文献

1. 伊藤紘一．コンポストバーク：理解すべき考え方 その1，その2 Dairy Japan.52(13,14).デーリィ・ジャパン社．東京．12-16,16-20(2007)
2. 代永道裕．平成13年度畜産環境アドバイザー養成研修会資料【臭気対策技術及び新規処理技術研修】．畜産環境整備機構．東京．p.7-17(2001)
3. 中央畜産会．堆肥化施設設計マニュアル．p.106-107(2000)
4. におい・かおり環境協会．嗅覚測定法マニュアル．p.11-55(2005)
5. 日本土壤協会．堆肥等有機物分析法．p.18,p.21-23, p.153-154(2000)