

畜産公害対策試験

(16) 酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽における間欠運転の窒素低減効果

太田克之 仲村敏 鈴木直人 大城まどか
渡久地政康

I 要 約

酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽(酸化溝)¹⁾における間欠運転の窒素低減効果を検討するため、処理水排出時の全窒素(T-N)濃度が100mg/l以下になることを目標とし、現場実証試験を行なった。試験は、酸化溝に1日あたり1.5m³の汚水を毎日投入し、24時間タイマーでばっ気時間を制御して間欠運転を行なった。間欠運転のパターンは、汚水投入2時間後にばっ気を始め、2時間ごとに間欠的なばっ気を4回くりかえし、最後のばっ気を3時間行なった後、3時間の沈殿時間を設けた。処理水の性状を調査し、処理に要する電気料について算出した。また、T-Nについて21時間連続運転(連続運転)における測定値と比較したところ、結果は以下のとおりであった。

1. 処理水のT-N濃度は34.0mg/lであり、T-N除去率は、連続運転が92.5%であったのに対し、間欠運転は97.5%であった。
2. 間欠運転における処理水の生物学的酸素要求量(BOD)は31mg/l、化学的酸素要求量(COD)は75mg/l、浮遊物質(SS)は126mg/lであった。
3. 電気料金は連続運転が6,490円/月、間欠運転が4,396円/月であった。

今回の供試汚水はBOD容積負荷の変動が大きく、TN/BOD比が平均で0.18であった。これは農家における汚水と同様に窒素の処理が困難な条件^{2~4)}であった。しかしながら間欠運転における処理水のT-Nは目標とした100mg/l以下となり、間欠運転により除去率が向上した。また、間欠運転における処理水は、測定した全ての項目において排水基準値以下であった。

II 結 言

養豚廃水中の窒素は、ヒトのし尿や食品工場等の諸廃水と比較して極めて多い⁵⁾。窒素は植物にとって重要な肥料成分であるが、湖や内海に多量に流入すると、植物性プランクトンが急激に増殖し、その連鎖で動物性プランクトンも増殖し、赤潮、酸欠、悪臭等を引き起こす⁶⁾。

2001年に水質汚濁防止法の改正があり、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素が有害項目に指定され、排水基準は100mg/lとなった⁶⁾。畜産業は暫定基準として1500mg/lとなっているが、いずれ上記のような規制に取り込まれることと予測される⁶⁾ため、浄化効率の向上が求められている。

前報⁷⁾では室内試験により、間欠運転の窒素低減効果を確認したが、今回の試験では酸化溝において処理水排出時のT-N濃度が100mg/l以下となることを目標とし、間欠運転による窒素低減効果の実証試験を行なったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は2003年7月から2004年2月までの期間とし、沖縄県畜産試験場内の酸化溝¹⁾で実施した。

2. 供試汚水

供試汚水は、当場の肥育豚の汚水を用いた。1日あたりの投入汚水量は1.5m³とした。

3. 試験方法

前報⁷⁾では、家畜尿汚水は窒素量に対し有機物量が不足するため、汚水投入により有機物を補った直後は、ばっ気を停止状態とし、富栄養条件と嫌気条件を同時に作り出すことにより、高い窒素除去率が得られた。そこで今回の試験では、次の様な間欠運転を行なった。

間欠運転のタイムチャートを図1に示した。酸化溝におけるばっ気は24時間タイマーでばっ気時間を

制御して行なった。汚水投入2時間後にばっ気を始め、2時間ごとに間欠的なばっ気を4回くりかえし、最後のばっ気を3時間行なった後、3時間の沈殿時間を設けた。

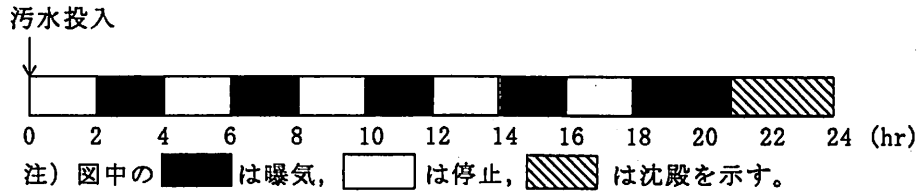


図1 間欠運転のタイムチャート

4. 調査項目および測定方法

沈殿により得られた上清を毎月1回採取し処理水とした。浄化処理性能を調査するため、投入汚水および処理水中のT-N, BOD, CODおよびSSを測定し、処理に要する電気料を調査した。

測定項目および測定法を表1に示した。

表1 測定項目および測定法

測定項目	測定法
全窒素(T-N)	アルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウム分解-紫外線吸光光度法
生物学的酸素要求量(BOD)	BOD自動測定器(BODtrak, セントラル科学社製)
化学的酸素要求量(COD)	COD METER(C-331-S, 飯島電子工業社製)
浮遊物質(SS)	ガラス繊維ろ紙法

IV 結果および考察

1. 投入汚水および処理水の性状

投入汚水および処理水の性状を表2に示した。投入汚水のBOD濃度は2160~18740mg/lの範囲で変動しその平均は10500mg/l, COD濃度は720~7080mg/lの範囲で変動しその平均は3424mg/l, SS濃度は3133~28767mg/lの範囲で変動しその平均は13608mg/lであった。

処理水のBOD濃度は12~94mg/lの範囲で変動しその平均は31mg/l, COD濃度は40~145mg/lの範囲で変動しその平均は75mg/l, SS濃度は90~165mg/lの範囲で変動しその平均は126mg/lであった。

豚の体格, 頭数, 畜舎洗浄水量等の違いから, 試験期間全体にわたる投入汚水のBOD容積負荷の変動は0.06~0.48kg/m³とかなり大きく, 汚水の質的变化は活性汚泥の状態を悪くする要因である¹⁾ことから, 活性汚泥を良い状態に保つことが難しい状況であったといえる。また, 酸化溝はBOD容積負荷を0.2kg/m³で設計しているが, 投入汚水のBOD容積負荷は平均0.27kg/m³であり, 酸化溝の設計よりやや高かった。しかしながら処理水の性状は, 測定した全ての項目において排水基準値以下であった。

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)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	BOD容積負荷 (kg/m ³)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
7月	18320	4700	23433	0.47	12	145	115
8月	3440	7080	6733	0.09	18	40	90
9月	2160	720	3133	0.06	29	73	160
10月	5660	2145	9923	0.15	24	66	90
11月	17100	3240	16167	0.44	16	53	105
12月	8080	1400	7100	0.21	94	71	165
1月	18740	4680	28767	0.48	24	76	160
平均	10500	3424	13608	0.27	31	75	126
	排水基準値				160(120)	160(120)	200(150)

注1)排水基準値は水質汚濁防止法による。

2)排水基準値は上限値を示し, ()内の数字は1日の平均値の上限を示す。

2. 間欠運転および連続運転におけるT-N

間欠運転におけるT-N濃度、除去率および投入汚水のTN/BOD比を表3に示し、これまで当場で行なってきた連続運転におけるT-N濃度、除去率および投入汚水のTN/BOD比を表4に示した。

間欠運転において、投入汚水のT-N濃度は581.6~2383.1mg/lの範囲で変動しその平均は1569.2mg/l、処理水のT-N濃度は2.2~78.1mg/lの範囲で変動しその平均は34.0mg/l、T-N除去率は94.3~99.9%の範囲で変動しその平均は97.5%、投入汚水のTN/BOD比は0.13~0.27の範囲で変動しその平均は0.18であった。

連続運転において、投入汚水のT-N濃度は440.0~2730.0mg/lの範囲で変動しその平均は1107.7mg/l、処理水のT-N濃度は5.6~168.0mg/lの範囲で変動しその平均は69.9mg/l、T-N除去率は73.2~99.5%の範囲で変動しその平均は92.5%、投入汚水のTN/BOD比は0.04~0.41の範囲で変動しその平均は0.16であった。

これまでの知見^{2~4)}では、窒素の浄化処理においてTN/BOD比は0.05が処理に適しており0.15までは浄化処理が可能であるが、家畜尿汚水中のTN/BOD比は0.2~0.4であり処理が容易ではないとされている。

このことから、間欠運転および連続運転における投入汚水のTN/BOD比は、窒素の浄化処理を行なうには難しい条件であった。

処理水のT-N濃度は、連続運転では平均値が100mg/lを下回るものの変動範囲が大きく、100mg/lを超えることがしばしばあった。しかし間欠運転では変動範囲が比較的小さく、調査期間中に100mg/lを超えることはなかった。

またT-N除去率は、間欠運転において最低でも94.3%と高く、平均では連続運転に比べ5.0ポイント高かった。

表3 間欠運転におけるT-N濃度、T-N除去率および投入汚水のTN/BOD比

	投入汚水 (mg/l)	処理水 (mg/l)	除去率 (%)	投入汚水の TN/BOD比
7月	2383.1	46.4	98.1	0.13
8月	746.1	6.4	99.1	0.22
9月	581.6	32.9	94.3	0.27
10月	1187.4	11.6	99.0	0.21
11月	2290.8	2.2	99.9	0.13
12月	1424.2	78.1	94.5	0.18
1月	2371.1	60.5	97.4	0.13
平均	1569.2	34.0	97.5	0.18

表4 連続運転におけるT-N濃度、T-N除去率および投入汚水のTN/BOD比

	投入汚水 (mg/l)	処理水 (mg/l)	除去率 (%)	投入汚水の TN/BOD比
平均	1107.7	69.9	92.5	0.16
最大値	2730.0	168.0	99.5	0.41
最小値	440.0	5.6	73.2	0.04

注)表の値は2000年2月から2002年4月まで沖縄県畜産試験場内の酸化溝にて連続運転を行ない測定した。

3. 処理に要する電気料金

連続運転および間欠運転における処理に要する電気料金を表5に示した。連続運転では6,490円/月であったのに対し、間欠運転では4,396円/月であった。間欠運転はばっ気停止時の水平エアレータの電気料金が削減されたため、連続運転に比べ1月あたり2,094円安かった。

表5 連続運転および間欠運転における処理に要する電気料金

連続運転		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/日)
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
						計151.8
月額使用料金			151.8円/日×30日		4,554円/月	
月額基本料金			1,210円×1.6kw		1,936円/月	
-----						月額電気料金
						6,490円/月
間欠運転		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/日)
①	水平エアレータ	0.40	2	11.0	7.04	76.7
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
						計 82.0
月額使用料金			82.0円/日×30日		2,460円/月	
月額基本料金			1,210円×1.6kw		1,936円/月	
-----						月額電気料金
						4,396円/月

家畜尿汚水中の窒素濃度は高く、窒素除去の主役である生物学的脱窒に必要な有機物(BOD)が尿汚水中の窒素濃度に比較して不足しがちであるため、一般的には処理が困難^{2~4)}とされている。しかしながら今回の試験では、酸化溝において間欠運転を行なうことにより脱窒が促進されることが確認された。

ここで重要と思われたのは、前報¹⁾の室内試験でT-N除去率が高かった、汚水投入直後にばっ気を行なわないパターンを間欠運転に用いたことである。これにより、脱窒菌がより脱窒を行ないやすい条件が整い、汚水性状の変動が激しい実際の現場においても、脱窒を促進できたものと考えられた。

また、間欠運転における処理水のT-N、BOD、CODおよびSSは放流基準値以下であり、間欠運転により放流に十分な処理が行なえることが確認された。

間欠運転のパターンについては、更に詳細な検討をすることにより能力が向上する可能性があるため今後の検討が必要と思われた。

謝 辞

本研究において、投入汚水および処理水の分析にご協力をして頂きました沖縄大学・宇井純博士、金城由美子氏ならびに学生の皆様に感謝申し上げます。

V 引 用 文 献

- 1) 伊禮判・宇地原務・山城倫子・仲宗根實, 1999, 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, 沖縄畜試研報, 37, 78-83
- 2) 長田隆, 1994, 2. 尿汚水の浄化処理技術, 農林水産技術会議事務局編, 財団法人農林統計協会, 家畜ふん尿処理・利用技術, 33
- 3) 羽賀清典, 1998, 廃棄物と資源, 押田敏雄編, 養賢堂, 畜産環境保全論, 33
- 4) 社団法人農山漁村文化協会, 1995, 畜産環境対策大事典, 20, 社団法人農山漁村文化協会
- 5) 中村作二郎, 2003, 養豚場の廃水処理, 29-30, 有限会社ベネット
- 6) 中村作二郎, 2003, 養豚場の廃水処理, 8, 有限会社ベネット

-
- 7) 伊禮判・鈴木直人・太田克之・大城まどか・渡久地政康, 2002, 畜産公害対策試験(12)回分式活性汚泥浄化処理における間欠曝気の窒素低減効果, 沖縄畜試研報, 40, 71-74
- 8) 中村作二郎, 2003, 養豚場の廃水処理, 82-83, 有限会社ベネット
-

研究補助: 又吉博樹, 仲程正巳