

畜産公害対策試験

(6)酸化溝型回分式活性汚泥法による高濃度豚舎汚水の低コスト処理試験

伊禮判 宇地原務 山城倫子 仲宗根實

I 要 約

豚舎から排出される肥育豚換算100頭のふん尿混合高濃度汚水を振動ふるいで固液分離し、酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽へ無希釈投入後、浄化処理したところ以下の結果であった。

1. 投入汚水量は1日1.5m³で、BOD濃度は約3000~16000mg/lの範囲であり、変動が大きく、年間平均BOD濃度は8881mg/lであった。
2. 処理水のBOD濃度は29~135mg/lで変動し、年間平均75mg/lであった。
3. BOD容積負荷が0.2kg/m³・日以下の場合、処理水のBODおよびSS濃度は放流基準値の120および150mg/l以下であった。
4. COD濃度は試験期間中で120mg/l以下の値を示さなかった。
5. 浄化槽の肥育豚1頭当たり材料費は約1.5万円、電気料金は1日肥育豚1頭当たり約2.1円、必要面積は肥育豚1頭当たり約0.5m²となった。

II 緒 言

「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が1999年施行され、家畜ふん尿の適正な処理に対する要望がさらに高まっている。

家畜ふん尿の浄化処理を行うためには、畜舎内でふんをあらかじめ除去し、尿汚水に混入させないことが非常に重要¹⁾で、家畜が排泄するBODやSSなどの汚染物質のほとんどがふんに由来するため、ふん尿混合汚水の浄化処理は膨大な汚染物質を対象とし、技術的には可能であっても処理コスト面や管理労働力面の制約から畜産農家で対応することができにくい²⁾とされている。しかし、県内の養豚業における豚舎構造はスクレーパー等によるふん尿分離型豚舎は少なく、スノコ下にふん尿を貯留する形態や、平床を水洗する形態が大部分であり、いずれもふん尿混合状態のため高濃度のふん尿汚水となる。

そこで今回、ふん尿混合汚水を酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽へ無希釈投入し、浄化処理を行い、処理水の性状や経費等について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間

試験は、1999年3月から2000年2月の期間に実施した。

2. 供試汚水

供試汚水は、豚舎内汚水槽に貯留した洗浄水とふん尿の混合汚水を用いた。

3. 汚水処理施設の概要

供試汚水は、前処理として網目間隔0.3mmの振動ふるいで固液分離し、固形物は搬出、液分は投入槽で一時貯留後浄化槽へ搬送される。浄化槽へ投入した汚水は21時間曝気処理され、2時間沈殿後、上澄みを処理水として排出する。

浄化槽形状は酸化溝（オキシデーションディッチ）型で、曝気は養殖場で用いられている水平エアレーター（出力0.4kw、回転数90rpm/min、寸法1400mm×1850mm）2基による表面機械曝気で行い、回分式の運転による活性汚泥法で浄化処理した。汚水処理フローシートを図1、回分式運転のタイムチャートを図2に示した。

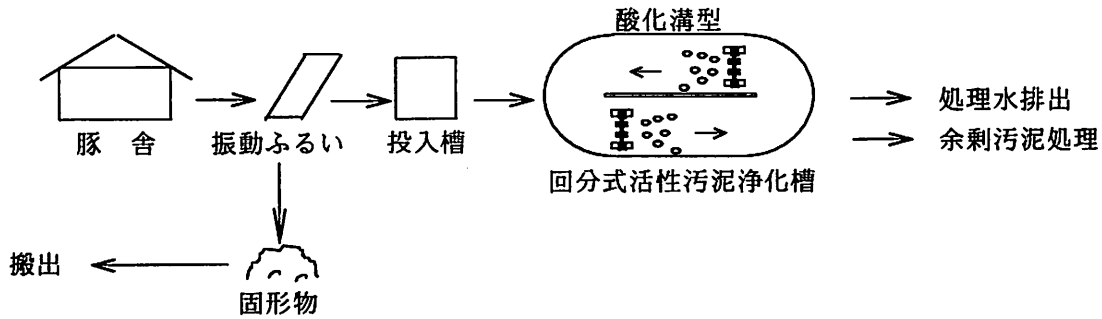


図1 汚水処理フローシート

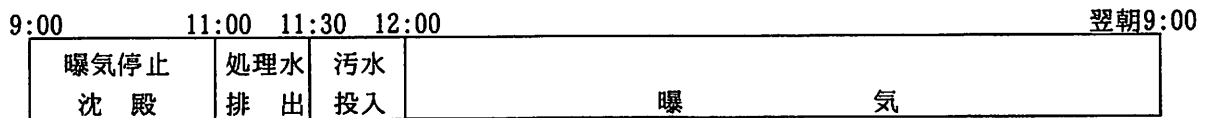


図2 回分式運転のタイムチャート

4. 汚水処理施設の設計条件

1) 処理対象頭数

肥育豚換算で100頭とする。

2) 処理対象汚水量

肥育豚1頭当たりの要処理汚水量を15l/日と設定し、1日当たり処理対象汚水量を1.5m³/日とする。

3) 総BOD量

肥育豚1頭当たりの要処理BOD量をふん尿混合汚水のため130g/日と設定し、総BOD量は13kg/日とする。

4) 処理対象BOD量および濃度

振動ふるいによるBODの除去率10%と設定し、処理対象BOD量は11.7kg/日とする。このときのBOD濃度は約8200mg/lとなる。

5) BOD容積負荷の設定

BOD容積負荷を0.2kg・BOD/m³と設定した。

6) 曝気槽容積および面積

処理対象BOD量とBOD容積負荷の設定値をもとに曝気槽有効容積を58.5m³、必要容積を76.0m³（有効容積の30%増）とした。また、曝気槽深は1.5mであるから、必要面積は50.7m²とした。

5. 調査項目

調査項目は以下のとおりで、測定項目および測定法を表1に示した。

1) 投入汚水および処理水の性状

振動ふるいによる固液分離後の汚水を浄化槽への投入汚水とし、その性状を調査するため、BOD、SS、CODを測定した。

また、浄化処理後の処理水の水質を調査するため、BOD、SS、CODを測定した。

2) BOD容積負荷の違いによる曝気槽内溶存酸素濃度（DO）の変化

BOD容積負荷の違いによるDOの変化をみるため、11:00、11:30、12:00、13:00、14:00、15:00、16:00、17:00、18:00、および翌朝8:30にDO濃度を5日間測定した。

3) 施設費およびランニングコスト

施設に要した経費と電気料金の調査をした。

表1 測定項目および測定法

測定項目	測定法
生物化学的酸素要求量 (BOD)	ウインクラーアジ化ナトリウム変法
浮遊物質 (SS)	遠心分離法
化学的酸素要求量 (COD)	過マンガン酸カリウム法
溶存酸素量 (DO)	ガルバニ電池式隔膜電極法

IV 結果および考察

1. 投入汚水および処理水の性状

投入汚水と処理水の性状を表2に示した。

豚の頭数や洗浄水量の違いから、BOD濃度は約3000~16000mg/lの範囲で変動し、特に、開始後の3か月間は豚舎内汚水ピットに長期間貯留濃縮した汚水を固液分離後、投入汚水としていたため濃度が高い値となった。投入汚水量を1日当たり1.5m³の一定量とし投入していたため、BOD容積負荷はBOD濃度の変動を直接受けて0.09~0.42kg/m³・日の範囲で変動した。平均のBOD濃度は8881mg/lであった。SS濃度は約3500~12000mg/lの範囲で変動し、平均SS濃度は7783mg/lであった。

BOD容積負荷および処理水のBOD、SS濃度の推移を図3に示した。

処理水のBOD濃度は29~135mg/lで変動し、平均75mg/lであった。SS濃度は37~119mg/lで変動し、平均75mg/lであった。処理水の性状はBOD容積負荷に伴い変動し、BOD容積負荷が0.42kg/m³・日と当初設計の2倍程度高い時は、排水基準の120mg/lを上回ったが、設計条件である0.2kg/m³・日以下の場合にはBODとSSの排水基準である120と150mg/l以下であった。

CODは高い場合360mg/l程度あり、試験期間中で120mg/l以下になることはなかった。CODと色度には関連があり、汚水の浄化槽投入時に希釈水を使用しないとCODが高く、着色した処理水になる³⁾。今後、希釈水を使用した場合のCOD、色度等を調査し、検討する必要がある。

表2 投入汚水および処理水の性状

	投入汚水				処理水		
	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	COD (mg/l)	BOD容積負荷 (kg/m ³ ・日)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	COD (mg/l)
3月	14460	11500	11000	0.37	103	113	367
4月	13480	12125	—	0.35	107	98	—
5月	16230	10980	19200	0.42	135	95	365
6月	7868	8000	—	0.20	86	89	—
7月	5670	4890	—	0.15	44	46	—
8月	11845	8915	—	0.30	110	119	340
9月	3277	3560	—	0.08	45	38	—
10月	7950	6890	—	0.20	89	65	185
11月	8790	7980	—	0.23	60	85	156
12月	8687	8600	—	0.22	50	61	—
1月	4760	5590	—	0.12	29	37	122
2月	3560	4360	—	0.09	40	52	—
平均	8881	7783	15100	0.23	75	75	250
				放流基準値	(120)	(150)	(120)

注) —は未調査を示す。

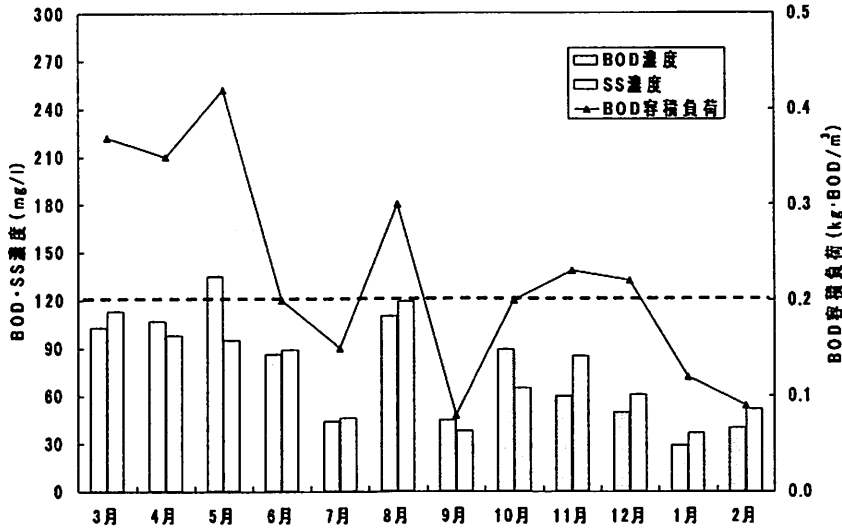


図3 BOD容積負荷および処理水のBOD、SS濃度の推移
注) 点線はBODの放流基準値を示す。

2. BOD容積負荷の違いによる曝気槽内溶存酸素濃度 (DO) の変化

BOD容積負荷の違いによる曝気槽内溶存酸素濃度 (DO) の変化を図4に示した。

曝気槽内のDO濃度は1mg/l以上必要で、2~3mg/l程度あれば適正に処理できる⁴⁾といわれている。

BOD容積負荷0.1kg/m³・日の場合は、曝気開始から4時間後にはDOが1mg/l以上になり6時間後約4mg/lに達し、最終的には6mg/l程度にまで増加しており、負荷が低いため処理速度がはやく、活性汚泥の内性呼吸による酸素消費量が減少し、水中に溶存する酸素濃度が増加している。

BOD容積負荷0.2kg/m³・日の場合は、曝気開始から徐々に増加し最終的に3.6mg/lであったことから、適正な負荷量で処理が進んでいる。

BOD容積負荷0.4kg/m³・日の場合は、DOはあまり増加せず最終的に1mg/lに達しなかったことから、負荷が高く、処理に時間を要している。

以上より、ふん尿混合汚水を今回の方法で処理するためには、BOD容積負荷0.2kg/m³・日以下の設計条件がより安全である。

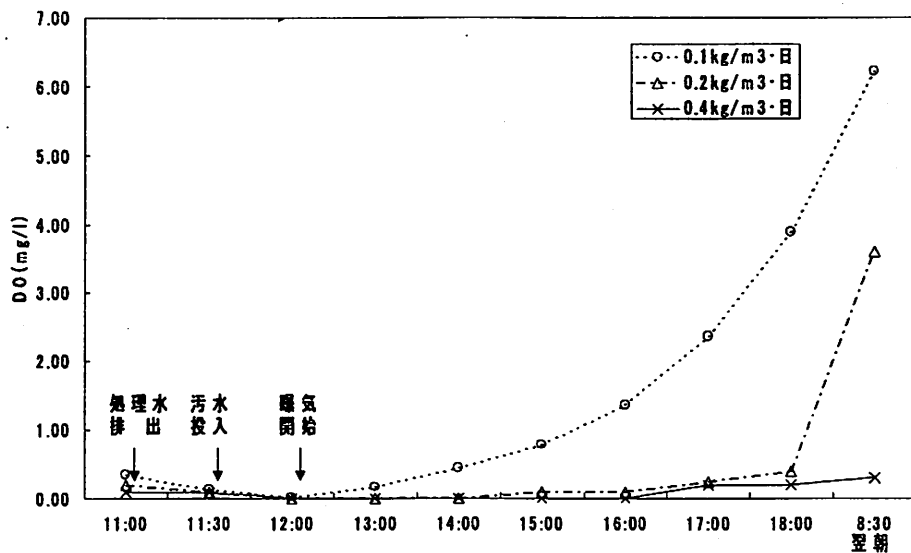


図4 BOD容積負荷の違いによる曝気槽内溶存酸素濃度 (DO) の変化

3. 施設費とランニングコスト

1) 施設に使用した材料費

施設に使用した材料費の内訳を表3に示した。本浄化槽は自作したため人件費を含まない材料費のみの費用で、合計額153万円であった。肥育豚頭数は100頭であるから、1頭当たりの施設材料費は約1.5万円である。

表3 施設に使用した材料費 (千円)

資材名	金額
① ブロック	116
② 生コンクリート	265
③ セメント	48
④ その他材料費	345
⑤ 整地費用	210
⑥ 水平エアレーター(2基)	441
⑦ 汚水搬送用ポンプ	105
合計	1,530

2) 施設のランニングコスト

施設に要するランニングコストは主に電気料金であることから、今回の施設に要する電気料金を表4に示した。浄化処理施設において、使用電力量が大きい機器は、曝気装置であり、本方式では表面機械曝気のため、ブロワーで高圧空気を送り込む方式に比べ、電気容量は小さくてすむことから、使用電気料金は安い。月額電気料金は6,490円で、1日豚1頭当たり2.1円となった。

表4 処理に要する電気料金

	kw数 (kw)	台数 (台)	稼働時間 (時間)	使用電力量 (kw/日)	1日使用料金 (円)
① 水平エアレータ	0.40	2	21.0	13.44	146.5
② 汚水搬送用ポンプ	0.40	1	0.5	0.16	1.7
③ 振動機	0.01	1	1.0	0.01	0.1
④ 汲み上げポンプ	0.40	1	1.0	0.32	3.5
					151.8
月額使用料金		151.8×30日			4,554
月額基本料金		1.6kw×1,210円			1,936
月額電気料金					6,490

注1) 基本料金は契約kw当たり1,210円/月とする。

2) 使用電力料金は、10.9円/kwhとする。

3) 使用電力量は、kw数×台数×負荷率(0.8)×稼働時間で計算した。

今後の検討事項として、処理水の窒素や磷などの処理状況調査、処理水の高COD・高色度対策、余剰汚泥生成量の調査、表面機械曝気装置の検討などがあげられる。処理水の高COD・高色度対策として、前処理や希釈水の利用による汚水の低濃度化による処理水への影響を調査する必要がある。余剰汚泥量生成量はBOD容積負荷量に強く影響されると言われており、BOD容積負荷を安全に低く設定することで、余剰汚泥の発生量を抑えることができる。今回の試験期間中においても余剰汚泥の引き抜き回数は少なかった。今後、余剰汚泥量の定量を行い発生量の調査を行う必要がある。表面機械曝気装置については、攪拌時の酸素供給能力を調査し、曝気槽容量に対する必要基数の算定法を検討するが、今回の結果より、20m³~30m³に1基の設置で可能ではないかと推察される。

ふん尿混合汚水の無希釈浄化処理試験の結果、肥育豚100頭の浄化処理施設必要面積は50.7m²であるから肥育豚1頭当たり約0.5m²となり、規模の大きな浄化槽が必要になった。神奈川県畜産研究所で開発された回分式活性汚泥法では、畜舎内のふん尿分離を前提としており、必要面積が肥育豚1頭当たり0.2m²程度⁴⁾である。BOD容積負荷から計算すると、ふん尿混合の場合、浄化槽の規模はふん尿分離の場合の約3倍程度になる⁵⁾といわれており、浄化処理を行うためにはふんと尿を分離し浄化槽にかかる負担を下げる事が重要である。

酸化溝型の回分式活性汚泥法は、一般的な連続式活性汚泥法に比べ、構造がシンプルなため維持管理が楽であり、ランニングコストが安く、ふん尿分離型豚舎構造の農家やボロだしを行っている繁殖豚専業農家に適した汚水処理システムである。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご指導いただきました沖縄大学宇井純教授に厚く感謝いたします。

V 引用文献

- 1) 農文協編、1995、畜産環境対策大辞典、19、農文協
- 2) 財団法人畜産環境整備機構、1998、家畜ふん尿処理利用の手引き、5、財団法人畜産環境整備機構
- 3) 財団法人畜産環境整備機構、1999、汚水処理施設の設計と維持管理施設設計計算書の審査・検討法、畜産環境アドバイザー研修用資料、88、財団法人畜産環境整備機構
- 4) 財団法人畜産環境整備機構、1999、汚水処理施設の設計と維持管理施設設計計算書の審査・検討法、畜産環境アドバイザー研修用資料、11～13、財団法人畜産環境整備機構
- 5) 財団法人畜産環境整備機構、1998、家畜ふん尿処理利用の手引き、50、財団法人畜産環境整備機構
- 6) 財団法人畜産環境整備機構、1998、家畜ふん尿処理利用の手引き、12、財団法人畜産環境整備機構

研究補助：小濱健徳、友寄隆仙