

資源リサイクルを考慮した簡易・低コスト脱臭システムの開発

星一美¹、岡本優²、脇阪浩³、小池則義³、沼野井憲一¹栃木県酪農試験場、²栃木県県央家畜保健衛生所、³栃木県農政部畜産振興課

要約

堆肥化過程で生じる悪臭を効率よく脱臭できる簡易なシステムの開発と使用済み脱臭資材の再利用方法についても検討した。吸引通気式堆肥化処理から発生する高濃度臭気は、リン酸を充填したスクラバともみ殻脱臭槽で効率よく脱臭できた。また、通気を行わない堆肥化から発生する低濃度臭気は、不透性シート等を利用した堆積もみ殻脱臭槽でアンモニアを平均 90%、箱型もみ殻脱臭槽では平均 94.7%除去した。さらに、脱臭使用後のもみ殻は、堆肥化時の副資材として利用できることが明らかとなった。

緒言

開放型堆肥化施設では、通気または切り返しの際発生するアンモニア等を直接大気に放出している場合が多く、環境負荷や悪臭問題の誘因となっている。このため、家畜排せつ物の堆肥化過程で発生する悪臭を低コストで確実に脱臭できる簡易な脱臭装置と脱臭使用後の資材等の適切な処理・利用が求められている。

そこで、堆肥化過程で生じる悪臭を効率よく脱臭できるシステムを開発するとともに、使用済み脱臭資材の再利用方法についても検討した。

試験1 吸引通気式堆肥化とリン酸スクラバ・もみ殻脱臭槽による組み合わせ脱臭の検討

堆肥化過程で生じる悪臭を通気と同時に捕集する吸引通気式堆肥化処理を鶏ふんで実証するとともに、畜草研および東北農研が開発中の薬液洗浄方式のアンモニア回収装置（以下「スクラバ」）と地域未利用バイオマスのもみ殻による脱臭槽を組み合わせ、堆肥化過程で発生する低流量高濃度の悪臭を効果的に脱臭するシステムを確立する。さらに、脱臭使用後の資材を堆肥化過程で再利用する技術を開発する。なお、本研究は農林水産省委託金プロジェクト「農林水産バイオリサイクル研究」で取り組んだものである。

材料及び方法

1. 鶏ふんの吸引通気式堆肥化の実証

間口 2.5m、奥行 3.4mの発酵槽、薬液槽、もみ殻脱臭槽（図1）において、冬期 35 日、夏期 28 日（1週間ごとに切り返し）の鶏ふん堆肥原料（もみ殻を副資材として調整）の吸引通気式堆肥化試験を行った。通気量は堆肥 1m³あたり 26~70L/分とし、堆肥原料温度と発酵特性および窒素収支について検討した。冬期では無通気堆肥化処理と比較した。さらに、経済性について評価した。

2. スクラバともみ殻脱臭槽の脱臭能力評価

吸引通気式堆肥化処理の堆肥原料からの臭気発生状況およびスクラバともみ殻脱臭槽を組み合わせた脱臭法の脱臭能力において、堆肥原料表面、スクラバ前、スクラバ後、脱臭槽後の 4カ所で検知管を用いて臭気測定することで評価した。

3. 脱臭使用後もみ殻の再利用法の検討

脱臭使用後もみ殻（水分 18%）を鶏ふんの堆肥化副資材として調整した堆肥原料（重量 4.3kg、容積重 0.53kg/L、水分 58%）を小型堆肥化装置で 2週間（1週間ごとに切り返し）吸引通気式堆肥化処理（堆肥 1m³あたり通気量 0.4L/分）し、堆肥原料温度と臭気の発生状況について検討した。

結果及び考察

1. 鶏ふんの吸引通気式堆肥化の実証

冬期、夏期ともに吸引通気により堆肥原料温度は速やかに 70 度以上に上昇し、好気発酵が開始した（図2）。また、無通気堆肥化に比べ有機物分解率が最終的に高く堆肥化が促進された。堆肥原料は、3~4 週間で過乾燥となり、加水が必要となった。このため、夏期では有機物分解率が低調となった。吸引通気式堆肥化過程で発生するドレインは、1日あたり約 30kgであった。吸引通気式堆肥化過程で減少する窒素量は、ドレインで 3.4~6.4%、スクラバ薬液で 56.0~56.8%回収された（表1）。経費は、施設整備は 6,500 千円（堆肥盤及び付帯設備 4,000 千円、スクラバ脱臭装置 2,500 千円）であり、生ふん 1tあたりの処理費は、リン酸代 9,238 円、電気代 2,611 円で、阿部¹⁾の報告に比べ高い値になったが、試験条件や薬液単価等が異なったためと考えられた。なお、採卵鶏 1万羽規模経営（生ふん 100g/羽・日）では年間 4,325 千円と試算される。

2. スクラバともみ殻脱臭槽の脱臭能力評価

吸引通気式堆肥化過程で発生する堆肥表面からの臭気揮散は、無通気堆肥化に比べ約 1/5 に低減された。発酵排気は平均 17,400ppm(最高 34,000ppm)の高濃度アンモニアが含まれたが、スクラバで 99%以上回収された。しかし、スクラバの硫化水素、メルカプタン類の除去効率は低かった。後段のもみ殻脱臭槽では、スクラバで除去できなかった硫化水素、メルカプタン類をほぼ 100%除去した(表 2)。試験期間中もみ殻脱臭槽を交換する必要はなかった。スクラバともみ殻脱臭槽を組み合わせることで、鶏ふ

んの堆肥化過程で発生する臭気を効率よく脱臭できると考えられた。

3. 脱臭使用後もみ殻の利用技術の検討

鶏ふんを脱臭使用後もみ殻で調整した堆肥原料は、堆肥原料温度が 60 度以上まで上昇し、未使用もみ殻で調整した堆肥原料より高く推移した(図 3)。アンモニアおよび硫化水素は、未使用もみ殻で調整した堆肥原料に比べ低く推移した(図 4)。脱臭使用後のもみ殻は、堆肥化副資材として再利用できると考えられた。

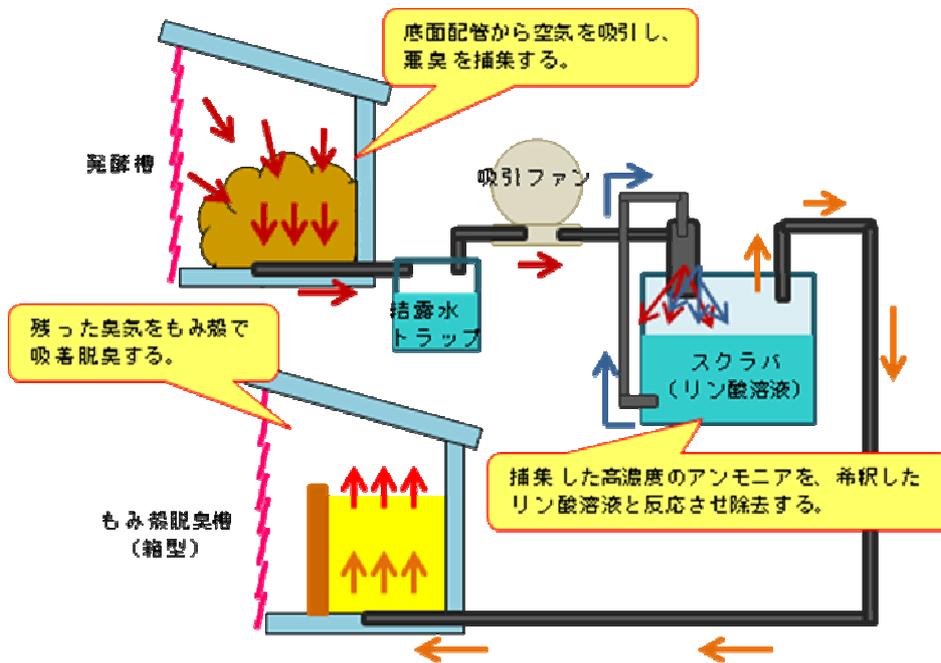


図 1 吸引通気式堆肥化処理・脱臭システムの概要

表 1 堆肥原料の発酵特性及び窒素収支

試験期間 試験区	冬期試験 (H18.2.8~3.15 35日間)											
	吸引通気						無通気					
経過日数	0	7	15	22	28	35	0	7	15	22	29	35
通気量(L/分・堆肥 m³)	51.3	37.0	37.1	37.2	38.0							
堆肥原料(kg)	5,415	4,590	4,025	3,375	2,915	2,680	5,415	4,955	4,715	4,410	4,130	3,925
容積重(kg/m³)	660	577	514	473	429	421	660	670	645	642	631	594
含水率	58.8	55.1	50.0	45.0	40.0	36.1	58.8	58.2	57.4	54.9	54.8	52.7
加水量(kg)					240							
有機物分解率		3.9	8.6	21.4	27.7	39.1		3.1	14.4	28.2	25.9	31.2
ドレイン発生量(kg)		149.0	283.8	302.8	182.0	183.9						
堆肥原料-N	112.4	80.2	61.3	47.0	42.9	37.7	112.4	91.5	76.5	55.6	46.4	37.9
窒素収支 (kg/N, 積算)												
ドレイン-N		1.3	2.9	3.8	4.3	4.8						
スクラバ-N			15.4	30.0		41.8						
不明-N		15.5	18.2			28.0		20.9	35.9	56.8	66.0	74.5

表1 堆肥原料の発酵特性及び窒素収支(つづき)

試験期間	夏期試験(H18.7.3~8.1 28日間)				
試験区	吸引通気				
経過日数	0	7	14	21	28
通気量(L/分・堆肥m ³)	69.6	43.2	31.8	26.0	
堆肥原料(kg)	4,945	3,621	3,173	2,650	2,575
容積重(kg/m ³)	656	497	463	410	393
含水率	62.7	53.9	47.4	43.6	40.2
加水量(kg)				500	
有機物分解率		2.6	8.6	15.5	22.5
ドレイン発生量(kg)		229.2	186.4	186.3	187.7
堆肥原料-N	78.8	50.3	47.4	38.9	35.2
窒素収支(kg/N,積算)	ドレイン-N	0.6	0.8	1.3	1.5
	スクラバ-N	12.7			24.7
	不明-N	15.3			17.3

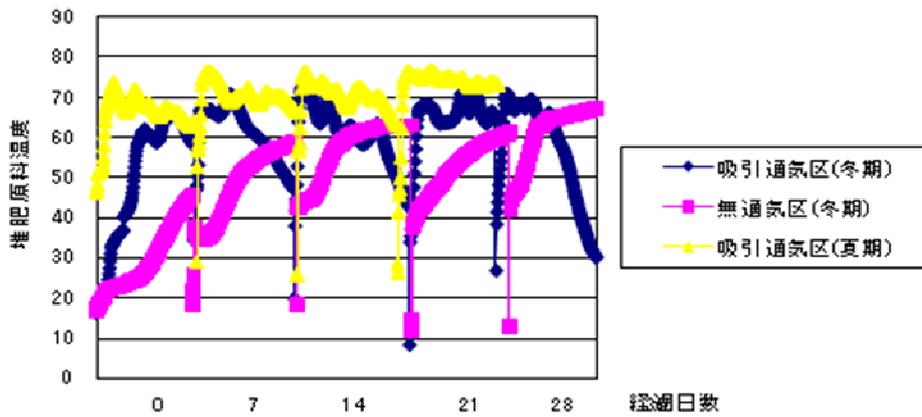


図2 吸引通気式堆肥化の発酵温度推移

表2 吸引通気式堆肥化過程における臭気の発生状況及び回収(除去)率

物質名	区分	平均濃度(ppm)				回収(除去)率(%)		
		堆肥原料表面	スクラバ前	スクラバ後	脱臭槽後	スクラバA	脱臭槽B	組み合わせC
アンモニア	冬期	218 (1,055)	9,765	36.8	0.18	99.7	81.9	99.9
	夏期	71.3	17,338	3.34	0.16	99.9	86.4	99.9
硫化水素	冬期	0 (0.028)	1.90	1.90	0.008	0	99.8	99.8
	夏期	0.003	2.58	0.97	0	12.4	100	100
メルカプタン類	冬期	0 (0.293)	5.18	4.66	0	22.0	100	100
	夏期	0.09	6.55	3.04	0	29.7	100	100

()無通気堆肥化

回収(除去)効率は測定ごとに算出し、それを平均した

$$A = (\quad) / \quad * 100$$

$$B = (\quad) / \quad * 100$$

$$C = (\quad) / \quad * 100$$

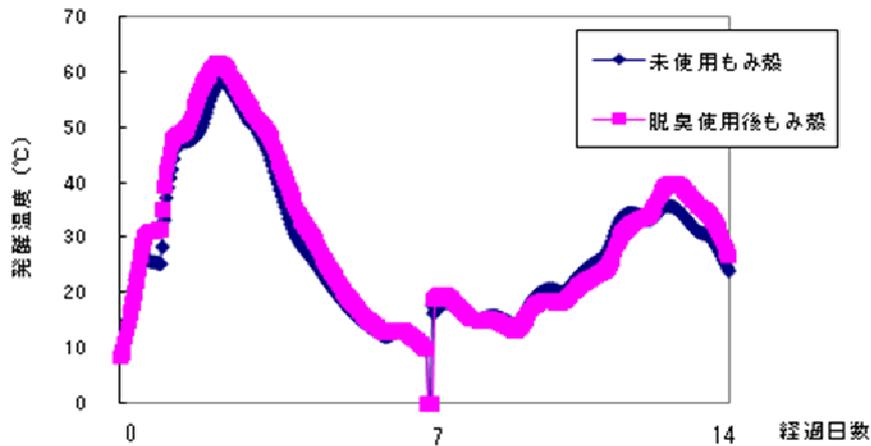


図3 脱臭使用後のもみ殻を用いた堆肥化の発酵温度の推移

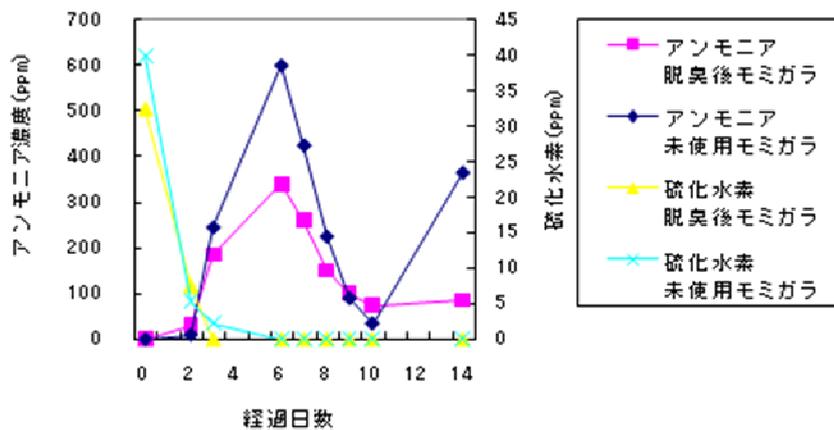


図4 脱臭使用後のもみ殻を用いた堆肥化のアンモニアと硫化水素の発生状況

試験2 不浸透性シートを活用したもみ殻脱臭システムの検討

通気を行わない堆肥化処理過程から発生する臭気の脱臭システムを開発する。

材料及び方法

鶏ふんにもみ殻を副資材として調整した材料を無通気で堆肥化処理した。その際発生する臭気の発生状況、および不浸透性シートにもみ殻を堆積させ、上掛けシートで全体を覆った脱臭槽（堆積もみ殻脱臭槽）ともみ殻を充填した箱型脱臭槽（箱型もみ殻脱臭槽）の脱臭能力を平成 19 年 1 月から平成 20 年 11 月にかけて調査した（図 5）。

結果及び考察

発酵槽上部から捕集したアンモニア濃度（脱臭槽への入気濃度）は平均 174.8ppm であったが、堆積もみ殻脱臭槽上では平均 90.1%、箱型もみ殻脱臭槽では平均 94.7%除去した（図 6）。経費は、施設整備に 510 千円（配管及び電気工事 450 千円、脱臭槽シート 60 千円）であり、生ふん 1 t あたりの処理費は電気代 627 円で、採卵鶏 1 万羽規模経営（生ふん 100g/羽・日）では年間 229 千円と試算される。

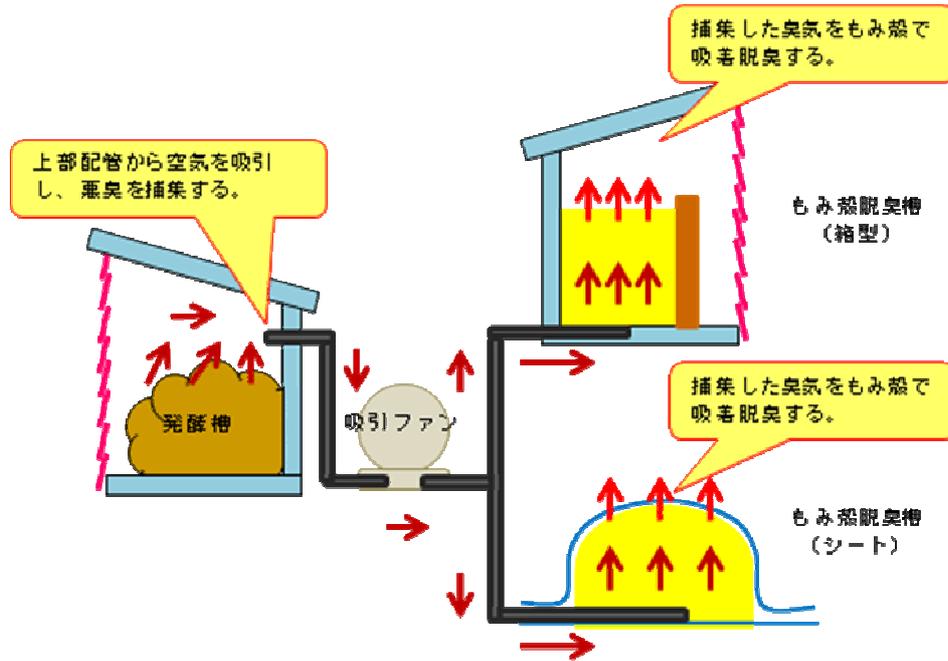


図5 不透水性シートを活用したもみ殻脱臭システムの概要

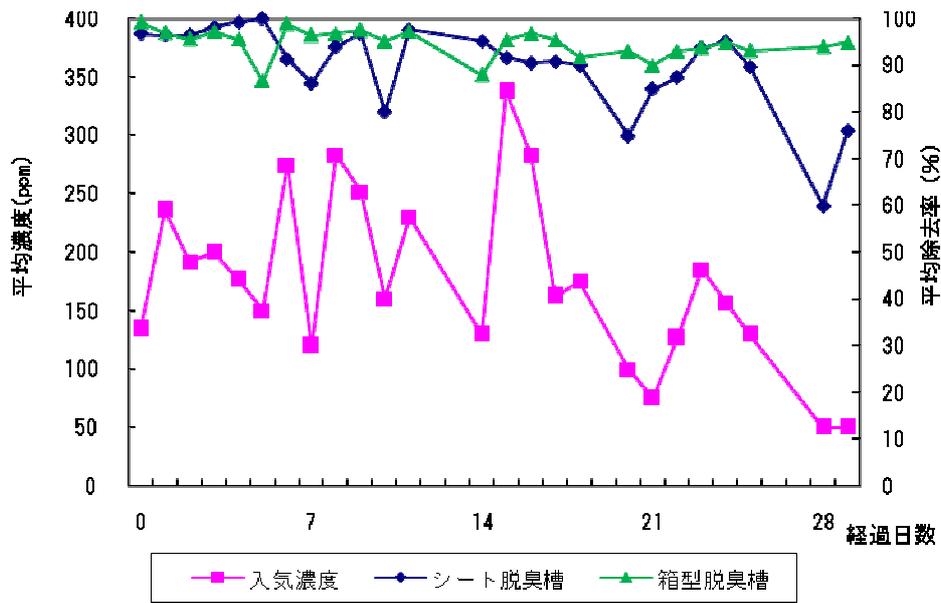


図6 アンモニアの脱臭槽への入気濃度と除去率

文献

- 1) 阿部佳之. 畜産技術, 615:2-6. 2006

