

軽石を充填した低コストな脱臭装置

群馬県畜産試験場 山田正幸*、三枝孝裕**、高橋朋子、鈴木陸美

*現 群馬県農業技術センター **財団法人 群馬県産業支援機構

1 はじめに

「家畜排せつ物法」後の畜産環境の主要課題は、「堆肥活用した環境保全型農業の展開」と「悪臭対策」である。

悪臭対策については、表1に示したように場面毎に対応技術が開発されていたり、開発途上にある。確実な悪臭対策を行うためには、悪臭の発生状況に対応した表1のいくつかの対策を組み合わせることで効果的と考えられている。例えば、低蛋白飼料、速やかな除ふん、酸化的なふんの発酵と脱臭、境界に生垣等の組み合わせ対策が考えられる。

表1 主な悪臭対応技術

場面	技術名
飼料	・低蛋白飼料
畜舎	・腸内環境制御 (化合物、微生物) ・除ふん ・脱臭
ふんの発酵	・乾燥促進 ・微生物制御 ・脱臭
境界	・生垣 (臭気緩和とイメージアップ)

大きな効果を期待できる単独技術は脱臭のみであり、その他の技術は現時点では軽減策的な位置づけである。ところが、脱臭技術も畜産農家が導入できる程度に確立されたものは見あたらない状況が続いており、悪臭は相変わらず公害的側面が強いままである。

畜産環境のこの状況を打破し、確実な臭気対策を可能にするためには、質と量の異なる臭気発生源である畜舎と発酵施設の二つについて2タイプの簡易低コスト脱臭技術を開発することが必須である。ここでは群馬県が開発を進めてきた発酵施設向けの脱臭技術について述べる。

2 農家の求める装置とするために

開発する技術は、畜産農家からみて導入したくなるものである必要がある。もう少し具体化すると、①能力を発揮できる、②維持管理が難しい、③設置費や維持費が安い3課題をクリアすることである。これらの判断基準から既存法を検討し、身近に存在する低コストな資材を担体とした新たな微生物脱臭技術を開発することにした。

発酵装置から発生する処理すべき臭気はアンモニアである。この微生物脱臭ではアンモニアを微生物により硝酸に酸化することで脱臭する。高性能化のためには、脱臭槽内のこの細菌の密度を高く維持することである。そこで、独立栄養で増殖速度が遅く、固体表面に付着して生活することを好むこの細菌の生活スタイルを満足させることのできる担体を充填すること、またその担体は身近に多量に存在するがゆえに安価であることを基準に候補を探す調査を行い、軽石を選択した。

十分に湿らせた軽石は、表2のように容積比重が0.8程度で水よりも軽い。この状態で全容積の約半分が気相（粗大孔隙）で空気を通しやすい。水分を保持する微細孔隙（液相）が30%程度存在し、臭気のアンモニアを溶解して除去するとともに固体表面で活動する微生物への水分供給に優れている。

表2 軽石の三相分布

資材	粒径 (mm)	三相分布(%)			容積比重 (湿潤)
		固相	液相	気相	
軽石	5~10	21.1	31.4	47.5	0.81
	5~20	21.9	25.3	52.8	0.71

*測定は水浸後に重力水排除して行った。

装置の設置に必要な面積を少なくするためには充填厚を大きくすることが考えられるので、充填厚と送風抵抗の関係を脱臭槽設置の場合に予想される0.5~2mの範囲で、三相分布と同様に最大湿潤状態のものについて調べ、図2に示した。5~10mmのものも5~20mmのものも、各充填厚について送風量の増加につれて2次関数で示すことができたが、5~10mmの

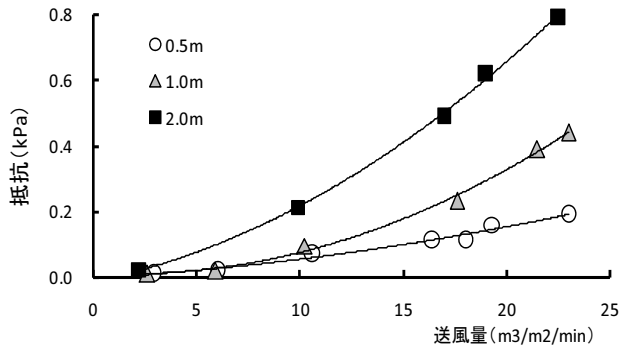


図1 軽石の充填厚と送風抵抗(5~20mm)

ものは5~20mmのものに比べ各送風量の段階での抵抗の値は2倍程度であった。このことから、高濃度で送風量の少ない処理を行う密閉型発酵装置などの場合には粒径の細かい軽石を、低濃度で送風量の大きい処理を行う開放型発酵装置などの場合には粒径の大きな軽石を選択することとした。

3 実証する

(1) 高濃度対応型

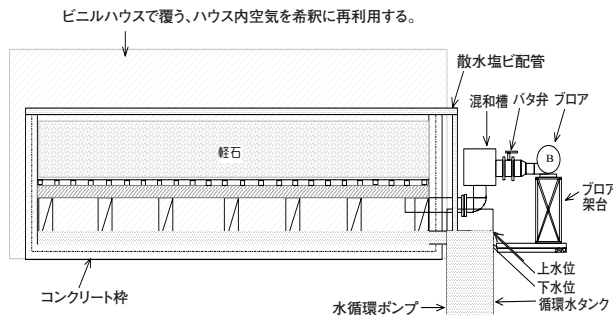


図2 高濃度対応型実証装置の構造(立面)

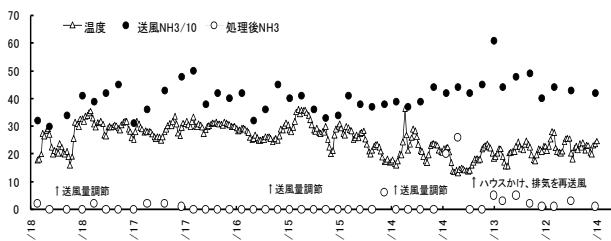


図3 脱臭成績(高濃度対応型)

図2に示したような構造の軽石を充填した脱臭槽を設置し、密閉型発酵装置から発生する臭気の脱臭を試みた。装置を概略すると脱臭槽は面積10m²で5~10mmの軽石を1mの厚さで充填してある。発酵装置からは1000~2000ppmのアンモニアを含む臭気が発生するが、混合槽で外気により日平均で400ppm程

度になるように希釈し、毎分10m³を送風した。脱臭槽の下部は軽石を湿潤状態に維持するために散布する循環水の貯留場所として利用し、連結させた循環

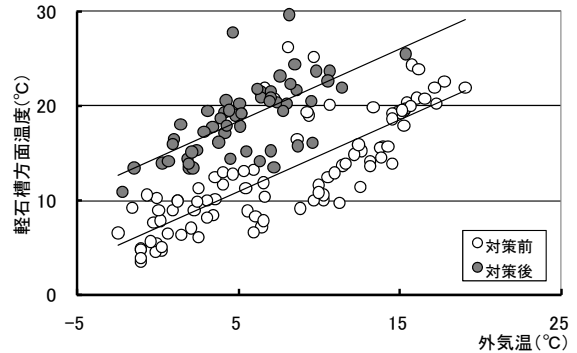


図4 温度低下防止対策前後の軽石槽表面温度

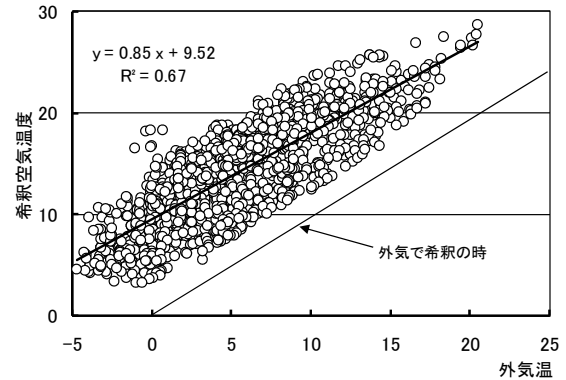


図5 処理空気を希釈に再利用した場合の効果

水タンクから散水用の水をくみ上げた。散水量は軽石の保持する水を1日で交換できる量とし、30分サイクルの2分間で散水した。送風は散水中も連続で行った。

運転は2004年4月に開始し、図4に示したように順調な結果が得られた。装置は露天の状態であったために冬に向かっての気温の低下の影響を受け、図4の対策前のように送風条件の変更のみでは脱臭槽の温度低下を防げず中心部でも10度程度、軽石の表面では5度程度まで低下してしまい、処理後にアンモニアが高濃度に存在するようになった。この対応策として脱臭槽全体を簡易ビニルハウスで覆った。このときのハウス内空気は図5のように外気に比べ10度近く温度が高く、かつ酸素濃度は空気とほぼ同程度なので、これを希釈用に再利用する方法をとった。この結果、図4の対策後のように脱臭槽の温度は上昇し、それに伴って脱臭に能力も回復した。その後、現在まで継続利用しているが大きな問題は発生せず、能力を発揮している。

(2) 低濃度対応型

装置の基本構造は高濃度対応型と同様である。軽石の粒径は5～20mmを利用し、充填厚は0.5mとした。発酵槽は長さ62m、幅6m、堆積高さ1.5mであり、乳牛ふんを戻し堆肥主体で水分調整した堆積物1m³当たり毎分70Lの送風を行い、攪拌は週1回往復させるのみとし約1ヶ月の発酵をさせる施設である。この発酵槽は長さ62m、幅10m、高さ6mの、扉で締め切ることのできる建物で覆われている。その屋根下から臭気を吸引し送風した発酵槽の排気はアンモニア濃度が20ppm程度であり、この排気を直接脱臭槽に送風した。脱臭槽は面積50m²で、送風量は毎分400m³とし、散水や送風は高濃度対応型と同様に設定した。なお、低温対策は脱臭槽のブルーシート被覆のみとした。

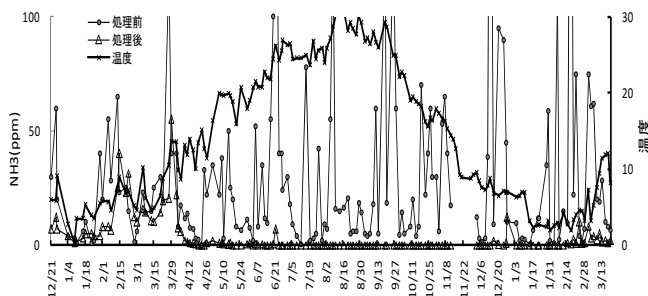


図6 脱臭成績(低濃度対応型)

図6に示したように、2006年の12月よりデータを回収したが、冬期の低温により能力の発揮は温度が上昇する4月以降にずれ込んだ。送風した臭気のアンモニア濃度は攪拌時には100ppmをこえる場合もあるが、それ以外の場合には20ppm程度であった。このような臭気に対してこの装置は十分な脱臭能を示し、装置通過後にはアンモニアはほとんど検出されなかった。また、循環水のpHは酸性化しており装置の脱臭能は負荷量に対して十分にあることが伺えた。このような状態で2007年の冬を迎え、温度低下によりアンモニア酸化能は停止していると想像される状況となり、循環水のpHも次第に上昇したが、ごく低濃度のアンモニアを2月の一時期に処理後に検出しただけであった。

4 まとめ

以上に述べてきたように、この脱臭方法はアンモニア濃度の高い密閉型発酵装置にも、濃度の低い開放

型発酵装置にも対応可能である。軽石は通気性と保水性に優れた無機系の多孔質であることから、アンモニア酸化細菌の集積培養に好適な環境を作り出せると考えられるため、一日に充填量1m³当たり400g程度アンモニア性窒素を処理することができた。さらに、最初の実証装置も連続5年使用でも充填資材の軽石に変化がおきないことから、長期間の使用に耐えられると考えられる。また、軽石は地域資源として豊富に県内に埋蔵され篩い分けするだけで利用可能なため、処理が必要なロックウール等と比較して数分の一の価格で利用できる。これらの特徴により装置は高性能化と低コスト化を同時に達成できることから、畜産農家でも導入可能になると推測される。

生物処理であるから、微生物活性の高い状態に維持することが求められる。この点からすると、厳密にはつめてないが、高濃度対応型ではアンモニア濃度を400ppm以下とすること、冬期対策として脱臭槽に何らかの覆いをして温度低下を防ぐことである。また、発酵槽の排気の水蒸気飽和度が高いため循環水量が増加しやすいので、循環水の処分方法も含めての対応が求められる。なお、循環水量の増減は脱臭槽の水蒸気の収支により説明できると考えられるので、希釈空気の割合を高め、槽から出て行く水蒸気量を増加させることも対応の一つである。低濃度対応型では開放型発酵槽を想定しているため、まず発酵槽の建物に臭気を回収できるような改造が必要となる。また、処理空気量を少なくすることと冬期の温度低下回避を含め、処理対象空間(空気)をできるだけ少なくすることである。簡易であれ冬期対策が必要である。給水装置については、密閉型発酵槽に設置し循環水の増加が予想される場合には必須ではないが、開放型発酵槽に設置する場合には循環水量の減少がおきるので必須となる。

一連の技術開発のうちの高濃度対応型までは財団法人畜産環境整備機構の簡易低コスト家畜排せつ物処理施設開発普及促進事業により、低濃度対応型は独立行政法人科学技術振興機構の地域結集型研究開発プログラムにより実施したものである。基礎部分は特許出願してある(特願2004-266142)。また、木戸株式会社(前橋市)、群立機器株式会社(前橋市)、株式会社岡田製作所(館林市)、日環エンジニアリング株式会社(桶川市)、中部エコテック株式会社(名古屋市)と実施の許諾契約を結んでいる。