

豚ふん尿液肥化技術の確立

(1) 豚舎排水のばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度推移

鈴木直人 稲嶺修 与古田稔

I 要 約

豚舎排水のばっ気処理による液肥化を目的として、ばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度等の推移について室内試験で比較検討した。試験水槽において10 lの排水をばっ気強度1, 5および9m³/m³/hrの設定でばっ気処理を行った区とばっ気を行わない無ばっ気区を設定して、12日間3日おきに処理水の肥料成分濃度を測定したところ以下のとおりであった。

1. pHはばっ気を行った区で3日目以降8以上に上昇傾向を示し、ばっ気強度が強くなるごとに高い値を示した。
2. ばっ気を行った区の揮発アンモニア濃度は日数を経過するごとに上昇傾向を示し、ばっ気強度が強まるごとに高い値を示した。これに伴い全窒素濃度はばっ気が強くなるごとに低下する傾向にあった。
3. リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムおよびナトリウム濃度について各区大きな変化はみられなかった。
4. 臭気強度について、無ばっ気区は、4程度でほぼ横並びに推移したのに対し、ばっ気5および9区では3日目に臭気強度3以下、12日目で2以下となり、ばっ気強度1区も約1週間の処理で3程度となった。

以上のことより、豚舎排水のばっ気処理により、窒素は低下する傾向にあるがその他肥料成分はばっ気処理の影響が少ないことが示唆された。また、豚舎排水はばっ気強度が強まるほど早くにおいが低下し、ばっ気強度5程度の処理では、3日間処理で1ランク、12日間で2ランク臭気強度が低下することが考えられた。

II 緒 言

糞尿・野積といった家畜排泄物の不適切な管理を禁止した「家畜排泄物法」の施行により、多くの養豚農家は排水浄化処理施設を設置して、その処理水を河川や海に放流している。しかし、河川や海への放流の際には「水質汚濁防止法」による基準値が適用される場合があり、このため電気代や凝集剤代等維持コストが高くかかり、養豚農家の経営を圧迫している。また、豚舎排水はこれまでも飼料作物やさとうきび圃場等で、液肥や灌水代わりとして利用されてきているが、しばしば悪臭問題を引き起こしており、耕種農家が利用しにくい状況にある。豚舎排水の肥料資源としての活用を図るためには、悪臭問題を引き起こさず、最低限の処理により肥料成分を残すような液肥化技術の確立が必要である。これまで、主に乳牛スラリーのばっ気処理による臭気低減の研究^{1)~4)}は行われているが、豚舎排水の知見が少ない。そこで、豚舎排水の液肥化技術を、養豚農家の状況に対応可能な技術とするため、ばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度等の経時的推移について室内試験により比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2006年8月から2006年12月まで、沖縄県畜産研究センターで行った。

2. 供試排水

沖縄県畜産研究センター内の豚舎に貯留しているふん尿混合排水を0.5mm網目間隔の振動ふるいで固液分離した液分を供した。

3. 試験方法

試験は試験水槽(図1)を用い、25℃の恒温室内で行った。供試排水10 lを試験水槽の亚克力製円筒水槽(直径15cm, 高さ90cm)に投入後、ばっ気量を流量計で調整しながら散気ストーンを通し、12日間連

続通気した。また、発泡を抑えるため、固形消泡剤(アワセンサーH 四国化成工業社製)を上からつり下げた。液体試料は、サンプル採取口から攪拌しながら採取し分析した。気体試料は排気口から直接測定した。試料採取および測定は、それぞれ3日おきに行った。

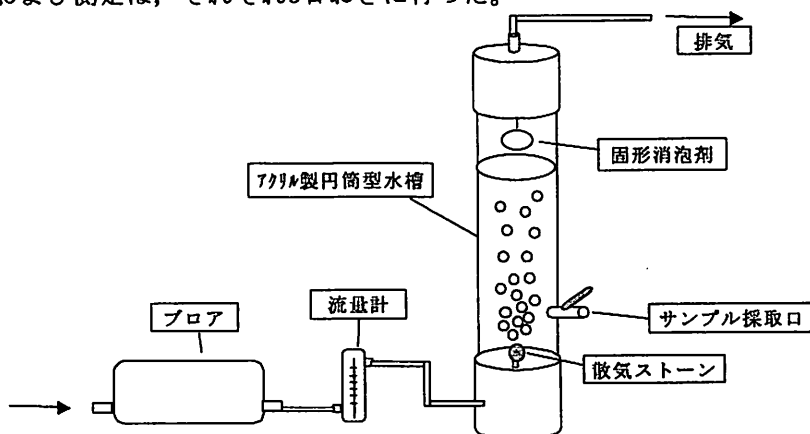


図1 試験水槽の概略図

4. 試験区分

試験区分を表1に示した。試験区分は、ばっ気処理を行なわない無ばっ気区、ばっ気強度をそれぞれ1, 5および9 $\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$ で設定したばっ気1区、ばっ気5区、ばっ気9区を設定した。

表1 試験区分

区分	ばっ気強度 ($\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$)	試験装置でのばっ気量 (l/min)
無ばっ気区	0	0
ばっ気1区	1	0.17
ばっ気5区	5	0.83
ばっ気9区	9	1.50

注1) 「ばっ気強度」は、排水 1m^3 時間当たりのばっ気量(m^3)。

2) 「試験装置でのばっ気量」は排水 10l に対する1分当たりのばっ気量(l)。

5. 調査項目

調査項目および測定法を表2に示した。調査項目はpH、導電率(EC)、肥料成分、アンモニア態窒素($\text{NH}_3\text{-N}$)、酸化態窒素($\text{NO}_x\text{-N}$)、揮発アンモニア、臭気強度とした。揮発アンモニアについて、無ばっ気区は測定しなかった。臭気強度は三角フラスコに 100ml の試料を入れ、測定者(2名)がにおいをかぎ、表3に示す6段階臭気強度による臭気強度⁶⁾をもとに感じた臭気強度を記録した。

表2 調査項目および測定法

調査項目	測定法
pH	pH計(セブソニーター トラートレト社製)
EC	ECメーター(東亜テイク社製)
全窒素(T-N)	紫外線吸光光度法 ⁵⁾
アンモニア態窒素濃度($\text{NH}_3\text{-N}$)	アンモニア態窒素メーター
酸化態窒素($\text{NO}_x\text{-N}$)	多項目迅速水質分析計(DR2010 HACH社製)
揮発アンモニア	北川式検知管(3L GASTEC社製)
リン(P_2O_5)	ペルオキシ二硫酸ナトリウム分解-モリブデン青(アスコルビン酸還元)吸光光度法 ⁵⁾
カリウム(K_2O)、ナトリウム(Na_2O)、カルシウム(CaO)、マグネシウム(MgO)	湿式灰化-原子吸光光度法 ⁵⁾
臭気強度	6段階臭気強度表示法 ⁶⁾

表3 6段階臭気強度表示法による臭気強度

臭気強度	内 容
0	無臭
1	やっと感知できる弱い臭い(検知閾値)
2	何の臭いかわかる弱いにおい(認知閾値)
3	楽に感知できる臭い
4	強い臭い
5	強烈な臭い

IV 結果および考察

1. pH, EC

pHの推移を図2, ECの推移を図3に示した。pHは、無ばっ気区がほぼ横並びであったのに対し、ばっ気を行ったばっ気1, 5および9区で有意に高い値を示し、3日目以降8以上で推移した。また、ばっ気強度が強くなるごとにpHが高い値を示す傾向にあった。脇ら⁷⁾は、ばっ気により排水中の二酸化炭素等無機炭素を追い出すことで、pHが上昇されるとしており、本試験でも同様な原因が考えられる。ECは、無ばっ気区でやや上昇傾向にあり、ばっ気1区はほぼ横並び、ばっ気5区はやや低下傾向、ばっ気9区は9日目まで顕著な低下を示し、それ以降上昇傾向に変わった。

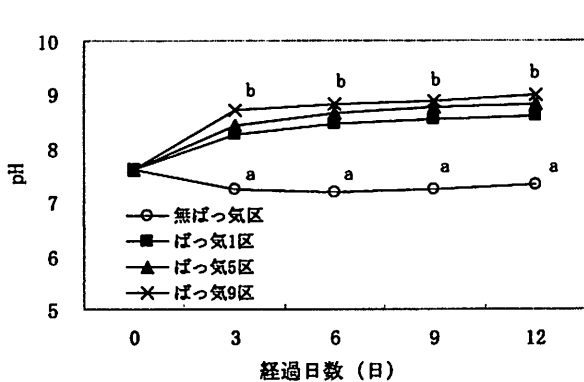


図2 pHの推移

注) 小文字異符号間に有意差 (p < 0.05)。

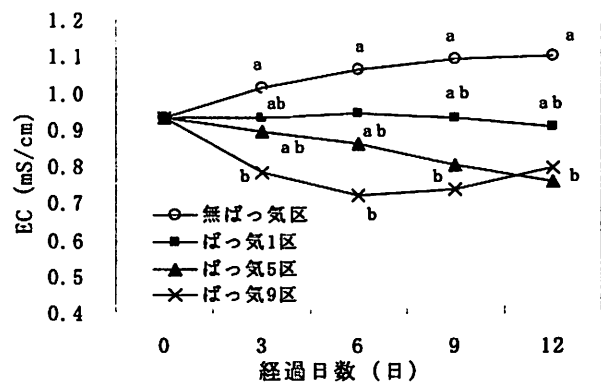


図3 ECの推移

注) 小文字異符号間に有意差 (p < 0.05)。

2. 窒素成分

揮発アンモニアの推移を図4, 処理水中NH₃-N濃度の推移を図5, NO_x-N濃度の推移を図6およびT-N濃度の推移を図7に示した。窒素成分であり悪臭物質である揮発したアンモニアの濃度は、ばっ気を行った各区は、日数を経過するごとに有意に上昇した。また、ばっ気強度が強まるごとに濃度が上昇する傾向にあった。処理水中のNH₃-Nについて、無ばっ気区は上昇傾向、ばっ気1区はほぼ横並び、ばっ気5区は低下傾向を示し、ばっ気9区は顕著な低下後9日目から上昇傾向に変わった。恵飛須ら⁸⁾は、ふん尿成分のアンモニア、リン、カリウムおよびナトリウム濃度は、ECの変動と一致したとしている。また、NH₃-Nは、ECの推移と同様な傾向を示した。このことより、ばっ気処理中のECはNH₃-N濃度の影響を受けると考えられた。T-Nは有意差は認められなかったが、低下傾向にあり、日数を経過するごと、ばっ気強度が強まるごとに低下する傾向を示した。T-N濃度低下の傾向はアンモニア等の揮発性窒素成分の揮発によると考えられた。NO_x-Nは傾向がみられず、40mg/l程度までの低濃度で推移した。

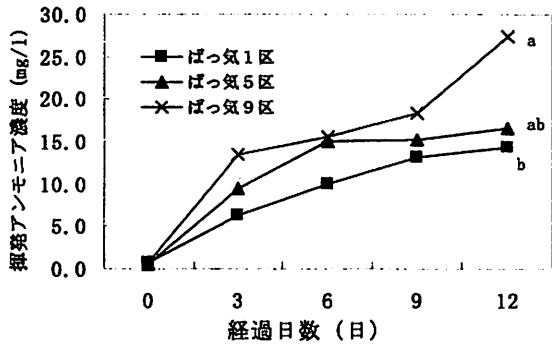


図4 揮発アンモニアの推移
注) 小文字異符号間に有意差 ($p < 0.05$)。

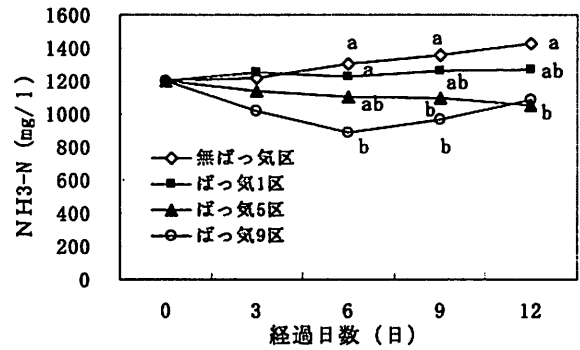


図5 NH₃-Nの推移
注) 小文字異符号間に有意差 ($p < 0.05$)。

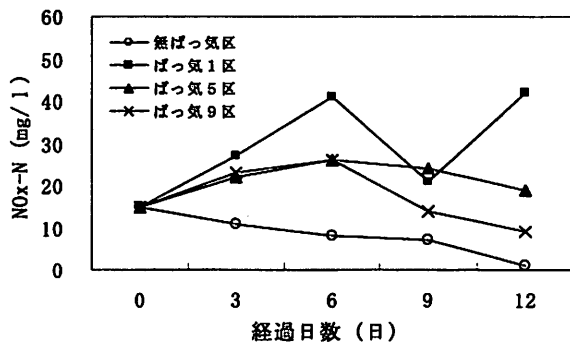


図6 NO_x-Nの推移

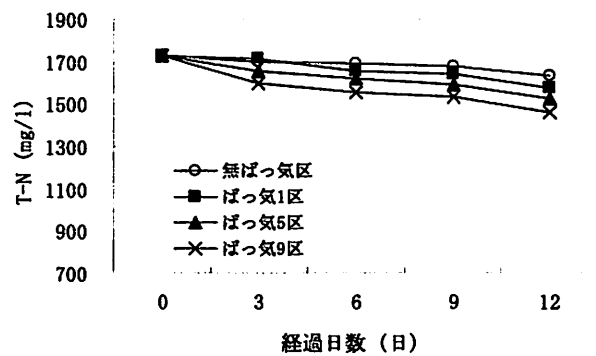


図7 T-Nの推移

3. リン成分

P₂O₅の推移を図8に示した。P₂O₅は400mg/l程度で各区推移し、ばっ気処理による傾向はみられなかった。

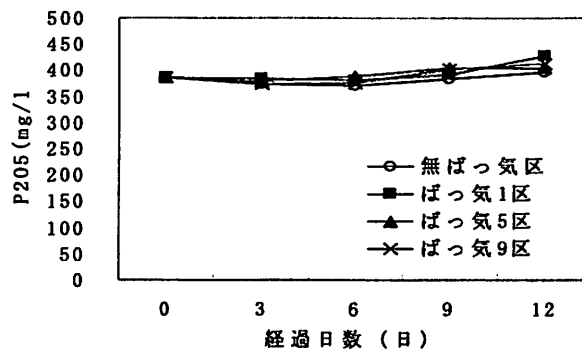


図8 P₂O₅の推移

4. ミネラル成分

K₂O, MgO, CaOおよびNa₂Oの推移について図9, 図10, 図11および図12に示した。各成分に大きな変化およびばっ気強度による傾向はみられず、ばっ気処理による影響は低いと考えられた。

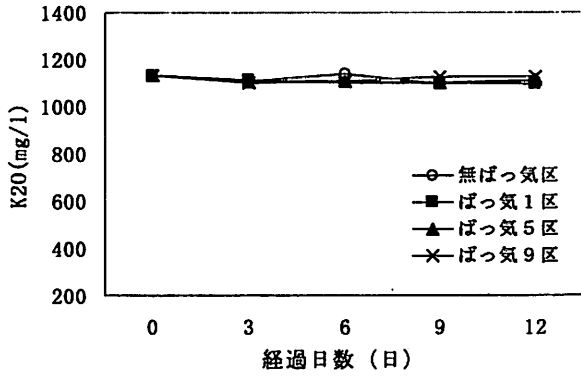


図9 K₂Oの推移

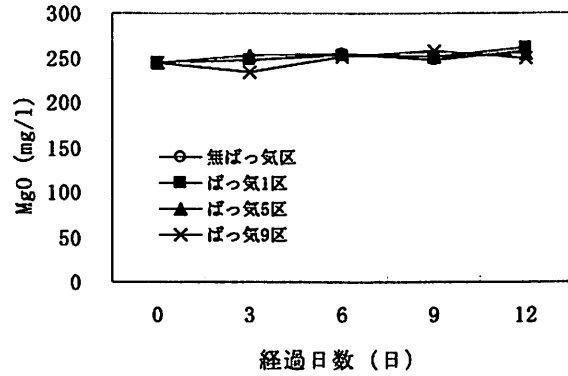


図10 MgOの推移

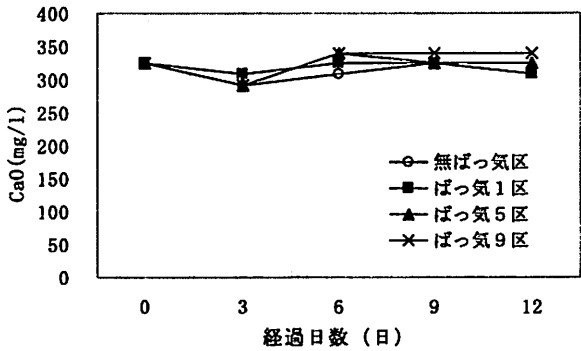


図11 CaOの推移

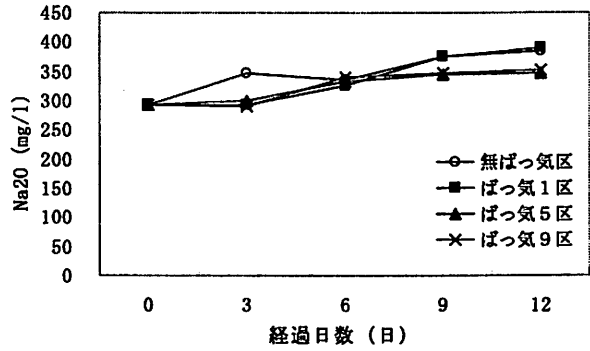


図12 Na₂Oの推移

5. 臭気強度

臭気強度の推移について図13に示した。処理水から感じる臭気強度は、無ばっ気区では、ほぼ横並びで推移したのに対し、ばっ気を行ったばっ気1, 5および9区では低下傾向にあった。ばっ気5, 9区は試験開始3日目に3以下の値となり、1ランク臭気強度が低下する傾向にあった。ばっ気1区においても、約1週間程度のばっ気処理で1ランク低下することが示唆された。本試験での臭気強度は室内におけるものであり、ばっ気処理された豚ふん尿液肥の圃場散布における臭気強度は今後検討する必要がある。

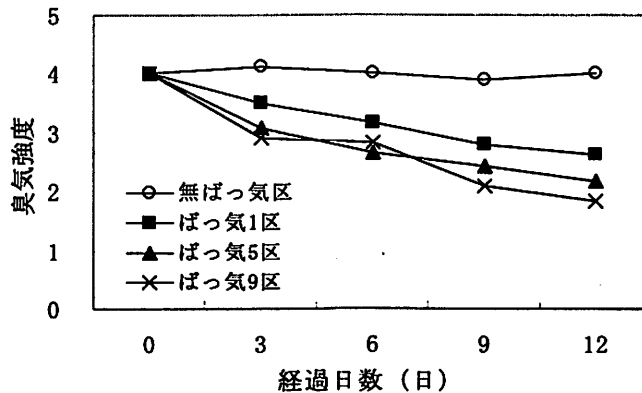


図13 臭気強度の推移

以上のことより、液肥化を目的とした豚舎排水のばっ気処理において、ばっ気が強くなるごとにpHの上昇度が高まり、アンモニア等窒素成分の揮発により処理水中窒素濃度は低下傾向にあった。また、リン、カリウム他肥料成分に大きな濃度変化がみられず、ばっ気処理の影響は少ないと考えられた。また、ばっ気処理によりばっ気強度が強くなるほど臭気強度が低下する傾向にあり、ばっ気強度5程度の処理

においては約3日間処理で1ランク、12日間処理で2ランク臭気強度が下がることが示唆された。

V 引 用 文 献

- 1) 小柳渉(2004)乳牛ふん尿の処理利用に関する研究, 北信越畜会報, 89, 28-33
- 2) 伊東芳夫・中山雅棋・吉木忠彦・土井克彦・山崎潔蔵(1982)ふん尿の処理・利用に関する試験(1)液状ふん尿の急速腐熟化処理と利用試験, 佐賀畜試研報, 18, 36-46
- 3) 遠藤悟・芹澤俊治・藤井信吾・大庭芳和(2006)簡易ばっ気によるスラリー処理技術の確立, 静岡畜試研報, 31, 47-49
- 4) 小林宙・白石誠・藤井博尚・大家理哉・正吉輝彦・吉田拓司・滝本英二・脇本進行・北村直起(2006), 水田への牛尿多量施用時における臭気対策の検討, 岡山総畜セ研報, 16, 39-49
- 5) 日本下水道協会編(1997)下水試験方法(1997年版), 日本下水道協会
- 6) におい・かおり環境協会編(1996)嗅覚測定法マニュアル, (社)におい・かおり環境協会
- 7) 脇信利・近藤久幸・西田政司(1987)エアレーションによる消化槽脱離液からのリン除去の検討, 用水と排水, 29, 636-640
- 8) 恵飛須則明・庄子一成(1997)豚舎からのふん尿汚水成分の時期別変化, 35, 127-132
- 9) 農文協編(2004)曝気を利用した結晶化法による豚舎汚水中リンの除去・回収, 農文協

研究補助：又吉康成, 赤嶺圭作