

既存貯留槽を利用した汚水処理技術の確立

(2) 高濃度豚舎汚水のばっ気による前処理実証試験

鈴木直人 稲嶺修 与古田稔

I 要 約

沖縄県畜産研究センター内の豚舎に併設の7槽からなる越流移送式貯留槽にばっ気装置を付設し、滞留時間12日間の設定で第一槽にふん尿混合の高濃度豚汚水を投入しながら、ばっ気強度2の設定で連続ばっ気を行い、水質およびミネラル成分の濃度変化について検討したところ、以下のとおりであった。

1. 生物化学的酸素要求量(BOD)の原水濃度は8234mg/lで、第一槽から第七槽に越流移送されるにしたがい低下傾向を示し、第七槽で3308mg/lと原水に比べ59.8%有意に低下した。
2. pHは、原水7.1とほぼ中性を示したのに対し、第一槽8.2、第七槽8.4と有意に上昇した。
3. 窒素(T-N)濃度は原水1183.4mg/lに対し、第一槽では1059.9mg/lと大きな差がみられなかったが、第七槽790.3mg/lと低下傾向がみられ、原水に対し33.2%有意に低下した。リン(T-P)は原水261.8mg/lに対し、第一槽168.4mg/lと顕著な低下を示し、第七槽は、153.0mg/lで原水に比べ41.6%有意に低下した。
4. 第七槽のBOD:T-N:T-P比は100:24:5で、原水の100:14:3と比べると窒素、リンの割合が高くなった。

以上のことから、高濃度の豚舎汚水を前処理ばっ気することによりBOD、窒素およびリン濃度はそれぞれ低下し、浄化槽への負荷軽減が可能と考えられた。また、その処理水は、窒素、リン割合の高いものとなることが示唆された。

II 緒 言

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行により、畜産農家での家畜排せつ物処理施設の整備が進められ、多くの養豚農家は、豚舎汚水を浄化処理し河川や海に処理水を放流している。しかし、豚増頭の際には、さらに新たな浄化槽が必要となる可能性があり、経営拡大の妨げとなることが予想される。そこで本研究では、各養豚農家に既存する汚水貯留槽にばっ気処理機器等を付設し、前処理槽として活用することにより、浄化槽へ送られる汚水の負荷を下げ、豚増頭時において新たな浄化槽設置の必要がない汚水浄化処理対策技術の確立を図る。筆者ら¹⁾はバッチ式の室内試験槽を用いたばっ気強度の違いによる比較において、豚舎汚水ばっ気処理水中のBOD濃度は、ばっ気強度が強まるごとに顕著に低下し、窒素濃度についても低下傾向にあったが、リン濃度に大きな変化はみられず、処理が進むほどBODに対する窒素、リンの割合が高くなったことを報告した。本試験では、沖縄県畜産研究センター内豚舎に併設の7槽からなる越流移送式汚水貯留槽における、実証検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は、2005年10月から2006年12月まで、沖縄県畜産研究センター内豚舎併設の汚水貯留槽で行った。

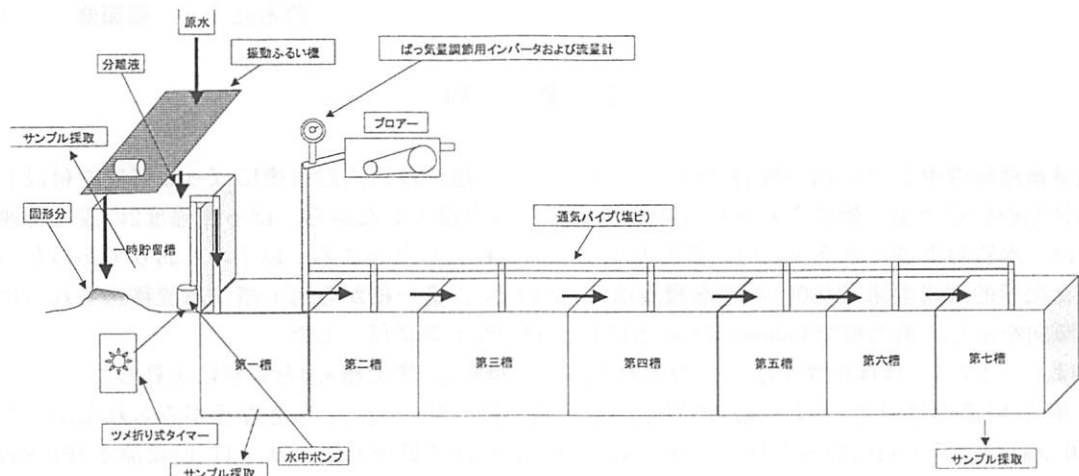
2. 供試原水

投入原水は、肥育豚舎内に貯留しているふん尿混合の高濃度汚水を0.5mm網目間隔の振動ふるい機で固液分離した液分とした。

3. 試験方法

試験施設は、肥育豚舎に併設の7つの槽に仕切られている越流移送方式の槽(総有効容積11m³)に流量計(日本フローセル社製 FLT-N)およびインバータ(三菱社製 FR-S)付きの送風用ブロアー(富士ターボブロアー 1.5kw)を設置し、各槽に散気管(YD-1)を配管し、さらに固液分離した汚水を貯留する一留槽内にツメ折りタイマー(ナショナル社製 TB37)付きの水中ポンプを設置した施設とした(図1)。試験は、一時貯留

槽内の原水を1日当たり約0.9m³(総滞留時間約12日間)を15回に分けて第一槽に投入し、ばっ気強度2の設定で槽全体に0.37m³/minで24時間ばっ気した。原水は、攪拌棒により攪拌しながら一時貯留槽内から、第一槽および第七槽内の処理水はエアージャッキしながらそれぞれ1ヶ月おきに採取し、分析測定した。



1 実証規模施設の概略図

4. 調査項目

調査項目および測定法を表2に示した。調査項目は水質、ミネラル成分、水溶性ミネラル成分とした。

表1 調査項目および測定法

調査項目	測定法
(1)水質	
生物学的酸素要求量(BOD)	BOD自動測定器(BODtrak ハック社製)
浮遊物質(SS)	遠心分離法 ²⁾
pH	pH計(セフソニージー トラート社製)
EC	ECメーター(東亜テイク社製)
(2)ミネラル成分	
窒素(T-N)	紫外線吸光光度法 ²⁾
リン(T-P)	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 ²⁾
カリウム(T-K), マグネシウム(T-Mg)	湿式灰化-原子吸光光度法
(3)水溶性ミネラル成分	
アンモニア態窒素(NH ₃ -N)	アンモニア態窒素メーター
亜硝酸態窒素(NO ₂ -N)	多項目迅速水質分析計(DR2010 HACH社製)
硝酸態窒素(NO ₃ -N)	〃
水溶性リン酸態リン(水溶性P)	モリブデン青法 ²⁾
水溶性カリウム(水溶性K), 水溶性マグネシウム(水溶性Mg)	遠心分離-原子吸光光度法 ^{2), 3)}

IV 結 果

1. 水質

水質を表2に示した。BODの原水濃度は8234mg/lで、第一槽から第七槽に越流移送されるにしたがい低下傾向を示し、第七槽で3308mg/lと原水に比べ59.8%有意に低下した。SSは、原水6353mg/lから第一槽831mg/l、第七槽4852mg/lと濃度低下したが有意差は認められなかった。pHは、原水7.1とほぼ中性を示した

のに対し、第一槽8.2、第七槽8.4と有意に上昇した。ECは、8.9mS/cmに対し、第一槽7.5mS/cm、第七槽5.0mS/cmと低下傾向にあり、原水に比べ第七槽では有意に低減した。

表2 水質

	BOD mg/l	SS mg/l	pH	EC mS/cm
原水	8234±5482 _A	6353±4699	7.1±0.6 _A	8.9±2.4 _A
第一槽	5708±3155 _{AB}	4831±2316	8.2±0.3 _B	7.5±1.9 _A
第七槽	3308±2587 _B	4852±1473	8.4±0.3 _B	5.0±1.0 _B
低下率	59.8	————	————	————

注1)大文字異符号間(P<0.01)に有意差。

2)低下率は、原水に対する第七槽の比較(%)

3)n=14

2. ミネラル成分

ミネラル成分を表3に示した。T-Nは原水1183.4mg/lに対し、第一槽では大きな差がみられなかったが第七槽790.3mg/lと低下傾向がみられ原水に対し33.2%有意に低下した。T-Pは原水261.8mg/lに対し、第一槽168.4mg/lと顕著な低下を示し、第七槽153.0mg/lと原水に比べ41.6%有意に低下した。T-Mgについても原水141.1mg/lに対し、第一槽107.2mg/l、第七槽93.4mg/lと33.8%有意に低下した。T-Kは、原水から第七槽まで大きな濃度変化はみられなかった。

表3 ミネラル成分

	T-N mg/l	T-P mg/l	T-K mg/l	T-Mg mg/l
原水	1183.4±385.9 _A	261.8±94.6 _A	1047.6±484.5	141.1±39.9 _A
第一槽	1059.9±322.5 _{AB}	168.4±52.2 _B	1007.8±471.2	107.2±26.3 _B
第七槽	790.7±267.8 _B	153.0±31.6 _B	1026.7±492.0	93.4±21.0 _B
低下率	33.2	41.6	————	33.8

注1)大文字(P<0.01)および小文字(P<0.05)異符号間に有意差。

2)低下率は、原水に対する第七槽の比較(%)

3)n=14

3. 水溶性ミネラル成分

水溶性ミネラル成分を表4に示した。NH₃-Nは低下傾向にあり、原水955.7mg/lに対して、第七槽503.8mg/lと47.3%有意に低下した。NO₂-N、NO₃-Nの酸化態窒素については低濃度で大きな変化はみられなかった。水溶性Pおよび水溶性Mgは、それぞれ第一槽から顕著な低下傾向にあり、原水に対して第七槽は水溶性Pで77.7%、水溶性Mgで35.9%それぞれ有意に低下した。

表4 水溶性ミネラル成分

	NH ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	水溶性P mg/l	水溶性K mg/l	水溶性Mg mg/l
原水	955.7±293.4 _A	0.05±0.04	15.8±7.0	157.0±82.6 _A	909.4±419.6	93.2±42.5 _A
第一槽	866.7±292.2 _A	0.05±0.05	15.4±7.0	70.6±32.2 _B	871.8±431.2	66.7±25.2 _B
第七槽	503.8±223.4 _B	0.05±0.04	14.9±5.9	35.0±9.4 _B	774.9±277.2	59.8±22.9 _B
低下率	47.3	————	————	77.7	————	35.9

注1)大文字(P<0.01)および小文字(P<0.05)異符号間に有意差。

2)低下率は、原水に対する第七槽の比較(%)

3)n=14

V 考 察

筆者ら¹⁾は、室内試験における高濃度豚汚水のばっ気処理量の違いによる比較検討においてBOD濃度は、ばっ気強度が強くなるほど低下する傾向にあり、ばっ気処理12日目の低下率はばっ気強度1で38.2%、ばっ気強度5で57.3%となったとしている。豚舎併設の汚水貯留槽においてばっ気強度2の設定でばっ気処理を行った本試験においても低下傾向にあり、原水に比べ第七槽で59.8%と顕著に低下したことから、ばっ気処理により十分にBOD負荷の低減が可能と考えられた。

窒素成分について、筆者ら¹⁾の室内試験においてT-N濃度は低下傾向にあったとしている。本試験でも原水に比べ第七槽でT-N、NH₃-Nの低下がみられた。pH8以上のアルカリ条件下では、アンモニアが揮発しやすくなる¹⁾とされている。本試験では第一槽からpHが8.2とアルカリ環境となっており、第七槽では8.4とさらに上昇する傾向にあった。また、窒素成分は、原水槽と第一槽に大きな差はみられなかったが、第七槽では差がみられた。このことから、アンモニア等の揮発性窒素成分が除々に揮散したことが推察された。

筆者ら¹⁾の室内試験では、T-P濃度に変化はみられなかったとしている。本試験では第一槽から顕著な濃度低下がみられ、室内試験と異なる結果となった。鈴木ら⁵⁾によると、水に溶解しているリン、マグネシウム物質は、弱アルカリ(pH7.5~9.0)の環境下で結晶化反応を引き起こし、リン酸マグネシウムアンモニウム(MAP)等の結晶を生成するとしている。本試験では第一槽からpH8以上の弱アルカリ環境となっており、さらに第一槽内のコンクリート壁や散気管には大きな結晶化物が付着していた。T-PおよびT-Mgとともに第一槽で顕著な濃度低下を示した原因として、常時弱アルカリ環境の第一槽内に新たな汚水が投入されることにより、結晶化反応が起こりMAP結晶が生成されたことが考えられた。室内試験においてT-P濃度に変化がなかった原因として、結晶の付着等がなく、試料採取の際に十分に攪拌されていたためと考えられた。

活性汚泥法において一般に浄化処理に適したBOD:T-N:T-P比は100:5:1とされている⁶⁾。本試験の第七槽のBOD:T-N:T-P比は100:24:5であり、原水の100:14:3と比べると窒素、リンの割合が高くなった。特に窒素の割合が高くなったため、この処理水を投入する浄化槽においては、浄化処理水中に窒素が残留する可能性が考えられた。

以上のことから、汚水貯留槽にばっ気装置を付設しばっ気処理することにより、処理水中のBOD濃度は顕著に低下し、さらにpHが上昇することによるアンモニア等の揮散や結晶化反応等により窒素、リン濃度も低下したことから、浄化槽への負荷軽減が可能と考えられた。また、その処理水は、窒素割合の高いものとなることが示唆された。このため、浄化槽においては、窒素除去効果のある間欠ばっ気⁷⁾等の窒素対策が必要になると推察された。

VI 引 用 文 献

- 1) 鈴木直人・仲村敏・大城まどか・玉代勢秀正(2004)既存貯留槽を利用した汚水処理技術の確立(1)高濃度汚水処理におけるばっ気量の違いによる成分濃度変化, 沖縄畜試研報, 42, 59-63
- 2) 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
- 3) 鈴木一好・渡辺武・Vo LAM(2001)ベトナム・メコンデルタにおけるバイオガスダイジェスター排出液中のリン酸, アンモニウム, ミネラル濃度, およびこれら成分の結晶化, 第12回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 330-332
- 4) 畜産環境整備機構(2001)臭気対策技術及び新規処理技術研修, 7, 畜産環境整備機構
- 5) 農文協編(2004)農業技術大系畜産編, 552の11の4, 農文協
- 6) 農文協編(2004)畜産環境対策大事典, 20, 農文協
- 7) 太田克之・仲村敏・鈴木直人・大城まどか・渡久地政康(2003)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, 沖縄畜試研報, 41, 94-98