

自然の力を利用した排水浄化システム

(搾乳牛舎パーラー排水処理のための伏流式人工湿地(ヨシ濾床)システム)

草地環境科 木場 稔信

(E-mail: kobatosi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

搾乳牛舎排水が地下水や河川への汚染源となることがないように、低コストの浄化法が求められています。伏流式人工湿地を用いた浄化システムは、ヨーロッパなど海外で主に生活排水の経済的な処理法として普及しつつある新しい方法です。

2. 技術内容と効果

(1) システムの概要と実規模試験の結果

気象や地質の異なる道東と道北の現地酪農家に実証規模の伏流式人工湿地を設置しました。牛舎はともにフリーストール式牛舎です。搾乳牛舎排水の量は、道東で1日約17t、道北では1日約5tで、BOD(平均値)は1026mg/L、1812mg/Lでした。

両施設は、間欠的に水を配分する自動サイホンを備えた好氣的な縦浸透型ヨシ濾床と嫌氣的な

横浸透型ヨシ濾床を組み合わせた方式で、道東では主に火山性資材、道北では非火山性資材を活用しました。

最低水温は両試験地とも0.5~2℃で、冬期間を含め凍結せずに排水浄化が継続しました。

平均浄化率は、有機物(BODやCOD)・懸濁物質(SS)・大腸菌で90~99%、全窒素(TN)・全リン(TP)で約70~80%で、面積あたりの負荷量は、15~18gBODm⁻²d⁻¹、39~46gCODm⁻²d⁻¹でした(図1、図2)。

(2) 実用場面での設計および運転法について

システム設計にあたり、施工前の十分な調査に基づく排水量と水質の把握が重要で、将来的な飼養頭数規模等も考慮する必要があります。

濾床の合計面積TA(m²)は、原水の日投入量をQ(m³/d)、BOD濃度をBODin(mg/L)、濾床面積あ

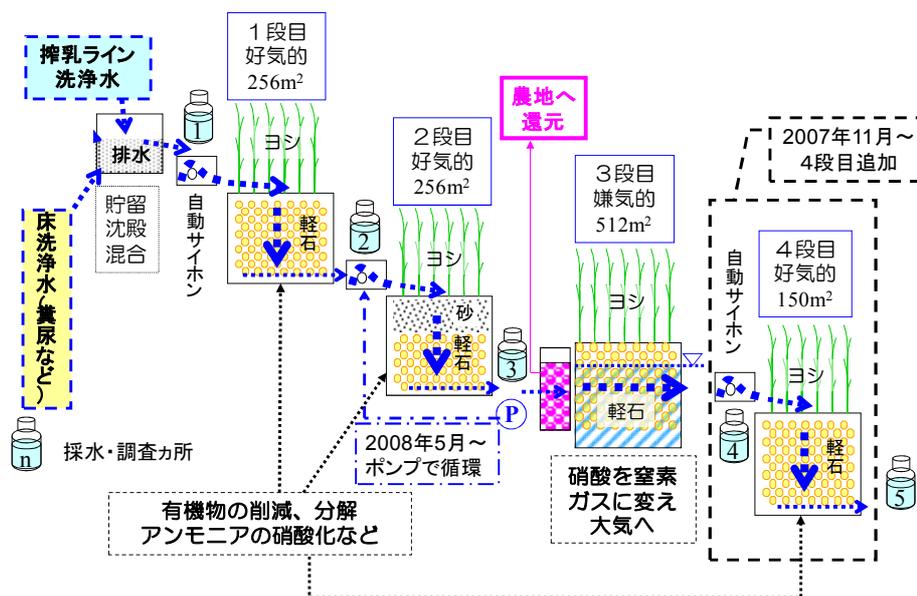


図1 道東試験施設の概略

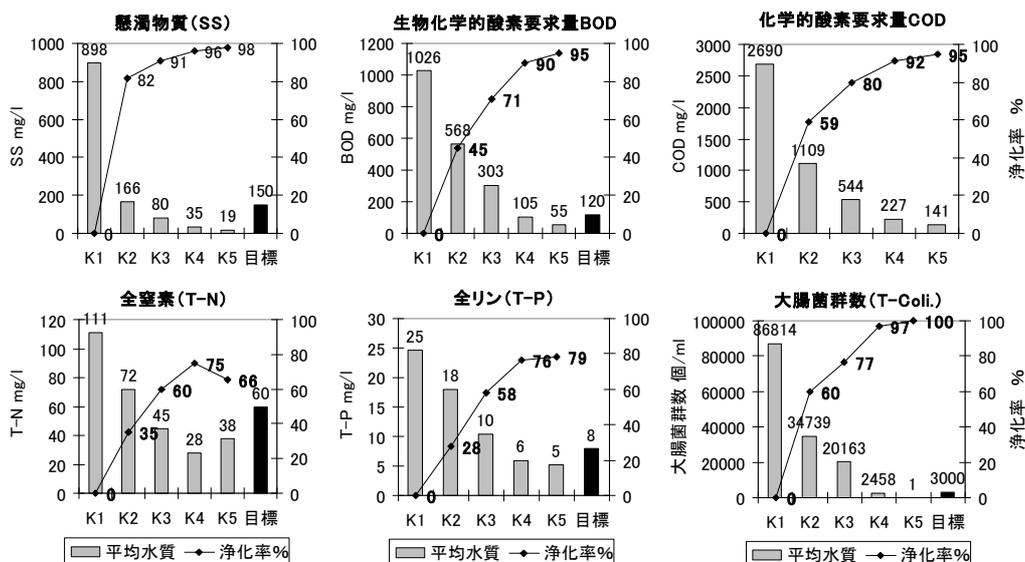


図2 道東の試験地における水質と浄化率 (2005年11月～2006年10月の平均値)

$$\text{浄化率}(\%) = (\text{原水濃度} - \text{処理水濃度}) \div \text{原水濃度} \times 100$$

たりの限界負荷量を $25(\text{gBOD}/\text{m}^2/\text{d})$ とした場合、 $\text{TA} = \text{Q} \times \text{BODin} / 25$ で求めます。濾床の面積比は前段/後段 ≈ 2 とし、横型濾床と循環の場合は縦型より広くします。有機物 (BODやCOD) 濃度は、濾床を1段通過する毎に概ね半減することから、原水の有機物濃度と処理水の目標濃度によって、必要な段数が計算できます。

濾床表面を覆う断熱資材には軽量浮遊資材を用います。濾床資材には、 $\phi 20 \sim 50\text{mm}$ の大レキ、 $\phi 5 \sim 20\text{mm}$ の小レキ、10%粒径 $0.25 \sim 0.4\text{mm}$ の粗砂を用い、縦型は前段や下層ほど粒径を粗く、また横型は上層ほど粒径を粗くします。濾床の深さは 60cm 以上とします。

安定的な排水浄化を妨げる最も大きな要因は、原水が投入される1段目の縦型濾床における目詰まりで、システム設計や日常管理を行う上で、その対策が最も重要です。

システムの正常運転には、①設計時に見込んだ負荷量を超える排水投入の禁止、②パーラー洗浄前の床面の除糞による有機物負荷の軽減、③隔壁を有する2日以上の容量を備えた貯留槽の設置と、定期的な沈殿物の除去、④縦浸透型濾床表

面の交互乾燥 (春～秋: 週1回程度) などが重要です。また、日常点検として、サイホンやポンプの動作、ヨシの生育状況の確認が必要です。

以上、試験で得られた結果と既往の情報から、処理水を目標濃度 (BOD、COD、SS、大腸菌) 以下とするための伏流式人工湿地システムの運転方法および牛舎のタイプや規模別の設計方法 (濾床の面積、段数) を明らかにしました (表1)。

表1 牛舎タイプおよび規模別のシステム構成と試算コスト (目標水質 $100\text{mgBOD}/\text{l}$ 未満)

牛舎タイプ (搾乳牛頭数の目安)	原水BOD濃度 BODin (mg/L)	排水量 Q ($\text{m}^3/\text{日}$)	濾床 ¹⁾		段数 ²⁾		施工費 ³⁾ (万円)	運転費用 ⁴⁾ (万円/年)
			面積 TA (m^2)	濾床循環	a	b		
つなぎ牛舎 (50～100頭)	800	2	64	2	1	380	26	
				3	0	500	16	
フリーストールA (80～150頭)	1,600	5	320	3	1	700	27	
				4	0	800	16	
フリーストールB (200～400頭)	3,200	10	1,280	4	1	1,500	28	
				5	0	1,600	16	

- 1) 限界負荷量を $25\text{gBOD}/\text{m}^2/\text{d}$ として面積を求めた。
- 2) 原水および処理水の BOD 濃度を順に BODin、BODout とした時、 $(a+b) = \log_{0.5}(\text{BODout}/\text{BODin})$
- 3) 施工費は設置場所の気象条件や地形、使用する資材の種類等によって変動する。
- 4) 運転費用の内訳は、点検・水質分析 (10～20 万円)、電気代 (1～3 万円)、諸費用 (5 万円) と仮定

3. 留意点

本研究は北海道大 (井上京)、北海道農業研究センター (加藤邦彦) 根釧農試、(株) たすく、遠別町らの共同研究であり、基本設計は特許公開済みです。