

乳牛尿汚水の悪臭除去を目的とした曝気処理方法の検討

高田 修*・小嶋 睦**・天橋一路*

要 約

乳牛尿汚水の液肥利用で障害となる悪臭を除去するため、効果的な曝気方法を室内実験で検討した。

- 1 尿汚水を原水のまま6日間曝気した。不快度は軽減できたが、刺激度は高まった。
- 2 尿汚水を水道水で5倍に希釈し6日間曝気した。中・高曝気区では硝酸態窒素が認められ刺激度が低下したが、低曝気区では硝酸態窒素が全く認められ刺激度も低下しなかった。
- 3 中曝気状態での尿汚水連続投入において、5倍希釈尿汚水・毎日貯留量の10%量投入は連続処理が困難であったが、10倍希釈尿汚水・毎日貯留量の20%量投入は連続処理が容易であった。

以上のことから、尿汚水の曝気による悪臭除去は、曝気を強めるより尿汚水の希釈倍率を高める方が効果的である。

Examination of Method of Processing Aeration to Remove Stink of Milk Cow Urine Sewage

Osamu TAKATA, Mutsumu KOKAMO and Kazumichi AMAHASHI

Summary

On the indoor, s experiment, an effective method of aeration was examined to remove the stink that became a trouble in using milk cow's urine sewage as liquid manure.

- (1) The urine sewage without dilution was aerated for 6 days. The pungent odor level rose oppositely though the unpleasantness level was able to be reduced.
- (2) The urine sewage was diluted to 5 times with tap water, and aerated for 6 days. The generation of nitrate-nitrogen can be confirmed to the middle and the high aeration treatment, and the pungent odor level has decreased. Nitrate-nitrogen is not generated, and the pungent odor level has not decreased to the low aeration treatment either.
- (3) In middle aeration, the urine sewage was putted into the aeration tank continuously. It was difficult to dispose continuously the urine sewage diluted to 5 times with injection of 10% amount of the aeration tank every day. However, it was easy to dispose continuously the urine sewage diluted to 10 times with injection of 20% amount of the aeration tank every day.

From the facts mentioned above, the dilution was more effective than aeration for the urine sewage to remove stink of urine sewage by aeration.

キーワード：尿汚水, 悪臭除去, 曝気処理, 希釈処理, 硝酸態窒素

緒 言

乳牛舎からは尿やミルクカー洗浄水など多量の汚水が排

出される。その処理方法は牛舎構造により異なるが、尿と一部の雑排水は尿溜に貯留され、液肥として利用される方法が多く採用されている。この場合、圃場等への散布時の悪臭が問題になるため、液肥利用を促進するには、尿汚水の悪臭除去が大きな課題となっている。

汚水の浄化処理には曝気処理法が多く用いられている

2005年8月31日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

** 現 洲本家畜保健衛生所

が、今回は液肥利用を前提とした悪臭除去を目的とし、簡易な効率的曝気処理法を実験室内で検討した。

材料及び方法

1 使用器材と曝気区分

- (1) 曝気ポンプ: MV-6005VP (排気量4リットル/分、排気チューブ内径5mm) を各区に1個使用した。
- (2) 曝気槽容器: 大容器は40リットル、中容器は20リットル、小容器は10リットルの液を入れた状態で、水深がいずれも約25cmになる3種類のポリ容器を用意した。
- (3) 曝気量区分: 大容器で40リットル量を曝気する低曝気区、中容器で20リットル量を曝気する中曝気区、小容器で10リットル量を曝気する高曝気区の3区を設定した。

2 尿汚水と元菌

- (1) 尿汚水: 一般酪農家で尿溜りに貯留している尿汚水を原水として使用した。牛舎構造は30頭規模、対尻式、バンクリーナー除ふん式で、一部雑排水が混入している。原水の性状は不快度4、刺激度2、アンモニア約600ppm、硝酸態窒素0ppm、COD約3,500ppmで、希釈には水道水を使用した。
- (2) 元菌: 当センターの曝気処理済み貯留尿汚水を元菌として使用した。性状は不快度0、刺激度0、アンモニア0ppm、硝酸態窒素>500ppm、COD650ppmで、静置により活性汚泥が分離する状態のものである。

3 試験構成

平成14年9月～10月に順次4つの実験を実施した。

実験1: 原尿汚水の曝気量比較試験

尿汚水は原水のまま使用し、曝気量により低・中・高曝気区の3区を設定し、6日間連続して曝気処理をした。

実験2: 5倍希釈尿汚水の曝気量比較試験

5倍に希釈した尿汚水を使用し、実験1と同様に曝気量により低・中・高曝気区の3区を設定し、6日間連続

して曝気処理をした。

実験3: 中曝気における元菌添加及び原尿汚水希釈効果の比較試験

曝気は中曝気区とし、希釈と元菌添加により1区:5倍希釈、元菌無添加、2区:5倍希釈、元菌2リットルを0日目と6日目に添加、3区:10倍希釈、元菌2リットルを6日目に添加を設定し、12日間連続して曝気処理をした。

実験4: 中曝気・連続処理における原尿汚水希釈効果の比較試験

実用的な曝気法を検討するため、曝気は中曝気区とし、毎日一定量の尿汚水を投入(投入前に同量の処理液を排出)した。投入する尿汚水の希釈倍率と投入量により1区は5倍希釈、毎日2リットル(10%量)投入、2区は7.5倍希釈、開始4日間は毎日2リットル(10%量)、以後は毎日4リットル(20%量)投入、3区は10倍希釈、毎日4リットル(20%量)投入を設定し、11日間連続して曝気処理し、尿汚水の連続処理の可能性を検討した。なお、試験開始時の曝気状態を良好に維持しておくため、事前に元菌を添加して4～6日間曝気処理し、硝酸態窒素が100ppm以上発生していることを確認して試験を開始した。

4 調査項目

- (1) 臭気度: 官能検査で不快度・刺激度を5段階に評価(0:なし～4:強い)した。
- (2) アンモニア: 500mlビン容器にサンプル200mlを入れ、激しく攪拌した後にガス検知管で測定した。
- (3) 硝酸態窒素: 半定量イオン試験紙で測定した。
- (4) COD(化学的酸素要求量): 100℃、30分間加熱法で測定した。

結果

1 原尿汚水の曝気量比較試験(実験1)

成績を表1に示す。

不快度は3区分とも経日的に低下し曝気効果が認めら

表1 原尿汚水の曝気量比較試験(実験1)

(試験区分) 低区:40リットルを処理 中区:20リットルを処理 高区:10リットルを処理

項目	不快度(0～4)			刺激度(0～4)			アンモニア(ppm)			硝酸態窒素(ppm)			COD(ppm)		
	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区
0日目	4	4	4	2	2	2	600	600	600	0	0	0	3,550	3,530	3,800
1日目	3	2	2	2	3	3	1,000	1,200	1,400	0	0	0	—	—	—
3日目	2	1	1	4	4	4	1,800	2,000	2,000	0	0	0	3,587	3,666	3,600
6日目	2	1	1	4	4	3	2,000	2,000	1,500	0	0	0	3,500	3,533	3,633

* -: 検査せず

表2 5倍希釈尿汚水の曝気量比較試験(実験2)

(試験区分) 低区:40リットルを処理 中区:20リットルを処理 高区:10リットルを処理

項目 曝気量区分	不快度 (0~4)			刺激度 (0~4)			アンモニア (ppm)			硝酸態窒素 (ppm)			COD (ppm)		
	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区
0日目	3	3	3	1	1	1	160	160	160	0	0	0	750	750	740
1日目	2	1	1	2	2	2	240	240	250	0	0	10	—*	—	—
4日目	1	1	1	2	1	1	280	350	310	0	10	25	670	690	640
6日目	1	1	1	1	0	0	320	360	260	0	10	25	660	730	720

*—:検査せず

表3 中曝気における元菌添加及び原尿汚水希釈効果の比較試験(実験3)

(試験区分) 1区:中曝気(20リットルを処理)・5倍希釈・元菌添加無し
2区:中曝気(20リットルを処理)・5倍希釈・0日,6日日元菌添加
3区:中曝気(20リットルを処理)・10倍希釈・6日日元菌添加

項目 試験区分	不快度 (0~4)			刺激度 (0~4)			アンモニア (ppm)			硝酸態窒素 (ppm)			COD (ppm)		
	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区
0日目	3	3	3	1	1	1	160	160	100	0	25	0	506	720	355
1日目	2	1	1	2	2	0	260	235	140	0	0	25	—*	—	—
4日目	1	1	1	2	1	0	340	310	170	0	0	25	680	560	320
6日目添加前	1	1	1	1	0	0	320	290	160	0	0	25	706	544	340
添加後	—	1	1	—	0	0	—	—	—	—	50	100	—	550	365
12日目	0	0	0	0	0	0	220	210	105	0	50	250	568	430	288

*—:検査せず

表4 中曝気・連続処理における原尿汚水希釈効果の比較試験(実験4)

(試験区分) 1区:中曝気・5倍希釈・毎日2リットル(10%量)を投入
2区:中曝気・7.5倍希釈・開始4日間毎日2リットル(10%量),以後毎日4リットル(20%量)を投入
3区:中曝気・10倍希釈・開始4日間毎日2リットル(10%量),以後毎日4リットル(20%量)を投入

項目 試験区分	不快度 (0~4)			刺激度 (0~4)			アンモニア (ppm)			硝酸態窒素 (ppm)			COD (ppm)		
	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区	1区	2区	3区
0日目	1	1	1	0	0	0	110	90	50	100	250	500	696	643	550
2日目	1	0	0	0	0	0	90	75	25	250	500	>500	520	463	368
4日目	1	0	0	1	0	0	130	75	12	50	500	>500	—*	387	358
6日目	1	0	0	1	0	0	135	95	10	10	250	>500	618	—	—
9日目	1	0	0	1	0	0	145	90	6	10	50	>500	570	453	432
11日目	—	0	—	—	0	—	—	100	—	—	10	—	—	420	—

前処理期間:1区6日間・元菌4リットル添加 2区4日間・元菌2リットル添加 3区4日間・元菌2リットル添加

*—:検査せず

れたが,中・高区でより効果的であった。刺激度とアンモニア濃度は曝気によりともに高まるが,高区では6日目に減少が認められた。しかし,低・中区では減少が認められなかった。硝酸態窒素は全区で認められず,CODは変化がなかった。

2 5倍希釈尿汚水の曝気量比較試験(実験2)

成績を表2に示す。

不快度は速やかに低下したが,6日目でも多少不快であった。刺激度も1日目は僅かに上昇したがその後速やかに低下し,中・高区では6日目には全く感じられなかった。アンモニア濃度は,低・中区では6日目まで漸増したが,高区は6日目には低下した。硝酸態窒素は中区

では4日目から,高区では1日目から僅かであるが認められた。

3 中曝気における元菌添加及び原尿汚水希釈効果の比較試験(実験3)

成績を表3に示す。

5倍希釈での元菌添加効果の比較を1,2区で行った。不快度・刺激度・アンモニア濃度は2区の方がやや低下が早かったが差はほとんどなく,12日目では不快度及び刺激度は0まで低下し,アンモニア濃度も低下した。硝酸態窒素は2区の元菌2回目添加後で維持され,添加効果が認められた。

希釈率の比較を2・3区で行った。3区の10倍希釈で

は、不快度は2区の5倍希釈と差がなかったが、刺激度は1日目で既に0に低下し効果的であった。また3区は、元菌添加が無い状態でも硝酸態窒素が1日目より認められ、元菌添加後は高濃度の硝酸態窒素が認められ、希釈効果が高かった。

4 中曝気・連続処理における原尿汚水希釈効果の比較試験(実験4)

成績を表4に示す。

5倍希釈尿汚水を毎日2リットル(貯留量の10%量)処理する1区では、徐々にアンモニアが増加、硝酸態窒素が減少し、処理状態が悪化して行った。7.5倍希釈の2区では、2リットル処理ではアンモニアが低下し硝酸態窒素が増加して良好な処理が維持できたが、4リットル(貯留量の20%量)処理ではしだいにアンモニアが増加し硝酸態窒素が減少して処理状態が悪化して行った。10倍希釈の3区では、4リットル処理でもアンモニアが低下し硝酸態窒素が増加して良好な処理が維持できた。

考 察

尿汚水は、貯留により嫌気発酵し強い不快臭を呈するが、曝気処理によっても刺激度が高まり、期待した効果が得られない場合が多い。この原因として、処理液の汚染度が高濃度である場合は、強い曝気処理を行っても硝酸化が進行せず、アンモニア濃度が高まるためと推察できる。実験1と2において、原尿汚水では6日間の強曝気でも硝酸態窒素が認められなかったが、5倍希釈によりCODを約700ppmに低下させた場合では中曝気で4日目に、強曝気では1日目に僅かであるが硝酸態窒素が認められた。硝酸化するための条件として十分な酸素量¹⁾が必要とされ、酸素の必要量は汚水の汚染度濃度が大き

く影響するため、汚染度の高い汚水は多くの酸素量が必要とされる。芹澤らによる調査²⁾では、多槽式自然浄化法において、COD濃度の高い5槽目までは硝化が起きなかったが、COD濃度が低下した7槽目では急激な硝化が起こっている。これらから、速やかに硝酸化を促進させるためには、希釈により処理水のCOD濃度を1,000ppm程度に低下させることが効果的と考える。

酪農家における尿汚水処理は、牛舎から配管により貯留槽に自然流入している場合が多いため、毎日の連続した処理が必要である。このため、毎日一定量を処理する場合において、希釈倍率と処理量との関連を実験4において検討した。5倍希釈では2リットル(原尿汚水量:0.4リットル)の連続処理が困難であったが、10倍希釈では4リットル(原尿汚水量:0.4リットル)の連続処理が容易であったことより、希釈倍率を高めた方が処理効果が高まり、多くの尿汚水量を毎日処理することが可能となる。

今回は室内での実験結果であるため、曝気量の設定が現地において当てはめにくいのが、刺激度を抑えるためには曝気を強めるより希釈を高める方がより効果的であるといえる。酪農家においてはミルクカー洗浄等に多量の水を使用するため、これらの水を希釈水として使用することで、洗浄水の処理も同時に行え、より効率的である。

引用文献

- (1) 本橋敬之助(2001):水質浄化マニュアル(海文堂) 188-191
- (2) 芹澤俊治・杉山賢治・赤池紀幸・白谷良輔(2002):静岡県における自然浄化処理法の普及:畜産の研究 56(11), 1185-1190