

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 -

Odor Control of Exhaust Gas from Composting Facility for Livestock Excrements - Further Deodorization (Secon Treatment) -

田村 章 内田順子 串田光祥
Akira TAMURA Junnko UCHIDA Mitsuyoshi KUSHIDA
岩崎幹男 藤田淳二
Mikio IWASAKI Junji FUJITA

要 旨

畜糞の発酵処理法のうち縦型密閉発酵装置(以下、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、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、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、水洗浄法による一次処理を畜産試験場で、生物脱臭法による二次処理を当センターで行い、最終的には、一次処理と二次処理の組み合わせによる実用化プラントの検討を行う予定にしている。当センターで実施した生物脱臭法は、充填塔式生物脱臭法を用いた。室内実験用に脱臭性能試験装置及び担体性能試験装置を試作し、脱臭微生物起源としては、活性汚泥・土壌・堆肥・腐葉土の4種類とし、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として9種類選択し検討した。

脱臭微生物起源としては、液状で取り扱い易い活性汚泥がよく、微生物固定化担体としては、カキ殻・軽石・鉢底の石(軽石と竹炭の混合物)が有望であった。

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。畜糞の発酵処理法のうちオートコンポは、排出臭気³⁾の捕集が可能な堆肥化施設で、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。高原ら⁴⁾は、オートコンポ排出臭気³⁾が主に高濃度のアンモニアと硫黄系物質の2成分系の臭気であることから脱臭対策には、アンモニアを除去し(一次処理)次いで、硫黄系物質を除去する(二次処理)2段階処理法が最適であると報告しており、一次処理として水洗浄法、二次処理として吸着法を

採用している。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、生物脱臭法による二次処理を当センターで行い、最終的には、一次処理と二次処理の組み合わせによる実用化プラントの検討を行う予定にしている。

本研究において、二次処理は、生物脱臭法⁵⁻⁹⁾の内、充填塔式生物脱臭法¹⁰⁾¹¹⁾を採用した。この方法は、脱臭微生物を活着させた充填担体を充填塔の中へ詰めて、そこに臭気ガスを通して処理する方法であり、維持管理が容易で、ランニングコストが安いという特徴がある。充填塔式生物脱臭装置の場合、脱臭微生物の担体としての充填材や悪臭を分解できる有効な微生物の選択は重要であることから、15年度は、室内実験用に、脱臭性能試験装置及び担体性能試験装置を試作し、これらを用いて、目標脱臭濃度を臭気強度3.5以下にするための脱臭試験

を実施した。脱臭微生物起源は、畜産試験場内の土壌、堆肥、活性汚泥¹²⁾及び市販されている腐葉土の4種類とし、微生物固定化担体としては、平井ら¹³⁾¹⁴⁾・藤江ら¹⁵⁾¹⁶⁾が報告しているが、今回、畜産農家が安く、比較的容易に入手可能なものを担体として9種類選択し検討したので報告する。

II 実験方法

1 脱臭微生物起源

畜産試験場内の土壌、堆肥、活性汚泥及び市販されている腐葉土を用いた。

2 微生物固定化担体の種類

軽石、鉢底の石(軽石及び竹炭の混合物)、ゼオライト、ピュアサンド(水槽の底石)、パーミキュライト、竹チップ、カキ殻、ピートモス、おが屑

3 脱臭性能試験装置及び担体性能試験装置

脱臭性能試験装置(図1・写真1)は、充填塔の内寸:縦150mm横150mm高さ500mm、噴霧器:いけうち製、充填塔の入口と出口にサンプリング口を設けた。使用した標準ガスの濃度は、アンモニア:2%、トリメチルアミン:500ppm、メチルメルカプタン:500ppm、硫化メチル:500ppm、二硫化メチル:60ppmであり、空気希釈して濃度調製を行った。

担体性能試験装置(図2・写真2)は、ガラスカラム内寸:内径の直径70mm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口を設けた。使用した標準ガスの濃度は、アンモニア:1%であり、空気希釈して濃度調製を行った。

4 オートコンボ排出ガスの臭気の濃度測定

畜産試験場のオートコンボ(発酵槽実容積16m³)を使用した。調査期間は、平成15年5月28日~6月11日(第1回)、平成15年7月28日~8月8日(第2回)である。第1回は、牛糞を主体としたものであり、第2回は、鶏糞を主体としたものである。臭気は、オートコンボ排出ガスを50L用テドラーバックに、1日に1~2回採取した。分析項目は、アンモ

ニア・トリメチルアミン・硫化水素・硫化メチル・二硫化メチル・メチルメルカプタン・プロピオン酸・n 酪酸・i 吉草酸・n 吉草酸の10物質とした。

5 微生物固定化担体の性状

微生物固定化担体の性状を把握するために、平均径、含水率、空隙率、かさ比重、pHを測定した。平均径は、無作為に各担体から10個を選び縦×横×高さ(mm)で示した。含水率は、内径の直径が70mmのガラスカラムに高さ70mmに乾燥した担体を充填し、一昼夜水に浸漬した後測定した。空隙率は、200mlのメスシリンダーに200ml担体を充填し、水を200mlまで加え、水量を空隙とした。かさ比重は、200mlのメスシリンダーに乾燥した担体を充填し、担体重量を測定することより求めた。pHは、2日間担体を水に浸漬後測定した。

6 微生物固定化担体の通気抵抗

内径の直径が50mmの透明アクリル樹脂製カラムに高さ700mmに担体を充填し、一昼夜水に浸漬後、水を除去後、空気を供給し、充填層の上部と下部の差圧をマンオメーターにより測定し通気抵抗を求めた。

7 脱臭試験

(1) 起源別脱臭微生物によるアンモニア脱臭試験

担体性能試験装置を用いて、70mmの高さになるように軽石を充填した。脱臭微生物は、畜産試験場の土壌・堆肥・活性汚泥及び市販されている腐葉土を用いた。活性汚泥は、液状であるのでそのまま1Lを植種した。土壌・堆肥・腐葉土は、10倍量の水と混合し上水1Lを植種した。空間速度46(1/h)、アンモニア濃度40ppmから開始し、空間速度122.5(1/h)、アンモニア濃度210ppmまでした。この時の散水量は、1時間毎に10ml噴霧して行った。

(2) 微生物固定化担体におけるアンモニアの吸着試験

脱臭性能試験装置を用いて、各微生物固定化担体を2.25L充填し、30分間散水(4.5L)した。空間速度を、90・164・233(1/h)にし、アンモニア濃度を150ppm程度に調製し、入口と出口の

アンモニア濃度及び5分間散水後のアンモニア濃度を測定した。また、一昼夜、各微生物固定化担体を水道水に浸漬した後、2.25L充填し、12分毎に50mlの散水を行い、空間速度 $90 \cdot 164 \cdot 233$ (1/h)でアンモニア濃度150ppm程度調製した時の入口と出口のアンモニア濃度を測定した。

(3) 各微生物固定化担体におけるアンモニアの脱臭試験

担体性能試験装置を用いて、70mmの高さになるように各微生物固定化担体を充填し、1Lの活性汚泥を植種した。空間速度58 (1/h),アンモニア濃度50ppmから始め、空間速度125 (1/h),アンモニア濃度190ppmまでした。この時の散水量は、1時間毎に10ml噴霧して行った。

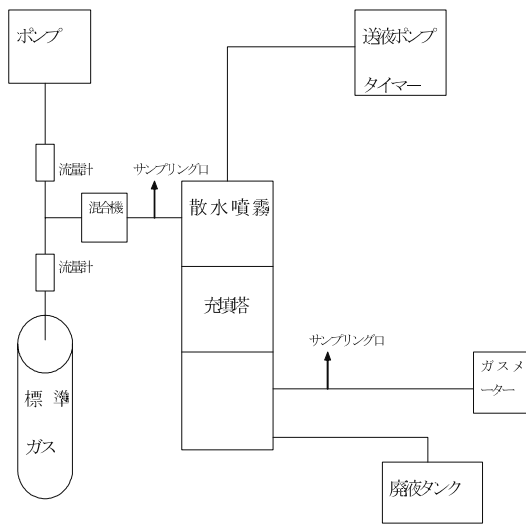


図1 脱臭性能試験装置

(4) 混合臭気の脱臭試験

脱臭性能試験装置を用いて、軽石・カキ殻を2.25L充填し、活性汚泥を2L植種した。アンモニア、トリメチルアミン、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルの混合ガスを通気した。この時の散水量は、30分毎に50ml噴霧して行った。

8 分析方法

ガス状の分析は、アンモニア 検知管法 (5 ~ 260 ppm),トリメチルアミン・硫化水素・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチル・プロピオン酸・n 酪酸・i 吉草酸・n 吉草酸 ガスクロマトグラフ法,排水中のアンモニウムイオン・亜硝酸イオン・硝酸イオン・硫酸イオン イオンクロマト法で測定した。

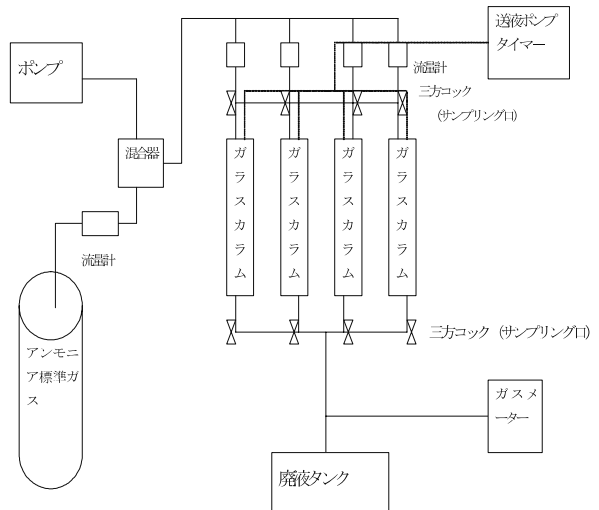


図2 担体性能試験装置



写真1 脱臭性能試験装置

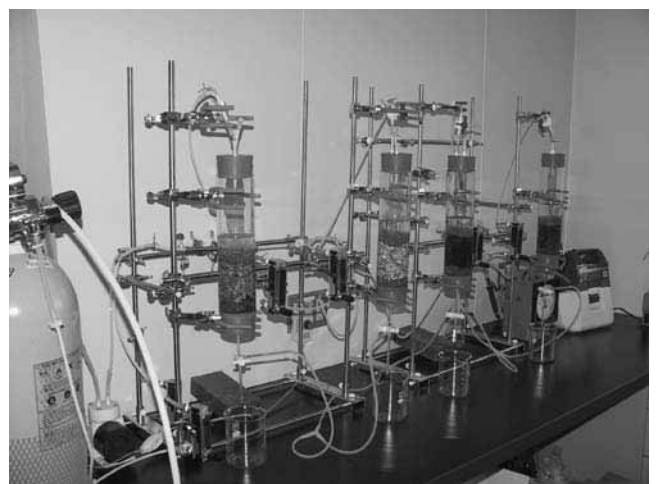


写真2 担体性能試験装置

Ⅲ 結果及び考察

1 オートコンボ排出ガスの臭気の濃度測定結果

臭気の濃度測定結果を表1に示した。臭気強度3.5を超過していた悪臭物質は、第1回目の牛糞主体では、アンモニアのみであり、第2回目の鶏糞主

体では、アンモニア・トリメチルアミン・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルであった。硫化水素・n 酪酸・i 吉草酸は検出されたが臭気強度3.5未満であった。プロピオン酸・n 吉草酸は、検出下限値未満であった。

表1 オートコンボ排出ガスの臭気の濃度測定結果

第1回測定(牛糞主体)

(ppm)

調査時期	NH3	H2S	MM	DMS	DMDS	TMA	プロピオン酸	n 酪酸	i 吉草酸	n 吉草酸	オートコンボ濃度
5/28 13:50	120	0.001	0.0003	0.085	0.0005		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	
5/28 15:00	170	0.001	0.0003	0.055	0.0003		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	
5/29 9:00	780	0.002	0.0003	0.14	0.012		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	49.5度
5/30 13:30	1000	0.003	0.0003	0.13	0.022	0.029	0.003	0.0001	0.0001	0.0001	52.8度
5/31 13:00	300	0.001	0.0003	0.088	0.0015		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	43.3度
6/2 13:30	80	0.001	0.0003	0.017	0.0007		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	34.8度
6/3 13:30	60	0.001	0.0003	0.0088	0.0008		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	32.6度
6/4 13:15	20	0.001	0.0003	0.0045	0.0005		0.003	0.0002	<0.0001	0.0001	32.8度
6/5 13:15	20	0.001	0.0003	0.0016	0.0005		0.003	0.0003	0.0002	0.0001	34.1度
6/6 13:45	10	0.101	0.0009	0.0069	0.0005		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	33.8度
6/9	3	0.001	0.0003	0.0048	0.0004		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	34.3度
6/10	2	0.001	0.0003	0.0049	0.0003		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	32.1度
6/11	2.5	0.001	0.0003	0.0049	0.00003		0.003	0.0002	0.0001	0.0001	31.7度
臭気強度3.5	5	0.2	0.01	0.2	0.1	0.07	0.2	0.006	0.01	0.004	

第2回測定(鶏糞主体)

(ppm)

調査時期	NH3	H2S	MM	DMS	DMDS	TMA	プロピオン酸	n 酪酸	i 吉草酸	n 吉草酸	オートコンボ濃度
7/28	350	0.001	0.0025	1.2025	0.1050						37.2度
7/29	3500	0.001	0.5901	5.5220	1.7026		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	56.3度
7/30	3000	0.001	0.0944	0.8820	0.4311	1.96	0.003	0.0001	0.0001	0.0001	56.8度
7/31	3000	0.001	0.2734	0.9393	0.5298		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	60.0度
8/1	2800	0.001	0.0500	0.3099	0.4983		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	63.0度
8/4	230	0.001	0.0256	0.0092	0.0524		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	47.8度
8/5	100	0.001	0.0386	0.0093	0.0487		0.003	0.0008	0.0009	0.0001	46.8度
8/6	60	0.001	0.0115	0.0031	0.0326		0.003	0.0002	0.0002	0.0001	38.5度
8/7	45	0.001	0.0093	0.0018	0.0401		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	41.5度
8/8	40	0.001	0.0049	0.0019	0.0287		0.003	0.0001	0.0001	0.0001	36.8度
臭気強度3.5	5	0.2	0.01	0.2	0.1	0.07	0.2	0.06	0.01	0.004	

* 濃い部分は、臭気強度3.5を超過したものの。

表2 微生物固定化担体の性状

微生物固定化担体\測定項目	平均径(mm)	含水率(%)	空隙率(%)	かさ比重(g/ml)	pH
軽石	10×7×5	42.0	46	0.34	7.1
鉢底の石	18×13×10	36.2	48	0.29	8.1
ピュアサンド	7×5×3	4.7	39	1.21	5.0
ゼオライト	14×9×6	22.5	38	0.71	6.2
パーミキュライト	7×5×4	68.8	41	0.19	5.3
竹チップ	11×7×4	53.5	55	0.22	4.9
カキ殻	29×21×5	18.0	66	0.44	6.8
ピートモス	-	71.9	-	0.18	5.2
おが屑	-	78.7	-	0.06	4.9

表3 微生物固定化担体の通気抵抗

(単位: mmH₂O)

流量(L/分)	軽石	鉢底の石	ゼオライト	ピュアサンド	パーミキュライト	竹チップ	カキ殻	ピートモス	おが屑
3.5	0.5	0.2	2.0	8.0	4.5	2.8	0.0	31.0	3.7
6.5	1.1	0.6	2.4	18.0	11.0	4.5	0.1	36.0	11.0
9.4	2.0	1.1	2.8	34.0	18.0	7.3	0.2	40.5	16.0
11.8	3.0	1.8	3.4	>50	21.0	14.0	0.3	45.0	19.0
14.1	4.1	2.6	4.5	>50	26.0	17.2	0.5	49.0	25.0

2 微生物固定化担体の性状

微生物固定化担体の性状を把握するため、平均径・含水率・空隙率・かさ比重・pHを測定した。結果を表2に示した。竹チップは、畜産試験場で破碎したものを、カキ殻は、マガキを破碎したものを、おが屑は、繊維状であるため測定しなかった。含水率では、おが屑が最も水分を吸収することができ、ピートモス・パーミキュライト・竹チップ・軽石の順であった。ピュアサンドは、ほとんど水分を吸収しなかった。空隙率は、平均径が大きい程大きくなり、カキ殻が最も大きくなった。ピートモス・おが屑は、繊維状であるため詰める程度によって空隙率が変動するので測定しなかった。かさ比重は、おが屑が最も小さく、ピュアサンドが最大であった。pHは、4.9~8.1であった。

3 微生物固定化担体の通気抵抗

微生物固定化担体の通気抵抗結果を表3に示し

た。平均径が大きい程、通気抵抗は、小さい傾向を示した。カキ殻は通気が最もよく、鉢底の石・軽石・ゼオライトの順であった。ピュアサンドは、通気流量が大きくなると通気抵抗が50mmH₂Oより大きくなった。

4 脱臭試験

(1) 起源別脱臭微生物によるアンモニア脱臭試験

脱臭微生物は、畜産試験場内の土壌、堆肥、活性汚泥及び市販されている腐葉土を起源とするものとし軽石に植種した。空間速度を46(1/h)から122.5(1/h)、アンモニア濃度を40ppmから210ppmまでした時の経日変化を図3に示した。出口濃度は、活性汚泥を植種した時のアンモニア濃度であり、試験期間中は、5ppm未満であった。土壌・堆肥を植種した時も同様の結果となった。腐葉土を植種した場合は、空間速度が122.5になると出口のアンモニア濃度が25ppmとなった。

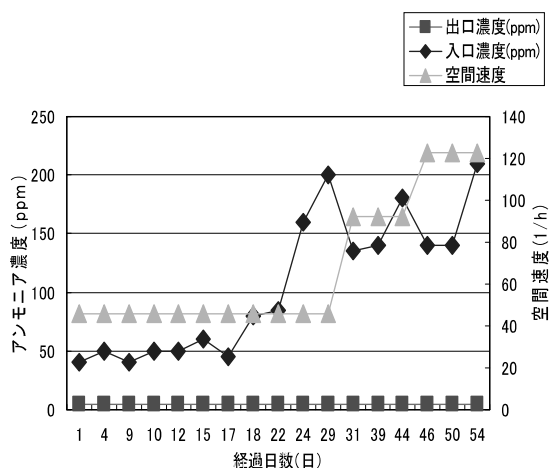


図3 活性汚泥を植種した時のアンモニア脱臭試験結果

排水中のpHを15・39・53日目に測定した。結果を表4に示した。脱臭微生物は、中性付近が最適環境であることから、活性汚泥・堆肥・土壌は、最適の状態であったが、腐葉土は、53日目にpH 8.9となり脱臭微生物の活性が低下したと考えられ、アンモニアを酸化分解できなかったと考えられた。

表4 pH測定結果

	15日目	39日目	53日目
活性汚泥	6.7	7.1	7.5
堆肥	7.1	7.4	7.1
土壌	7.1	7.2	7.4
腐葉土	7.1	7.8	8.9

排水中の亜硝酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン濃度を15・39・53日目に測定した。結果は、亜硝酸イオン・硝酸イオン・アンモニウムイオンの窒素量を全窒素量の割合として表5に示した。53日目のアンモニアの酸化分解は、活性汚泥・堆肥・土壌は、40%前後あり、ほぼ同様の結果が得られたが、腐葉土は、21%であり、脱臭微生物の活性が落ちていた。アンモニアの酸化分解は、活性汚泥、堆肥、土壌からの脱臭微生物ではほとんど差がないことから、微生物固定化担体に植種し易い液状である活性汚泥を脱臭微生物源として用いることとした。

表5 排水中の全窒素量の割合 (%)

活性汚泥	15日目	39日目	53日目
NO ₂	11	3	4
NO ₃	42	42	35
NH ₄	47	55	62
堆肥	15日目	39日目	53日目
NO ₂	46	16	11
NO ₃	5	29	34
NH ₄	49	56	55
土壌	15日目	39日目	53日目
NO ₂	10	5	6
NO ₃	27	37	34
NH ₄	63	59	60
腐葉土	15日目	39日目	53日目
NO ₂	25	8	12
NO ₃	12	26	9
NH ₄	63	66	79

(2) 各微生物固定化担体におけるアンモニアの吸着試験

各微生物固定化担体におけるアンモニア吸着量の割合を図4に、各微生物固定化担体の散水5分後のアンモニア除去割合を図5に、各微生物固定化担体の定期散水によるアンモニア除去割合を図6に示した。

アンモニア吸着量は、ゼオライトが空間速度233(1/h)においても98%の吸着を示し、吸着材として使用可能であった。カキ殻・おが屑・ピュアサンドは、空間速度90(1/h)においても30%以下の吸着量であったことから、吸着材としては、使用できない。他の担体は、空間速度が大きくなることによって、吸着量割合が小さくなった。

散水5分後のアンモニアは、担体なしで、どの空間速度でも93%以上除去でき、散水によるアンモニア除去が期待できることから、吸着割合の低いカキ殻・ピュアサンド等においても、散水により、空間速度にかかわらず、除去割合が高くなったと考えられた。

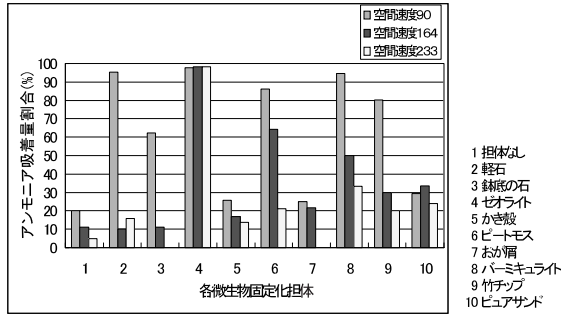


図4 各微生物固定化担体におけるアンモニア吸着量の割合

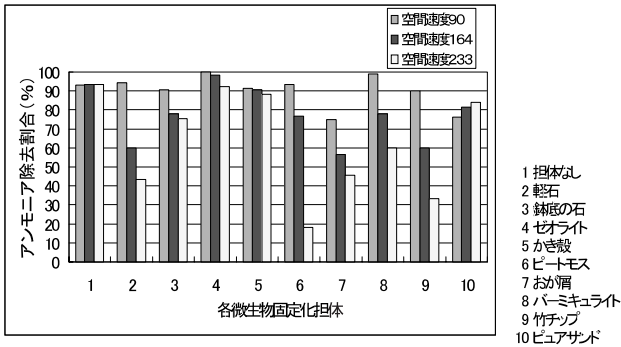


図5 各微生物固定化担体の散水5分後のアンモニア除去割合

定期散水によるアンモニアの除去は、空間速度が大きくなると除去割合は低下した。空間速度233 (1/h) において、散水5分後のアンモニア除去割合と比較すると、軽石・ピートモス・おが屑の除去割合が大きくなった。このことは、定期散水することにより、担体内に保持されていたアンモニアが水洗浄により溶解し、除去割合が高くなったと考えられた。

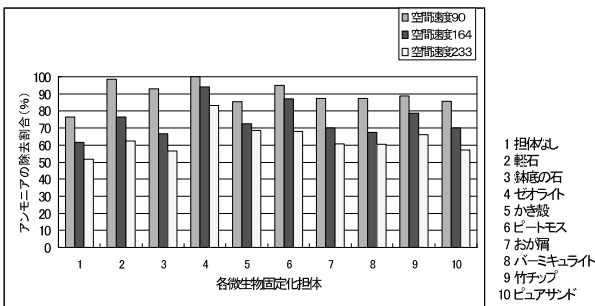


図6 各微生物固定化担体の定期散水によるアンモニア除去割合

(3) 各微生物固定化担体におけるアンモニアの脱臭試験

担体性能試験装置を用いて、活性汚泥を脱臭微生物起源として、各微生物固定化担体に植種しアンモニアの脱臭試験を実施した。竹チップを除く担体では、空間速度125 (1/h) でアンモニア濃度190ppm は、脱臭後、5 ppm 未満となった。図7には、竹チップの経日毎の脱臭状況を示した。

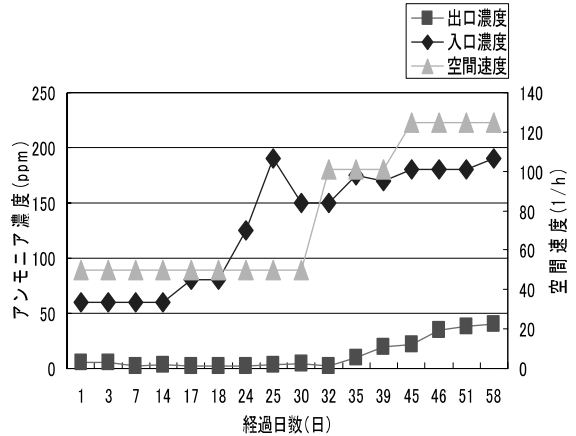


図7 活性汚泥を植種した竹チップによるアンモニアの脱臭

竹チップにおいて、空間速度50 (1/h) ・アンモニア濃度190ppm では、出口濃度を5 ppm 未満にすることができたが、空間速度・アンモニア濃度を上げるとアンモニアが除去されずに、空間速度125 (1/h) ・アンモニア濃度190ppm では、出口濃度が40ppm となった。

脱臭微生物を植種せずに担体のみでの脱臭を、軽石・ゼオライト・カキ殻で実施した。図8に軽石の経日毎の脱臭状況を示した。

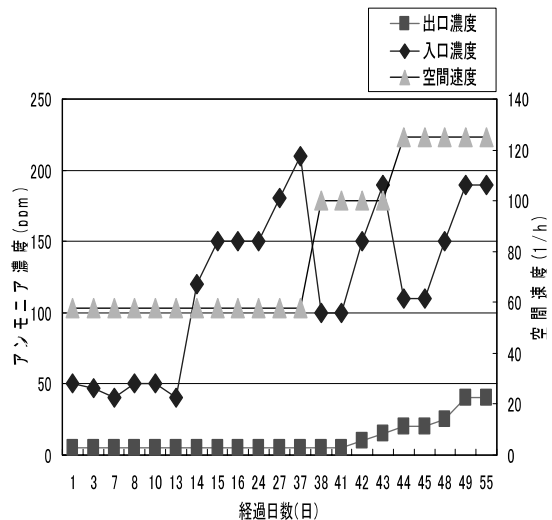


図8 軽石によるアンモニアの脱臭

空間速度50(1/h)・アンモニア濃度210ppmでは、吸着と水洗浄効果により、出口アンモニア濃度を5ppm未満にできたが、空間速度・アンモニア濃度を上げるとアンモニア除去率が低下し、空間速度125(1/h)・アンモニア濃度190ppmでは、出口のアンモニア濃度が40ppmとなった。ゼオライト・カキ殻も同様の結果となった。

パーミキュライト・ピートモス・おが屑は、活性汚泥の脱臭微生物を植種する際、活性汚泥をうまく植種することができず、攪拌して植種したことから、竹チップを除く軽石・鉢底の石・カキ殻・ゼオライト・ピュアサンドが微生物固定化担体として考えられたが、軽石(1m³当たり3万円程度)・鉢底の石(1m³当たり4万円程度)に比較して、ゼオライト(1m³当たり42万円程度)・ピュアサンド(1m³当たり35万円程度)は高価であり通気抵抗が大きいので、軽石・鉢底の石・カキ殻が微生物固定化担体として有望であると考えられた。

(4) 混合臭気の脱臭試験

オートコンボ排出ガスの臭気の濃度測定結果から、臭気強度3.5を越えた悪臭物質は、アンモニア・トリメチルアミン・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルの5物質であったので、これら5物質の脱臭を脱臭性能試験装置を用いて実施した。微生物固定化担体には、軽石・カキ殻を用い、活性汚泥を植種した。軽石の結果を図9~13に、カキ殻の結果を図14~18に示した。カキ殻については、65日目の状態を写真3・4に示した。

軽石については、空間速度90(1/h)・アンモニア濃度90ppmで開始し、最終的には、空間速度250(1/h)・アンモニア濃度80ppmとしたが、実験期間中、アンモニア濃度を5ppm未満にすることはできなかった。pHは、18・35・38・58日目に測定したが、すべての測定値は8以上となっており、35日目には、pHが9を超えたので、アンモニア濃度を50ppmにすることにより、38日目には、pH8.6、58日目には、pH8.4となった。亜硝酸イオンは、18日目は、49mg/Lであったものが、35日目には229mg/Lとなり58日目には260mg/L

となったが、硝酸イオンは、18日目0.3mg/L、38日目0.2mg/L、58日目0.9mg/Lとなり、脱臭微生物が馴養できていなかった。

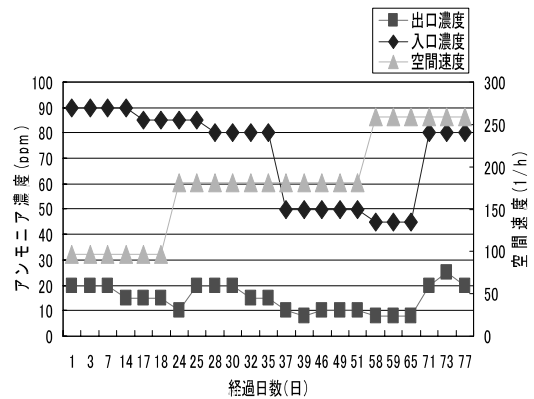


図9 軽石でのアンモニア脱臭

トリメチルアミン・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルの濃度は、アンモニア濃度と比較して低濃度であることから、軽石に吸着されると考えていたが、空間速度90(1/h)、入口濃度がトリメチルアミン濃度1.13ppm、メチルメルカプタン濃度0.92ppm、硫化メチル濃度3.5ppm、二硫化メチル濃度0.97ppmでは、除去率は、トリメチルアミン51%、メチルメルカプタン32%、硫化メチル0%、二硫化メチル7%となり、特に、硫黄系の悪臭物質除去には、水洗浄および軽石の吸着効果はなかった。この状態を18日間継続して通気すると、悪臭物質濃度は減少し、除去率は、トリメチルアミン98%、メチルメルカプタン93%、硫化メチル99.8%、二硫化メチル100%となった。空間速度を181(1/h)にすると、トリメチルアミンについては、入口濃度1ppmは、出口濃度0.03ppm(除去率97%)となった。メチルメルカプタンについては、入口濃度1.44ppmは、出口濃度0.22ppm(除去率85%)となった。硫化メチルについては、入口濃度6.93ppmは、出口濃度2.45ppm(除去率65%)となった。二硫化メチルについては、入口濃度1.1ppmは、出口濃度0.08ppm(除去率93%)となった。空間速度を259(1/h)にすると、トリメチルアミンについては、入口濃度1ppmは、出口濃度0.02ppm(除去率98%)となった。メチルメルカプタンについては、入口濃度1.32ppmは、出口濃度0.3ppm(除去率77%)

となった。硫化メチルについては、入口濃度4.5 ppmは、出口濃度2.3ppm(除去率49%)となった。

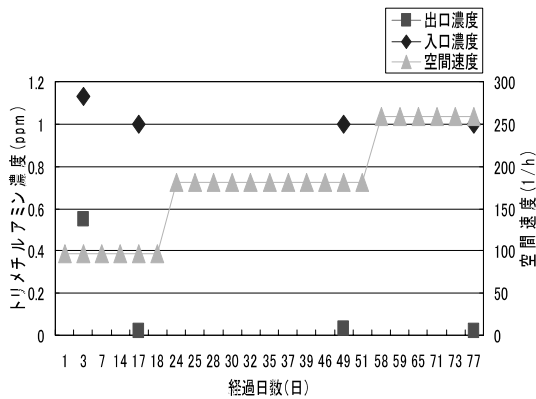


図10 軽石でのトリメチルアミン脱臭

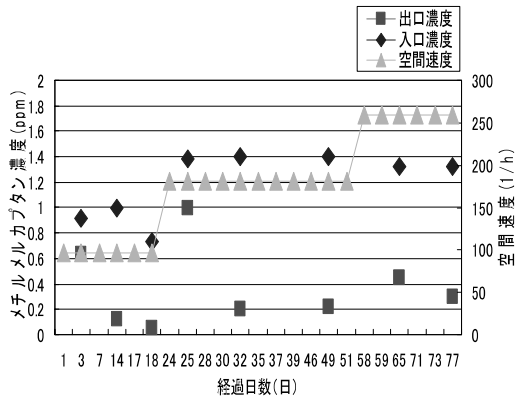


図11 軽石でのメチルメルカプタン脱臭

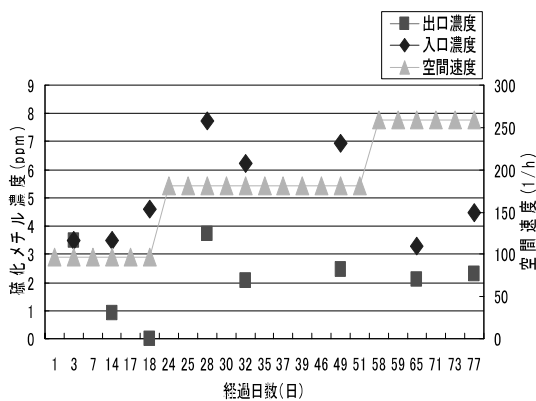


図12 軽石での硫化メチル脱臭

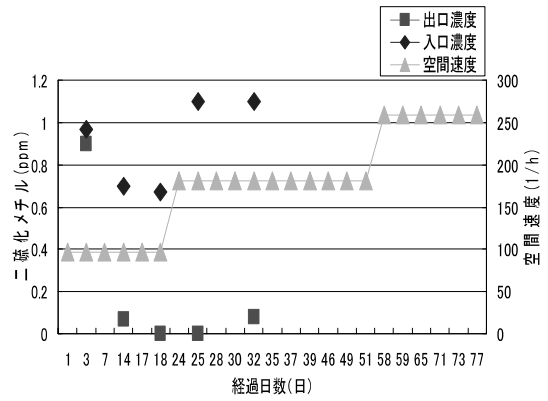


図13 軽石での二硫化メチル脱臭

カキ殻については、空間速度93(1/h)・アンモニア濃度45ppmで開始し、65日目で空間速度181(1/h)・アンモニア濃度195ppmとした。pHは、18・32・38・57日目に測定し、8.1~8.5であったが、18日目の亜硝酸イオン50mg/L・硝酸イオン32mg/Lに対して57日目の亜硝酸イオンは280mg/L・硝酸イオンは239mg/Lであったことから、脱臭微生物の馴養ができていたと考えられた。

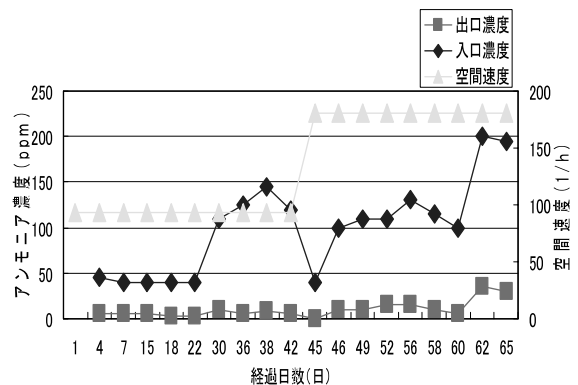


図14 カキ殻でのアンモニア脱臭

トリメチルアミン・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルは、軽石同様、カキ殻では、吸着効果がなかった。空間速度93(1/h)で、トリメチルアミン0.45ppm・メチルメルカプタン1ppm・硫化メチル3ppm・二硫化メチル1ppmを通気し続けると、徐々に臭気強度の減少が認められ、悪臭物質濃度が減少した。

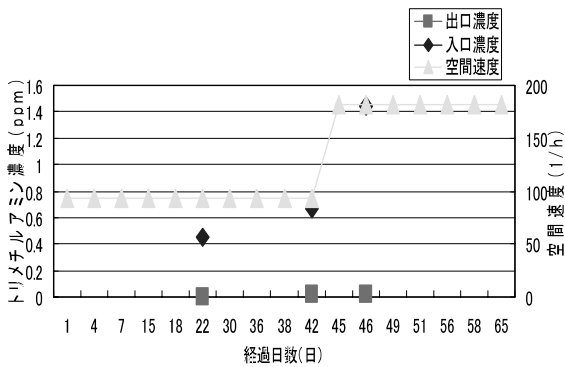


図15 カキ殻でのトリメチルアミン脱臭

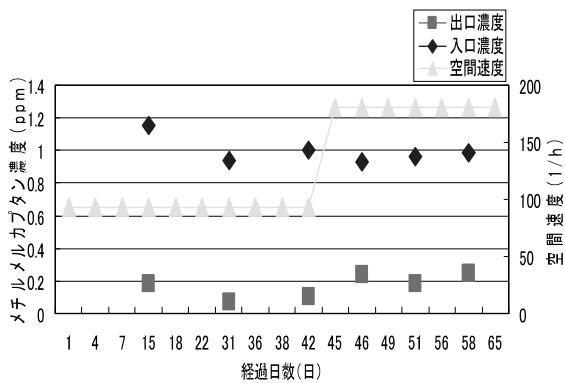


図16 カキ殻でのメチルメルカプタン脱臭

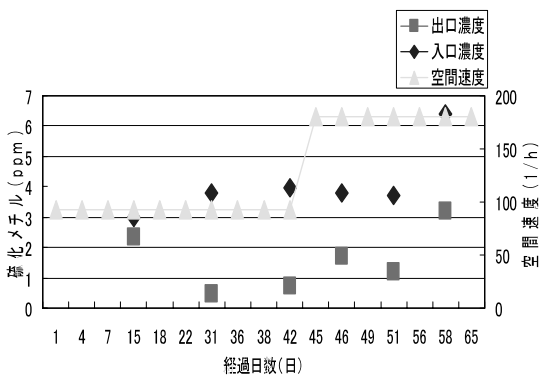


図17 カキ殻での硫化メチル脱臭

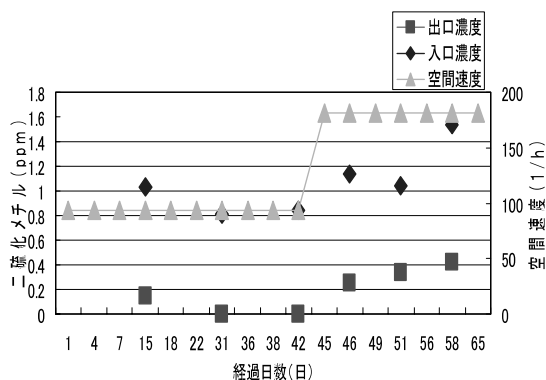


図18 カキ殻での二硫化メチル脱臭

微生物固定化担体の状態は、軽石77日間、カキ殻65日間の実験期間中変化は認められなかった。写真3は、65日目のカキ殻を上部から撮影したものであり、写真4は、65日目のカキ殻を側面から撮影したものである。



写真3 65日目のカキ殻(上部)



写真4 65日目のカキ殻(側面)

カキ殻については、65日目以降も継続して実験中である。また、鉢底の石についても実施する予定である。

IV まとめ

畜産農家に設置するオートコンボ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脱臭を行った。室内実験用に脱臭性能試験装置及び担体性能試験装置を試作し、脱臭微生物起源としては、活性汚泥・土壌・堆肥・腐葉土の4種類とし、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として9種類選択し検討した。

1. オートコンボ排出ガスの臭気の濃度において、臭気強度3.5を超過した悪臭物質は、アンモニア・トリメチルアミン・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチルであった。
2. 脱臭微生物起源として、アンモニアの脱臭では、活性汚泥・土壌・堆肥は同等の脱臭性能を示した。
3. アンモニアの吸着は、ゼオライトが優れていた。
4. アンモニアの除去割合は、水洗浄することにより大きくなった。
5. アンモニアの脱臭は、竹チップを除く微生物固定化担体8種類とも同等の脱臭性能を示したが、作業性・通気抵抗・価格の面から、カキ殻、軽石、鉢底の石(軽石と竹炭の混合物)が有望であった。
6. 硫黄系悪臭物質は、カキ殻・軽石には吸着されなかったが、脱臭微生物を馴養することにより、硫黄系悪臭物質濃度が低減化された。

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) 岐阜県畜産試験場：堆積発酵時の悪臭発生状況の把握と脱臭技術の開発研究，3(2000)
- 5) 福山丈二：生物脱臭の概説，環境技術，21(8)，479～484(1992)
- 6) 樋口能士：生物脱臭法における除去機構，環境技術，21(8)，485～488(1992)
- 7) 本多勝男・川村英輔：高濃度アンモニア臭気の微生物脱臭，臭気の研究，29(3)，158～163(1998)
- 8) 多田羅昌浩・山澤哲・東郷芳孝：学会誌「EICA」，7(2)，147～150(2002)
- 9) 安藤輝夫：生物脱臭装置の現状と実際，臭気の研究，24(3)，137～140(1993)
- 10) 福山丈二：生物脱臭の概説，臭気の研究，24(3)，129～136(1993)
- 11) 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)
- 12) 小川雄比古・桜井敏郎・田所正晴：し尿処理施設の悪臭の発生実態と活性汚泥による除去効果，臭気の研究，22(6)，326～336(1991)
- 13) MITSUYO HIRAI・MANABU KAMAMOTO・MOHAMAD YANI・MAKOTO SHODA：Comparison of the Biological NH₃ Removal Characteristics among Four Inorganic Packing Materials, JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 91(4)，428～430(2001)
- 14) MITSUYO HIRAI・MANABU KAMAMOTO・MOHAMAD YANI・MAKOTO SHODA：Comparison of the Biological H₂S Removal Characteristics among Four Inorganic Packing Materials, JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 91(4)，396～402(2001)
- 15) 藤江幸一・浦野紘平・野木一男・下村光一郎・舟橋栄次：硫黄系悪臭物質の生物脱臭に用いる最適な微生物固定化担体の検索，臭気の研究，21(5)，299～307(1990)
- 16) 藤江幸一・立澤弘久・浦野紘平・久保田宏・小西功三・藤田勝美：固定化微生物による生物脱臭装置の開発，臭気の研究，21(2)，98～109(1990)