

畜産系コンポスト化処理時の臭気低減化に関する研究(Ⅱ)

—残留臭気の高減化(二次処理)に関する研究—

Odor Control of Exhaust Gas from Composting Facility for Livestock Excrements(Ⅱ)
— Further Deodorization (Second Treatment) —

串田 光祥 *田村 章 内田 順子 岩崎 幹男 藤田 淳二
Mitsuyoshi KUSHIDA Akira TAMURA Junko UCHIDA Mikio IWASAKI Junji FUJITA

要旨

畜糞の発酵処理のうち縦型密閉発酵装置(以下、オートコンポ)は、排出臭気の捕集が可能な堆肥化施設で、おが屑脱臭槽などの脱臭施設が付設されているが、堆肥化時に発生する高濃度アンモニア臭気等の脱臭が困難であるため十分な脱臭性能が得られていない。そこで、オートコンポ排出ガスの臭気の濃度を、臭気強度3.5以下に低減化するために、水洗浄法及び生物脱臭法を組み合わせ、実用化プラントの検討を行う予定にしている。当センターでは、充填塔式生物脱臭法の検討を行い、前報では、脱臭微生物起源及び微生物固定化担体の検討結果の報告を行ったが、今回は、脱臭微生物起源として活性汚泥、微生物固定化担体としてカキ殻を用いて、オートコンポから実際に排出されるガスの脱臭試験を実施した結果、オートコンポを微生物脱臭に適した臭気の濃度変動の小さい運転方法で行った場合には、空間速度120においても臭気強度を3.5以下にすることが可能であった。

キーワード：縦型密閉発酵装置、脱臭対策、充填塔式生物脱臭法、カキ殻

I はじめに

畜産関連施設の臭気低減化についてはこれまで種々の対策¹⁾²⁾が講じられてきたが、現在でもなお多くの問題点があり、より効果的かつ経済的な臭気防除技術の確立が急務となっている。畜糞の発酵処理のうち縦型密閉発酵装置(オートコンポ)は排出臭気³⁾の捕集が可能な堆肥化施設であり、おが屑脱臭槽などの脱臭施設が付設されているが、堆肥化時に発生する高濃度アンモニア臭気等の脱臭が困難であるため十分な脱臭性能が得られていない。そこで本県では水洗浄法による一次処理を畜産試験場で、充填塔式生物脱臭法⁴⁾⁵⁾による二次処理を環境保健研究センターで行い、最終的には一次処理と二次処理を組み合わせる実用化プラントの検討を行うこととしている。前報⁶⁾では、脱臭微生物起源として、土壌、堆肥、活性汚泥及び市販されている腐葉土の4種類、微生物固定化担体としては、畜産農家が安く、比較的容易に入手可能な担体9種類の検討結果の報告を行った。今回は、脱臭微生物起源として活性汚泥、微生物固定化担体としてカキ殻を用いて、オートコンポから実際に排出されるガスの脱臭試験等を実施したので報告する。

II 方法

1 臭気低減化装置及び担体性能試験装置

臭気低減化装置(塩化ビニール製、担体容量2000、チャンバー内径48.9cm、散水装置有、チャンバー外側を循環水が流れる構造になっており保温可能)を試作し、充填塔の入口と出口にサンプリングロを設け、オートコンポから実際に排出されるガスの脱臭試験を実施した。

担体性能試験装置は、ガラスカラム外寸：外径の直径80mm厚さ5mm高さ300mm、噴霧器：いけうち製、ガラスカラムの入口と出口にサンプリングロを設けた。使用した標準ガスの濃度は、硫化メチル：500ppmであり、空気希釈して濃度調製を行った。

2 オートコンポ排出ガスの臭気の脱臭試験

畜産試験場のオートコンポ(発酵槽実容積16m³)から排出されるガスの一部を水洗浄法による一次処理を行った後、臭気低減化装置(担体：カキ殻1000、脱臭微生物起源：活性汚泥400を担体上部より散布)に導入し、脱臭試験を実施した。調査期間及びオートコンポの運転条件等は、次表の通りである。臭気は、一次処理装置の

入口、二次処理装置の入口及び出口のガスを 30ℓテトラバックに採取し分析を行った。分析項目は、硫化水素・

硫化メチル・二硫化メチル・メチルメルカプタンの4物質とした。

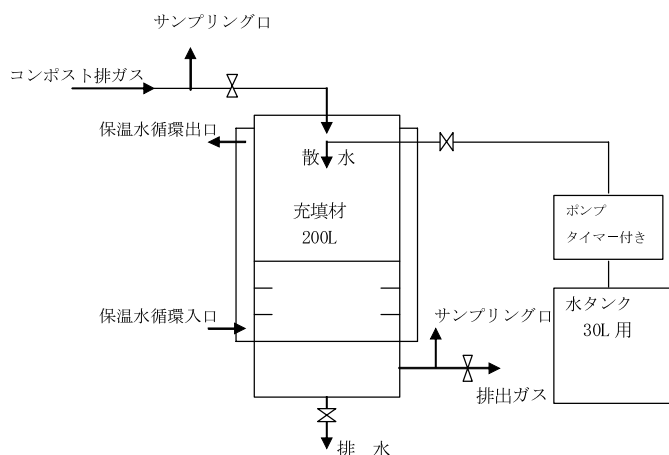


図1 臭気低減化装置

表1 オートコンポの運転条件等

	期 間	オートコンポ運転条件	ガス流量	装置及び散水条件
①	10月18日～10月29日	開始日に牛糞を 65 m ³ 投入	100ℓ	保温水 30°C, 1ℓ/30分
②	11月8日～11月17日	開始日に鶏糞を 100 m ³ 投入	100ℓ	保温水 30°C, 1ℓ/30分
③	12月6日～12月27日	開始日より鶏糞及び牛糞を半数ずつ毎日投入	200ℓ	保温水 30°C 1ℓ/30分
④	1月31日～3月9日	開始日に牛糞を 80 m ³ 投入し、1週間後から鶏糞及び牛糞を半数ずつ2～3日間毎に投入	200ℓ	保温水 35°C, 1ℓ/30分

3 カキ殻粒径の影響試験

担体の粒径による影響を把握するために、担体性能試験装置を用いて試験を実施した。担体はカキ殻、脱臭微生物の起源として活性汚泥を用いた。ガスは硫化メチル(約 1ppm)を用いて装置の入口と出口の濃度を測定することにより、影響を調べた。カキ殻の粒径は 2 cm未満, 2～4 cm, 4～5 cm, 5～7 cmの4段階とした。

4 分析方法

ガス状の分析は、硫化水素・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルをガスクロマトグラフ法で測定した。

Ⅲ 結果及び考察

1 オートコンポ排出ガス臭気の脱臭試験の結果

オートコンポから排出される臭気の濃度は畜種及び糞尿の投入量により変化し、一時期に投入される畜糞の量

が多ければ濃度も高くなり、牛糞よりも鶏糞の方が臭気の濃度が高くなる結果となった。またオートコンポの発酵処理には温度を保持する必要上、ある程度の量の畜糞を投入する必要があるが、投入量が少ないと発酵がうまく進まないことが判明した。

脱臭試験においては、微生物による脱臭は開始直後は微生物が馴養されていないことから、脱臭効率が悪かったが、微生物が馴養されるに従い脱臭効率が良くなった。ただし、畜糞の投入を一時期に大量に行った場合は、臭気の発生が投入から2～3日目に最高に達し、その後急激に下がるように濃度変動が大きいことから、微生物の馴養が進んだことにより脱臭効率が良くなったのか、臭気の濃度が下がったため、見かけ上脱臭効率がよくなったのかの判断が付きにくかった。また、微生物脱臭の特性上、悪臭物質の濃度が高濃度側に大きく変化する場合、脱臭能力が追いつかない傾向を示しており、このこと

からも臭気の濃度変動は小さく抑える必要がある。このため、オートコンポに投入する畜糞の量を変化させ、微生物脱臭に適正な運転条件の検討を行った。この結果、最初の畜糞の投入の際、牛糞を多く投入し発酵が順調に進みだした後、畜糞を加えていく方が悪臭の濃度が安定した。

また、担体及び活性汚泥は試験期間中交換することなく使用しており、1週間程度の間隔を空けて試験を行った場合、前回の試験を行った際、微生物の馴養は進んでいることから、新たな試験の開始直後から、脱臭効果が期待されるものと考えていたが、高濃度の臭気が試験開始直後から発生する場合には、開始直後の脱臭効率は悪い結果となり、試験を休止している間に微生物の活性が落ちたのではないかと考えられた。

脱臭試験の結果、畜糞を一時期に投入した場合には、臭気の発生のピーク時には、微生物の馴養が進んでいないこともあり、処理されたガスが臭気強度 3.5 を超えることが見られたが、臭気発生を安定させた運転においては、臭気強度 3.5 を下回る結果がでており、空間速度 120 においても十分脱臭が可能であることが判明した。

なお、4回目の試験途中において散水を一時期停止し、脱臭に及ぼす影響をみたところ脱臭効率が悪くなる結果となった。原因としては微生物により酸化された硫黄化合物により pH が酸性に偏り微生物の活性が落ちることが考えられることから、今後散水条件を変化させて脱臭効率の試験を行っていく必要がある。

アンモニアガスは高い場合には一次処理入り口で千数百 ppm を示したが、畜産試験場の一次処理の結果、脱臭装置入り口において数 ppm 以下まで脱臭されており、アンモニアの生物脱臭装置への影響は少ないものと考えられる。

(1) 牛糞 1 回投入による脱臭試験

試験開始日に牛糞 6.5 m³ を投入してオートコンポの運転を行い、脱臭試験を実施した。ガス流量は 1000/分であり、空間速度は 60 となる。試験を行った期間の臭気のサンプリング時間(午前 11 時頃)における外気温は 16~22℃であったが、装置内部における温度は保温水の温度を 30℃に保ったところ 21~26℃であった。

臭気は牛糞投入 2 日目に最高濃度に達したが、装置入り口濃度は臭気強度 3.5 以下であった。臭気はその後減少し、9 日後には濃度はほぼ 0 になった。装置出口濃度

は硫化メチル、二硫化メチル共に低い値であり脱臭率も試験開始直後から 90%を超えていた。

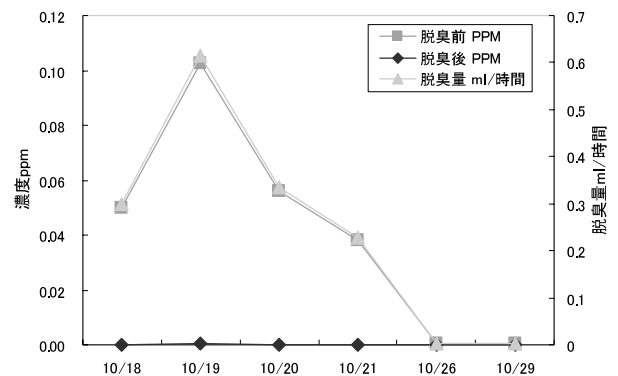


図2 牛糞試験時の硫化メチルの脱臭

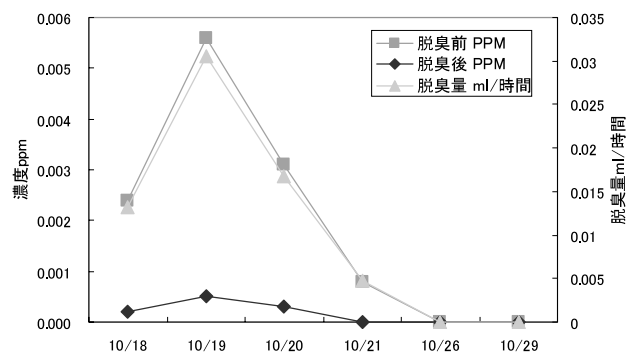


図3 牛糞試験時の二硫化メチルの脱臭

(2) 鶏糞 1 回投入による脱臭試験

試験開始日に鶏糞 10 m³ を投入してオートコンポの運転を行い、脱臭試験を実施した。ガス流量は 1000/分であり、空間速度は 60 となる。

臭気は鶏糞投入 2 日目に最高濃度に達し、硫化メチル、二硫化メチルともに 2 ppm を超えていた。臭気はその後減少し、10 日後にはほぼ 0 になった。装置出口における臭気の濃度は硫化メチルは 1~2 日目に、二硫化メチルは 2 日目に臭気強度 3.5 を超えており、脱臭率も硫化メチルは 1 日目 4.8%、2 日目 10.1% と低い値であった。脱臭量で見ると 2 日目、3 日目と増加しており、微生物の馴養が進んでおり臭気が脱臭されていると考えられる。この時期における臭気のサンプリング時間(午前 11 時頃)における外気温は 14~21℃であったが、装置内部における温度は保温水の温度を 30℃に保ったところ 20~25℃であった。

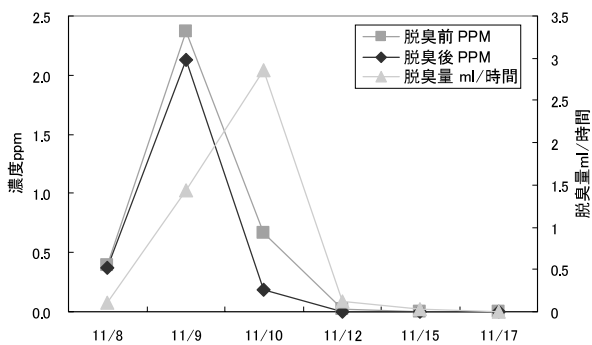


図4 鶏糞試験時の硫化メチルの脱臭

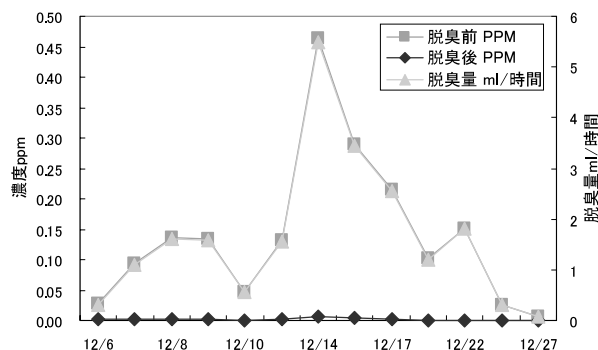


図7 牛糞と鶏糞継続投入時の二硫化メチルの脱臭

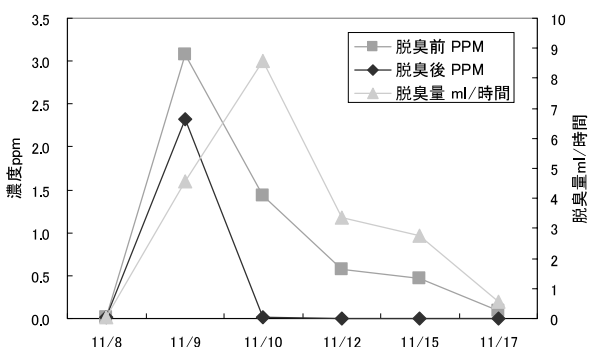


図5 鶏糞試験時の二硫化メチルの脱臭

(3) 牛糞と鶏糞の継続投入による脱臭試験

オートコンポへの糞の投入は牛糞及び鶏糞の混合とし、ほぼ毎日投入して脱臭試験を実施した。ガス流量は2000/分であり、空間速度は120となる。この時期における臭気のサンプリング時間(午前11時頃)における外気温は11~17℃であり、装置内部における最低温度が17℃になったことから12月17日のサンプリング後からは保温水の温度を5℃上げて35℃としている。この結果、外気温が10℃まで下がっても装置内部の温度は16℃を維持することができた。

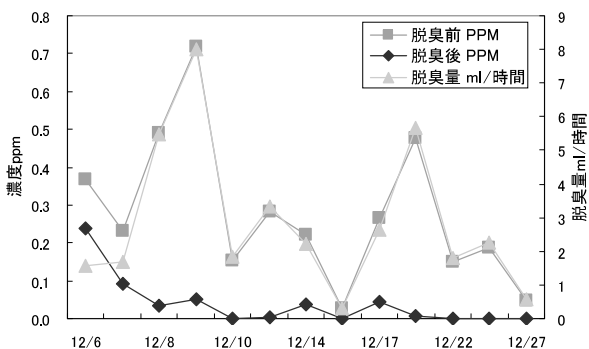


図6 牛糞と鶏糞継続投入時の硫化メチルの脱臭

装置入口濃度は牛糞と鶏糞を半数ずつほぼ毎日投入したことにより、極端な高濃度にはならず硫化メチルの0.72ppmが最高であった。出口濃度は試験開始日の硫化メチルが臭気強度3.5を越えたものの微生物の馴養が進むにつれ、臭気は低減されておりこの範囲の臭気の変動であれば微生物による脱臭能力が追従できるものと考えられる。

(4) 牛糞と鶏糞の継続投入による脱臭試験

オートコンポへの糞の投入は試験開始日に牛糞を8.0m³投入し、1週間後から牛糞及び鶏糞を半数ずつ2~3日毎に投入して脱臭試験を実施した。この時期における臭気のサンプリング時間における最低外気温は約6℃であったが、装置内部における温度は14℃を維持でき、また装置出口におけるガス温度は18℃を維持することができた。

装置入口における臭気の濃度は最初に牛糞を投入したことから低く、その後鶏糞を投入した後高くなっている。糞の投入は2~3日毎であり、前回の毎日投入に比べると変動が大きくなっている。出口濃度は入口濃度が高濃度側に大きく変動したときに高くなっており、硫化メチルにおいて臭気強度3.5を超えるものがみられた。このことから、微生物の馴養が進んでいても臭気の濃度が低い状態が継続すると微生物の活性が低下するのではないかと推察される。なお、3月4日に出口濃度が高くなっているが、これは散水を一時期停止し脱臭に及ぼす影響をみたものであり、散水を停止すると脱臭効率が悪い結果となった。原因としては微生物により酸化された硫黄化合物によりpHが酸性に偏り微生物の活性が落ちることが考えられた。

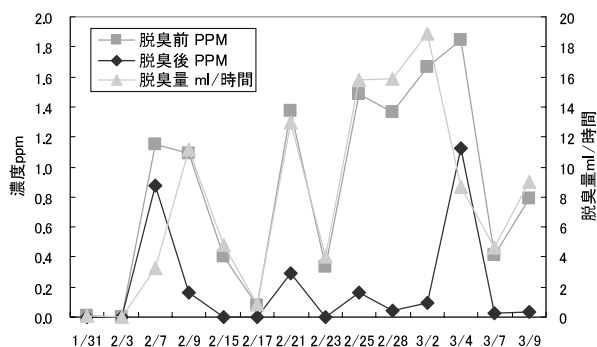


図8 牛糞と鶏糞継続投入時の硫化メチルの脱臭

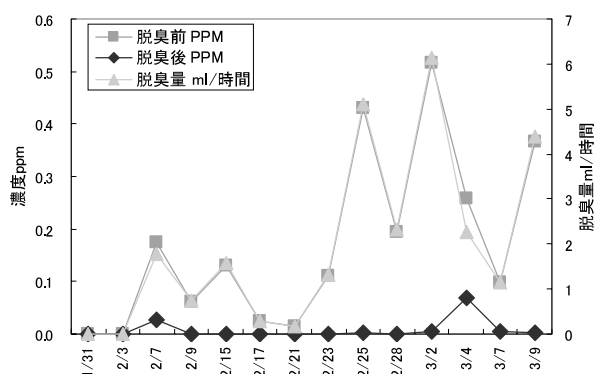


図9 牛糞と鶏糞継続投入時の二硫化メチルの脱臭

2 カキ殻の粒径の影響試験結果

カキ殻を砕いたものは大きさ形が不揃いであることから粒径による脱臭効果への影響を検討した。担体性能試験装置の通気条件及び散水条件を同じとし、40日間微生物を馴養した後、硫化メチルガスの濃度を測定することにより行った。結果は最も脱臭効率が良かったのは2cm以下(558 g/l)のものであり、次いで2~4cm(454 g/l)、4~5cm(394 g/l)、5~7cm(342 g/l)の順であった。脱臭能力は2~4cmと4~5cmの間で差が見られる結果となっている。このことから担体としてのカキ殻は4cm以下のものを用いるのがガスとの接触を多くするために有利であるといえる。しかし、カキ殻は砕くと粉状になる部分が多くでき、粉状のものを担体として用いると、通気抵抗が大きくなることが予想され、このことから、なるだけ現場において粉碎しないで用いることが廃棄物を減らす意味でも重要である。今回実験に用いたカキ殻は入手段階で破碎されており、様々な大きさのものが含まれており、大きなカキ殻の間に小さいカキ殻がいり込んでいるのが通常であり、平均的に充填した場合には512 g/lとなり2~4cmのものより密度が高くなっている。

このことから、カキ殻の粒径は不揃いであっても効率よく充填すれば脱臭効果が悪くなることはないものと思われる。

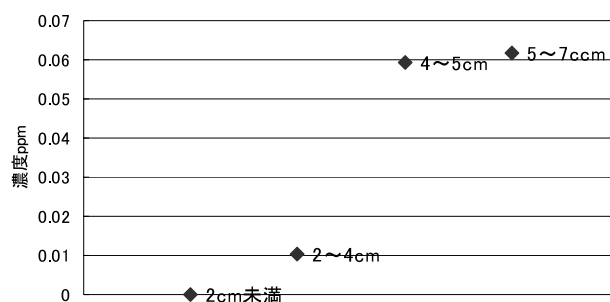


図10 カキ殻の粒径による硫化メチルの脱臭

IV まとめ

畜産農家に設置するオートコンポ排出ガスの臭気の濃度を、臭気強度3.5以下に低減化するために、充填塔式生物脱臭法を用いて実際のオートコンポ排出ガスの脱臭試験を行った。室内実験では担体性能試験装置を用いて担体の粒径による試験を行った。脱臭微生物起源として活性汚泥、担体としてカキ殻を用いた。

- 1 実際のオートコンポ排出ガスの臭気強度を空間速度120においても3.5以下にすることが可能であった。このためにはオートコンポの運転方法を微生物脱臭に適した臭気の濃度変動の少ないものにする必要がある。
- 2 オートコンポへの畜糞の投入は当初は牛糞を主体とし、後に継続的に鶏糞及び牛糞を投入することにより、発生する悪臭濃度を安定させることができた。
- 3 担体としてのカキ殻は粒径の小さいものが脱臭効率が良かった。しかし、実際に充填するには、小さく粒径を揃えて砕くのは難しいと思われ、粒径が不揃いであっても空間を少なくするよう充填すれば脱臭効率は悪くならないと思われる。
- 4 アンモニアガスは一次処理でほとんど取り除かれていたことから、微生物脱臭へのアンモニアの影響はないものと考えられる。

文献

- 1) 道場研二：コンポスト施設から発生する臭気対策，臭気の研究，30(6)，334~340(1999)
- 2) 道宗直昭：家畜ふんのコンポスト化と臭気対策，臭気の研究，29(3)，164~173(1998)

- 3) 本多正俊・西井保喜・小野泰美：家畜糞の堆肥化過程から発生する臭気について，臭気の研究，28 (5)，327～331 (1997)
- 4) 福山丈二：生物脱臭の概説，臭気の研究，24 (3)，129～136 (1993)
- 5) 福山丈二：充填塔式生物脱臭法によるトルエン臭気の除去，臭気の研究，30 (4)，202～208 (1999)
- 6) 田村章等：畜産系コンポスト化処理時の臭気低減化に関する研究－残留臭気の高減化(二次処理)に関する研究－，香川県環境保健研究センター所報，3，73～83(2004)