

9 家畜ふん尿等の低コスト処理方法の確立

(9) ミルキングパーラー排水の簡易浄化処理施設 (第 2 報)

Simple Purification Processing Facilities of Milking Parlor Drain (2)

吉田 周司・阿部 正八郎

要 旨

酪農家 9 戸のミルキングパーラー (以下、パーラー) 排水を調査し、浄化処理施設の規模算定に用いる設計諸元数値を明らかにすると共に、簡易浄化処理施設を設置した酪農家において、その能力調査を実施し以下の結果を得た。

- (1) 調査した 9 農家の搾乳頭数は 13 ~ 180 頭であり、1 日当たりの排水量は 1,725L ~ 6,000L であった。
1 頭当たりの排水量、SS 量、BOD 量はそれぞれ 33.3 ~ 115L / 頭・日、11.6 ~ 39.2g / 頭・日、3.6 ~ 60.5g / 頭・日であった。酪農尿汚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 1/10 程度と考えられ、搾乳牛 100 頭規模のパーラー排水を処理する場合、搾乳牛 10 頭規模の尿汚水処理施設と同等な設備を設計すれば処理可能と考えられた。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。
- (2) J 牧場のパーラー排水の原水 BOD は、88.4 ~ 1,470.0mg / L、SS は 305.9 ~ 701.6mg / L、COD は 181.5 ~ 821.6mg / L の間で推移した。
- (3) J 牧場のパーラー排水処理水の 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。
- (4) J 牧場処理施設の設置費用は、水槽設置にかかる土木工事に 500 万円、スクリーン、制御盤等の機械類、配管工事に 200 万円、浄化槽の立ち上げ費用に 30 万円を要した。また、ランニングコストは電気料金、消毒用薬剤等に約 20,000 円 / 月程度であった。
- (5) 人用合併浄化槽を利用し排水処理を行う場合、未消化の繊維やオガクズ等が堆積しヘドロ状となるため、浄化槽の流入前に固液分離機や沈砂槽等の設置が必要と考えられた。

キーワード：ミルキングパーラー排水、汚水処理

背景及び目的

県内の酪農家の中でミルキングパーラー (以下、パーラー) 方式による搾乳方法は平成 17 年度現在 80 戸 (30 %) 以上を占めるとともに、1 戸当たりの平均飼養頭数も年々増加の一途を辿っている。パーラー方式の場合、バルクの洗浄水のほかパーラー内や待機場等の汚水が混入するため、一部の酪農家

においては排水による苦情が発生するようになった。パーラー排水の浄化処理は、従来の尿汚水処理で対応可能と考えられるが、設計計算の諸元数値が明らかとなっていない上に、消毒薬や廃棄乳などが混入するため浄化槽の設計がなされてこなかった。このため、一部の酪農家では人用浄化槽を応用したり、膜処理技術などで対応しているものの水質やコ

スト面で十分な機能を果たしていない。そこでパーラー排水の現状調査を行い、浄化槽設計計算の基礎数値を明らかにすると共に、簡易処理施設を設置した酪農家において、その能力調査を実施しパーラー排水の低コスト処理法の確立を目指すこととした。

試験方法

調査 1：酪農家におけるパーラー排水の実態調査

県内の 9 農家 B～J（飼養頭数、搾乳回数等を表 1 に示す）を調査対象とし、排水を全量タンクまたは沈殿槽に貯留後、排水量の計量と採材を行った。また、参考としてパイプライン方式の A 農場についても調査を実施した。調査項目は、パーラーの配置、排水量、原水水質（BOD、COD、SS、T-N、T-P、大腸菌数）とした。なお、排水処理方式は B、C、H、J 農家はパーラー排水を前提とした処理施設であり、D 農家については人用の合併浄化槽を流用していた。また、E、F、G、I 農家は沈殿槽のみの処理施設であった。

調査 2：簡易処理施設の設置及び性能評価

J 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（浄化槽設計の前提条件を表 2 に、平面図を図 1 に示す）。なお、今回の前提条件は（財）畜産環境整備機構の資料³⁾を基に設定し、浄化槽の設計計算を行った。調査方法は浄化槽設置後、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 回調査した。排水を全量タンクに貯留し排水量を計量後、採材し分析に供した。調査項目は排水量、原水及び処理水性状（BOD、COD、SS、T-N、T-P、大腸菌数）、設置コスト及び維持管理コストとした。

結果及び考察

調査 1：酪農家におけるパーラー排水の調査

調査した 9 農家の搾乳頭数は 13～180 頭であり、1 日当たりの排水量は 1,725L～6,000L であった。また、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 3、図 2）。廃棄乳が混入した G 農家を除き、その他の農家の SS、BOD、COD 濃度は本多らが調査した数値¹⁾と同等であり、

表 1 調査農家の概要

農家名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
繋留方式	繋ぎ	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーバーン	フリーストール
搾乳方式	パイプライン	パーラー 4頭シングル	パーラー 8頭ダブル	パーラー 10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 6頭ダブル	パーラー 6頭ダブル
搾乳牛頭数(頭)	30	15	104	180	70	44	65	110	60	80
1日の搾乳回数(回)	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
処理方法	合併浄化槽	膜処理	活性汚泥法	合併浄化槽	沈殿槽	沈殿槽	沈殿槽	活性汚泥法	沈殿槽	活性汚泥法
篩別分離機の有無	×	○	○	△※	×	×	×	○	×	○

※メッシュかごのみ有り

表 2 J牧場浄化槽設計の前提条件

	(mg/L)					
	pH	BOD	COD	SS	窒素濃度	リン濃度
原水水質 ※	6～8	1,300	930	1,200	140	40
処理水目標水質	6～8	100以下	100以下	10以下	60以下	60以下

排水量を3.2m³/日とする。

曝気槽のBOD容積負荷量は0.11kg/m³日とする。

※畜産排せつ物処理施設の設計計算と畜産環境保全に関するQ&A(財)環境整備機構を参考とした。

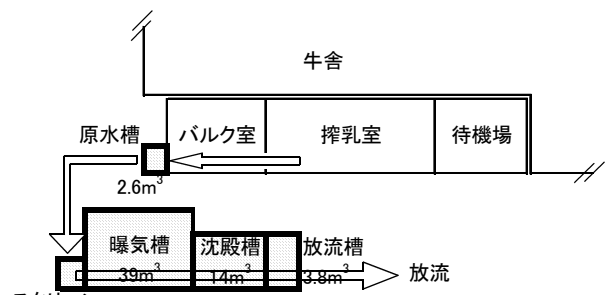


図 1 J牧場浄化処理施設平面図

表3 パーラー排水量と原水の水質

農家名		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J※※
1日排水量(A)	(L)	1,000	1,725	4,880	6,000	3,150	3,300	5,150	4,250	3,000	3,186
汚水pH		6.4	7.4	7.4	7.0	6.7	7.3	7.4	8.2	6.5	6.9
SS(B)	(mg/L)	184.0	341.0	405.0	460.7	528.0	358.0	1,215.0	300.0	276.7	514.3
BOD(C)	(mg/L)	50.0	137.5	202.0	107.2	460.0	807.0	3,593.0	392.0	648.0	533.1
COD	(mg/L)	301.5	522.6	701.0	300.6	882.0	441.0	1,204.0	381.1	561.7	771.6
TKN	(mg/L)	18.8	38.4	7.5	22.5	41.0	53.0	191.0	52.5	78.8	62.1
NO2-N	(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
NO3-N	(mg/L)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	11.0	7.5
T-P	(mg/L)	12.5	42.0	34.0	11.0	0.7	0.6	0.6	0.0	0.3	34.0
大腸菌数	(cfu/ml)	3×10	2.1×10 ⁴	4×10	1.1×10 ⁵	NT	NT	NT	NT	NT	NT
SS量(g)	(A)×(B)		588.2	1,976.4	2,764.2	1,663.2	1,181.4	6,257.3	1,275.0	830.1	1,638.6
BOD量(g)	(A)×(C)		237.2	985.8	643.2	1,449.0	2,663.1	18,504.0	1,666.0	1,944.0	1,698.5
1頭当たりSS量	g/頭・日		39.2	19.0	15.4	23.8	26.9	96.3	11.6	13.8	20.5
1頭当たりBOD量	g/頭・日		15.8	9.5	3.6	20.7	60.5	284.7	15.1	32.4	21.2
搾乳頭数からみた予想SS、BOD量※			525.0	3,640.0	6,300.0	2,450.0	1,540.0	2,275.0	3,850.0	2,100.0	2,800.0

※350g×頭数×1/10
※※7回測定の平均

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。浄化処理施設の設計計算の基礎数値として、汚水量、BOD量、SS量の設定が重要となるが、今回の調査では G 農家を除き、1頭当たりの排水量、SS量、BOD量はそれぞれ 33.3～115L/頭・日、11.6～39.2g/頭・日、3.6～60.5g/頭・日となった。これらの数値は廃棄乳の混入度合いをはじめ、パーラー内の除糞、清掃状況やスクリーンの有無などにより大きく変化する可能性があるものの、酪農尿汚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1/10程度と考えられ、搾乳牛100頭規模のパーラー排水処理施設を設計する場合、その1/10である搾乳牛10頭規模の尿污水处理施設を設計すれば処理が可能であると考えられた。また、調査を実施する中で篩別分離機を設置していない D、E、F、G、I 農家ではオガクズや未消化繊維が浄化槽内に沈殿しており、これらの夾雑物を曝気槽流入前の排水路で定期的に取り除ける構造とすることが重要である。

調査2：簡易処理施設の設置及び性能評価

J 牧場のパーラー排水原水の BOD は、88.4～1,470.0mg/L、SS は 305.9～701.6mg/L、COD は 181.5～821.6mg/L の間で推移した(図3)。J

牧場の浄化槽設計計算の前提条件と実測値を表4に示したが、前提条件をオーバーしたのは BOD で1回のみであり、作業手違いによる廃棄乳の混入があったためと考えられた。また、調査1より推察された「パーラー排水処理施設を設計する場合、その1/10である搾乳牛頭数規模の尿污水处理施設を設計すれば処理が可能」ということから、搾乳牛頭数80頭から換算した尿処理施設は8頭規模となり、この時のSS量とBOD量は共に2,800g/日と算出される。この数値は、今回の浄化槽設計計算で使用した前提条件を大きく下回り、J 牧場の浄化槽は余裕率の大きな浄化槽と考えられた。

一方、パーラー排水処理水の 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4)。処理水性状の悪化が BOD で1回、COD で3回認められたが、その原因は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で、日常の管理を行っていれば防げたものと考えられた。本施設の曝気槽 BOD 容積負荷量は 0.11kg/m³・日と余裕を持った設計となっており、消毒薬を使用するパーラー排水であっても、曝気状態の確認を行い廃棄乳の混入がなければ安定的な稼働が可能と判断された。

また、J 牧場処理施設の設置費用は、水槽設置にかかる土木工事に500万円、スクリーン、制御盤等の機械類、配管工事に200万円、浄化槽の初期立ち上げ費用に30万円を要した。また、ランニングコ

ストは電気料金、消毒用薬剤等に約 20,000 円/月程度であった。以上より、1 頭当たりのイニシャルコストは 91,250 円/頭、ランニングコストは 250 円/頭/月と考えられた。J 牧場の浄化槽は余裕率の大きな浄化槽であり、廃棄乳と夾雑物等の混入に

留意することにより、さらにコンパクトな浄化槽でも処理可能で、低コスト化も図れるものと考えられた。

表4 J牧場浄化槽設計の原水前提条件と実測値

	排水量(A) (L/日)	BOD濃度(B) (mg/L)	SS濃度(C) (mg/L)	COD濃度 (mg/L)	BOD量(A×B) (g)	SS量(A×C) (g)
前提条件	3,200	1,300	1,200	930	4,160	3,840
実測値						
平均値※	2,842	584	470	541	1,660	1,336
最小	1,900	88	306	182	167	581
最大	4,400	1,470	702	822	6,468	3,089
搾乳牛8頭数規模の尿処理施設でのBOD量、SS量※※					2,800	2,800

※7回調査の平均
 ※※350g×80頭×1/10

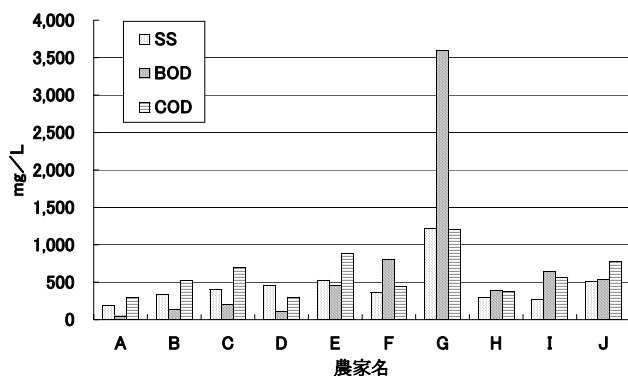


図2 パーラー排水の性状

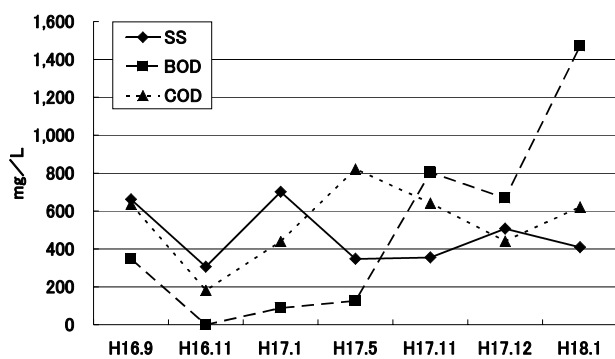


図3 J牧場の原水性状

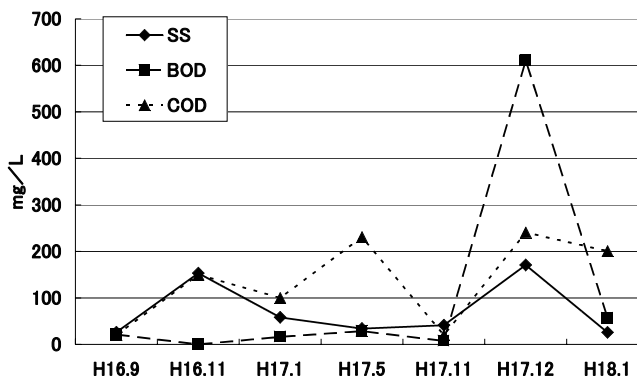


図4 J牧場の処理水性状

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陸産環境保全に関する Q & A，98