

畜産公害対策試験

(5) ピートモス敷料の悪臭低減効果

伊禮判 宇地原務 山城倫子 仲宗根實

I 要 約

豚舎からの悪臭発生防止のためピートモスを豚舎敷料に利用した試験区と、従来の水洗方式である対照区を設定し、悪臭低減効果およびピートモスの性状を調査した結果は以下のとおりであった。

1. 単一臭気成分濃度の比較ではアンモニアを除く6物質（硫化水素、メチルメルカプタン、プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸）は試験区が対照区に比べ低い値を示した。
2. 臭気全体を量的に扱えるオーダーユニット合計値による判定では、試験区は対照区に比べ悪臭低減傾向が認められた。
3. 人の臭覚を利用した臭気官能検査における臭気指数では、試験区は対照区に比べ悪臭低減傾向が認められた。
4. ピートモスの性状は、最大容水量753.0%（オガクズ557.7%）で吸水性に優れているが、容積比ではオガクズの1.6倍程度にあたる。また保水性が高いため、水分含量が多くなった場合、泥濘化が懸念される。

以上より、ピートモスを豚舎敷料に用いると悪臭低減効果は認められるが、物理性状から投入不足によるふん尿との泥濘化が起こりやすく、逆に悪臭発生源となることもあり、泥濘化を起こさせないように注意する必要がある。

II 緒 言

本県の養豚業は、地域社会の混住化に伴い、畜産環境対策に困窮をきたし、その対策が急がれている。豚ふん中に多く含まれるといわれている低級脂肪酸4物質¹⁾が1990年に悪臭防止法²⁾の規制対象となり、1996年には人の臭覚を利用した臭気官能検査法による規制が導入されるなど、養豚業を営む農家にとってさらに厳しい状況となっている。

前報³⁾でオガクズを豚舎敷料とした飼養形態は悪臭発生防止に効果的であるとしたが、現在、オガクズの安定供給ができない状況にある。

そこで今回、オガクズの代替敷料検索の一環として、園芸用土として知られるピートモス（水苔等が堆積してできた泥炭）について悪臭低減効果および性状等について調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間

試験は1998年8月から10月に実施した。

2. 供試豚

供試豚は3元雑種1腹各区5頭の2区、計10頭を使用した。

3. 試験区分

豚房は臭気の拡散を防ぐため、周囲をビニールで囲み、ピートモスを敷料とした試験区と敷料無しで従来の水洗方式である対照区を設定した。

4. 飼養管理

給与飼料は市販の肉豚用配合飼料（DCP13.0%、TDN78.0%）をウェットフィーダーで給餌した。週1度同一曜日に体重測定を実施し、平均体重を求め、日本飼養標準⁴⁾のDG0.8kg水準飼料給与量を目安に各区とも同量給与した。

飼育密度は1頭/m²とし、試験区は敷料の後方排出型試験豚房を用いた。清掃方法は、試験区は豚房外に排出されたボロを週1回程度片付け、新しいビートモスを床面状況を見て適宜追加した。対照区は週3回高圧洗浄機による清掃を行い、臭気測定時はサンプリング終了後清掃した。試験開始1週間前に供試豚を試験豚房に導入し、その間の清掃は両区とも同一条件で水洗を行い、臭気測定後試験開始とした。

5. 調査項目および分析方法

1) 豚房内温湿度

臭気サンプリング時に豚房内温湿度を測定した。

2) 臭気成分濃度

悪臭防止法で規制されている22物質のうち、主に畜産業に関連するといわれているアンモニア等の9物質⁵⁾について分析した。臭気の採取方法は、豚房(床高1.0m)から吸引ホースを用い、豚房外に吸引した臭気をサンプルとして分析に供した。

アンモニアの測定は北川式検知管を用い、硫黄化合物(硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチル)および低級脂肪酸(プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸)はガスクロマトグラフィーで表1に示す条件で分析を行った。

表1 ガスクロマトグラフィーの分析条件

項 目	硫黄化合物	低級脂肪酸
検 出 器	FPD (炎光光度検出器) +Sフィルター	FID (水素炎イオン化検出器)
カ ラ ム	3.2mmφ3.1m、ガラス製	3.2mmφ1.6m、ガラス製
カラム温度	70°C	60~200°C
導入口および検出器温度	130°C	230°C
キャリアーガス	窒素50ml/min	窒素50ml/min
水 素 圧	0.6気圧	0.7気圧
空 気 圧	1.0気圧	1.0気圧

3) 臭気官能検査における臭気指数

人の臭覚を利用した3点比較式臭袋法による臭気官能検査⁶⁾を臭気成分の測定と同日に実施し、臭気指数を算出した。

4) ビートモスの性状

ビートモスの性状として水分含量、容積重、最大容水量、容水量および水分含量の推移を測定した。容積重、最大容水量、容水量については土壌分析法⁷⁾に準じ、水分含量はサンプルの105°C24時間後乾燥重量より求めた。容積重は、100cm³の円筒に充填したサンプルの乾燥重量とした。最大容水量は、直径5.6cm、深さ1.0cmの底部に少孔のあいた皿にサンプルを充填し、底部を蒸留水に浸した24時間の毛管飽和後重量より求めた。容水量は、蒸留水に浸漬し、24時間の完全飽和後、漏斗上で24時間放置後重量より求めた。水分含量の推移は、蒸留水で24時間浸漬後の飽和状態の水分含量、20°C恒温器内における24時間後および48時間後の水分含量を測定し、飽和状態を100.0とした割合で求めた。またビートモスとの比較としてオガクズについて同様に測定した。

6. 悪臭低減効果判定法

臭気は、機器分析値により臭気物質濃度をもとめ、関係対数式⁸⁾をもとに臭気強度を算出し、各悪臭物質単一の比較をした。試験区が対照区に比べ1.0以上低い値を示したものについて低減効果ありとし、0.5以上1.0未満の場合は低減傾向ありとした。臭気強度は表2⁶⁾のとおり6段階臭気強度表示法を用いた。また臭気全体の評価法にオーダーユニット合計値⁹⁾を採用し、臭気官能検査による臭気指数の比較とともにオーダーユニット合計値による臭気全体の判定を行った。オーダーユニット値は各臭気物質濃度を表3の臭気強度1(検知閾値濃度)にあたる物質濃度で除して求めた。

表2 6段階臭気強度表示法

0: 無臭
1: やっと感知できる臭い (検知閾値濃度)
2: 何のにおいかわかる弱い臭い (認知閾値濃度)
3: 楽に感知できる臭い
4: 強い臭い
5: 強烈な臭い

出典 家畜ふん尿処理利用の手引き、(財)畜産環境整備機構

表3 物質濃度と臭気強度の関係

臭気物質名	臭気強度 (ppm)				
	1	2	3	4	5
アンモニア	0.1	0.6	2.0	10.0	40.0
硫化水素	0.00050	0.00600	0.06000	0.7000	8.0000
メチルメルカプタン	0.00010	0.00070	0.00400	0.0300	0.2000
硫化メチル	0.00010	0.00200	0.04000	0.8000	2.0000
二硫化メチル	0.00030	0.00300	0.03000	0.3000	3.0000
プロピオン酸	0.00200	0.01000	0.07000	0.4000	2.0000
n-酪酸	0.00007	0.00040	0.00200	0.0200	0.0900
i-吉草酸	0.00005	0.00040	0.00400	0.0300	0.3000
n-吉草酸	0.00010	0.00050	0.00200	0.0680	0.0400

IV 結果および考察

1. 豚房内温湿度

豚房内温湿度を図1に示した。

試験期間を通じての豚房内平均温度は試験区29.2°C、対照区28.5°Cであり、2週目が試験区30.0°C、対照区27.9°Cと試験区が2.1°C高くそれ以外は同程度であった。豚房内平均湿度は試験区73.0%、対照区73.2%であり2週目が試験区67.0%、対照区74.0%と試験区が7.0%低く、6週目が試験区77.0%、対照区73.0%と試験区が4.0%高かった。

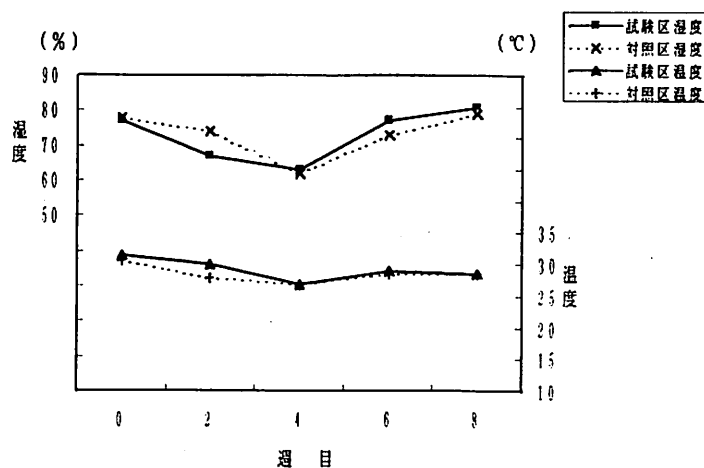


図1 豚房内温湿度

2. 臭気成分濃度および臭気強度

臭気成分濃度および臭気強度を表4、臭気強度の比較を図2に示した。硫化メチル、二硫化メチルは、試験開始後両区とも検出限界値以下であったのでこの2物質を除く7物質について比較した。

試験開始前は試験区へのビートモス投入前で両区とも同条件であり、プロピオン酸とn-酪酸は差が認められたが、それ以外は同程度であった。

2週目はメチルメルカプタンは試験区が対照区に比べ低減効果があり、アンモニア、プロピオン酸、n-酪酸、n-吉草酸は低減傾向があった。

4週目はメチルメルカプタン、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸は試験区が対照区に比べ低減効果があったが、アンモニアは試験区3.6、対照区2.4で試験区が逆に1.2増加した。

6週目はメチルメルカプタン、i-吉草酸、n-吉草酸は試験区が対照区に比べ低減効果があり、プロピオン酸、n-酪酸は低減傾向があった。

8週目は硫化水素、プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸は低減効果があったが、アンモニアは増加傾向があった。

図2からも判断できるように試験開始後の期間を通じ、単一臭気成分濃度の比較ではアンモニアを除く6物質（硫化水素、メチルメルカプタン、プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸）は試験区が対照区に比べ低い値を示し、特に低級脂肪酸4物質（プロピオン酸、n-酪酸、i-吉草酸、n-吉草酸）については試験期間を通じて低減傾向もしくは低減効果が認められた。

表4 臭気成分濃度および臭気強度

		試験開始前	2週目	4週目	6週目	8週目
アンモニア (ppm)	試験区	3.0(3.2)	0.5(1.9)	5.0(3.6)	4.5(3.5)	6.0(3.7)
	対照区	4.0(3.4)	1.3(2.5)	1.0(2.4)	4.0(3.4)	3.0(3.2)
硫化水素 (ppm)	試験区	0.0018(1.5)	0.0005(1.0)	0.0005(1.0)	0.0006(1.1)	0.0012(1.4)
	対照区	0.0019(1.6)	0.0010(1.3)	0.0007(1.1)	0.0009(1.2)	0.0134(2.4)
メチルメルカプタン (ppm)	試験区	0.0007(2.1)	ND	ND	ND	0.0016(2.5)
	対照区	0.0012(2.4)	0.0005(1.9)	0.0002(1.4)	0.0019(2.6)	0.0008(2.1)
硫化メチル (ppm)	試験区	0.0003(1.3)	ND	ND	ND	ND
	対照区	0.0002(1.2)	ND	ND	ND	ND
二硫化メチル (ppm)	試験区	ND	ND	ND	ND	ND
	対照区	ND	ND	ND	ND	ND
プロピオン酸 (ppb)	試験区	5.58(1.5)	ND	ND	0.90(0.4)	0.80(0.3)
	対照区	2.46(1.0)	1.40(0.7)	0.95(0.4)	2.24(0.9)	3.38(1.2)
n-酪酸 (ppb)	試験区	1.56(2.8)	ND	ND	0.10(1.2)	ND
	対照区	0.34(1.9)	0.04(0.7)	0.28(1.8)	0.25(1.7)	0.64(2.3)
i-吉草酸 (ppb)	試験区	ND	ND	ND	ND	ND
	対照区	ND	ND	0.36(1.9)	0.15(1.2)	0.94(2.5)
n-吉草酸 (ppb)	試験区	1.35(2.5)	0.15(1.5)	ND	ND	ND
	対照区	0.86(2.3)	0.38(1.9)	0.21(1.6)	0.11(1.3)	0.47(2.0)

注1) NDは検出限界値以下を示す

2) ()内の数値は臭気強度を示す

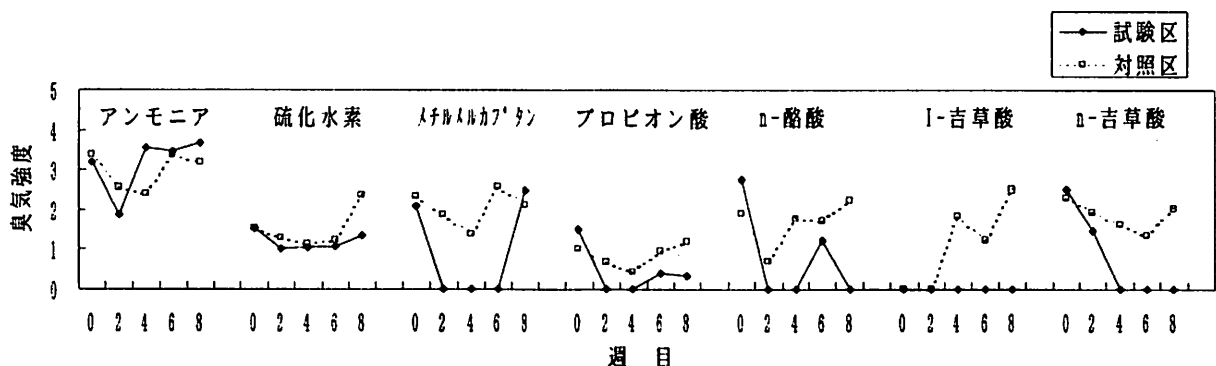


図2 各臭気物質の臭気強度の比較

また、単一臭気成分ではなく、臭気全体を量的に扱えるオーダーユニット合計値による判定を行った。図3にオーダーユニット合計値の比較を示した。

2週目は試験区が5.8、対照区19.5で試験区が対照区に比べ13.7低い値を示し、4週目は試験区34.3、対照区23.1で試験区が対照区に比べ11.2高い値を示した。6週目は試験区が33.0、対照区52.8で試験区が対照区に比べ19.8低い値を示した。8週目は試験区56.1、対照区86.7で試験区が対照区に比べ30.6低い値を示した。このことから試験開始後は4週目を除いて試験区は対照区に比べ悪臭低減傾向が認められる。4週目で試験区が対照区に比べオーダーユニット合計値が高い値を示したのは、ビートモスの泥濁化によりアンモニア発生量が増大したためと思われる。

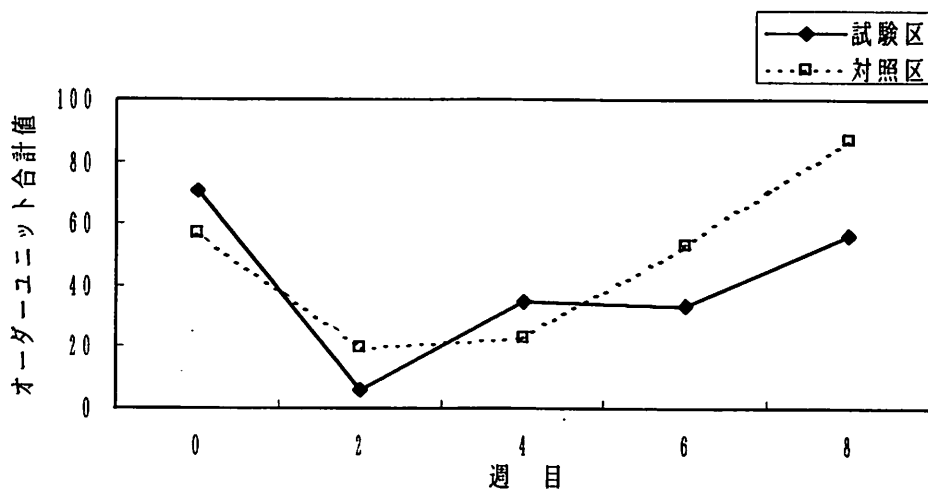


図3 オーダーユニット合計値の比較

3. 臭気官能検査における臭気指数

臭気官能検査における臭気指数の推移を図4に示した。

2週目は試験区19.0、対照区25.6で試験区が対照区に比べ6.6低い値であった。4週目は試験区23.7、対照区21.2で試験区が対照区に比べ2.5高い値であった。6週目は試験区21.0、対照区28.7で試験区が対照区に比べ7.7低い値であった。8週目は試験区23.7、対照区26.2で試験区が対照区に比べ2.5低い値であった。このことから、臭気官能検査においても試験開始後は4週目を除いて試験区に悪臭低減傾向が認められた。

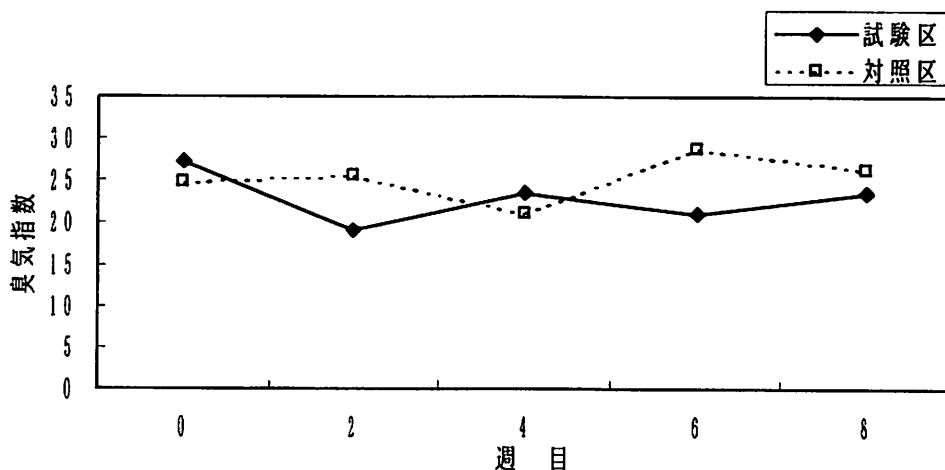


図4 臭気指数の比較

4. ビートモスの性状

今回用いたビートモスの性状を表5に示した。また比較としてオガクズについても示した。

水分含量は、ビートモス44.0%、オガクズ35.6%とビートモスが高い。容積重は、ビートモス0.08 kg/l、オガクズ0.19kg/lであり、ビートモスは容積重が非常に軽いため風による飛散が考えられ、開放型の畜舎で利用する場合は、散水を行う等対策が必要である。

最大容水量はビートモス753.0%、オガクズ557.7%でありビートモスは吸水性に優れている。容水量はビートモス1087.8%、オガクズ473.9%でビートモスが高かった。岡田¹⁰⁾は堆肥化処理過程の副資材について、家畜ふんなどの物性を改良し、通気性を発現させる効果は副資材の最大容水量との関わりが深く、最大容水量と通気性発現に要する添加量とは反比例の関係にあると述べており、最大容水量の高い資材は少ない添加量ですむことを示唆している。このことから重量比ではビートモスの豚房への投入量はオガクズに比べ少なくすむことがわかる。しかし、固相が小さく孔隙率が大きなビートモスは、容積比でオガクズの投入量の1.6倍程度必要になる。

水分含量の推移はビートモスが飽和水分時100.0に対し24時間後93.3、48時間後71.7であり、オガクズが飽和水分時100.0に対し24時間後83.3、48時間後54.9であり、ビートモスの保水性が高いことがうかがえる。しかし、ビートモスは水分含量が多くなった場合蒸散等による水分減少が低いため泥濘化が懸念される。実際に試験期間中、ふん尿による一部泥濘化が起こりアンモニアの発生量が高い場合があった。

表5 ビートモスの性状

物質名	水分含量 %	容積重 kg/l	最大容水量 %	容水量 %	水分含量の推移 (20℃条件下)		
					飽和水分時	24時間後	48時間後
ビートモス	44.0	0.08	753.0	1087.8	100.0	93.3	71.7
オガクズ	35.6	0.19	557.7	473.9	100.0	83.3	54.9

注) 水分含量の推移は飽和水分時の水分含量を100.0とした割合

以上のことから、後方排出型試験豚房にてビートモスを豚舎敷料として使用した場合、悪臭低減効果は認められたが、投入不足によるふん尿との泥濘化が起こった場合、逆に悪臭発生源となることもあり、泥濘化を起こさせないように注意する必要がある。今回の調査ではコストなど正確に把握できなかったため、今後詳しく調査する必要がある。

V 引用文献

- 1) 田中 博、1988、畜産臭気の特徴について、農業機械学会誌、51(4)
- 2) 環境庁大気保全局特殊公害課、1993、悪臭防止法関係資料
- 3) 伊禮 判・高江洲義晃・宇地原務・仲宗根實、1995、畜産公害対策試験 (1)オガコ養豚における公害発生防止試験、沖縄畜試研報、33、93~98
- 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局編、1993、日本飼養標準(豚)、中央畜産会、10~11
- 5) 羽賀清典、1995、悪臭防止技術の理論と実際、平成7年度中央畜産技術研修会 畜産環境保全(I)、1~16
- 6) 岩崎好陽、1993、臭気官能試験法-改訂版-、臭気対策研究協会、1~73
- 7) 土壤環境分析法編集委員会編、1997、土壤環境分析法、博友社、21~50
- 8) 代永道裕、1998、家畜ふん尿処理利用の手引き、財団法人畜産環境整備機構、77
- 9) 恵飛須則明、1997、オーダーユニットと臭気強度の関係、平成9年度問題別研究会資料、農林水産省畜産試験場、27~28
- 10) 岡田光弘、1998、家畜ふん尿処理利用の手引き、財団法人畜産環境整備機構、9