

ガラス発泡材を担体として利用した脱臭装置の開発

庄野俊一、池岡進、森田憲嗣

Development of Deorization Equipmennt of the Carrier Use of Glass Foaming Materials

Shunichi Shouno, Susumu Ikeoka, Kennji Morita

要 約

ガラス発泡材を担体として利用した生物脱臭装置を開発した。そして、それを養鶏場堆肥化施設に設置し脱臭能力の検討を行った。その結果、堆肥化施設で発生するアンモニアを99%以上、硫黄化合物である硫化水素、メチルメルカプタンを完全に除去出来た。冬期間でも脱臭能力は維持され、年間を通して能力が発揮された。施設費、ランニングコストとも既存の生物脱臭装置の1/3以下であると試算され、高濃度悪臭が発生する堆肥化施設等の悪臭抑制に十分に有効であると考えられた。

結 言

大規模な堆肥化処理施設や高濃度悪臭が発生する堆肥化処理施設では、悪臭による苦情の発生が考えられ、地域との調和を図るには、悪臭対策が必要不可欠となっている。^{1), 2), 3), 6)}

比較的高濃度の悪臭を除去する脱臭装置としてはロックウール脱臭装置が挙げられるが、^{4), 5)}施設費（特に微生物保持担体であるロックウール充填材）が非常に高額であるため畜産現場での普及はあまり進んでいない。そこで、ロックウール充填材に代わる安価な微生物保持担体を検索し、低コストな微生物脱臭装置を開発した。

材料及び方法

1. ガラス発泡材の概要

ガラス発泡材は廃ガラスとカルシウムを混ぜて発泡させ、約900℃で焼成したものである。（写真）表面に小孔が多数ありここに悪臭を分解する微生物が住み着く。特徴は通気性及び保水性が良い、表面積が大きい、軽い、安価であるということが挙げられる。特にロックウール混合物が1立方メートル当たり7万円であるのに対し、⁴⁾ガラス発泡材は1万円程度と非常に安価であり、これは大きなメリットと考えられる。

2. 脱臭装置の概要

脱臭装置は成鶏3万羽規模の堆肥化施設に設置した堆肥化施設から発生する高濃度臭気を吸引送風



機で脱臭槽に送り込む仕組みである。脱臭槽にはガラス発泡材が堆積されており、その表面に付着した微生物により、悪臭が分解され、無臭空気として大気に放出される。

そして、微生物活性を維持するためにガラス発泡材に1時間当たり5分間程度の散水を行う。そのこぼれ水は散水用として循環させるものである。（図1、2）

3. 試験方法

主に堆肥化施設の攪拌機械作動時の高濃度臭気を脱臭装置通過前後の臭気濃度を測定することにより脱臭能力の効果判定を行った。悪臭物質として、堆肥化施設の代表的な臭気であるアンモニア濃度を週1回程度、硫黄化合物類である硫化水素、メチルメルカプタンを毎月1回程度測定した。また、循環水のpH、EC、窒素濃度を循環水交換頻度を検討するために週1回程度測定した。そして、ガラス発泡材の水分含有率を週1回程度測定した。試験期間は平成21年3月～平成22年3月までの13ヶ月である。

<分析項目及び方法>

- 1) アンモニア・硫化水素・メチルメルカプタン濃度：検知管による測定
- 2) pH：ガラス電極法
- 3) EC：電気伝導率計により測定
- 4) 窒素濃度：ケルテック水蒸気蒸留法による測定
- 5) 水分：乾熱法による測定

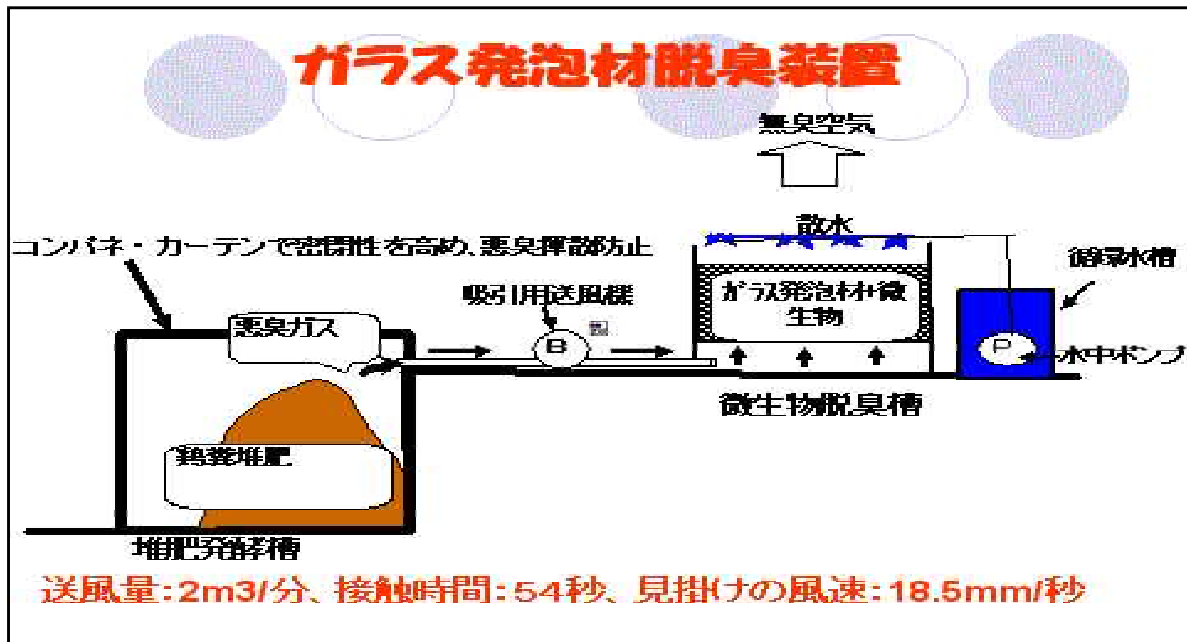


図1 ガラス発泡材脱臭装置の概要



図2 ガラス発泡材脱臭装置の設置状況

結果及び考察

1. 脱臭装置の性能

1) アンモニア濃度・除去率

この脱臭装置の能力を確認するために脱臭槽の入り口およびガラス発泡材直上でアンモニアと硫黄化合物類である硫化水素、メチルメルカプタン濃度を測定し効果判定を行った。

アンモニア濃度・除去率の推移を図3に示す。アンモニアは堆肥化施設で最も高濃度で発生する悪臭物質であり⁷⁾、1000ppm以上も発生することがある。また、この物質は酸性雨の原因物質であり、環境に負荷を与え、畜産分野でもその抑制が強く求められている物質である。^{5), 6), 7)}

脱臭槽の入り口では最高値800ppm、そして、平均300ppm以上と非常に高濃度で検出されたが、出口では試験開始1ヶ月間は最高で10ppm検出され、それ以降はほとんど検出されなくなり、99%以上除去された。したがって、微生物馴致までは1ヶ月間程度かかり、それ以降、担体の水分に留意することにより微生物活性が維持されれば、長期間にわたって脱臭能力が維持出来ると考えられる。

2) 冬期間の脱臭能力

悪臭を除去する微生物の活性温度は10～40℃であり、^{8), 9)}気温が10℃未満になる冬場での脱臭能力低下が懸念された。そこで冬場での脱臭槽温度と気温を測定し、それが脱臭能力に与える影響を検討した。冬期間の脱臭槽・気温の推移を図4に

示す。

2009年12月にかけて脱臭槽温度は10℃未満となり、外気温は2℃まで低下した。しかし、冬期でも脱臭槽出口ではアンモニアはほとんど検出されず、脱臭能力が維持された。これは、送気温度が10℃以上に保たれていることによるものだと推察される。

したがって、脱臭能力を冬期間でも維持するには、堆肥化処理を適切に行い、発酵温度を維持することが送気温度の確保に重要になると考えられる。

3) 悪臭物質の濃度・平均除去率

悪臭物質の平均除去率を表1に示した。アンモニアは99.6%、硫黄化合物である硫化水素、メチルメルカプタンは完全に除去された。脱臭装置通過後の硫黄化合物類の臭気は最も厳しいA地域敷地境界線規制値未満の数値⁹⁾であり、また、アンモニアは敷地境界線規制値とほぼ同等の数値で、脱臭装置横1m地点では検出されず、この臭気により悪臭による苦情が発生しないと考えられる。

1), 2), 3)

2. 循環水のpH、EC、窒素濃度の推移

循環液のpH、ECの推移を図5に示した。pHは試験開始1ヶ月間程度は9以上であったが、微生物の馴致が終わると、8未満の値となった。これは、アンモニアが硝化細菌により、硝化されているためである。⁹⁾循環水のpH監視は微生物が順調に働いているかの指標となると考えられる。また、今回は、微生物馴致に1ヶ月程度かかったが、図7より十分な散水を行うことにより、短縮が可能であると推察された。

ECは、試験開始時は6.4ms/cmであったが、経過

日数とともに上昇した。これは、循環水中の、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、特にアンモニア態窒素の無機塩類が脱臭作用とともに蓄積されたためと考えられる。

3. 循環水の窒素濃度

循環水の窒素濃度の推移を図6に示した。微生物馴致後から秋期にかけて、硝化細菌の活性が良好であったために、ほぼ一定にたもたれていたがアンモニア態窒素は晩秋期から冬期にかけて硝化細菌の活性がやや弱まったために上昇したと考えられる。しかし、平成22年3月下旬にはアンモニア態窒素の減少と硝酸態窒素の増加が認められ、順調に硝化作用が起きていると考えられた。

循環水の総窒素濃度が5000ppm以上になると、微生物活性が弱まり、循環水の交換が必要になるといわれているが、^{8), 9)}試験期間中は5000ppmを超えることがなかった。循環水は蒸発による減少が起こると、随時井水が補充される仕組みであり、このシステムによると、1年間の循環水の交換は必要ないと考えられる。

4. 担体の水分含有率

担体の水分含有率の推移を図7に示した。硝化細菌の最適水分は60%程度であり、50%以下となると活性が弱まり、40%未満となると活性がなくなるといわれている。⁹⁾試験開始1ヶ月間は50%以下であり、水分含有率をもっと高くすれば、馴致期間をもっと短縮出来たと考えられ、微生物植種後の水分管理が脱臭装置の能力維持のためには最重要であると考えられる。

また、夏期には、水分含有率が減少し、54%まで減少した。これにより、夏期は散水量をもっと増やす必要があると考える。

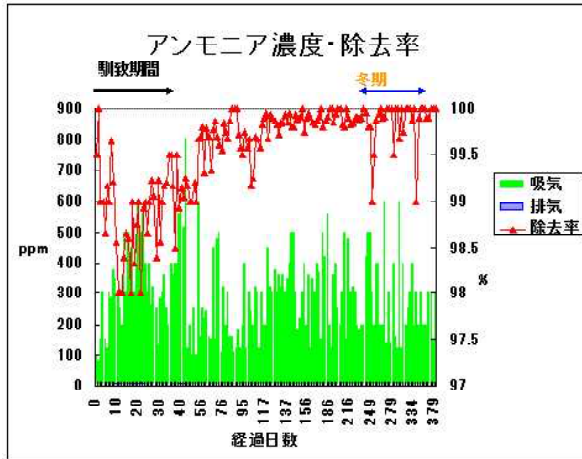


図3 アンモニア濃度・除去率

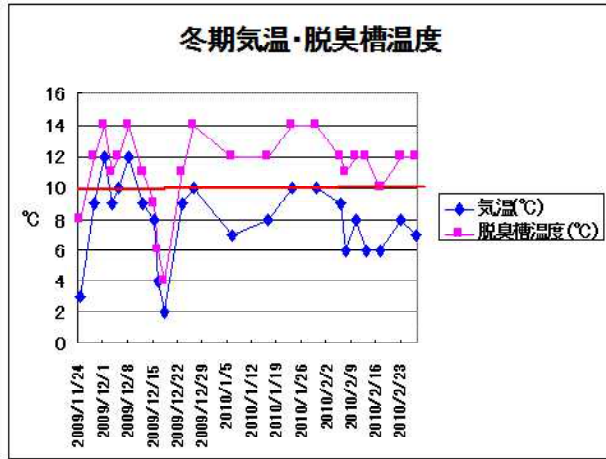


図4 冬期気温・脱臭槽温度

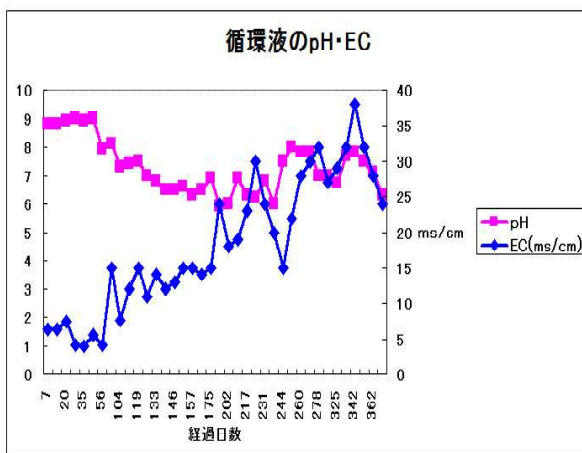


図5 循環水のpH・EC

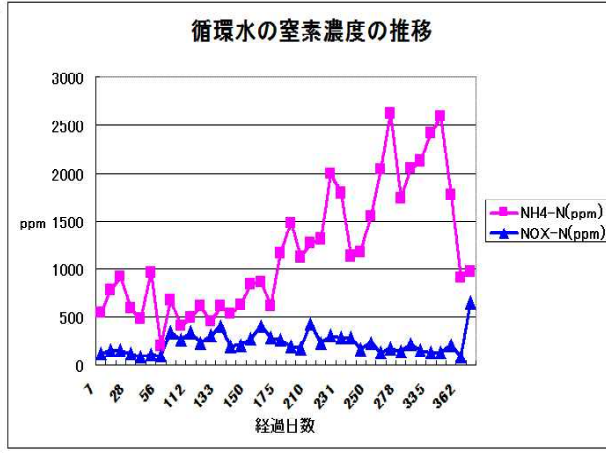


図6 循環水の窒素濃度

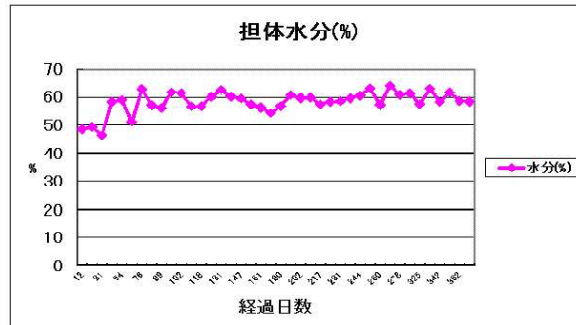


図7 担体水分

表1 悪臭物質の濃度・平均除去率

	脱臭槽入口 (ppm)	ガラス発泡直上 (ppm)	除去率 (%)	A地域敷地境界線規制値 (ppm)
アンモニア	305.2	1.4	99.6	1
メチルメルカプタン	0.1	ND	100	0.002
硫化水素	0.23	ND	100	0.02

ND：検出限界以下

5. ガラス発泡材脱臭装置とロックウール脱臭装置の施設費・ランニングコスト(40立方メートル/分の風量の場合)

ガラス発泡材脱臭装置、ロックウール脱臭装置の施設費・ランニングコスト(試算)を表2に示し

た。ガラス発泡材脱臭装置の施設費、ランニングコストはロックウール脱臭装置の1/5、1/3であった。以上より、ガラス発泡材脱臭装置は年間を通して十分な脱臭能力が認められ、施設費・ランニングコストとも既存の脱臭装置より安価であるこ

とから、高濃度悪臭が発生する堆肥化施設等の悪臭抑制に十分に有効であると考えられる。

表2 ガラス発泡材・ロックウール脱臭装置の施設費・ランニングコスト(40立方メートル/分)の風量の場合

	施設費	ランニングコスト(1月当たり)
ガラス発泡材脱臭装置	200万円	1万円
ロックウール脱臭装置	1000万円	3万円

参考文献

- 1) 庄野俊一ら：ガラス発泡材を担体として用いた脱臭装置の検討、第108回畜産学会講演要旨
- 2) 庄野俊一ら：ガラス発泡材を担体として用いた脱臭装置の性能、第89回養豚学会講演要旨
- 3) 庄野俊一ら：ガラス発泡材を担体として用いた生物脱臭装置の年間性能、第7回畜産環境学会講演要旨
- 4) 山田正幸ら：軽石を利用した低コスト脱臭装置の実証、群馬県畜産試験場研究報告、14、91～97(2007)
- 5) 道宗直明ら：堆肥化施設における脱臭技術、畜産の研究57巻第1号、51～56
- 6) 庄野俊一ら：堆肥切り返し時の臭気抑制(堆肥脱臭による臭気抑制)、鳥取県中小家畜試験場研究報告、55、49～53(2005)
- 7) 中央畜産会編：堆肥化施設設計マニュアル
- 8) N S T 編：普及版防脱臭技術集成
- 9) 臭気対策研究協会編：生物脱臭の基礎と応用改訂版