

1 新技術情報 その2

「固液分離機と膜分離活性汚泥法の組み合わせによる家畜排せつ物の低コスト処理に関する研究」

オリオン機械株式会社 畜産環境カンパニー畜産環境グループ 西原良一

1. はじめに

酪農業のふん尿処理は、全量堆肥化、ほ場還元など様々な方法により行われている。しかしながら立地条件によっては、ほ場の受け皿不足などにより諸問題を発生し、ふん尿の処分が必要とされる場面も想定される。

また、養豚農家ではふん尿の処理・処分に浄化設備を備え、ふん尿を汚水として処理する方法が広く知られている。しかしながら、搾乳牛のふん尿は約90%が水分であるにもかかわらず、ふん尿を汚水として処分する手法は、広くは普及していない。

ふん尿の浄化処理には活性汚泥法が採用される場合が多い。活性汚泥法では搾乳牛のふん尿に含まれる10%程度の固形物が、処理の効率化を妨げることが知られており、多くの場合思惑通りの処理が達成できていない。そこで本研究では、ふん尿に含まれる固形物の障害を回避するために、前処理として固液分離の手法を活用し、高分子凝集剤を使用した凝集反応処理も取り入れたフローを設定した。また活性汚泥処理には、近年普及し始めている膜分離方法を採用し、前処理と組み合わせることにより搾乳牛のふん尿を汚水として処分することが可能であることが実証された。

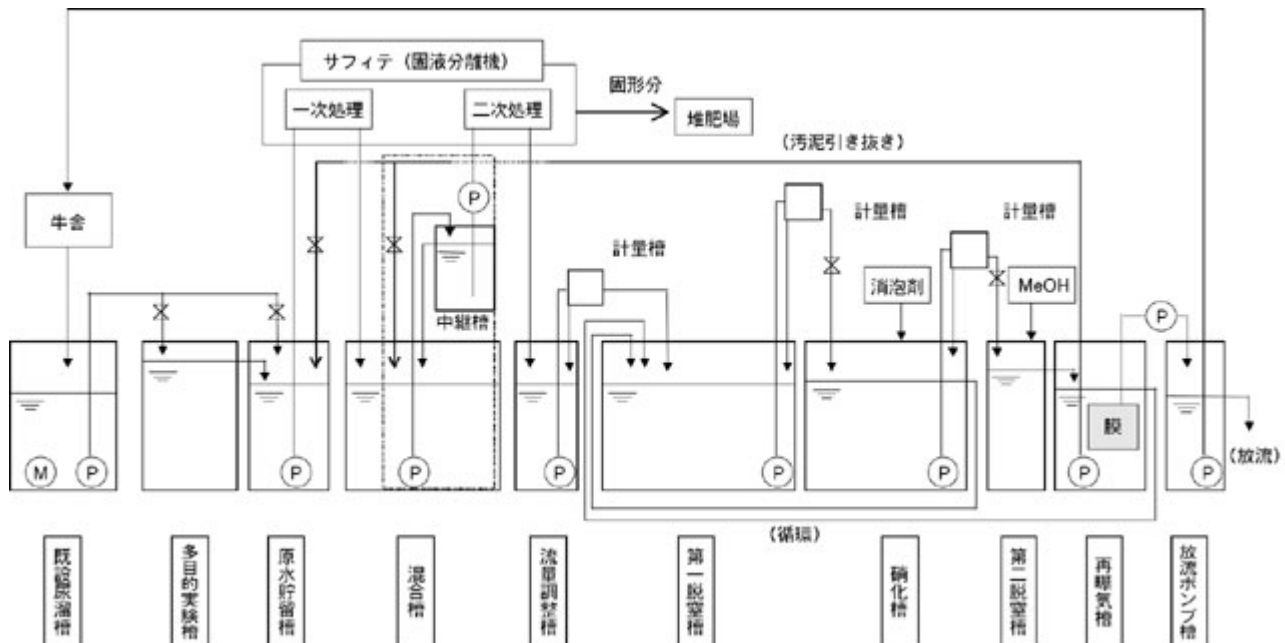


図1 試験施設フローシート

2. 試験牧場と実験の準備

図1に今回採用した概略のフローを示す。

試験施設は自然流下方式の酪農家に設置し、日常の作業を継続していただきながらデータの収集を実施した。

〔試験牧場〕

栃木県黒磯市青木 国井春夫牧場

〔施設概要〕

- ・固液分離機(簡易脱水機付)
:(株)サンロイヤルファミリー SF-100SD
- ・試験処理槽(FRP製)
:ダイキ(株)φ2500mm×L8000mm×2基
- ・送風機 7台
- ・ふん尿攪拌機
:フリクト日本(株) SR4400
- ・処理能力 2.0m³/日(設計)

流入処理目標

BOD 28,000mg/L ⇒20mg/L

SS 80,000mg/L ⇒5mg/L

窒素 3,600mg/L ⇒60(120)mg/L

リン 480mg/L ⇒8(16)mg/L

()内は最大値

表1 試験開始時点の形態

項目	概要
飼養形態	繋ぎ飼い牛舎 繋留頭数約34頭
ふん尿搬出	自然流下方式
ふん尿の処分	自己ほ場への散布 散布回数500回/年

試験牧場の試験開始時点での飼養形態は、表1のとおりである。

国井牧場では自然流下溝から尿溜槽に排出されたふん尿を、バキューム(約2t)にて汲み上げ散布していた。聞き取りによると、実際の飼養頭数からの計算値よりもかなり大きな散布頻度となっている。

これは尿溜槽内に貯留したふん尿がバキュームでは汲み上げ難い性状になっていた為、加水や攪拌を行いながら作業を行った為である。

試験施設でも同様の状況が予測されたため、既存の尿溜槽内に、攪拌ミキサー(フリクト日本SR4400 2.2kw)を設置し、性状を安定化させ処理施設へと導入し浄化処理を行うこととした。

なお尿溜槽は写真のように、スカムが堆積し、想定どおりに攪拌が可能になるまでには2?3ヶ月を要した。(写真1、2)

この攪拌ミキサーを採用することにより、尿溜槽から処理施設へのふん尿の移送は問題なく行われている(汚物用3.7kw 実揚程3m、移送距離15m程度)。



写真1 尿溜状況

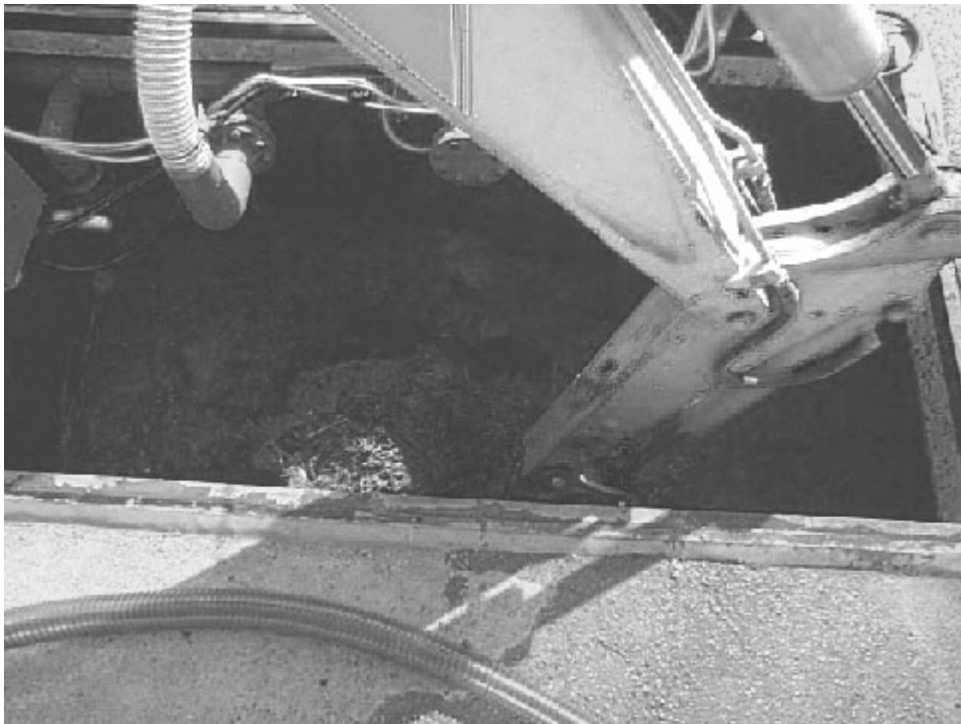


写真2 排出作業1

3. 検証結果

(1) 放流水質をにらんだ運転結果

試験施設での運転結果を表2に示す。

表2 各測定項目のデータ(単位mg/l)

項目	原水	一次処理水	二次処理水	膜処理水
----	----	-------	-------	------

BOD	20,000	12,000	2,200	7
SS	45,000	20,000	1,000	1
T-N	2,400	1,800	500	40
T-P	550	300	30	8

一次処理水とは一般的な固液分離を実施した搾液であり、二次処理水とは一次分離液と余剰汚泥の混合液を高分子凝集剤にて簡易処理した後の汚水である。

各測定項目は処理水の段階で水質汚濁防止法の一般的な放流規制値を達成しており、搾乳牛のふん尿も汚水として処分することが可能であることが確認された。

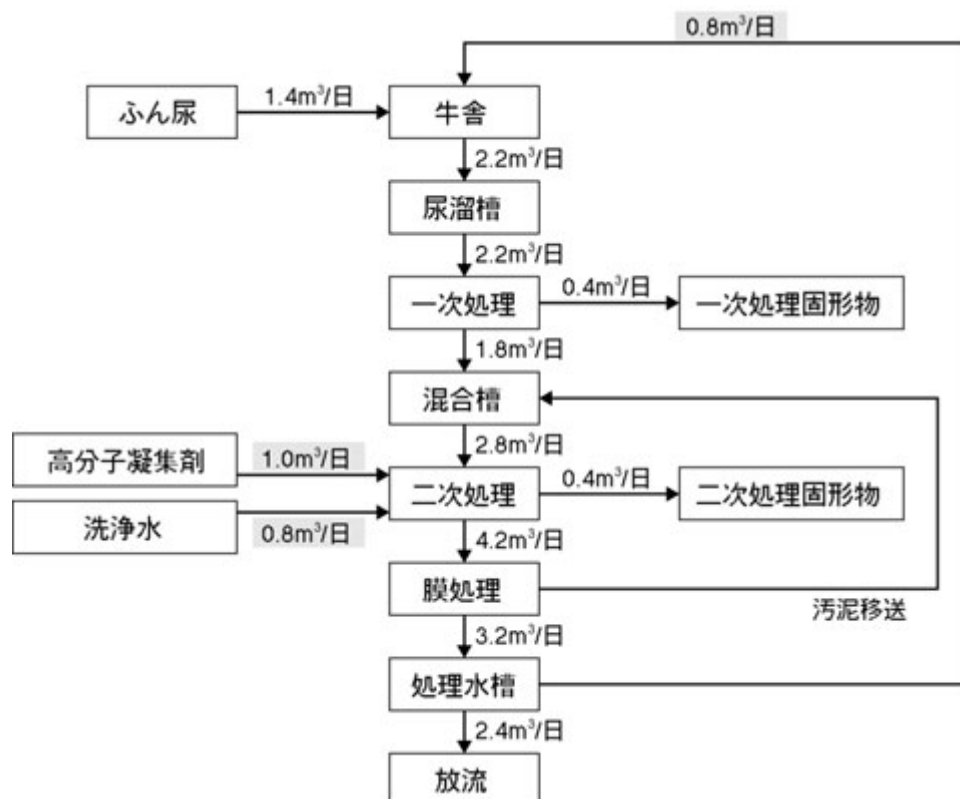


図2 初期フローと水量収支

図2に試験開始初期の処理フローと、水の収支を示す。想定した処理量は2m³/日であったが、流下溝の排出を促す為に処理水を再利用したため、実際には1.4m³/日程度の処理量となっている。

処理量は後に尿溜槽の攪拌ふん尿をポンプで循環させる方法に切替える事により、想定処理水量とすることができた。

このフローでは粉末の高分子凝集剤を溶解し液体として添加することと、凝集反応機器の洗浄時に加水されていることにより、より効率的な活性汚泥処理が達成できているものと考えられる。

(2)コスト低減を目指したフロー

図2のフローにて浄化処理の目標は達成されたが、施設の運転に要するコストが明らかとなった。表3、4に概略コストを示す。

表3 凝集剤使用量に着目したコスト

--	--	--	--

	図2フロー	図3フロー
脱水の対象	固液分離液＋汚泥	酸化処理汚泥
凝集剤添加量	7.1%	5.5%
牛34頭あたり 日使用量	4.7kg	2.8kg
牛1頭あたり 月使用量	3.6kg	2.1kg
※ 添加量は対DSあたり%を示す		

表4 電気代金に着目したコスト

	図2フロー	図3フロー
脱水の対象	固液分離液＋汚泥	酸化処理汚泥
電気代金 ※	91,000円／月	115,000円／月
牛1頭あたり 月使用量	2,700円	3,400円

結果としては、使用する凝集剤の単価にもよるが、対象牛1頭あたりのコストは月あたり数千円になるため、図3のようにフローを組替えてコスト低減が可能か、検証をおこなった。

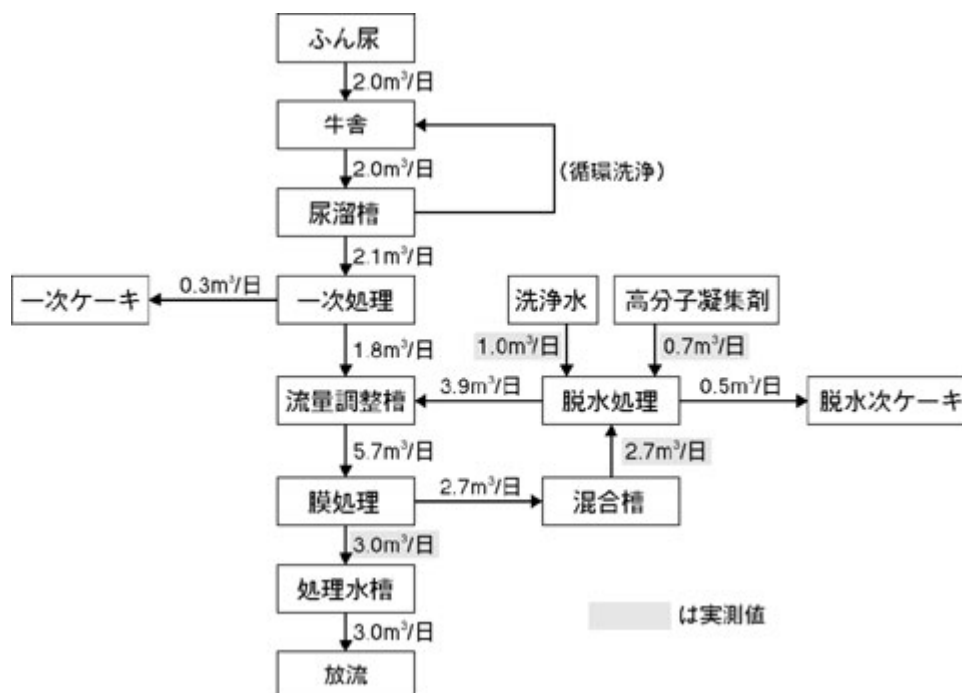


図3 コスト低減確認用処理フロー

凝集剤の使用量は40%低減することが可能であったが、ばっ気処理が多くなるために電気代は25%程度増加した。

従ってフローの組換えによって若干のコスト低減が図れたが、搾乳牛の浄化処理では、酪農経営に与える負担は大きいことがわかった。

表5 代表水質一覧(単位mg/l)

項目	原水	一次処理水	膜処理水
BOD	17,000	14,000	18
SS	32,000	15,000	1
T-N	4,000	3,700	200
T-P	510	460	20

表5に図3のフローを採用した際の運転結果を示す。

このフローではBOD、SSともに規制値を達成している。窒素・リンは、表2と比べて処理水質は高くなっているが処理施設に大きな負荷で汚水を投入することとなり、硝化・脱窒工程の処理槽も酸化槽として使用したためであり、前フローの結果から水質の低減は可能であることが確認できている。

(3) 運転中のトラブル事項

試験施設の運転を継続するにあたって起きたトラブルを表6にあげる。

表6 運転時に発生したトラブル

内容	場所	要因	対応
動作不良	揚水ポンプ	吸上げ距離が長い	中継槽増設
	送風機	散気装置閉塞高負荷	散気装置変更
	固液分離機	凍結	加温用ランプ追加
動作不安定	固液分離機	センサー設定不完全	センサー調整
	中継ポンプ	機器選定ミス 配管径細い	機器能力アップ 配管径アップ
	揚水ポンプ	凍結	凍結防止ヒーター巻
配管詰まり	原水ポンプ	交互運転時逆止弁への固形物詰まり	一台運転に変更
	各槽	散気装置閉塞	散気装置変更
動作不良	制御盤部品	近傍への落雷	交換
	移送ポンプ類	汚泥の高濃度化に起因する能力不足	汚泥濃度の調整と機器交換

多くのトラブルはカタログ等の資料を参考に機器を選定したものが多いため、各機器メーカーが畜産のふん尿を用途としていないものが使用された結果と考えられる。

特に汚水を移行する機器のトラブルや配管・散気装置の閉塞が目立っており、浄化施設を設計する際には、処理対象がふん尿であることを明らかにし、機器メーカーとの確認を実施するなど注意して行う必要があることを感じた。

このことは今後の提案に反映させたい。

4. 試験牧場の変化

表1にあげた試験牧場の状況が試験開始後、どのように変化したのかを表7に示す。

表7 施設導入前・後の比較

項目	導入前	導入後
ふん尿の位置付け	厄介もの	肥料の原料
処分の方法	一定期間貯留後散布	固形物は発酵処理後販売

		液は場内散布処理
処分の手間	500回／年以上散布作業	施設の運転管理 堆肥の世話
ふん尿の利用	なし	肥料として販売・自家消費
ストレス	散布タイミングの確保	施設の機器故障
	ふん尿の扱い難さ	凝集剤・電気代の負担増
	散布後の臭気	

大きく変化したのはふん尿に対する位置付けである。

実際、試験開始前は離農も検討するほど重大な問題であったものが、試験施設とはいえ運転開始後は表のとおり意識が大きく変化している。

またストレスの内容が多くの酪農家での離農原因と同様であったが、前向きな内容に変化していることも重要と考えられる。

なお、国井牧場では試験施設から発生した固形物は堆肥舎にて切返し処理を行い、肥料取締法に基づく許認可を受け、周辺の耕種農家等に販売している。

5. おわりに

搾乳牛のふん尿処理の一方法として、浄化処理の検証を行ない、処理水質を得ることが可能であることを明らかにする事が出来、また処理の実施には大きなコスト負担が必要なことも明確になった。

今後はコストが更に低減できる手法を模索する必要性は痛感しているが、ここで得られた成果は今後ますます重要性を増す、浄化処理施設をはじめとした、ふん尿を液として扱う処理施設的设计・運転の普及に寄与する物と確信している。

また本試験施設は(次テーマ用に一部改造は実施したが)国井牧場では継続使用を希望されており、現在も運転を継続している。牧場の意向としても、見学等は随時対応予定であり、施設の内容が同様な問題を持つ畜産農家の問題点を解決するヒントとなれば幸いである。

謝 辞

固液分離機と膜分離活性汚泥方式を組合せた家畜ふん尿の低コスト化処理に関する研究は、財団法人 畜産環境整備機構から補助金を受けて「家畜排せつ物処理コスト低減等技術開発推進事業」の一環として実施したものである。実施にあたっては国井牧場には実施場所の提供及び日常の運転協力、ダイキ株式会社及び株式会社サンロイヤルファミリー両社には施設設計の監修等多大なる協力をいただいた。

ここに、財団法人 畜産環境整備機構、国井牧場及び協力各社に御礼申し上げます。