

FRP 製ミニサイロを利用したミルクパーラー排水用低コスト浄化施設

小梨 茂・谷藤隆志*・川村輝雄・高橋達典・杉若輝夫

摘 要

低コストで十分な処理能力を持ったミルクパーラー排水用浄化施設を開発する目的で、FRP 製ミニサイロを利用した簡易浄化槽を試作し、約 2 年間、その処理能力を調査した。簡易浄化槽は 7 基の FRP 製ミニサイロ(容量 2.6 m³)を連結させて作成した。最初の槽は貯留槽で、続いて曝気槽、沈殿槽及び 4 つの接触曝気槽からなり、活性汚泥法と生物膜法を組合せた処理を行った。低コスト化を図るために、生物膜法の濾材には廃プラスチックのリサイクル資材である未精製発泡スチロールペレットを用いた。この簡易浄化槽にミルクパーラー排水(平均性状: BOD 1,833mg/ℓ, COD 570mg/ℓ, SS 597mg/ℓ, ヘキサン抽出物 223mg/ℓ, 全窒素 69mg/ℓ, 全リン 16mg/ℓ)を 1 日当たり 1 m³程度流入させる条件下で性能調査を行った結果、BOD, COD, SS 及びヘキサン抽出物の除去率は 95 ~ 99% で、水質汚濁防止法の排水基準を大幅に下回る濃度にまで浄化された。窒素及びリンについては、処理水中の濃度が水質汚濁防止法の排水基準以下であったものの、除去率がそれぞれ平均で 72.5% 及び 44.0% と低かった。設置費は自家施工で 91 万円、工事費込みで 129 万円と見積もられ、市販の浄化施設に比べて格安に設置できる。ランニングコストは曝気用のブロアーの電気代として 1 ヶ月当たり 13,500 円程度掛かるものと試算された。

キーワード: ミルクパーラー, 汚水処理, 低コスト施設, 活性汚泥法, 生物膜法

緒 言

経営規模の拡大や省力管理を目的としてフリーストール・ミルクパーラー方式を導入する酪農家が増加している。ミルクパーラー(パーラー)については、搾乳時の作業姿勢が楽である、作業時間が短縮される、一人搾乳が可能である、搾乳作業環境が衛生的である、搾乳作業が安全になるなどのメリットが挙げられるが、問題点もいくつか指摘され、パーラーから排出される洗浄水の処理もその 1 つとなっている^{1,8)}。

フリーストール・パーラー方式では、繋ぎ飼い方式と異なり、搾乳排水がふん尿と分離して排出される。そのため、繋ぎ飼い方式のようにふん尿と一緒に処理することが難しく別々に処理することが多い^{1,8)}。また、フリーストール・パーラー方式は繋ぎ飼い方式に比べ使用水量が多い。大泉ら⁹⁾によれば、フリーストール・パーラー方式での使用水量は繋ぎ飼い方式の約 2.5 倍で、これは主にパーラー内と待機場の洗浄によるとしている。さらに、パーラー排水には搾乳中にパーラー床や待機場で排泄されたふん尿が混入するため、排水中の汚濁物質濃度が繋ぎ飼い方式に比べてかなり高いものと推察される。パーラー排水は、ふん尿とともに圃場に散布するのが望ましいと考えられている¹⁰⁾が、一部地域を除けば、ふん尿やパーラー排水を全量還元することが出来るような圃

場を所有している酪農家は少なく、本県においてもその処理が困難になってきている。

パーラー排水の量や性状に関するいくつかの報告例によれば、パーラーからの日排水量は水質汚濁防止法(水濁法)が適用される 50 m³には満たないものの、パーラー排水中の BOD, COD, SS など汚濁物質濃度は水濁法の排水基準(BOD 160mg/ℓ, COD 160mg/ℓ, SS 200mg/ℓ, ヘキサン抽出物 30mg/ℓ, 全窒素 120mg/ℓ, 全リン 16mg/ℓ)を大きく上回る濃度であった^{2,8,11)}。公共水域や地下水への影響を考慮すると、パーラー排水量の多少に関わらず、汚濁物質濃度が少なくとも水濁法の排水基準以下となるように浄化処理した後に放流や地下浸透を行うことが望ましい。しかし、現実には、十分な処理がなされないまま放流や地下浸透がなされている例も多い^{3,7,8,12)}。

著者らは、当研究所のパーラー施設において、前処理槽を付設した市販の合併浄化槽により BOD 2,500mg/ℓ 程度のパーラー排水を水濁法の排水基準以下にまで浄化できることを報告した¹¹⁾。しかし、パーラー排水を処理できる規模の市販の合併浄化槽を導入するには多額の費用を要し、個々の酪農家が容易に導入できる施設とは思われない。

本研究では、低コストで十分な処理能力を持ったパーラー排水用浄化施設を開発する目的で、FRP 製ミニサイ

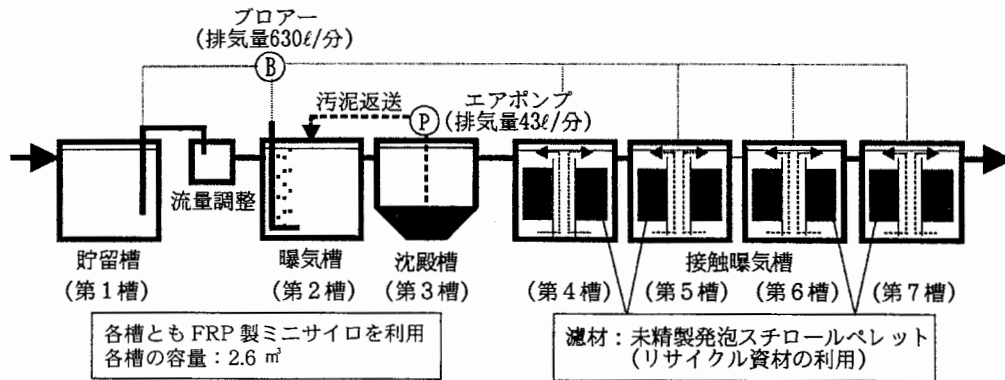


図1 作成したミルクパーラー排水用簡易浄化槽の概要

ロなどの廉価な資材を用いた低コスト浄化槽を試作し、その処理能力を調査した。

材料及び方法

1 試作した浄化槽の概要

試作した浄化槽は、図1に示したように、必要な配管を施した7基のFRP製ミニサイロ(径1.50m、深さ1.55m、容量2.6 m³)を塩化ビニル製パイプで連結して作成した。

浄化槽の第1槽は貯留槽で、朝夕の搾乳時に排出される排水を一時的に貯留し、エアリフトにより排水が少量ずつ半定量的に第2槽に流れ込む仕組みにした。第1槽と第2槽の間には流量調整槽を設け、ここで流入量を調整するとともに、3mmメッシュと1mmメッシュの繊維除去籠を設置し、排水中の繊維分を可能な限り取り除いた。第2槽及び第3槽はそれぞれ曝気槽及び沈殿槽で、活性汚泥法による浄化処理を行った。第4～7槽は接触曝気槽で、生物膜法の1つである接触曝気法による処理を行った。接触曝気用の濾材として廃プラスチックのリサイクル資材である未精製発泡スチロールペレットを用いて低コスト化を図った。未精製発泡スチロールペレットは大きさが1～2cmと細かいため、網状の袋に詰めるか、加熱してブロック状にしてから接触曝気槽に充填した。充填率は約60%とした。また、接触曝気槽の底部

には逆洗用の散気管を配管した。本浄化槽の処理は微生物処理であることから水温低下の影響を緩和するため半地下式としたほか、ビニールハウス内に設置した。

2 性能調査

(1) 調査期間

試作した浄化槽の性能調査は1996年10月～1998年11月の約2年間行った。

(2) 稼働条件

① パーラー施設の概要

当所のパーラー施設は5頭複列ヘリングボーンで、搾乳は1日2回(08:30及び19:00)行っている。調査期間中の搾乳頭数は1998年5月までが平均51.3頭(43～60頭)、1998年6月以降は平均27.8頭(23～35頭)であった。パーラーとミルクユニットは搾乳毎に洗浄し、バルククーラー(密閉型、容量2000ℓ)の洗浄は1日1回、牛乳出荷後に実施した。ミルクユニット及びバルククーラーの洗浄は自動洗浄装置により行った。パーラーは搾乳中に排泄された糞をスコップで除去した後に水洗した。また、パーラーの排水路の途中に3mmと1mmのメッシュ籠を設置し、排水中の繊維分を取り除いた。

② 供試排水

当所のパーラー施設脇に試作した浄化槽を設置し、パーラーから排出された排水を1日当たり1.0～1.3 m³程度(処理水の流出量から推定)流入させた。調査

表1 ミルクパーラー排水性状 (mg/ℓ, m³)

測定項目	採取日			平均
	1996/11/13 (50頭) ¹⁾	1997/11/11 (49頭)	1998/11/26 (26頭)	
B O D	2,200	2,200	1,100	1,833
C O D	580	650	450	570
S	580	790	420	597
ヘキサノ抽出物	180	270	220	223
窒素	57	88	62	69
リン	15	15	17	16
排水量	1.89	1.84	2.28	2.00

¹⁾ 搾乳頭数

期間中のパーラー排水性状は表1に示したとおりで、平均性状はBOD 1,833mg/l, COD 570mg/l, SS 597mg/l, ヘキサン抽出物223mg/l, 窒素 69mg/l, リン 16mg/lであった。パーラー排水の平均日排水量は2.0 m³であったが、試作浄化槽に流入分以外の排水については既報¹³⁾の市販の合併浄化槽で浄化処理した。

③曝気方式及び汚泥返送

曝気方式及び沈殿槽から曝気槽への汚泥返送の有無により、以下の3期に分けて調査した。

I期(1996年10月～1997年1月):24時間連続曝気とし、汚泥返送は行わなかった

II期(1997年2月～1997年4月):曝気4時間・停止2時間のサイクルの間欠曝気とし、汚泥返送は行わなかった。

III期(1997年5月～1998年11月):24時間連続曝気とし、エアポンプ(排気量43ℓ/min)にタイマーをセットして、1日3～4回(各15～30分)、半定量的に汚泥返送した。

なお、曝気は排気量630ℓ/minのプロアーを用いて行った。また、汚泥返送を行わなかった時期には、曝気槽に接触材としてポリエチレン製遮光ネットを投入した。

(3)測定項目

パーラー排水、沈殿槽水及び最終処理水(第4接触曝気槽水)のBOD, COD, SS, ヘキサン抽出物, 窒素及びリン濃度をそれぞれ測定した。最終処理水については透視度も測定した。最終処理水のBOD及びSS濃度は毎月1回、透視度は毎月1～4回、それ以外の項目については年1回測定を行った。透視度以外の測定は株式会社放技研(埼玉県所沢市)に分析を依頼し、透視度は公定法(JIS K0102)により測定した。ただし、1997年10月～1998年9月(1997年11月及び1998年6月を除く)の最終処理水のBOD及びSS濃度(Y:mg/l)は以下の透視度(X:cm)との両対数回帰式により推定し

た(図2)。

$$\text{BOD} : \log_{10} Y = 2.795 - 1.105 \log_{10} X$$

(N = 15, r = 0.867, p < 0.001)

$$\text{SS} : \log_{10} Y = 2.762 - 1.360 \log_{10} X$$

(N = 14, r = 0.969, p < 0.001)

結 果

1 処理成績

(1)最終処理水における透視度, BOD及びSSの推移(図3)

①透視度

透視度は稼働開始間もないI期当初は高い値であったが、その後次第に低下し、間欠曝気を行ったII期になると10cm以下の低値が続いた。24時間連続曝気に変更して汚泥返送も行ったIII期では、稼働条件変更後約1ヶ月間は10cm以下の低値であったが、その後(1997年7月以降)は概ね30cm以上の良好な状態が続いた。

②BOD及びSS

BOD及びSS濃度は稼働条件により変動が認められたものの、常に水濁法の排水基準以下の濃度であった。BOD濃度はI期当初の1996年11月には19mg/lであったが、その後、急激に上昇し、間欠曝気を行っていたII期の1997年3,4月には最高値の130mg/lを示した。24時間連続曝気方式に再び変え、汚泥返送を行っていたIII期における最終処理水のBOD濃度は急激に低下し、1997年7月には7.6mg/lとなり、以後2.8～45.4mg/lの範囲で比較的安定した推移を示した。SS濃度もBOD濃度とほぼ同様に推移した。すなわち、I期当初の2.7mg/lから徐々に増加し、II期に最高値180mg/l(1997年4月)を示した後、III期(1997年6月以降)では検出限界(0.5mg/l)

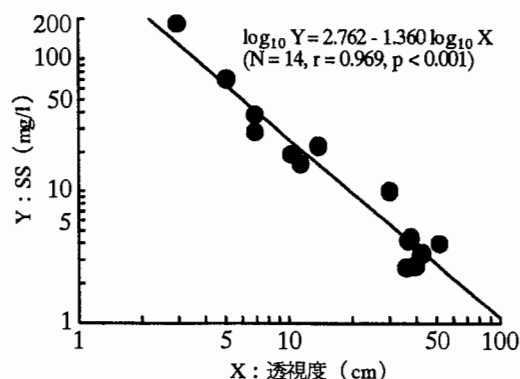
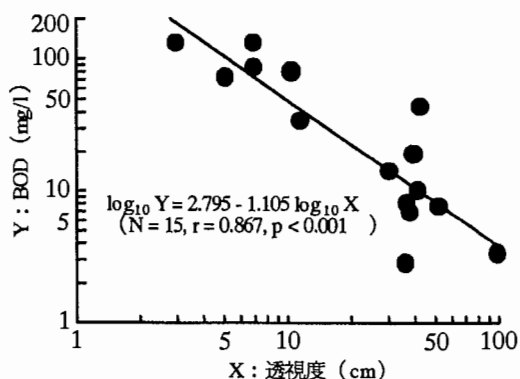


図2 最終処理水における透視度とBOD及びSSの関係

以下～23mg/lの範囲で安定的に推移した。

(2) 槽毎の処理状況 (表2)

表2にミルクパーラー排水(原水)、沈殿槽水及び最終処理水の汚濁物質濃度並びに汚濁物質の除去率を示した。

BOD, COD及びSSの3成分の沈殿槽までの除去率は50～75%とやや低めであったが、最終処理水までの除去率は95～99%以上であり、いずれの濃度も水濁法の排水基準を大幅に下回る値となった。

ヘキサン抽出物の沈殿槽までの除去率は91.9%及び86.4%と高く、この時点で排水基準以下の濃度となった。最終処理水までの除去率は99.8%以上で、その濃度は検出限界(0.5mg/l)以下であった。

窒素濃度は原水の段階で水濁法の排水基準以下であったが、最終処理水までの除去率は65.9%及び79.0%とやや低めであった。

最終処理水のリン濃度は水濁法の排水基準を下回っていたものの、それまでの除去率は47.6%及び41.2%と低く、特に、沈殿槽以降の除去率が低かった。

2 設置費及びランニングコスト

浄化槽の作成に必要な資材費は約91万円、組み立て、埋設などの工事費用は約38万円、総費用(消費税を除く)約129万円と見積られた(表3)。

また、ランニングコストは曝気用のプロアー(消費電力0.75kWh)の電気料であり、家庭用30Aで契約した場合(電力単価:24.88円/kWhとして試算)、1ヶ月当たり約13,500円と試算された。

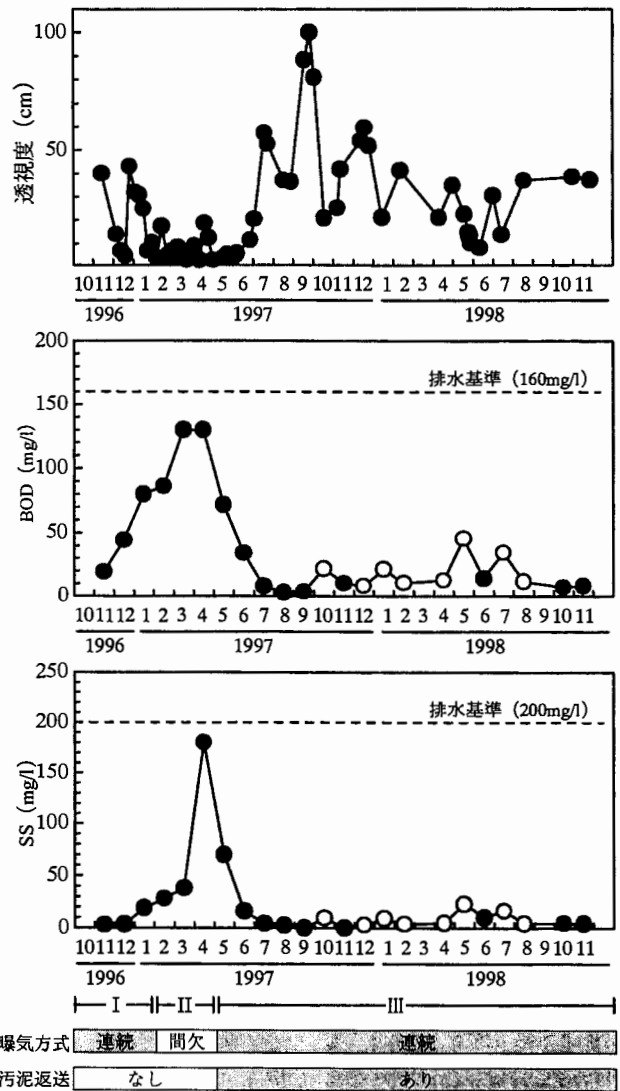


図3 最終処理水における透視度、BOD及びSSの推移 (●:実測値、○:透視度との相関から求めた推測値)

表2 汚濁物質の処理状況 (mg/l, %)

測定項目	原水		沈殿槽水		最終処理水		
	濃度		濃度	除去率*	濃度	除去率*	
(採取日: 1996/11/13)							
B	○	D	2,200	550	75.0	19	99.1
S		S	580	290	50.0	2.7	99.5
(採取日: 1997/11/11)							
B	○	D	2,200	900	59.1	10	99.5
C	○	D	680	200	70.6	37	94.6
S		S	790	260	67.1	<0.5>	99.9
ヘキサン抽出物			270	22	91.9	<0.5>	99.8
窒素			88	28	68.1	30	65.9
リン			15	10	33.1	8	47.6
(採取日: 1998/11/26)							
B	○	D	1,100	310	71.8	8	99.3
C	○	D	450	140	68.9	22	95.1
S		S	420	160	61.9	4.2	99.0
ヘキサン抽出物			220	30	86.4	<0.5>	99.8
窒素			62	32	48.4	13	79.0
リン			17	11	35.3	10	41.2

* 原水中の濃度を100として、その槽までの累積の除去率を示す。

表3 設置費¹⁾(円)

品名	数量	単価	金額
貯留槽	1式		67,500
流量調整槽	1式		45,000
曝気槽	1式		90,000
沈殿槽	1式		120,000
接触曝気槽	4式	75,000	300,000
ブロアー (0.75kW)	1式		217,000
ブロアー (40ℓ/min)	1式		39,000
タイマ	1式		5,000
配管材料等	1式		30,000
小計			913,500
設置労務費	6人工	21,000	126,000
土工事	1式		200,000
諸経費	1式		50,000
小計			376,000
合計			1,289,500

¹⁾ 消費税は含まない。

考 察

1 パーラー排水性状について

汚水処理法は一般に物理的、化学的及び微生物処理に大別され、BOD > COD であれば微生物処理が可能であるとされている⁹⁾。また、微生物による浄化処理に最適な BOD : N : P の比は 100 : 5 : 1 とされている^{4,6,10)}。調査期間中のパーラー施設からの洗浄汚水は、BOD を COD の約 3 ~ 4 倍含み、BOD : N : P の比は 100 : 2.6 ~ 5.6 : 0.7 ~ 1.5 であったことから (表 1)、当該排水は微生物処理に適していると思われた。

他の試験の都合により、1998年6月から搾乳頭数がそれまでより半減したが、パーラー排水の量は以前と同様であった。このことから、パーラー排水の量は搾乳頭数とは関連が薄いことが示唆された。搾乳頭数の半減に伴いパーラー排水中の BOD、COD 及び SS 濃度は低下したが、ヘキサン抽出物 (油分の指標)、窒素及びリン濃度に大きな変動は認められなかった。油分、窒素及びリンは牛乳に多く含まれている成分であること、搾乳頭数の減少によりパイプライン等の配管中に残る残乳の量が減少するとは考えにくいことなどから、パーラー排水に含まれるヘキサン抽出物、窒素及びリンは主に配管中の残乳に起因するものと考えられた。

2 本浄化槽の性能について

試作した浄化槽では活性汚泥法と生物膜法の組合せによる微生物処理を行った。活性汚泥法は、微生物処理法の中で最も効率の高い処理法であり、BOD 濃度が数千 mg/ℓ の汚水でも処理できるが、汚泥返送や余剰汚泥の

引き抜きなどの維持管理が難しい。また、流入水の負荷変動に弱く、処理水質が不安定である。一方、生物膜法は、活性汚泥法に比べて処理効率が低く、処理できる BOD 負荷も 500mg/ℓ 程度と低いが、汚泥発生量が少なく、維持管理が容易で、負荷変動に強く、処理水質が安定している^{4,10)}。試作した浄化槽ではこれらを組合せることで、維持管理が容易で、BOD 2,000mg/ℓ 程度のパーラー排水を効率的に浄化処理し、安定した水質の処理水を得ることを目指した。その結果、汚濁物質濃度が水濁法の排水基準を下回る最終処理水が得られ、BOD、COD、SS 及びヘキサン抽出物の除去率は 95 ~ 99% 以上であった。調査期間中は S_{v30} の測定を適宜、流量調整槽に設けた繊維除去籠の洗浄を毎日 (除去した繊維は糞尿ピットに投入した)、沈殿槽に浮遊しているスカムの除去 (200 ~ 300ℓ) を週 1 ~ 2 回行う程度で、浄化槽の管理は容易であった。接触曝気槽に投入した濾材の閉塞も危惧されたが、調査期間中閉塞はみられなかった。

(1) BOD 及び SS

浄化槽の稼働条件を違えて 3 期に分けて調査した。いずれの時期も、最終処理水の BOD 及び SS 濃度は水濁法の排水基準以下であったが、沈殿槽から曝気槽への汚泥返送を行っていなかった I 期及び II 期では BOD 及び SS 濃度が高く、透視度も低値を示した。特に、間欠曝気としていた II 期では、処理水質が最も悪かった。

これらの時期に処理水質が低下した理由としては、汚泥返送を行っていなかったために曝気槽の MLSS 濃度 (活性汚泥濃度の指標) が低くなり、BOD・SS 負荷が適正範囲よりも高負荷となって、活性汚泥法部分の浄化効率が低下したためと考えられる。試作した浄化槽の

曝気槽では、活性汚泥法の1変法である長時間曝気法に近い処理を行っていたが、長時間曝気法の適正なMLSS濃度は3,000～6,000mg/ℓとされている^{6,10)}。しかし、汚泥返送を行っていなかったI期及びII期の曝気槽内MLSS濃度は440～740mg/ℓと適正濃度の10分の1程度であった。また、パーラー排水の流量を1日当たり1m³と仮定すると、曝気槽の有効容積が約2.2m³であったことから、調査期間中の曝気槽へのBOD容積負荷は0.5～1.0kg/m³・日と推定される。長時間曝気法における適正BOD容積負荷は0.15～0.25kg/m³・日とされていることから^{6,10)}、曝気槽には適正量の2～6倍程度のBOD容積負荷がかかっていたものと思われる。したがって、I期とII期には曝気槽へのBOD・SS負荷(=BOD容積負荷/MLSS濃度)は適正範囲の20倍以上の高負荷であったものと考えられる。

汚泥返送を行ったIII期には良好な水質の最終処理水が得られ、水温低下の影響が懸念された冬期間でも最終処理水の水質は安定していた。この時期には曝気槽内MLSS濃度が2,800～6,400mg/ℓと概ね長時間曝気法の適正範囲にあったことから、高BOD・SS負荷がある程度は正され、処理が安定したものと考えられる。しかし、一般に活性汚泥法によるBOD除去率は90～95%以上^{4,6,10)}と言われているのに対し、試作浄化槽の活性汚泥法部分(沈殿槽までの部分)におけるBODの除去率は60～70%とやや低かった。これはBOD容積負荷が依然として高かったことによるもの、つまり、流入BOD負荷量に対して曝気槽の容量が小さかったことによるものと考えられる。このことから、より効率的で安定した処理を行うためには曝気槽の容量(あるいは数)を少なくとも倍以上にする必要があるものと考えられる。

(2) 窒素及びリン

窒素及びリンは、最終処理水での濃度が排水基準以下であったものの、その最終除去率は平均でそれぞれ72.5%及び44.0%と低かった。活性汚泥法では窒素及びリンの除去は困難であり、微生物処理により窒素及びリンを除去するには嫌気好気の両条件を設定することが必要とされている^{4,10)}。田原ら¹²⁾は曝気15分、静止30分の間欠曝気条件で、活性汚泥法により窒素及びリンをそれぞれ平均308mg/ℓ及び73.5mg/ℓ含むパーラー排水(ここでは搾乳室内洗浄水)を処理し、窒素を78.3%、リンを61.2%除去している。本研究でも、窒素、リンを効率的に除去する目的で、II期に曝気4時間、静止2時間のサイクルで間欠曝気を行ったが、BODとSS濃度を高める結果となった。先に示した田原ら¹²⁾は、窒素、リンとともにBOD、COD及びSSもそれぞれ平均96.4%

83.4%及び88.3%除去していた。BOD負荷の違いなども考慮する必要はあるが、間欠曝気を行う場合には曝気と静止のサイクルを短めにすればBODやSSの除去効率を保ちながら窒素、リンも効率よく除去できるのではないかと考えられた。また、間欠曝気により窒素とリンの除去を高率に行うにはトータルの嫌気時間と好気時間の比が1付近になるのが適切であると報告されている⁴⁾。田原ら¹²⁾は、先に示した活性汚泥処理の後で牧草(夏期:ヘイスーダングラス、冬期:イタリアンライグラス)による植物濾床を行い、両者の組合せにより最終的に窒素を83.6%、リンを83.1%除去した。本県のような寒冷地では冬期間の対策が重要となるが、このような植物濾床による浄化処理は低コストで効率的な3次処理方法であると思われる。

(3) COD

畜舎排水や家畜尿汚水を微生物処理法で処理した処理水は黄褐色あるいは茶褐色を呈している。これは、処理水中に色素が残るため、フミン酸やメラノイジンが主体であると言われている。フミン酸やメラノイジンは微生物分解を受けにくいいため、その除去には物理化学的処理が用いられている^{4,5)}。森ら⁵⁾は、養豚汚水の活性汚泥処理水を用いた30日間の連続処理試験において、鳥取県大山の黒ぼく土に高い脱色効果(76.9%)が認められたと報告している。同時にCODの除去(69.8%)とリンの除去(84.7%)効果も認められた。CODの除去率が高かったのは、フミン酸やメラノイジンなどの褐色色素が除去されたためと推察されている。また、田原ら¹³⁾は、豚尿汚水の処理水に酸化チタンを0.5%添加するにより、自然光の条件下でも、95%以上の脱色率を得ている。ここでも処理水中のCOD濃度の減少が認められている。本研究においても、調査期間を通して、最終処理水は黄褐色または茶褐色を呈していた。また、除去率が高かった汚濁成分の中では、CODが最も多く最終処理水中に残存していた。森ら及び田原らの報告した技術はまだ実験室レベルのものであるが、コストもあまりかからないものと予想され、本研究で示した微生物処理法の3次処理として有望な技術であると思われる。

3 コスト及び資材について

試作した浄化槽は、槽本体として軽量で加工特性に優れたFRP製ミニサイロを用いており、穿孔や接着に必要な道具さえあれば、素人にも自家施工可能である。結果の項で示した資材費にはFRP製ミニサイロへの散気管やエアリフトなどの配管費用も含まれており、これらも自分で行えばもう少し安く上げることができるとと思われる。また、試作した浄化槽では、曝気用のブローア

代が資材費の24%を占め、ランニングコストのほとんどはブロアーの電気代であった。今回、ブロアーには排気量630ℓ/min、消費電力0.75kWhのものを用いていたが、調査期間中は排気量を絞って運転していた。通気量の測定は行わなかったが、本浄化槽では今回用いたものより排気量が少ないブロアーでも適正な運転ができるものと思われる。

本研究では、接触曝気槽の濾材として廃プラスチックのリサイクル資材である未精製発泡スチロールペレットを用いた。これは、廃プラスチックからプラスチック製品を製造する際に、減容化の過程でできるもので、これを加熱、精製した後、他のプラスチック製品に加工される。未精製発泡スチロールペレットは年間4,500tほど生産されているが、西暦2000年から容器包装リサイクル法が完全施行されることもあり、今後、生産量が増加すると言われている。価格は1kg当たり20～30円と非常に安価である。本研究での調査結果から、未精製発泡スチロールペレットが接触曝気法の濾材として十分活用できることが明らかとなった。また、田原ら¹³⁾は、生物膜法の濾材としてアルミ製空き缶が利用可能であると報告しており、今後、こうした生活系廃棄物の浄化処理への有効利用に関する試験研究が展開されることが期待される。

今回試作した浄化槽は、既報¹¹⁾で用いた合併浄化槽の構造や規模を参考に、①道具さえあれば素人にも作成でき、低コストであること、②維持管理が容易なこと、③BOD 2,000mg/ℓ程度のミルクキングパーラー排水を1日当たり1 m³処理して、少なくとも最終処理水のBOD及びSS濃度が水濁法の規制値以下となることを念頭に作成された。稼働開始時から約2年にわたり性能調査を行った結果、当初の目的は達成され、維持管理が容易で、最終処理水のBOD及びSS濃度は、常時、排水基準以下であり、透視度も一時期を除けば概ね30cm以上と良好な水質であった。また、BOD、SS以外の汚濁物質についても排水基準以下の濃度まで浄化できることが明らかとなった。酪農家が実際に導入する際には、パーラー排水の量や性状に応じて槽の数や容量を検討する必要があるが、数百万～数千万円するとされる市販の合併浄化槽に比べれば非常に安価で、搾乳由来の排水処理に係る経費の大幅なコストダウンが期待できる。

謝 辞

本報告を終えるに当たり、サンプルの分析などにいろいろと便宜を図っていただいた日本リサイクル運動市民

の会 清水康夫氏（現 日本環境財団）、未精製発泡スチロールペレットを提供いただいた中央化学株式会社東北営業所 宮島 豊氏（現 同社環境製造部）に深謝します。

引用文献

- 1) 畜産技術協会編, 1996, "新搾乳システム定着化マニュアル", 畜産技術協会, 東京, p.4 - 8
- 2) 本多勝男・倉田直亮・矢島潤, 1996, ミルキングパーラー排出汚水の処理に関する試験, 神畜研研報, 86, 37 - 40
- 3) 井上雅美・宇田三男・浅野博之・大垣茂, 1998, 新搾乳システムにおけるふん尿及び汚水処理に関する調査研究, 茨城畜試研報, 26, 21 - 28
- 4) 柿市徳英, 1998, 汚水処理, "畜産環境保全論", 押田敏雄・柿市徳英・羽賀清典編, 養賢堂, 東京, p.62 - 92
- 5) Mori T, Sakimoto M, Mori T, Sakai T, 1997, Decolorization of Wastewater from a Live Stock Barn Using Andosols, Anim. Sci. Tech. (Jpn.), 68(10), 940 - 947
- 6) 中塩真喜夫, 1986, 排水の活性汚泥処理 [改訂新版], 恒星社厚生閣, 東京
- 7) 日本畜産施設機械協会編, 1995, "フリーストール畜舎におけるふん尿処理方式別事例報告書", 中央畜産会, 東京, p.3 - 20
- 8) 日本畜産施設機械協会編, 1995, "酪農ふん尿処理システム技術マニュアル", 中央畜産会, 東京, p.78 - 84
- 9) 大泉長治, 1994, 牛舎における使用水量の実態調査 (2), 千葉畜セ研報, 18, 95 - 96
- 10) 須藤隆一, 1986, 活性汚泥法の処理プロセス, "新しい活性汚泥法", 橋本奨・須藤隆一編, 産業用水調査会, 東京, p.1 - 40
- 11) 杉若輝夫・谷藤隆志・川村輝雄・高橋達典・小梨茂, 1999, ミルキングパーラー汚水の性状とその処理, 畜産の研究, 53(7), 803 - 809
- 12) 田原鈴子・白石誠・古川陽一・小澤誠一郎, 1997, ミルキングパーラーにおける排出汚水処理技術の検討, 岡山総畜セ研報, 8, 49 - 56
- 13) 田原鈴子・白石誠・古川陽一・小澤誠一郎, 1999, 廃棄物を利用した生物膜法による家畜尿汚水処理技術の確立 (I), 岡山総畜セ研報, 10, 61 - 64

A low-cost wastewater treatment facility for milking center wastewater using handy FRP silos

Shigeru KONASHI, Takashi TANIFUJI, Teruo KAWAMURA

Tatsunori TAKAHASHI and Teruo SUGIWAKA

(Animal Industry Research Institute, Iwate Agricultural Research Center)

Summary

With the purpose of developing a low-cost wastewater treatment facility for milking center wastewater having enough wastewater purification capacities, we produced a wastewater treatment facility using handy FRP silos, and inspected its purification capacities for about two years. The wastewater treatment facility consisted of seven tanks, i.e. a collecting tank, an aeration tank, a settling tank, and four aerobic biological contactor tanks, and was made by a handy FRP silo (each volume was 2.6 m³) each. In the facility, wastewater was treated by a combination of activated sludge process and biofilm process. To cut costs, crude styrene foam pellets, which are one of recycled materials of plastic waste, were used as biological contactors. Under the condition that approximately 1 m³/d of milking center wastewater (average properties: BOD 1,833mg/ℓ, COD 570mg/ℓ, SS 597mg/ℓ, n-hexane extracts 233mg/ℓ, total nitrogen 69mg/ℓ, total phosphorus 16mg/ℓ) flowed into the treatment facility, more than 95% of BOD, COD, SS and n-hexane extracts in the wastewater were removed, so that those concentrations in the treated water were much lower than the effluent standard value of the Water Pollution Prevention Law. Total nitrogen and phosphorus were not removed well by the treatment, although the concentrations of those substances in the treated water were lower than the effluent standard. Average removal efficiencies of total nitrogen and phosphorus were 72.5% and 44.0%, respectively. The construction cost of this treatment facility was estimated at about 910,000 or 1,290,000 yen, respectively, in case of self-construction or maker-construction. Therefore, the treatment facility could be constructed at much lower than facilities on the market. The running costs were estimated at about 13,500 yen as electric bills for the aeration blowers.

Keywords : milking center, wastewater treatment, low-cost facility, activated sludge process, biofilm process