



あたらしい 農業技術

No.699

泥炭ペレットを使った豚舎臭気の
吸着脱臭について

令和5年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 泥炭ペレットの一般物性、含有元素、微細構造を示しました。
- (2) 泥炭ペレットを脱臭材として利用する脱臭装置の仕様を示しました。
- (3) 泥炭ペレットを脱臭材とする脱臭装置を養豚場の肥育用豚舎に設置して実証しました。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 泥炭ペレットは豚舎の臭気に対して、活性炭と同等の脱臭能力があります。
- (2) 脱臭材として使用済の泥炭ペレットは、土壌改良材として利用できるので、環境負荷が少なく、有効活用ができます。

3 適用範囲

- (1) 畜産農家
- (2) 畜産関係に従事する指導員及び技術者
- (3) 畜産振興業務を所管する地方自治体担当者

4 普及上の留意点

- ・脱臭は臭気と泥炭ペレットとの接触方法が脱臭効率に大きく影響します。
- ・泥炭は天然物であるため、活性炭などの工業製品より含水率等の均一性は低いと考えられます。
- ・泥炭ペレットを用いた脱臭装置ではペレットに散水することで脱臭効率は高まりますが、吸引する臭気の濃度や温湿度により持続力は変わるので、排気口で通常より強く、豚舎臭気を感じる場合、早めにペレットを交換する必要があります。

目 次

はじめに	1
1 脱臭材としての泥炭	1
(1) 泥炭について	1
(2) 泥炭ペレットの一般物性	2
(3) 元素の分析について	2
(4) 電子顕微鏡による構造観察	4
(5) 泥炭ペレットの複合臭気に対する除去能力	5
2 泥炭ペレットによる豚舎の脱臭	5
(1) 脱臭装置の仕様	5
(2) 脱臭装置による低級脂肪酸類の低減	7
おわりに	7
参考文献	8
用語説明	8

はじめに

現在、養豚場の大規模化や一般住宅との混住化により、養豚場での効果的な脱臭法が求められています。泥炭は土壌改良材の一つですが、脱臭材としても利用することができます。利用後の泥炭は耕地に還元できるので環境負荷の少ない脱臭材です。

本報告では、泥炭の特性及び畜産系の臭気に対する脱臭効果について示しました。また、県内の養豚場に泥炭ペレットを充填した脱臭装置を設置して低級脂肪酸類の低減効果を実証したので、その概要を報告します。

1 脱臭材としての泥炭

(1) 泥炭について

泥炭(でいたん、英:peat)は、泥状の炭で、植物からの炭化度が少ない石炭の一種です。泥炭は農林水産省が所管する地力増進法¹⁾*で「政令指定土壌改良資材」に指定されており、土壌の保水性や、保肥性の改善効果があるとされています。

泥炭地は泥炭が積み重なってできた土地ですが、泥炭は多くの水分を含むため軟弱地層で、重機などの重いものが載ると沈下してしまいます。そのため、泥炭地で新たに水田等の農地を開発する場合、作物栽培に適した土壌に改良する過程で泥炭層を取り除くため、副産物的に泥炭が発生します(写真1、2)。

本県では年間1,000トン以上の泥炭が掘削可能とされています。泥炭には脱臭能力があることが知られており^{1)、2)、3)}、掘削された泥炭は、適度に乾燥、粉砕した後、ペレット化したものが土壌改良用あるいは脱臭用に市販されています(写真3)。また、泥炭成分は脱脂効果があるため、石鹸などにも活用されています。



写真1 泥炭層の除去作業



写真2 掘削された泥炭層



写真3 直径6mmの市販泥炭ペレット(南榛原株式会社製)

(2) 泥炭ペレットの一般物性

泥炭は天然物なので、その組成や構造等は均一ではないため、特性等を把握した上で効果的な脱臭法を検討する必要があります。そこで、まず、ペレット化した泥炭(以降、「泥炭ペレット」という。)の一般物性を活性炭分析 JIS1474 に準拠して分析しました。分析項目は嵩比重、振動試験による硬度、乾燥減量、pH、ベンゼン吸着性能の5項目としました。

<一般物性の分析結果>

泥炭ペレット及び参考として活性炭の一般物性の分析結果を表1に示しました。泥炭ペレットは土成分が主体なので、嵩比重は活性炭より高い値でした。

硬度は、泥炭ペレットを脱臭装置内で積層する場合、重要な指標となりますが、活性炭より低い結果でした。活性炭と同様の積層厚では泥炭ペレットが崩壊する可能性があることがわかりました。

乾燥減量は含水率を反映しており、水道用活性炭は一般的に50%のものが求められることから、泥炭ペレットでは保管等による水分の減量は少ないことがわかりました。

泥炭ペレットのpHはやや酸性でした。水への溶解性が高く、弱アルカリ性のアンモニアは活性炭では吸着しにくい成分ですが、含水率が高い弱酸性の泥炭ペレットでは、吸着効果が期待できることがわかりました。

ベンゼン吸着性能は活性炭より著しく低いことから、溶剤等から発生する臭気に対する吸着性能は期待できない結果でした。

表1 一般物性結果

分析項目	単位	泥炭ペレット	活性炭
嵩比重	g/L	760	450~500
硬度	%(W/W)	52	90以上
乾燥減量	%	21.3	—
pH	—	6	—
ベンゼン吸着性能	%(W/W)	4	30以上

(3) 元素の分析について

硬度などの一般物性に加え、含有されている元素を調べることで、どのような臭気成分に対して化学的な吸着能力を示すのか推定することができます。そこで蛍光X線分析²⁾*によりNaより大きい元素について、泥炭と活性炭の元素組成を比較分析しました。

<元素の分析結果>

泥炭ペレットの分析結果を図1に、活性炭の分析結果を図2に示しました。図中の縦軸は蛍光X線のエネルギー、横軸は各元素のスペクトルを示しています。

また、泥炭ペレットと活性炭に含まれる元素の強度を各々表2、表3に示しました。表中のA(cps:count per second)値は検出された元素のエネルギー強度を示しています。泥炭は枯死した植物などの有機物以外に土壌由来の無機物により構成されるのでAlやSiを含みますが、Feを多く含有することがわかりました。

蛍光 X 線分析では泥炭に含まれる Fe が酸化鉄なのか、他の元素と結合しやすい構造なのかは不明ですが、悪臭物質である硫化水素は Fe に結合する可能性があるので、脱硫効果が期待できることがわかりました。活性炭はヤシガラなどを高温処理するので K を多く含有する結果でした。

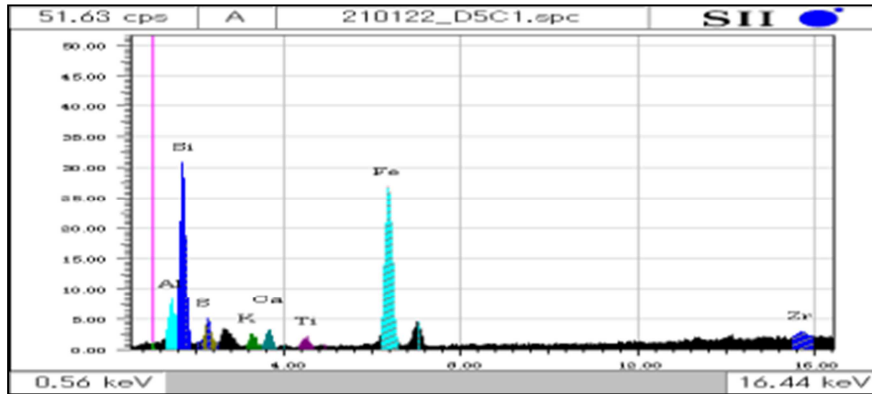


図 1 泥炭の元素分析結果

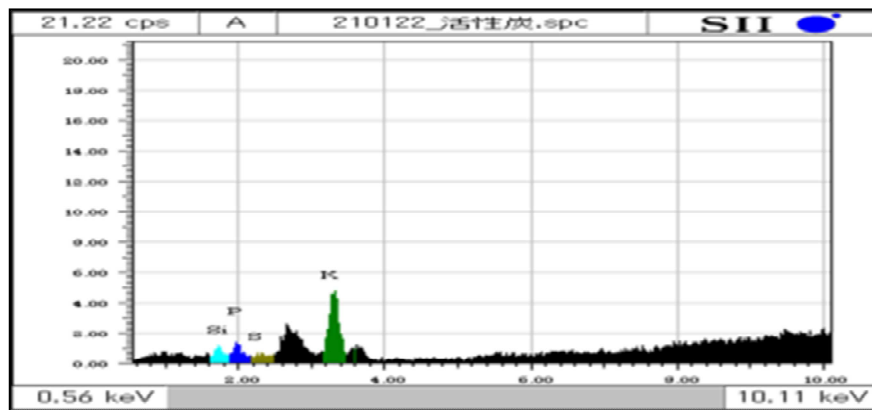


図 2 活性炭の元素分析結果

表 2 泥炭ペレットの各元素強度の結果

Z	元素	元素名	A(cps)
13	Al	アルミニウム	69.010
14	Si	ケイ素	240.758
16	S	硫黄	42.652
19	K	カリウム	23.486
20	Ca	カルシウム	28.699
22	Ti	チタン	18.836
26	Fe	鉄	251.998
40	Zr	ジルコニウム	54.773

表 3 活性炭の各元素強度の結果

Z	元素	元素名	A(cps)
14	Si	ケイ素	10.003
15	P	リン	11.723
16	S	硫黄	7.340
19	K	カリウム	41.632

(4) 電子顕微鏡による構造観察

活性炭は多孔質構造であることから、臭気を物理的に吸着することが知られています。一方、泥炭ペレットについては、詳細な構造観察がされていないことから走査型電子顕微鏡を用いて泥炭の微細構造を調べました。

<構造観察の結果>

写真4に泥炭ペレットの構造を、写真5に活性炭の構造を示しました。

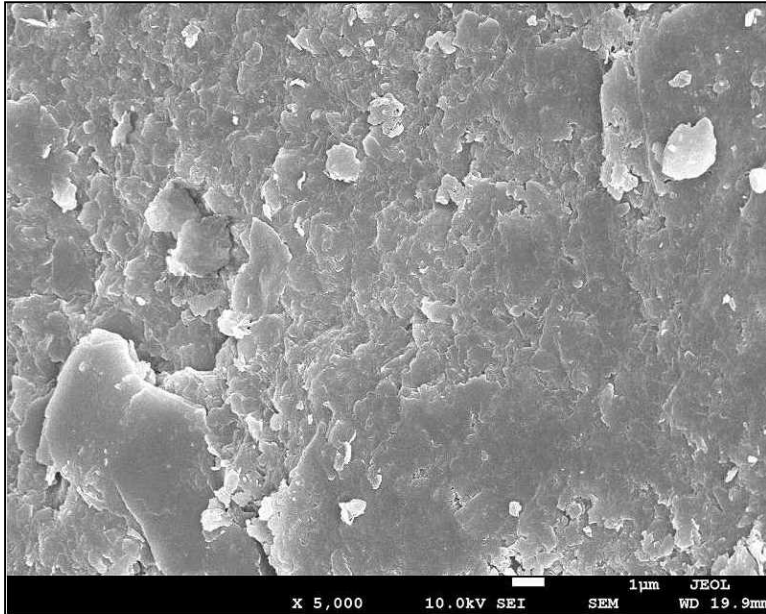


写真4 泥炭ペレットの電子顕微鏡構造(5,000倍)

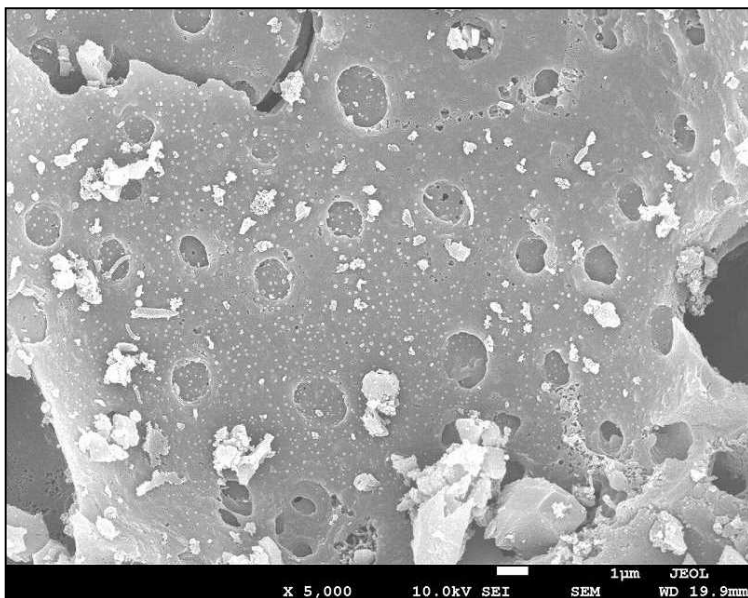


写真5 活性炭の電子顕微鏡構造(5,000倍)

活性炭は微小な穴構造が確認されることから多孔質であることがわかりますが、泥炭ペレットはウロコ状の構造が積層していることがわかりました。これらの構造から臭気を含むガスが泥炭内を通過する場合、乱流となり、滞留時間が増えることから吸着能力は高まると思われました。

(5) 泥炭ペレットの複合臭気に対する除去能力

泥炭には脱臭能力がありますが、畜産の臭気、特に複合臭気に対する吸着能力は知られていません。そこで、畜産農場で発生しやすい6種類の臭気(酸性：n-酪酸、n-吉草酸、硫化水素、中性：インドール、スカトール、アルカリ性：トリメチルアミン)に対する泥炭ペレットの吸着能力を活性炭と比較分析しました。200ml 容量のガス洗浄瓶内に各臭気を飽和状態で注入後、泥炭ペレット、活性炭を各々3g 充填したガラス管内を通過させ、通過後のガス濃度(ppm)を調べました。

<脱臭試験結果>

泥炭ペレットと活性炭の試験結果を表4に示しました。泥炭ペレットはpHの異なる6種類のガスに対して、活性炭とほぼ同等の脱臭能力があることが明らかとなりました。これらの結果から豚舎の臭気などの複合臭気に対して泥炭ペレットは高い除去能力が期待できることがわかりました。

表4 各臭気に対する試験結果

臭気成分	泥炭ペレット			活性炭		
	原ガス濃度 (ppm)	処理後 (ppm)	除去率 (%)	原ガス濃度 (ppm)	処理後 (ppm)	除去率 (%)
n-酪酸	4860	5.15	99.9	4990	3.13	99.9
n-吉草酸	3900	10.1	99.7	4240	7.53	99.8
硫化水素	1000	50	95.0	1172	0.9	99.9
インドール	4.87	0.15	96.9	7.83	0.37	95.3
スカトール	3.06	0.067	97.8	4.47	0.12	97.3
トリメチルアミン	1000	3	99.7	1000	0	100

2 泥炭ペレットによる豚舎の脱臭

(1) 脱臭装置の仕様

豚舎の臭気脱臭用に脱臭装置を設計しました。図3、4に脱臭装置の仕様、寸法を示しました。写真6に肥育用豚舎に設置した脱臭装置の外観、写真7に装置前面開放時の外観、写真8にフォークリフトで装置内の充填カゴを取り替える状況を示しました。脱臭装置の外枠は鉄製で、壁面はベニア板で製作しました。装置内は密閉性を高め、豚舎からの臭気は装置下面の直径10cmの塩ビパイプで吸入、臭気は2段引き出し方式の泥炭充填カゴ(底部はアルミメッシュ構造)を上向きに通過し、吸引ファンから外部に送風する構造にしました。

装置の設計に先立ち、中小家畜研究センター内の肥育豚舎で脱臭装置を試作して予備試験を行った結果、毎分15 m³以上、1.5kPa 圧力以上の静圧がある軸流ファンを選定しました。

各充填カゴには約 300kg の泥炭ペレットを充填し、ホースに穴を開けた簡易散水機を装置内下側の第二充填カゴ上部に設置して毎分約 50ml の水を散水しました。使用後の泥炭ペレットはカゴごと出し入れするため、各充填カゴの底部にフォーク差込用の穴を取り付けました。

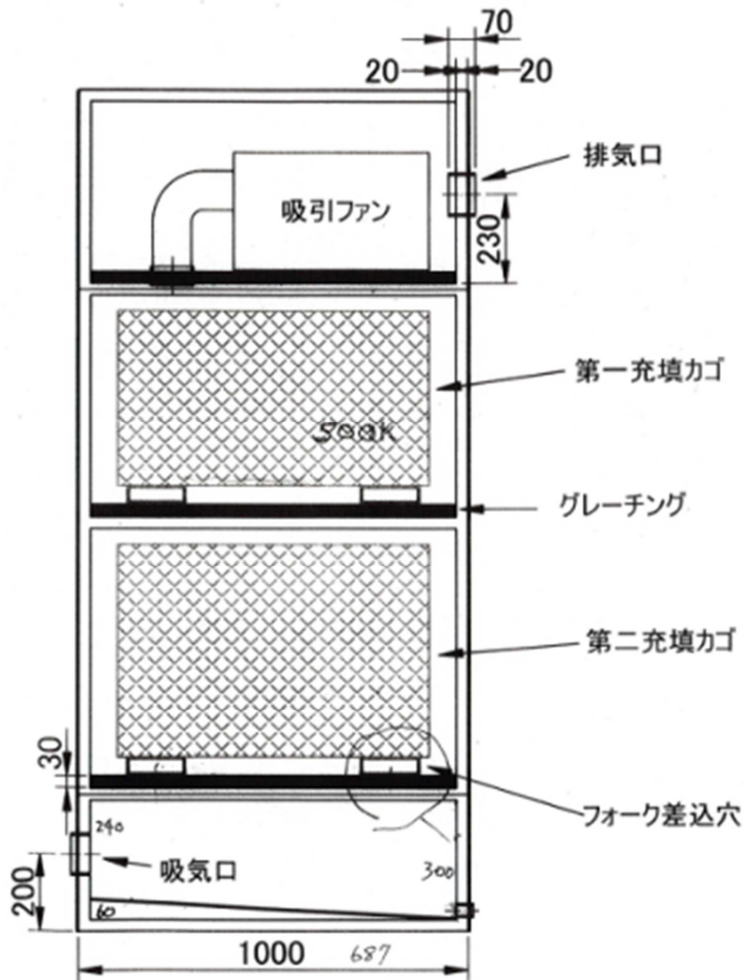


図3 脱臭装置の仕様、寸法(正面)

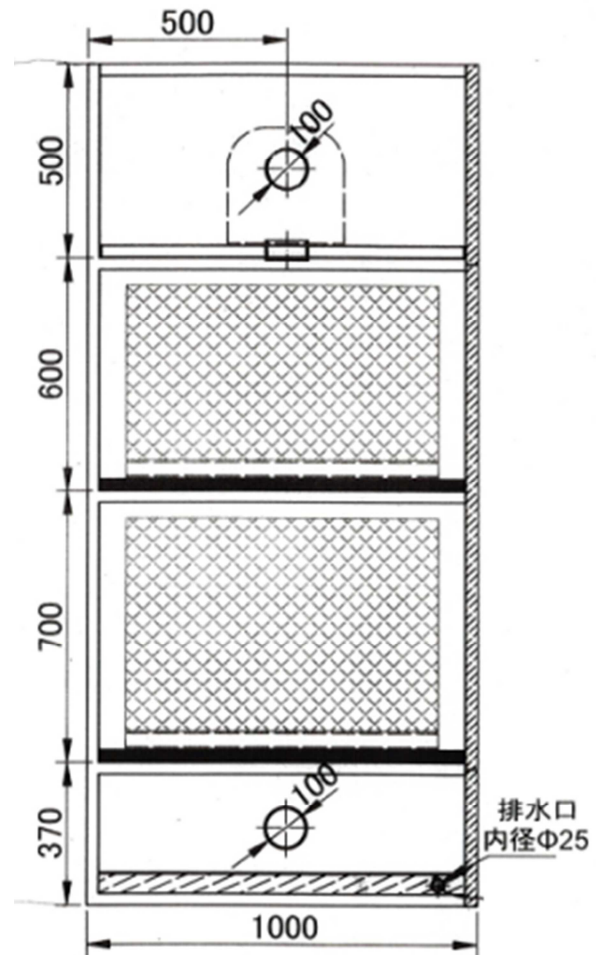


図4 脱臭装置の仕様、寸法(側面)



写真6 脱臭装置の外観



写真7 上下二段式の充填カゴ構造



写真8 フォークリフトによる充填カゴ取替

(2) 脱臭装置による低級脂肪酸類の低減

(1) に示した脱臭装置で脱臭前、脱臭後のガスを月1回、6か月サンプリングして低級脂肪酸類(プロピオン酸、酪酸、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸)の濃度を測定しました。結果を表5に示しました。除去率は11月が81.4%でしたが、ほぼ9割以上の低級脂肪酸類を低減できることがわかりました。

表5 脱臭装置による低級脂肪酸類の除去状況

(単位：ppb)

計測月	脱臭前					脱臭後					除去率
	プロピオン酸	酪酸	イソ吉草酸	ノルマル吉草酸	計	プロピオン酸	酪酸	イソ吉草酸	ノルマル吉草酸	計	
7	20.1	15.9	3.3	0.8	40.1	1.5	0.5	0.0	0.2	3.5	91.7%
8	28.8	17.7	6.4	9.7	64.5	2.1	2.2	0.7	0.0	5.0	89.5%
9	48.4	15.5	11.8	12.7	93.1	0.6	1.0	0.4	0.0	2.0	97.7%
10	45.6	17.6	12.6	8.5	84.2	0.6	0.0	0.0	0.0	2.3	97.3%
11	32.1	14.4	2.8	4.5	53.8	9.2	0	0.8	0	10.0	81.4%
12	24.5	22.1	0	5.6	52.2	0.8	3.3	0.3	0	4.4	91.6%

おわりに

泥炭ペレットを豚舎脱臭で利用する場合、以下の点を考慮する必要があると思われます。

- ・ 価格が安く、入手が容易であることなど継続的な利用が可能な泥炭ペレットを使用し、利用後の処理負担にならない方法を選定する。
- ・ 活性炭より安価であるが、天然物なので均一性は低い。
- ・ 低級脂肪酸類などが低減できても悪臭防止法に基づく臭気指数は低減できない可能性がある。
- ・ ガス分析より、ヒトの嗅覚の方が敏感なので脱臭能力が低下したと感じた場合、早めに泥炭ペレットを交換する。

泥炭は世界的に貴重な資源で、特に湿地帯では二酸化炭素の蓄積に大きく寄与しており、乾燥化により泥炭地が減ると二酸化炭素の放出が地球レベルで加速すると言われています。

下水処理施設で利用されている脱臭用の活性炭も再生化が進んでいます。脱臭材として利用した泥炭も耕地への還元など、環境負荷に配慮した利用法が今後は重要かと思われます。

参考文献

- 1) 岡宏, 船木稔, 伊藤純一 1988. 脱臭材としての酸化泥炭のアンモニアおよび硫化水素に対吸着特性. 環境技術, Vol.17, No.2
- 2) 平井光代 1983. 繊維質泥炭を用いた生物脱臭. 環境技術, Vol.12, No.3
- 3) Atsushi Wada, Makoto Shoda 1986, Characteristics of H₂S oxidizing bacteria inhabiting a peat biofilter, *J.Fermentation Technology*, Vol 64, Issue.2

用語説明

1) 地力増進法

地力の増進を図るため、土壌改良資材の品質に関する表示の適正化の措置を講じ、生産力の増進と農業経営の安定化を図る事を目的とする法律

2) 蛍光 X 線分析

照射 X 線により発生する蛍光 X 線を検出し、エネルギーから元素や組成を分析する方法

畜産技術研究所中小家畜研究センター 養豚・養鶏科 研究員 杉山 典