

畜産業用生物脱臭装置の開発

○多田羅昌浩、山澤哲、東郷芳孝

鹿島建設(株)技術研究所

概要：畜産経営にかかわる環境汚染問題のうち、悪臭関連問題の発生件数が最も多く、効率的な臭気防除技術の確立が急務となっている。本研究は、農水省のエコシステムプロジェクトの一環として、独立行政法人中央農業総合研究センターと協力して実施したものであり、畜産農家が導入できる低コストな脱臭装置の開発を行うことを目的に実証実験を行った。

実験の結果、家畜排泄物の堆肥化過程で排出される臭気中で最も高濃度な成分であるアンモニア（平均濃度約70ppm，最高濃度200ppm）を、90%以上コンスタントに除去することが可能であった。また、冬期の低温時も90%以上の除去性能を維持することが可能であった。脱臭担体内の水分に溶解したアンモニアは、硝化菌などにより速やかに硝酸イオンまで分解されることがわかった。また、脱臭担体での窒素の蓄積は見られなかったため、脱窒反応も同時に進行していると考えられる。

キーワード：畜産、堆肥化、臭気、生物脱臭、バイオフィルター

1 研究目的

近年、畜産経営の大規模化、専門化に伴う家畜排泄物の集中、偏在化が顕著となっている。このため、排泄物の不完全な処理、あるいは循環利用などに起因する環境負荷が増大し、悪臭、水質汚濁などの環境汚染問題が深刻化している。また、混住化の進展、環境問題に対する関心の高まり、環境汚染に関連する法律の規制強化等、畜産を取り巻く諸情勢は年々厳しくなっており、これらの問題の解決は畜産農家の存続にかかわるきわめて重大で、緊急性を要するものである。

わが国の悪臭問題の中でも、畜産に起因するものはかねてより多く、1970年代前半までは総苦情件数の30～40%を占め、業種別の割合では最大であった。以後、件数、総件数に占める割合とも漸減を続け、92年以降はサービス業その他に由来する件数を下回っているが、畜産農家戸数の減少傾向はこれを上回っており、年代を追って悪臭問題は相対的にはむしろ増加しているとも言える。この背景としては、都市近郊において畜産農家に住宅地が近接する場合が増えていることや、農家一戸あたりの家畜飼養頭羽数の増加なども考えられる。

しかし、個々の畜産農家が導入できる低価格で高効率な脱臭システムは未確立である。そこで、本開発では、新たに開発された下部散水型脱臭装置を実施地に適用し、脱臭特性について検討し、脱臭技術を確立することを目的とした。

2 下部散水式脱臭装置

生物脱臭法は水分に一旦、臭気成分を溶解させる必要があるため、バイオフィルターに含まれる水分の均一性によって、脱臭効率が決定するといっても過言ではない。従来のピートモス脱臭法に代表される固定床

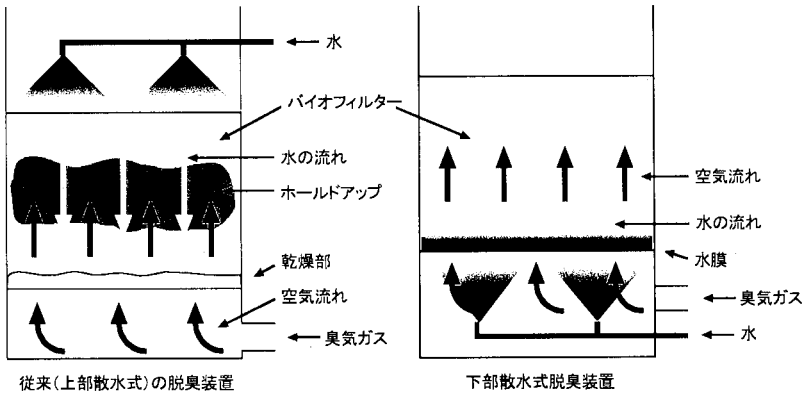


Fig.1 上部散水式, 下部散水式脱臭装置の比較

型脱臭装置ではFig.1左側に示す上部散水式が一般的であるが、散水による水分の流れの方向と臭気ガスの流れの方向が逆向きになるため、バイオフィルター下部まで十分に水分が供給できず、バイオフィルター下部が乾燥し、効率が悪化していた。また水量を増やすと散水した水分の一部が

ホールドアップ（水溜）し、圧力損失が大きくなり、運転不能になることがあった。そこで、当社のピートモス式生物脱臭装置（商品名：BADOS）をベースに新たに開発した脱臭装置が下部散水式脱臭装置である（Fig.1右側）。下部散水式脱臭装置の特長を以下に示す。

- バイオフィルターは、ピートモスを主成分にしており、保水性が非常に良く、微生物が増殖しやすい環境になっている。また、土壌に比べ圧力損失が低い。
- 担体下部から散水することで臭気ガスと散水水が平行流となり、バイオフィルター下部にできる水膜に臭気ガスが接触するため臭気ガスが加湿され、バイオフィルターの含水率が均一に保てる。
- 散水によるバイオフィルター部での水のホールドアップがないため散水時も圧力損失が上昇しない。
- 上部からの散水に比べ圧密が生じないため、バイオフィルターに圧密防止担体を使用する必要がなく、低コスト化が可能である。
- 圧密による臭気ガスのショートパス（特定の決まった部分をすり抜ける現象）を防止することができ、バイオフィルターの切り替えし等のメンテナンス頻度を少なくすることが可能である。
- 畜産系臭気ガスで問題となっている粉塵や、塩類の結晶物による目詰まりを防止することができる。

Fig.2にシステムの基本フローを、実施例をPhoto.1に示す。臭気源からの臭気ガスは送風機にてバイオフィルターへ送られる。臭気ガスはバイオフィルター内を下から上へ流れることにより、脱臭微生物と接触し、分解脱臭される。

バイオフィルターは、タイマー制御された散水ポンプにより、下部から散水し、保湿される。また、バイオフィルターの入口側には圧力計と温度計が設置され、バイオフィルターの圧力損失と臭気ガスの温度が測定される。

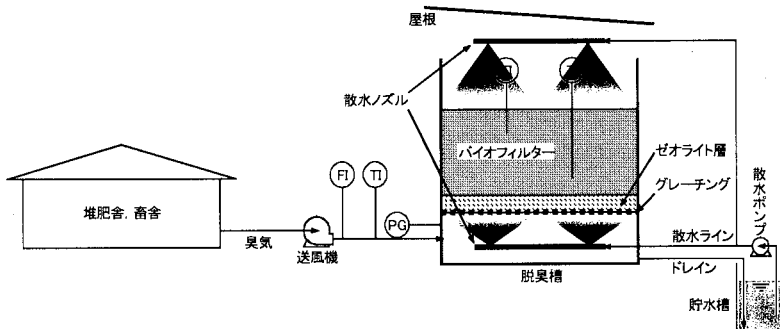


Fig.2 システムの基本フロー

3 研究方法

大阪府立食とみどりの総合技術センター（前大阪府立農林技術センター）に建設した下部散水式実規模プラント（バイオフィルター容量：50m³、最大処理風量：200m³/分）を使用し、脱

臭装置入口、出口のアンモニア、硫黄化合物、低級脂肪酸の濃度を測定した。また、バイオフィルター中（バイオフィルター上部から10cm、40cm、90cmの深さ）、散水水中の窒素化合物濃度の測定を行った。臭気ガス中の硫黄化合物、低級脂肪酸の分析は、ガスクロマトグラフで、アンモニアの分析は検知管を用いて行った。バイオフィルター中の窒素の分析は、土壌分析法に従い抽出した後、液体クロマトグラフで行った。散水水中の窒素分析は、液体クロマトグラフ法で行った。

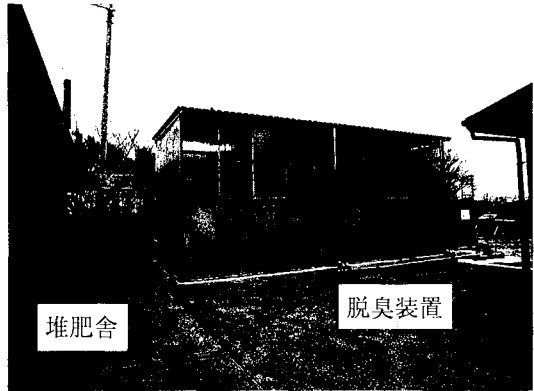


Photo.1 実験装置全景

4 研究成績の概要

2001年4月5日から、脱臭装置の馴養を行うため、送入アンモニア濃度=約10ppm、SV（滞留時間の逆数）=45 [-h]で運転を行った。

運転を開始してから2001年12月までの硫黄化合物の除去率の経日変化をFig.3に、低級脂肪酸除去率の経日変化をFig.4に示す。実験開始から徐々に除去率が高くなり、実験開始後約4ヶ月で90%以上の除去性能を確保できることが確認できた。なお、実験期間中を通して、出口での硫黄化合物濃度は数十～数百ppb、低級脂肪酸濃度は数十ppbであった。

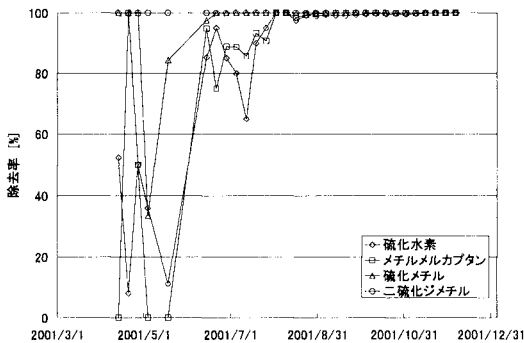


Fig.3 硫黄化合物除去率

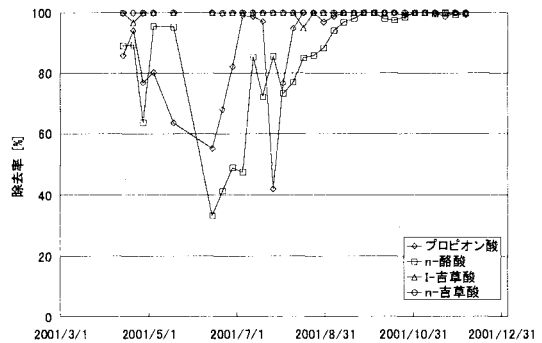


Fig.4 低級脂肪酸除去率

冬期における脱臭装置入口、出口のアンモニア濃度、硫黄化合物濃度、低級脂肪酸濃度の日変化をFig.5、6、7に示す。グラフ中の入口濃度が高くなっている部分は、堆肥の攪拌を行っている期間である。測定した全ての成分で、攪拌中は大幅な入口濃度の上昇がみられた。このような高濃度状態においても出口側濃度は低い値を維持し、冬期でも良好な除去性能を示している。なお、測定日の12月6日の平均気温は10℃、最高気温は15℃であった。

実験期間中の窒素の収支について検討した結果をFig.8、Table1に示す。バイオフィルター中の窒素量は7kg（900mg/kg-dryバイオフィルター）で安定することがわかった。散水に使用した水は、有効容積1.5m³の貯水槽に貯留した水を使用し、ドレインは貯水槽に流入するようになっている。実験期間中、貯留水は減少傾向にあったため、水道水を加え常に1.5m³となるように制御した。そのため、貯留水をドレインすることによる窒素の系外への排出はなかった。また、バイオフィルター、散水水中の窒素はほとんどNO₃⁻として存在していることがわかった。したがって、脱臭塔内でアンモニアが速やかに硝化されていることが確認できた。ま

た、脱臭塔に送り込まれたアンモニアは、バイオフィルター、散水水中に蓄積することが無く、ほとんどが除去されていることが確認できた。

参考文献

- 1) 東郷芳孝、多田羅昌浩、畜産業用生物脱臭装置の開発、農業技術、Vol.55、No.1、pp.26-30、2000

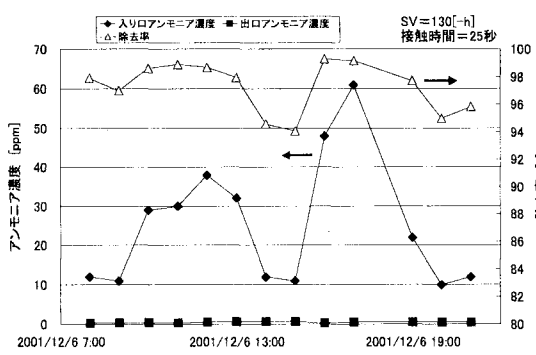


Fig.5 冬期におけるアンモニア濃度の変化

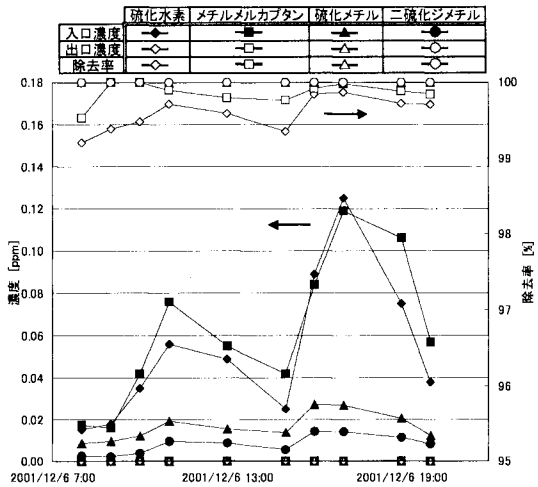


Fig.6 冬期における硫黄化合物濃度の変化

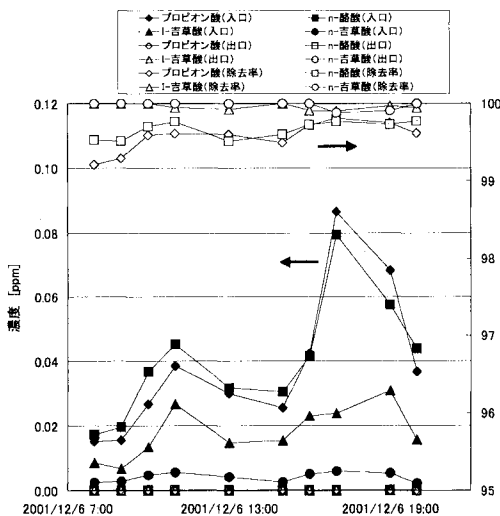


Fig.7 冬期における低級脂肪酸濃度の変化

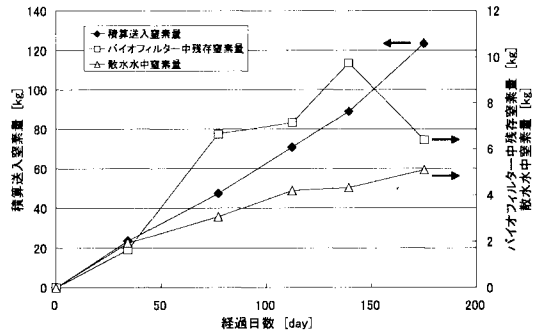


Fig.8 バイオフィルター、散水水中の窒素化合物の経日変化

Table.1 脱臭装置内での窒素の挙動

経過日数	積算送入窒素量[kg]	バイオフィルター中残存窒素量[kg]				散水水中窒素量[kg]				除去量[kg]
		NH3-N+NH4-N	NO2-O	NO3-N	合計	NH3-N+NH4-N	NO2-O	NO3-N	合計	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	23.6	0.0154	0.00151	1.62	1.64	0.310	0.740	0.880	1.93	20.0
77	47.5	0.0125	0.000148	6.64	6.65	0.590	0	2.47	3.06	37.8
112	70.9	0.00860	0	7.15	7.16	0.870	0	3.32	4.19	59.6
139	89.1	0.00820	0.00160	9.75	9.76	1.02	0	3.30	4.32	75.0
175	124	0.0730	0.00271	6.32	6.40	1.38	0.0200	3.68	5.08	112

積算送入窒素量: (送入アンモニア態窒素量)-(排出アンモニア態窒素量) の積算値
 除去量: (積算送入窒素量)-(バイオフィルター中残存窒素量)-(散水水中窒素量)