

報告

畜産施設から発生するアンモニアのバイオ脱臭について

高橋通正
(大気環境部)

Note

Effect of Biological Deodorization for Ammonia from Composter

Michimasa TAKAHASHI
(Air Quality Division)

1. はじめに

悪臭公害は、大気汚染、水質汚濁等の公害と違って、感覚公害の一つであり、一般に発生源付近の局地汚染として人に不快感を与えるところから、毎年多数の苦情が寄せられている。県内における平成4年度の悪臭苦情件数¹⁾は、448件であり、その内、畜産業に係わる苦情は、66件とサービス業等、製造業に次いで3番目に多く、苦情件数の14.7%を占めている。畜産業は、中小零細のものが多く、臭気対策に費用をかけられないため、製造業等に比べて臭気対策が遅れているのが現状である。

そこで、豚や牛のふんの堆肥施設から発生するアンモニアを対象に、低コストで維持管理が容易であるバイオ脱臭装置の実用化について検討するため、アンモニア標準ガスを用いた室内実験と、現場で実際の堆肥施設の脱臭試験を行い、その脱臭過程、脱臭効率等の検討を行った。

2. 方法

2.1 室内実験

2.1.1 脱臭液比較試験

バイオ脱臭の効果を見るため、脱臭液として①活性汚泥液(豚舎の汚水を処理している活性汚泥でMLSSが約7,000mg/lのもの)、②処理水(豚舎の汚水の処理後の水でBODが約40mg/lのもの)、対照として③地下水の3種類を選定した。

これらの脱臭液を、図1に示す脱臭実験装置の円筒ガラス管内に約700ml入れ、それぞれに、テドラーバッグ(200l)に500ppmに調製したアンモニアガスを連続的に通気して、脱臭液によるアンモニアの脱臭効率についての比較試験を行った。

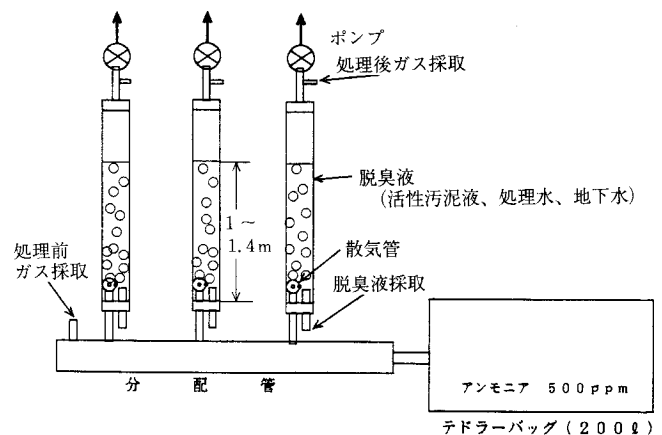


図1 脱臭実験装置概要

なお、テドラーバッグは、ガスの消費状況に応じて、2日に1度、新しいものと交換した。

2.1.2 負荷試験

脱臭液のアンモニア処理能力を見るため、活性汚泥液

700ml (MLSS約7,000mg/l)を用い、アンモニアガス(500ppm)の流入速度を80ml/min(アンモニア負荷量1.82mg/h)、100ml/min(同、2.28mg/h)、120ml/min(同、2.73mg/h)と変化させて比較試験を行い、アンモニア脱臭効率(アンモニア検知管による)、脱臭液のpH、液中のアンモニウムイオン、亜硝酸イオン及び硝酸イオン濃度(イオンクロマトグラフィーによる)を分析した。

2.2 現地調査

神奈川県畜産試験場に設置してある豚ふん堆肥施設の脱臭試験装置を用いて現地調査を行った。

脱臭試験装置は、図2に示すとおりスクラパー方式で、活性汚泥液量は250l (MLSS約7,000mg/l)、循環液量は90l/minで運転している。この装置を2基使用し、実際の豚ふん堆肥施設排ガス(アンモニア濃度約500ppm)を、処理ガス量をそれぞれ30l/minと60l/minとして8週間にわたり運転し、アンモニア脱臭効率(アンモニア検知管による)、脱臭液のpH、液中のアンモニウムイオン、亜硝酸イオン及び硝酸イオン濃度(イオンクロマトグラフィーによる)を分析した。

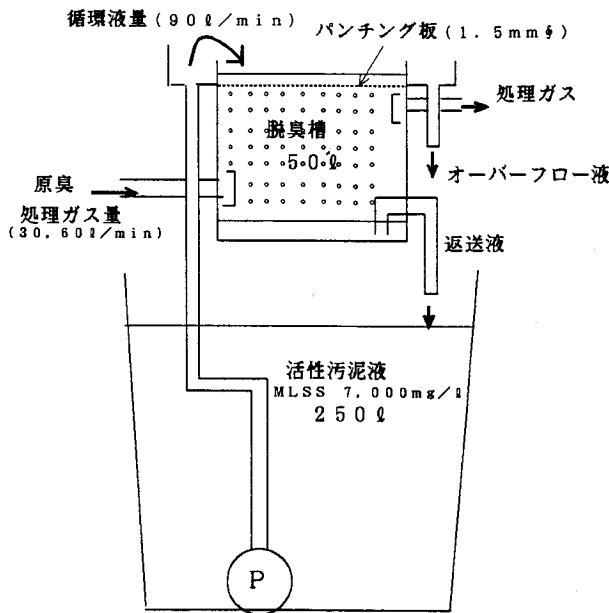


図2 畜産試験場に設置されている脱臭試験装置

3. 結果及び考察

3.1 室内実験結果

3.1.1 脱臭液比較試験結果

(1) 脱臭効果

活性汚泥液を用いた場合のアンモニアの脱臭効率は、運転開始から77時間後までほぼ100%を示したが、処理水、地下水はともに24時間後に脱臭効率が90%以下とな

り、その後約80%まで低下した。

(2) イオン成分の変化

活性汚泥液と処理水、地下水の脱臭効果に差が出た理由を調べるため、脱臭液中のアンモニウムイオン、亜硝酸イオン及び硝酸イオンの分析を行い比較したところ、図3のとおり、活性汚泥液では、硝酸イオン濃度が経時的に増加していた。このことは、アンモニアが活性汚泥液中で硝酸に酸化され処理されていることを示している。しかし、処理水及び地下水では、アンモニアが酸化処理されないため、硝酸イオンの変化はほとんどなく、アンモニウムイオン濃度だけが上昇した。

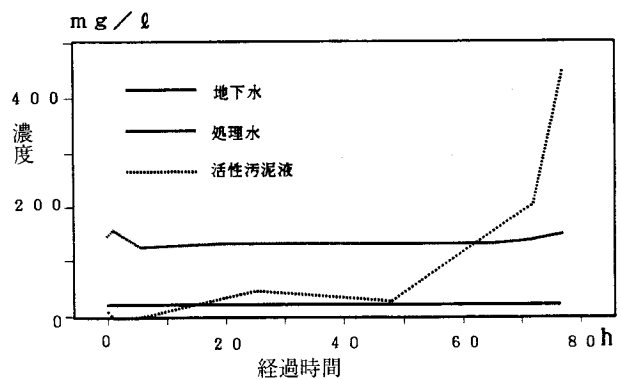


図3 硝酸イオン濃度経時変化(各脱臭液の比較)

脱臭液として活性汚泥液を用いた場合は、図4に示すように液中のアンモニウムイオン濃度の増加が少なく、また、亜硝酸イオン濃度、硝酸イオン濃度が経時的に増加し、微生物(亜硝酸菌、硝酸菌)によりアンモニウムイオンが亜硝酸イオン、硝酸イオンに酸化されていることが推定された。^{2),3)}

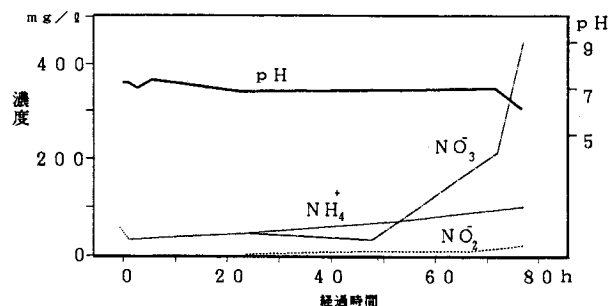


図4 活性汚泥液のpH及びイオン濃度変化

また、処理水、地下水では、亜硝酸、硝酸イオン濃度の増加がほとんどなかったことから、活性汚泥液中のこれらのイオン濃度の増加は、微生物によって酸化されたものと考えられる。

3.1.2 負荷試験結果

(1) 脱臭効果

脱臭液として活性汚泥液(MLSS約7,000mg/l、pH7.5)を用い、アンモニアガス(500ppm)の流入速度80ml/min(アンモニア負荷量1.82mg/h)、100ml/min(同、2.28mg/h)、120ml/min(同、2.73mg/h)で脱臭試験した結果、いずれの負荷量でも、負荷時間96時間(4日)、ほぼ100%の脱臭効率を維持した。

(2) イオン成分の変化

アンモニア負荷量の最も大きい(2.73mg/h)条件では、pHは初め7.5であったが、硝酸イオンの生成により7.0まで下がった後、アンモニウムイオンの増加に伴い7.5まで上昇した。負荷量1.82mg/h及び2.28mg/hでは、アンモニウムイオン濃度は高くなったが、亜硝酸イオン、硝酸イオン濃度も高くなったため、徐々にpHが低くなり7.0以下となった。このことから、活性汚泥液700ml(MLSS約7,000mg/l)の場合、負荷量2.73mg/h以上では運転時間が長くなると、pHが7.0以上になって脱臭効果が持続しないことがわかった。

3.1.3 アンモニウムイオンの酸化速度

脱臭液として活性汚泥液(MLSS約7,000mg/l)を用い、アンモニアガス(500ppm)の流入速度80~120ml/minで脱臭試験した時の、微生物がアンモニウムイオンを亜硝酸イオン、硝酸イオンに酸化する速度(亜硝酸イオン、硝酸イオンの時間当たりの増加量をアンモニア量に換算

して算出した)は、0.6~3.8mg/h(2.06~13.0gNH₃/Kg MLSS)であった。

なお、アンモニアガスの流入速度が80ml/min(アンモニア負荷量1.82mg/h)の時のアンモニア負荷量と活性汚泥液中のイオン量(アンモニア換算)の経時変化は図5のとおりであり、活性汚泥液中に吸収されたアンモニアは、ほぼ全量がアンモニウムイオンと、微生物の酸化により生成する硝酸イオンとになっており、効率的にアンモニアが処理されていることがわかった。

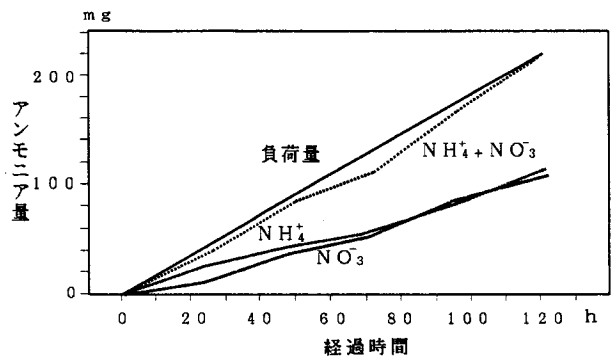


図5 アンモニアの負荷量と活性汚泥液中イオン量

3.2 現地調査結果

堆肥施設から発生しているアンモニア濃度を分析したところ、100~620ppm(平均値約500ppm)と変化していた。このガスの一部を、処理ガス量を30 l/minに設定して脱臭装置に通気したところ、試験期間中(8週間)

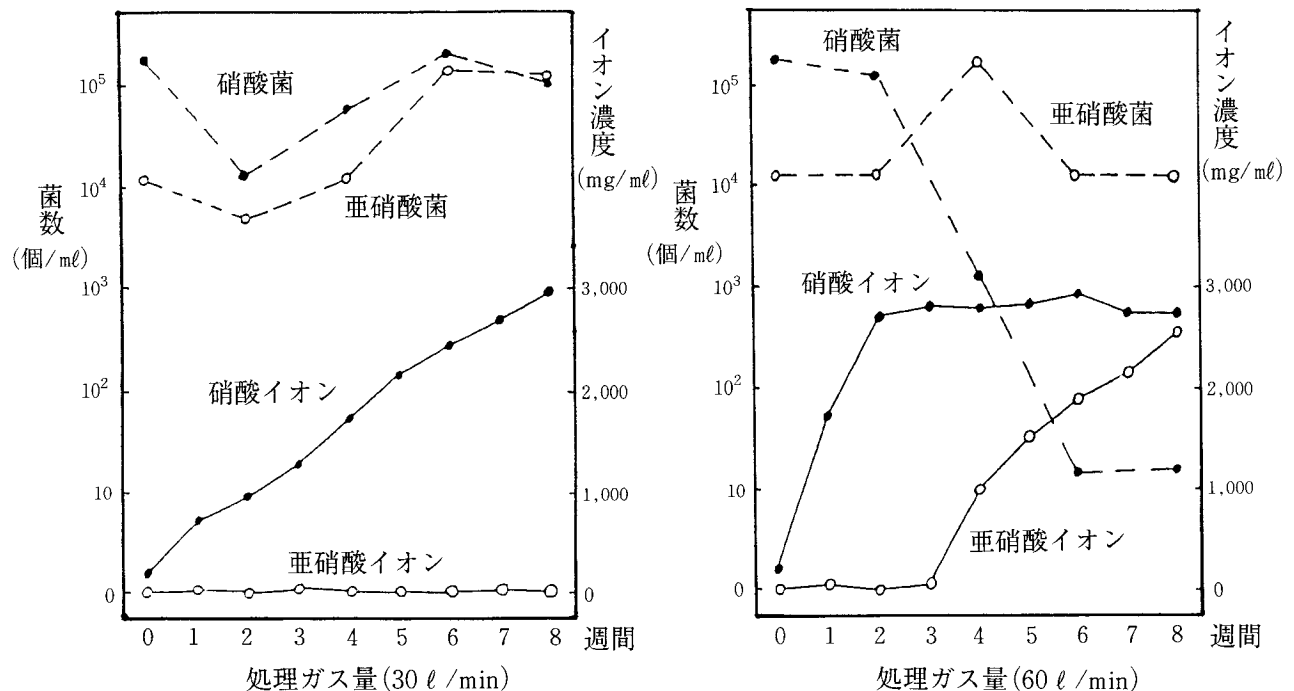


図6 硝酸、亜硝酸菌数と硝酸、亜硝酸イオン濃度(畜産試験場調査資料)

100%の脱臭効率を維持したが、処理ガス量を60ℓ/minに設定すると、6週間後に脱臭効率が95%になり、8週間後には75%まで低下した。

この理由としては、活性汚泥液の分析結果から、処理ガス量30ℓ/minでは硝酸イオン濃度が増加し、pHが下がったが、処理ガス量60ℓ/minでは、運転開始2週間後から硝酸イオン濃度の増加が止まり、アンモニウムイオン、亜硝酸イオンが蓄積し、pHが上昇したためと考えられる。

なお、この実験時に畜産試験場が行った微生物検査⁴⁾によれば、図6に示すように、処理ガス量30ℓ/minでは、硝酸菌数に大きな変化はなかったが、処理ガス量60ℓ/minでは、運転開始2週間後から硝酸菌数が急激に減少していた。これは、アンモニアが過負荷で過剰に蓄積したため、アンモニアの毒性により硝酸菌の生存が阻害されたためと考えられる。

また、処理ガス量30ℓ/minの実験では、アンモニアの他、硫黄化合物、低級脂肪酸も効率よく処理されており、本実験のように硝化の進行した活性汚泥液を用いたバイオ脱臭装置が堆肥施設の脱臭に適用できることがわかった。そして、適切な負荷量(室内実験から、アンモニア濃度500ppmで、活性汚泥液量250ℓ(MLSS約7,000mg/ℓ)の場合、処理可能ガス量は約40ℓ/min)であれば、長期間高い脱臭効率を維持できることがわかった。

なお、実際の堆肥施設の脱臭においては、活性汚泥液量を増やすことにより処理可能ガス量を増やすことができる。

4. まとめ

畜産臭気の対策として、活性汚泥液を用いたアンモニアの脱臭について、室内実験、現地調査を行い次のことがわかった。

(1) 室内実験において、アンモニアが脱臭液に吸収され

アンモニウムイオン(NH₄⁺)となり、微生物(亜硝酸菌、硝酸菌)により亜硝酸イオン(NO₂⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)に酸化される過程を経時的に追跡したところ、活性汚泥液では、アンモニウムイオン濃度の上昇が少なく、また、亜硝酸イオン濃度、硝酸イオン濃度は経時的に上昇し、微生物が活動していることが推定された。

(2) 活性汚泥液量700ml(MLSS約7,000mg/ℓ)の場合、アンモニア負荷量2.73mg/h以上ではpHが高くなって脱臭効果が持続しないことがわかった。

(3) 脱臭液として活性汚泥液(MLSS約7,000mg/ℓ)を用い、アンモニアガス(500ppm)の流入速度80~120ml/minで脱臭試験した時の微生物がアンモニウムイオンを亜硝酸イオン、硝酸イオンに酸化する速度は、0.6~3.8mg/hであった。

(4) 豚ふん堆肥施設の脱臭試験を行ったところ、アンモニア負荷量に対して活性汚泥液量を適正に保てば、長期間高い脱臭効率を維持できることがわかった。

(5) 活性汚泥液を用いたバイオ脱臭装置は、アンモニアの他、硫黄化合物、低級脂肪酸の悪臭物質も効率よく処理することができ、堆肥施設の脱臭に適用できることがわかった。

5. 謝辞

現地調査において御協力いただいた、畜産試験場本多専門研究員に心より感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 「わたしたちの環境」(平成5年度)神奈川県環境部、p174(1993)
- 2) 「生物脱臭の基礎と応用」(社)臭気対策研究協会(1988)
- 3) 「活性汚泥による悪臭除去に関する研究」福山丈二
- 4) 本多勝男他「活性汚泥微生物による脱臭技術に関する研究」神奈川県畜産試験場研究報告第83号、p78(1993)