貯留処理および曝気処理による乳牛尿汚水の肥料化

誌名	新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告
ISSN	21863970
著者名	小柳,渉
発行元	新潟県農業総合研究所畜産研究センター
巻/号	13号
掲載ページ	p. 13-15
発行年月	2001年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

貯留処理および曝気処理による乳牛尿汚水の肥料化

小柳　涉

Fertilizing of Dairy Cattle Urine by Storaging and Airation

Wataru　OYANAGI

要　約

乳牛尿汚水は貯留により大腸菌群数が減少するので、衛生的な安全性は問題ないと考えられる。貯留尿汚水は短期間の曝気処理により臭気はほぼアンモニア臭のみになる。曝気処理尿汚水はEC測定による簡易窒素成分推定が可能である。ただし、曝気開始時の高濃度硫化水素の発生および曝気処理尿汚水の皮膚への付着に留意する必要がある。

キーワード：乳牛尿汚水、液肥、大腸菌群、悪臭

はじめに

家畜尿汚水の処理法としては主に浄化処理と圃場還元が用いられている。乳牛尿汚水は汚染物質濃度が高く汚水量が少ない[1]と言う特性を持つため、特に少～中規模経営の場合、浄化処理は過剰投資となるため適切ではない。一方この特性は圃場還元－肥料利用するには有利であることを示している。しかし、新潟県の酪農は飼料畑を持たない経営が多く、尿汚水の自家還元は難しい。従って経営外すなわち耕種農家への流通が必要である。

乳牛尿汚水中の窒素成分のほとんどは速効性窒素肥料として利用できるアンモニア態窒素であり、窒素およびカリ含量はEC（電気伝導度）を測定することにより簡易に推定できる[2]。このことから、肥料成分の有効利用は可能であり、さらに耕種側の利点として減化学肥料栽培が可能と考えられる。しかし、実際に流通させるには「尿汚水」としてではなく「液肥」として流通させる必要がある。そこで、「液肥」としての２つの条件である安全性と臭気について、それぞれ大腸菌群数と硫化水素を指標に、貯留効果と曝気効果について検討した。

材料と方法

試験 1．貯留処理による大腸菌群低減

尿汚水は新潟県畜産研究センターの新鮮尿汚水、新潟県内の酪農場Ａの貯留尿汚水、酪農場Ｂの貯留尿汚水の３種採取した。試験区構成を表１に示した。それぞれ大腸菌群数をDHL寒天培地で計測[3]後、３区と４区については大腸菌群数が3000cfu/mlとなるように乳牛ふんを添加した。１区、３区、４区は20℃、２区は3℃で13日間密閉静置し、大腸菌群数の変化を追跡した。

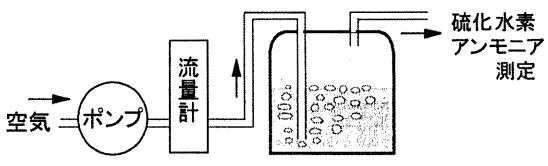

図１　曝気装置

試験 2．曝気による臭気低減および諸変化

尿汚水は試験１と同一の酪農場Ａ、Ｂの貯留尿汚水を用いた。曝気装置の模式図を図１に示した。曝気槽の規模は１リットル、曝気強度は50ml/min（3 ㎥/hr・t）で、環境温度は20℃および3℃（Ｂのみ）で、48時間曝気後、曝気処理尿貯留中の硫化水素発生を確かめるため30日間密封静置し、24時間再曝気した。発生した硫化水素およびアンモニアの濃度はガス検知管で測定した。尿汚水中の総窒素はケルダール法、アンモニア態窒素は水蒸気蒸留法、VFA（揮発性低級脂肪酸）はプロピオン酸，酪酸，吉草酸をガスクロマトグラフ法で測定した。尿汚水の色相は標準土色帖[4]より判断した。

表１　試験区構成（試験１）

区分	尿汚水	EC(㎜ho/㎝)	大腸菌添加	環境温度
１区	新鮮尿汚水	9.4	なし	20℃
２区	新鮮尿汚水	9.4	なし	3℃
３区	貯留尿汚水（酪農場Ａ）	27	あり	20℃
４区	貯留尿汚水（酪農場Ｂ）	38	あり	20℃

表２　大腸菌群数の推移（試験１）　単位 cfu/ml

区分	採取時	大腸菌群添加直後	２日後	６日後	13日後
１区	30000	－	3000	60	1
２区	30000	－	7000	3000	2000
３区	2	3000	400	0	0
４区	0	3000	0	2	0

結果と考察

試験 1．貯留処理による大腸菌群低減

大腸菌群数の推移を表2に示した。尿採取時の大腸菌群数は新鮮尿汚水の1，2区は30000cfu/mlであったが貯留尿汚水の3,4区はほとんど存在していなかった。密閉静置後は、環境温度が20℃である1，3，4区は大腸菌群数が速やかに減少し、13日後にはほとんど死滅していた。しかし、環境温度が3℃の2区は減少速度が遅く、13日後においても2000cfu/ml存在していた。これらのことは貯留汚水中には大腸菌群はほとんど存在しておらず、流入した大腸菌群も速やかに死滅することを示す。また、尿汚水の水温が高いほどあるいはＥＣすなわち成分濃度が高いほど死滅速度は速いことがわかる。3℃では冷蔵状態のため、残存すると考えられる。

今回は衛生的な指標として大腸菌群数を用いたが、緑膿菌等他の病原菌も考えられる。しかし、下水道では主にこの大腸菌群数が用いられており、放流の指標[5]としては3000cfu/mlと定められている。20℃密閉静置13日後の大腸菌群数はいずれもこの基準よりも低く、衛生的な安全性は問題ないと考えられる。冬期においては残存が懸念されるが、実際に利用する春～秋期では水温が上昇し死滅するので、実用上は安全であると推測される。

試験 2．曝気による臭気低減および諸変化

曝気時の硫化水素発生濃度の変化を表3に、アンモニア発生濃度の変化を表4に示した。硫化水素濃度はいずれの試験区も曝気直後は高濃度であったが、速やかに減少し、24時間後にはほとんど発生しなかった。30日間静置後再曝気しても再曝気直後に少量発生するのみであった。アンモニア濃度は曝気直後から増加し、高濃度で推移した。再曝気後も高濃度であった。曝気による尿汚水の変

表3　硫化水素濃度の推移（試験2）　　単位 ppm

貯留尿・温度	曝気直後	10hr	24hr	48hr	再曝気直後	再曝気24hr後
酪農場A・20℃	1800	160	0	0	0	0
酪農場B・20℃	460	130	0	0	14	0
酪農場B・ 3℃	300	75	0	0	0	0

表4　アンモニア濃度の推移（試験2）　　単位 ppm

貯留尿・温度	曝気直後	10hr	24hr	48hr	再曝気直後	再曝気24hr後
酪農場A・20℃	75	200	260	220	100	440
酪農場B・20℃	350	500	560	740	200	740
酪農場B・ 3℃	140	130	160	240	160	250

表5　曝気による尿汚水の変化（試験2）

貯留尿・温度	pH		EC(㎜ho/cm)		BOD(mg/l)	
	曝気前	48hr後	曝気前	48hr後	曝気前	48hr後
酪農場A・20℃	8.3	9.2	29.0	26.5	8200	7000
酪農場B・20℃	9.0	9.1	42.0	39.7	14500	13800
酪農場B・ 3℃	9.0	9.1	42.0	39.5	14500	13800

貯留尿・温度	T－N (mg/ml)		NH4－N (mg/ml)		VFA(㎜ol/l)		色相	
	曝気前	48hr後	曝気前	48hr後	曝気前	48hr後	曝気前	48hr後
酪農場A・20℃	3.56	3.32	3.23	3.13	9	11	5Y5／3	10R2／2
酪農場B・20℃	6.38	6.22	6.04	5.78	21	18	5Y4／2	10R2／1
酪農場B・3℃	6.38	6.33	6.04	5.84	21	13	5Y4／2	10R2／1

化（表5）をみると、pHが若干高くなり、EC、BOD、全窒素、アンモニア態窒素がわずかに減少した。VFAの極端な減少はなく、色相は5Y4/2（灰オリーブ色）から10R2/1（赤黒色）に変化した。

曝気前の尿汚水と曝気処理後の尿汚水を官能的に臭気評価すると、曝気処理前は強い硫化水素臭であったが、処理後はアンモニア臭であった。曝気中の発生臭気が硫化水素からアンモニアに移行することはこのことを裏付けている。臭気物質としての性質として、アンモニアは硫化水素に比べ臭気強度が弱く、不快度が極めて小さい[6]という性質を持っている。また、アンモニアは希釈すると臭気強度および不快度が極端に減少する。これらのことは硫化水素臭の低減が臭気低減に有効であることを示している。つまり、曝気により「液肥」としてのもう1つのポイントである臭気低減が可能であると結論づけられる。

また、色相が黒みを帯びることは外観的にも有利であろう。

曝気処理尿汚水は容器内ではアンモニア臭のみであったが、手等皮膚に付着した場合、強い悪臭（VFA臭）を感じた。曝気処理尿汚水中にはVFAが残存しているが、pHが9.1と高いため、VFAは気散しない。しかし、人間の皮膚は弱酸性であるため、付着した場合、VFAが気散しやすくなるのであろう。このことから、曝気尿を実際に利用するには皮膚等酸性物質に接触しないようにハンドリングに留意する必要があると考えられた。

肥料成分についてであるが、ECと全窒素の数値を貯留尿汚水の成分推定回帰式[2]に当てはめてみると、ほぼ一致した。アンモニア態窒素についても同様であった。すなわち、曝気尿汚水の窒素成分はEC測定による簡易測定が可能と考えられる。曝気によるECの減少がわずかなので、カリ成分についても実用的な範囲内で推定可能と考えられる。

古川ら[7]は牛尿汚水の曝気処理試験を実施し、筆者と同じく曝気直後に高濃度硫化水素が発生すること、曝気を継続すると硫化水素濃度はすぐに減少しアンモニアの発生が持続することを示している。また、再曝気中にメチルメルカプタン等イオウ系臭気が発生することも示している。筆者は再曝気中のメチルメルカプタン濃度と硫化ジメチル濃度を検知管で測定したがいずれも2ppm未満であった。また、臭気を官能的に評価したが、ほとんどアンモニア臭のみであった。このことから、曝気処理尿を貯蔵してもアンモニア臭と多少のイオウ系臭気（硫化水素を除く）は残るものの、臭気的には問題ないと考えられた。

以上、貯留処理とそれに続く曝気処理は乳牛尿汚水の液肥化に有効と考えられる。ただし、曝気開始時の高濃度硫化水素の発生および曝気処理尿汚水の皮膚への付着に留意する必要がある。

文　献

1）畜産アドバイザー養成研修資料「汚水処理施設の設計・審査技術研修」，p82-83，（財）畜産環境整備機構，1999
2）小柳渉，新潟畜試研報，12，p49-51，1998
3）下水試験法上巻，693-701，（社）日本下水道協会，1997
4）小山正忠・竹原秀雄，標準土色帖，富士平工業株式会社，東京，1967
5）排水基準を定める総理府令，別表第2，平成5年総令54，1993
6）“悪臭防止法”（悪臭法令研究会），342-343，ぎょうせい，東京，1995
7）古川陽一・白石誠・田原鈴子・日野靖興，岡山畜セ研報，9，61-64，1998