

畜産環境技術情報

ミルクパーラー排水の原単位設定と 活性汚泥法による浄化処理について

大分県農林水産研究センター畜産試験場 中小家畜・環境担当 吉田周司

1. はじめに

ミルクパーラー排水は、従来の尿污水处理方法で処理可能と考えられているが、排水に消毒薬や廃棄乳などが混入するなど、処理施設設計のための基礎数値（原単位）が明らかになっていない。このため、一部の酪農家では沈殿槽のみで対応したり、合併浄化槽や膜処理技術などによる浄化処理を導入するなど、過大あるいは過少設計による処理水の水質や設備コストの面で課題を抱えている。

そこでミルクパーラー排水の実態調査を行い、浄化槽設計のための原単位を設定すると共に、活性汚泥法によるミルクパーラー排水処理施設を設置した酪農家において、その能力とコスト調査を実施したので報告する。

2. 酪農家におけるミルクパーラー排水原水の実態調査

調査戸数は県内9農家A～I（表1）、調査回数は1農家2回（F農家は7回）、調査方法は1日の排水

を全量タンクまたは沈殿槽に貯留し計量、採材した。調査項目は、ミルクパーラーの配置、排水量、原水水質（BOD、COD、SS、T-N、T-P、大腸菌群数）とした。

排水処理方式は、4農家（A、F、G、H）で浄化処理施設を設置していたが、1農家（I）は人用の合併浄化槽を利用し、残りの4農家（B、C、D、E）は沈殿槽のみであった。

搾乳頭数は15～180頭であり、1日当たりの総排水量は1,725～6,000Lであった。また、ミルクパーラー排水原水のSSは277～1,215mg/L、BODは107.2～3,593mg/L、CODは301～1,204mg/Lであった（表2、図1）。

SS、BOD、COD濃度は、廃棄乳を誤って混入したD農家を除き、本多らが調査した数値¹⁾と同等であり、無希釈で曝気処理可能な汚水濃度であった。また、全窒素、全リンの各項目で水質汚濁防止法の規制基準を超えるものは認められなかった。一方、排水中に大腸菌群が認められたことから消毒薬が混入しても、通常量の使用量であれば活性汚泥に影響を与えないと考えられた。

表1 調査農家の概要

農家名	A※	B	C	D	E	F	G	H	I
繋留方式	フリーパーン	フリーパーン	フリーパーン	フリーパーン	フリーパーン	フリーストール	フリーパーン	フリーパーン	フリーパーン
搾乳方式	パーラー 4頭シングル	パーラー 6頭ダブル	パーラー 6頭ダブル	パーラー 8頭ダブル	パーラー 6頭ダブル	パーラー 6頭ダブル	パーラー 8頭ダブル	パーラー 8頭ダブル	パーラー 10頭ダブル
搾乳牛頭数(頭)	15	44	60	65	70	80	104	110	180
1日の搾乳回数(回)	2	2	2	2	2	2	2	2	3
処理方法	膜処理	沈殿槽	沈殿槽	沈殿槽	沈殿槽	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	合併浄化槽
固液分離機の有無	○	×	×	×	×	○	○	○	△※※

※教育施設

※※メッシュかごのみ有り

畜産環境技術情報

表2 ミルキングパーラー排水原水の水質

農家名		A	B	C	D	E	F※	G	H	I
1日排水量(A)	(L)	1,725	3,300	3,000	5,150	3,150	3,186	4,880	4,250	6,000
汚水pH		7.4	7.3	6.5	7.4	6.7	6.9	7.4	8.2	7.0
SS(B)	(mg/L)	341.0	358.0	276.7	1,215.0	528.0	514.3	405.0	300.0	460.7
BOD(C)	(mg/L)	137.5	807.0	648.0	3,593.0	460.0	533.1	202.0	392.0	107.2
COD	(mg/L)	522.6	441.0	561.7	1,204.0	882.0	771.6	701.0	381.1	300.6
TKN	(mg/L)	38.4	53.0	78.8	191.0	41.0	62.1	7.5	52.5	22.5
NO ₂ -N	(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NO ₃ -N	(mg/L)	<5	<5	11.0	<5	<5	7.5	<5	<5	<5
T-P	(mg/L)	42.0	0.6	0.3	0.6	0.7	34.0	34.0	0.0	11.0
大腸菌数	(cfu/ml)	2.1 × 10 ⁴	NT	NT	NT	NT	NT	4 × 10	NT	1.1 × 10 ⁵
1日1頭当たり排水量	L/頭・日	115.0	75.0	50.0	79.2	45.0	39.8	46.9	38.6	33.3
SS量(A × B)	(g)	588.2	1,181.4	830.1	6,257.3	1,663.2	1,638.6	1,976.4	1,275.0	2,764.2
BOD量(A × C)	(g)	237.2	2,663.1	1,944.0	18,504.0	1,449.0	1,698.5	985.8	1,666.0	643.2
1頭当たりSS量	g/頭・日	39.2	26.9	13.8	96.3	23.8	20.5	19.0	11.6	15.4
1頭当たりBOD量	g/頭・日	15.8	60.5	32.4	284.7	20.7	21.2	9.5	15.1	3.6

※7回測定 averages, others are 2 measurements averages

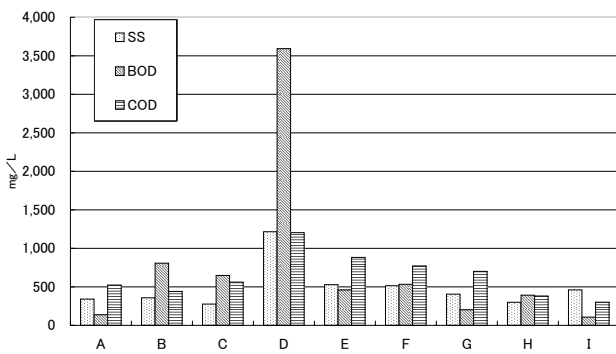


図1 ミルキングパーラー排水原水の性状

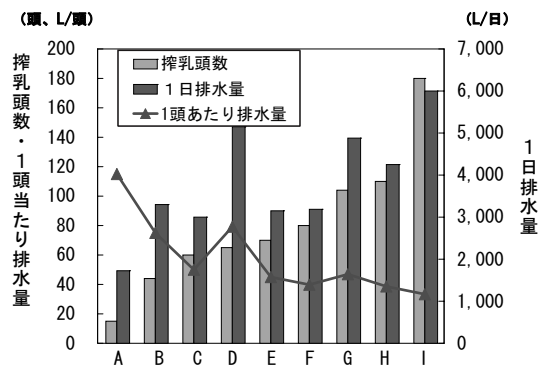


図2 搾乳頭数と1頭あたり排水量

3. 原単位の設定

設計の基礎数値として、排水量、SS量、BOD量の設定が必要となるが、今回の調査では1日1頭当たりの排水量は33.3~115L/頭・日であり、搾乳頭数が増加するにつれ1頭当たりの排水量は低下する傾向を示し60頭以上では50L以下となった(図2)。なお、D農家は洗浄水を一度タンクに貯留し水圧で水洗する方式を取っており、排水量が突出していたので除外

した。

一方、1日1頭当たりのSS量、BOD量はそれぞれ11.6~39.2g/頭・日、3.6~60.5g/頭・日となった。ミルキングパーラー排水は尿污水浄化処理施設の規模算定に用いる設計諸元数値²⁾(経産牛のSS量350g/頭・日、BOD350g/頭・日)と比較してSS量、BOD量ともに1/5~1/10程度と考えられるが、尿処理施設と比較すると廃棄物の混入をはじめ、ミルキングパーラー内の除糞、清掃状況や固液分離機

表3 F牧場浄化槽設計の前代条件と実測値および原単位設定の比較

		排水量(A)	BOD濃度(B)	SS濃度(C)	BOD量(A × B)	SS量(A × C)	曝気槽BOD容積負荷量	曝気槽容積
		(L/日)	(mg/L)	(mg/L)	(g)	(g)		
前提条件		3,200	1,300	1,200	4,160	3,840	0.108	39m ³
実測値	※ 平均値	2,842	584	470	1,699	1,639		
	最小	1,900	88	306	167	581		
	最大	4,400	1,470	702	6,468	3,089		
原単位設定 (BOD、SS量を100g/頭とする)					8,000	8,000	0.200	40m ³

※7回調査

畜産環境技術情報

の有無などにより負荷量が大きく変動することを考慮すれば、SS量、BOD量共に100g/頭・日とすることにより安全性の高い浄化槽が設計できると考えられた。

4. 活性汚泥法によるミルクパーラー排水処理の実際

F牧場に連続式活性汚泥法による浄化槽を設置し性能評価を行った(図3)。なお、この時の浄化槽設計の前提条件は(財)畜産環境整備機構の資料³⁾を基に、BOD容積負荷量を0.108kg/m³・日として計算を行った結果、曝気槽の大きさは39m³となった。(表3)

浄化槽設置後3ヶ月を経過し性能が安定した2004年9月から2006年1月まで計7回、原水と処理水の水質検査(BOD、COD、SS)を行い性能評価するとともに、設置コスト及び維持管理コストを調査した。

原水性状は、前提条件(BOD1,300mg/L、

SS1,200mg/L)をオーバーしたのはBODで作業手違いによる廃棄乳混入による1回のみであった(図4)。また、この時のBOD量は6,500gで前提条件の1.5倍の負荷量と推定された。

処理水のBODは、7.4~610.0mg/L、SSは26.0~170.7mg/L、CODは20.0~240.7mg/Lで推移した(図5)。散気管の目詰まりやVベルト切れによる曝気不足のため、処理水性状の悪化をBODで1回、CODで3回認めしたが、日常管理を適正に行えば防げるものと考えられた。

BOD容積負荷量0.11kg/m³・日の設計であれば、消毒薬を使用するミルクパーラー排水であっても、廃棄乳の混入と曝気状態が適正であれば安定的な稼働が可能と判断された。

一方、今回明らかにした1頭当たりのBOD量、SS量を共に100g/頭・日、BOD容積負荷量0.2/m³・日の原単位設定で搾乳頭数80頭のF牧場の浄化槽を試算

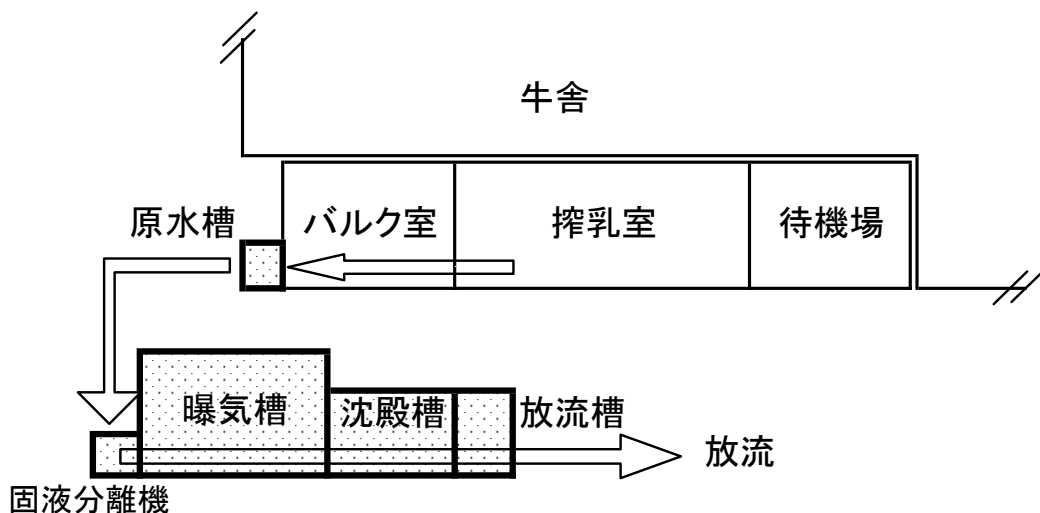


図3 F牧場浄化処理施設平面図

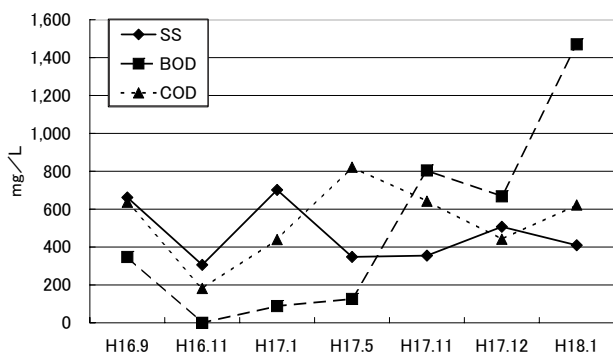


図4 F牧場の原水性状

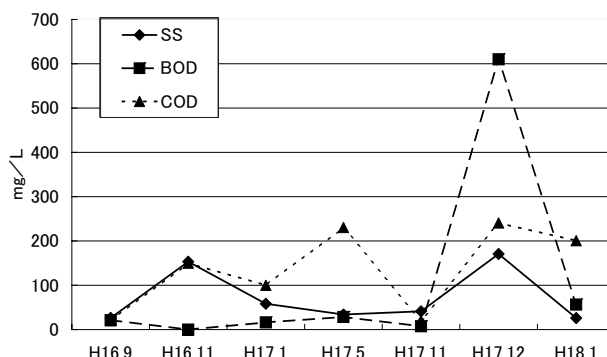


図5 F牧場の処理水性状

畜産環境技術情報

すると、BOD量、SS量は8,000g、必要曝気槽容積は40m³と計算され、今回の容積は試算どおりの大きさになっている。

また、設置コストは、水槽設置にかかる土木工事に500万円、固液分離機、制御盤等の機械類、配管工事に200万円、浄化槽の初期管理費用に30万円を要した。また、維持管理コストは電気料金、消毒用薬剤等に約20,000円/月程度で、1頭当たりの設置コストは91,250円/頭、維持管理コストは250円/頭/月となった。

5. おわりに

今回の原単位設定で試算した浄化槽は、廃棄乳と夾雑物等の混入に留意すればさらにコンパクトでも処理可能と考えられる。しかし、F牧場の事例のように廃棄乳の混入などが起こりやすい実情を考えれば、SS量、BOD量共に100g/頭・日、BOD容積負荷量を0.2kg/m³・日とした設計計算を行うことが、農家にとって安全性の高い浄化槽の設置になると考えられた。

なお、今回の浄化槽設計では、余剰汚泥処理は土地還元を前提としているため、できない場合は砂ろ床等が必要となる。また、オガクズや未消化繊維は浄化槽内に浮遊し、水質悪化の一因となるので固液分離機は必ず設置する必要がある。

最後に、生乳1LのBODは78,000mgであり、ミルクパーラー排水1頭分の $\frac{3}{4}$ にあたり、廃棄乳を混入することは、糞尿分離の尿処理施設に改めて糞を混合して浄化処理するようなもので、廃棄乳の浄化処理はコスト的に見合わないと考えられる。

参考文献

- 1) 本多勝男・倉田直亮・矢島潤：平成7年度神奈川県畜産研究所試験研究成績書、27～30（1996）
- 2) 財団法人畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理施設の設計・審査技術、115
- 3) 財団法人畜産環境整備機構：畜産排せつ物処理の設計計算と畜産環境保全に関するQ&A、98

