

畜心ん密閉式強制発酵装置排気ガスの脱臭技術の開発

誌名	埼玉県畜産センター研究報告 = Bulletin of the Saitama Prefectural Livestock Center
ISSN	13431870
巻/号	2
掲載ページ	p. 62-67
発行年月	1998年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



畜ふん密閉式強制発酵装置排気ガスの脱臭技術の開発

松本竹男 塩入陽介¹⁾ 小滝正勝

II. Development of Deodrant Technique of Exhaust Gas of Closed High-rate Animal Manure Compost.

Takeo MATSUMOTO, Yousuke SHIOIRI and Masakatsu KOTAKI

要 約

畜ふんの密閉式強制発酵装置排気ガスの脱臭技術の開発を検討した。装置は、N社製の洗浄式脱臭装置で排気量9.5m³/min、洗浄水量15ℓ/minで水量150ℓを循環利用する回分式とした。

- 1 水道水によるアンモニア除去：アンモニア濃度200~250ppmでの除去率は30分で35%に低下、以後20%以下になり処理したガスも200ppmを超えるようになる。
- 2 硫酸及び蟻酸によるアンモニア除去：アンモニアを100%除去した時間は、5%硫酸液で初期にアンモニア濃度が65ppm以下と低濃度であったため115時間、10%硫酸液はアンモニア濃度100~350ppmで93時間、5%蟻酸液でアンモニア濃度310~530ppmで39時間、10%蟻酸液で380~490ppm又、140~360ppm何れも15時間であった。

快・不快度の9段階表示では脱臭前に比べ、脱臭後で1ランク好転するもののやや不快と不快の間である。

低級脂肪酸4物質は48時間では、循環利用のため物質の蓄積が認められる。

- 3 アンモニア濃度概ね350ppm程度の排気ガスを10%硫酸液で処理する経費は、年間薬品代が、350,000円、電気代が129,600円である。

県内における畜産経営に関わる環境問題は、平成9年に85件の発生があり、その苦情の内容別には臭気に関するものが多く、全体の74%を占めている。畜舎からの臭気は比較的低濃度であるが、堆肥化をおこなう密閉式強制発酵装置の運転には、高濃度悪臭が発生するため、脱臭装置による処理が必要である。脱臭装置には土壌脱臭⁵⁾やロックウール脱臭⁵⁾などが開発されているが、広大な土地を必要としたり、排ガスの冷却や除塵操作が必要である。そこで、管理が容易で設置面積が少ない洗浄式脱臭処理装置を農家に設置して、省スペースで経済的な脱臭処理技術の実用化試験をおこなった。

材料と方法

1 試験場所と発酵装置及びその運転方法

設置場所は、県内の養豚農家（母豚80頭の一貫経営、計810頭）である。豚舎構造は肥育豚舎及び繁殖豚舎とも開放豚舎である。床の構造は肥育豚舎及び離乳子豚舎はスノコ式・ふん尿分離方式。繁殖豚舎は雌豚群飼方式で分娩豚舎、更新豚育成舎からなっており床構造はいずれもコンクリート床である。

密閉式強制発酵装置は、中部エコテック社製の急速発酵装置S-8ETで、実容積は9m³である。通常の運転方法（毎日発酵終了ふんを200kg取り出し、生ふん及び半乾燥ふんを1m³投入する）により発生する悪臭の脱臭について検討した。

2 脱臭装置と運転方法

脱臭装置は、N社製の洗浄式脱臭方式で密閉

¹⁾ 現埼玉県農業試験場

式強制発酵装置とは図1と写真1、2に示すとおりで本体は、FRP、形式は縦型充填ユニット式である。運転方法は排ガスをシャワーにより脱臭する方式で、発酵装置から排ガスをブローワーと排気ファン(0.4kw・200v・12m³/min)でネットリングを充填した脱臭塔に送風し、別の循環ポンプ(0.75kw・200v・25ℓ/min)で薬液等のシャワーで脱臭する方法である。

試験は、脱臭塔の下の貯留槽に150ℓの水及び薬液を貯留しシャワー水量毎分15.5ℓとし、運転方法は回分式とした。したがって、毎朝ふんの投入によりアンモニア発生量が変化するが、薬液はそのまま継続利用する。排ガス量は毎分9.5m³である。

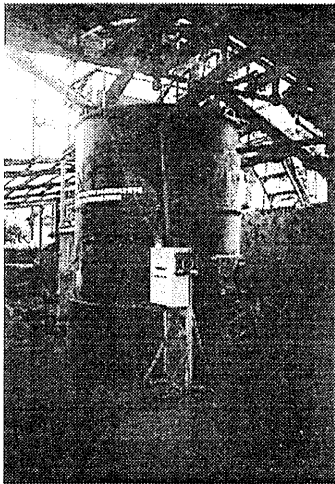


写真1 密閉式強制発酵装置

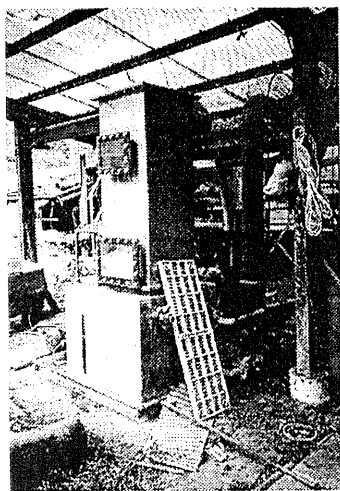


写真2 洗浄式脱臭装置

3 調査内容

試験区分は表1に示すとおりで、水道水と5%および10%に希釈した硫酸溶液と蟻酸溶液について検討した。

4 調査項目及び調査時間

調査項目は、アンモニア(検知管法)、低級脂肪酸(ガスクロマトグラフ法)及び快・不快度と発酵装置の運転状況、脱臭装置への入・出ガス及び薬液(脱臭液)の温度とpH等である。

調査時間は、スタートを0時間とし(実際は開始10~15分後)1、3、6、24時間を原則とし、適宜2、4時間を加えた。又、硫酸及び蟻酸についてはアンモニア吸着が飽和になった時点を終了とした。

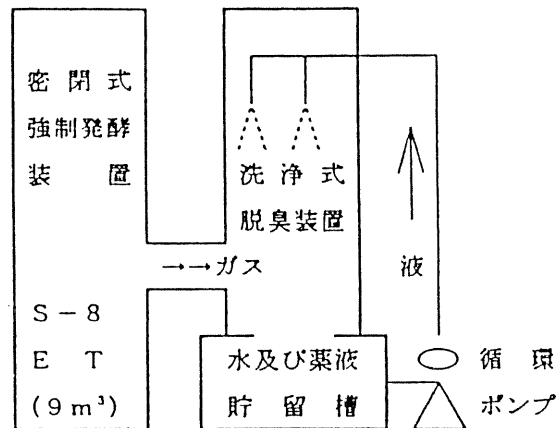


図1 洗浄式脱臭装置の構造

表1 試験区分

区	脱臭液
1	水道水
2	5%硫酸液
3	10% "
4	5%蟻酸液
5	10% "

結果と考察

現地試験のため発生臭気成分の一定化が図れないという条件があったが、シャワー水量と排ガス量は同一条件とした。又、排ガスの経時的アンモニア濃度と発酵装置及び脱臭装置の運転状況は、表2、3に示すとおりである。アンモニア濃度は平均で200~265ppmで、ふん投入後徐々に上昇し、6時間でピークに達しその後横這いとなり、翌日の朝まで続く傾向にあった。

表2 アンモニアガス濃度 ppm

時 間	濃 度
*0	211.7± 53.8
1	221.7± 47.5
3	246.7± 75.0
6	264.3± 62.1
24	261.1±122.7

注 *翌日ふん投入で0に戻る

表3 強制発酵装置運転と排ガス等の性状

脱臭液	槽内温度	入ガス温度	出ガス温度	終了時液温	アンモニア濃度
水道水	56.5	33.0	34.0	33.8	210~250
5%硫酸液	39.5	29.2	30.2	29.8	20~280
10%硫酸液	55.0	35.6	36.5	31.2	110~350
5%蟻酸液	52.5	31.5	32.5	31.5	310~530
10% "	50.0	30.5	30.5	29.0	380~490

注：単位は、アンモニアはppm、他は℃である。

表4 水道水によるアンモニアの脱臭

時 間 (分)	5	15	30	45	60	75	90
脱臭前(ppm)	220	200	230	230	230	250	250
脱臭後(ppm)	80	130	150	190	200	200	210
除去率 (%)	64	35	35	17	13	25	16

この濃度は、強制発酵装置の排ガスとしては低いと考えられる。ふんの予乾を行ってからの投入の影響と思われる。

発酵槽内温度は50~56℃であるが、5%硫酸は40℃、脱臭槽への入気ガス温度は30~36℃である。この農家では発酵槽内のふんの発酵状態を温度でみて50℃以上としている。

1 アンモニアの除去(吸収)

(1) 水道水による脱臭(試験1)：水道水によるアンモニアの除去は表4に示すとおりである。アンモニア濃度200~250ppmでの除去率は5分まで64%、30分まで35%、以後20%を割り込み処理した排ガスも200ppmを超えるよう

になった。

(2) 5%及び10%硫酸溶液による脱臭(試験2・3)：硫酸及び蟻酸による脱臭は表には示さないが、表2及び3のアンモニア濃度を100%除去した時間と考えた。すなわち除去能力がなくなった時を終了時点とし、その数値を表5に示した。ただし、5%硫酸溶液の場合は試験開始の初期に発酵装置の異常によりアンモニアが低濃度で推移し、0~54時間までは20~65ppmそれ以後65~280ppmの条件となり、結果115時間までアンモニアを脱臭し、排ガスにアンモニアは検知されなかった。

同様に10%硫酸溶液による脱臭では、アンモ

表5 密閉式強制発酵装置排気ガス中のアンモニア吸収率

薬液	時間 (H)	NH ₃ 濃度(ppm)		NH ₃ ガス 吸収量(kg)	薬品 使用量(kg)	NH ₃ 吸収率(%)
		最少	最大			
5%硫酸	115	20	280	5.97	14.1	42.4
10%硫酸	93	110	350	11.87	28.15	42.2
5%蟻酸	39	310	530	4.14	10.56	39.2
10%蟻酸	15	380	490	7.02	21.1	33.2

ニア濃度100~350ppmを処理した場合、93時間までアンモニアを脱臭した。

(3) 5%及び10%蟻酸溶液による脱臭(試験4・5): 5%蟻酸溶液では、310~530ppmとやや高濃度のアンモニアとなったが、39時間までアンモニアを脱臭した。しかし、10%蟻酸による脱臭ではアンモニア濃度380~490ppmとやや低濃度の140~360ppmと2回試験したが、何れもアンモニアの脱臭時間は15時間であった。

このように密閉式強制発酵装置から排出されるアンモニア濃度、概ね350ppm程度の排ガスを処理する場合、水道水による場合90%以上の除去率が得られるのは開始3分以内、又、水を循環しているため貯留槽内が飽和状態となり効果が低下する。このため新水補給が必要となり計算上からは1日当たり20m³以上も必要とし、更にその処理も必要になる。

一方、硫酸による場合では5%及び10%溶液において、3~4日程度脱臭能力があることが判明した。又、硫酸のアンモニア吸着量も使用量の概ね40%であることも確認できた。これは、小滝²⁾の行った鶏ふん強制発酵排気ガス中のアンモニア吸収試験と同様であった。したがって、使用に当たってはアンモニア除去効果と労力を考慮すると10%硫酸溶液が効果的と考えられる。又、このことについては、鈴木⁴⁾らも閉鎖型家畜ふん尿に適する脱臭装置の開発で、硫酸溶液5%と10%の比較で10%硫酸の除去率の上昇と除去能力持続時間の2倍を認めている。

蟻酸による場合、5%溶液はアンモニア吸着量は40%と硫酸及び小滝²⁾の数値に近いが、10

%溶液では33%と低かった。これは試験実施時期の外気温が10℃を下回ったことによる結露水流入の影響と考えられた。本多¹⁾らも密閉型・強制発酵機排ガスの脱臭試験において、臭気の導入時結露水と各脱臭槽底部に貯留された水を測定している。臭気導入時に1日当たり55ℓ、脱臭槽で46~59ℓの量である。佐藤³⁾らも同様に、脱臭槽底部で28~77ℓ/日を確認している。

(密閉型強制発酵機の容積が前者で20m³後方で16m³の差があるが本機は9m³である)。又、両名とも夏季においても認めている。今回の試験で5月~10月では結露水による貯留槽の増量は認められなかった。しかし、結露水が薬液内に流入すると処理高率の低下と貯留槽の溢れにより、ブロワー等のモーターの故障も考えられるので、排気ブロワー前後に臭気発生防止を考慮した水抜きを考える必要がある。

2 快・不快度

9段階の快・不快表示法の成績は表6のとおりで、排ガス原臭に対しては、不快と非常に不快の間の-2.3~-2.5の範囲にあり、脱臭後ではやや不快と不快の間の-1.3~-1.7の範囲でやや改善傾向にあるものの、どこか畜ふんを素にした臭気が残存している不快臭に変わりはないと感じるパネラーが多かった。又、硫酸と蟻酸溶液では若干臭いの質が異なる傾向にあった。このことは蟻酸特有の刺激臭の影響によるものと考えられ、5%溶液でも感じられた。又、アンモニアは除去されたものの低級脂肪酸始め、豚ふんに由来する悪臭物質が含まれているものと考えられた。

表6 快・不快度 (硫酸・蟻酸込み)

時 間	対照区	試験区
開始 5分	-2.50	-2.17
1 時間		-1.33
3 時間	-2.34	-1.42
24時間	-1.88	-1.99
48時間	-1.33	-1.83

3 低級脂肪酸

低級脂肪酸の測定結果は表7と8に示すとおりである。低級脂肪酸も硫酸と蟻酸溶液による臭気に差があった。低級脂肪酸4物質の規制値はプロピオン酸が0.07ppm、ノルマル酪酸とノルマル吉草酸が0.002ppm、イソ吉草酸が0.004ppmとなっており、硫酸区のスタート時は脱臭前では4物質全てが規制値を超えているが、脱臭後では概ねクリアしている。しかし、24時間後では一桁以上多く、又、48時間後では二桁以上多い数値となっている。これは薬液の循環利用の影響と考えられる。特に48時間では4物質とも脱臭前より高い値となっている。これらの数値規制は畜産農家の敷地境界線での値となっ

ているので、問題はないと考えられるが、長期的にみるならば何らかの脱臭装置の設置を検討する必要がある。

蟻酸区は硫酸区よりやや良好な数値であるが、脱臭前の値も低く、分析方法によるのか数値にバラツキがあった。

4 pH

pHは、表にはしめさないが硫酸で調整時5%及び10%溶液で各々0.37と0.07であったが、何れも2.0になるまで緩慢であるが、2.0を超えると飽和に達するのが早い。蟻酸では、調整時5%及び10%で各々1.86と1.65であったが、同様に3.0まで緩慢であるが4.0を超えると同様に飽和になるのが早い。したがって、何れもpHが4.0付近になった時、pH試験紙等で確認し、薬液の交換をする必要がある。鈴木⁴⁾らはpH3.0以上になったら4時間以内に交換を、又、小滝³⁾もpH6で液の交換を指示している。

5 経済効果

アンモニア濃度、概ね350ppm程度の排ガスを10%硫酸溶液で処理した場合、約4日間脱臭が可能と考えられ、この経費は年間約350,000円である。電気代は密閉式強制発酵装置の送風

表7 低級脂肪酸

	硫酸区ppm							
	スタート (0)		3 時間		24時間		48時間	
	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後
プロピオン酸	0.0660	0.0047	0.0097	0.1243	0.1654	0.2228	0.2305	0.2305
ノルマル酪酸	0.0792	0.0009	0.0158	0.1786	0.0149	0.3387	0.4022	0.4022
イソ吉草酸	0.2356	0.0043	0.0224	0.1375	0.0171	0.2362	0.3222	0.3222
ノルマル吉草酸	0.1310	0.0025	0.0108	0.0863	0.0404	0.1462	0.1878	0.1878

表8 低級脂肪酸

	蟻酸区ppm							
	スタート (0)		3 時間		24時間		48時間	
	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後	脱臭前	脱臭後
プロピオン酸	0.0566	0.0023	0.0432	0.0023	0.0181	0.0037	0.0266	0.0023
ノルマル酪酸	0.0375	0.0025	0.0388	0.0006	0.0120	0.0107	0.0385	0.0016
イソ吉草酸	0.0103	—	0.0511	—	0.0039	0.0170	0.0057	—
ノルマル吉草酸	0.0103	—	0.0146	—	—	0.0039	0.0065	—

ブローと本機のブローの代替を考えると、洗浄水循環ポンプ代金の129,600円である。

文 献

- 1) 本多勝男・宮崎光加・米持勝利：神奈川畜試研報、83,64～70,1993.
- 2) 小滝正勝：畜産環境対策大事典、403～407, 1995.
- 3) 佐藤・山田・網中・須田：農林水産省畜産試験研究成績・計画概要集（公立場所）、405～406,1996.
- 4) 鈴木睦美・高橋朋子・福光健二：群馬畜試研報1号、126～130,1994.
- 5) 中央畜産回：堆肥化施設設計マニュアル、157～165,1987.