

多雪極寒地域におけるハイブリッド伏流式人工湿地による酪農雑排水の処理効果 Performance of hybrid reed bed system to treat dairy wastewater under heavy snow and cold climate condition

吉友郁哉* , 井上京** , 加藤邦彦*** , 家次秀浩**** , 長澤徹明** ,
野々村正樹***** , 富田邦彦***** ,

Ikuya YOSHITOMO* , Takashi INOUE** , Kunihiko KATO*** , Hidehiro IETSUGU**** Tetsuaki NAGASAWA** ,
Masaki NONOMURA***** and Kunihiko TOMITA***** ,

1. はじめに

酪農地帯では牛舎や搾乳パーラーの洗浄水などの雑排水が地下水や河川の汚染源のひとつとなっており，環境と調和した酪農生産の実現のためには，低コストな浄化法が必要とされている。

汚濁水浄化施設としての人工湿地には，地表面を水が流れる表面流式と地下を水が流れる伏流式がある。伏流式人工湿地は従来の表面流式に比べて面積当たりの浄化能が高く，冬期も浄化できる特長があり，主に生活排水の経済的な浄化方法として，ヨーロッパをはじめ世界中で普及しつつある。伏流式人工湿地には，汚水を地表面に散布して縦方向に水を浸透させる酸化型と，水が地中を横方向に流れる還元型がある。この縦型と横型を組み合わせたハイブリッド伏流式人工湿地は，窒素除去能力の高いシステムとして近年注目されている。しかし生活排水の10倍程度の濃度になる酪農雑排水に適用された事例は，1)の事例の他は報告されていない。

本報告では，搾乳中の糞尿や廃棄乳が混ざる高濃度の酪農雑排水を浄化する目的で多雪極寒地域に設置されたハイブリッド伏流式人工湿地の，開始初期の浄化効果を検証する。

2. 調査方法

遠別町に位置する120頭規模の酪農農家のパーラー排水処理のために，2006年秋に設置されたハイブリッド伏流式人工湿地で調査を行った。湿地面積は縦型A，Bが各160m²，横型が336m²，合計656m²である。敷地を切土することにより入口から出口まで約2mの標高差を設けている。また2ヶ所に設置した電気ポンプにより，湿

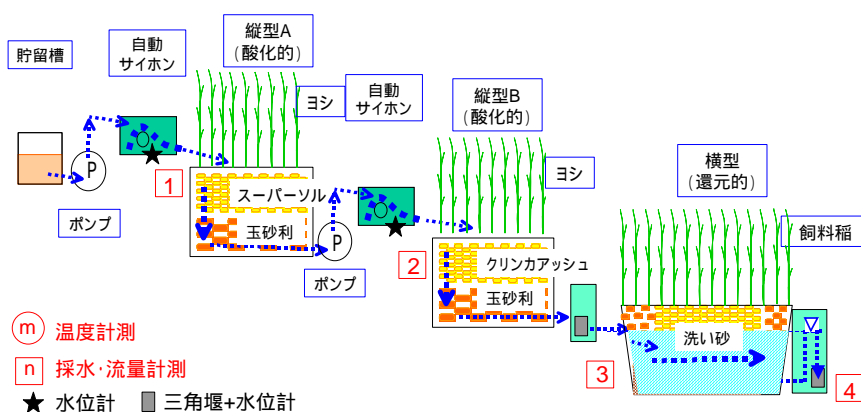


Fig.1 ハイブリッド伏流式人工湿地の概念図
Flow chart of hybrid reed bed system

*北海道大学大学院農学院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University **北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University ***北海道農業研究センター National Agricultural Research Center for Hokkaido Region ****株式会社たすく TUSK Corporation *****遠別町役場 Town Office of Enbetsu
キーワード 水質浄化 パーラー排水 酸化還元構造

地間の水位差を確保した。縦型湿地の地表面に汚水を効果的に広げながら間欠的に供給できる自動サイフォン，目詰まりを回避するためのヨシやスーパーソル，クリンカアッシュと玉砂利を使用した2層構造の縦型湿地，3段目の横型湿地で飼料稲を栽培し，養分を回収する試み，などがこのシステムの特長である（Fig.1）。

遠別町の年平均降水量は1,053mm，うち積雪期（12月～3月）の降水量は257mm，年平均気温6.4℃，最大積雪深は約70cmである。

調査は人工湿地への汚水投入を開始した2006年11月16日から行った。気温と水温は自動計測により測定した。また，各湿地の流入・流出流量は自記水位計のデータより求めた。また，月1～2回採水を行い，水質分析に供した。水質測定項目はpH，EC，DO，窒素，リン，SS，BOD，COD（Cr）である。pH，EC，DOは採水時に現地にて測定した。積雪深は近傍の天塩 AMeDAS データを用いた。

3. 結果と考察

調査期間中の日平均気温をみると，12月は0℃を下回る日が多く，1月以降はほとんどの日で0℃を下回った。積雪も12月上旬より観測され，2月中旬には70cmを越えた。

水温は，貯留槽では10℃前後でほぼ一定，縦型A出口は3～5℃，縦型B出口で2℃，横型出口では1℃程度で，大きな変動はなかった。期間中システム内において最も水温が低下したところでも0.6℃であり，凍結は観察されなかった。

汚水の量は1日約3～5m³であった。2月下旬以降気温が0℃以上に上昇した際に，融雪水の混入によって処理水の流量が1日10m³を越えることがあった。

処理開始から2007年3月までの平均水質濃度と浄化率をTable 1に示す。BOD，CODの浄化率はそれぞれ92，84%と高いものの，処理後の濃度は目標とする基準値よりも高かった。これは低温のため有機物分解が進みにくく，また目詰まりが起きて表面流が発生したことが原因と推測される。今回の調査中，一時的な廃棄乳の増加により設計時に想定していた負荷より大きな負荷が流入したために目詰まりを促進した可能性も考えられる。塩素イオンの減少率は30%であり，3割程度の希釈効果もあった。窒素，リン，SS濃度の浄化は比較的良好であったが，3月以降濃度はやや上昇傾向にある。

4. まとめ

開始初期の冬期の浄化メカニズムとして，主にろ過や吸着などの物理化学的作用により水質浄化作用が継続することが確認された。しかし融雪期の水質浄化能が未知であることや，冬期間湿地内に蓄積した窒素やリンが生物的分解に伴って夏期に流出することも想定される。今後は，夏期に向けての生物的な浄化作用がどのように働くかを監視するとともに，横型湿地での飼料稲による窒素・リンの吸収効果についても検討する予定である。

【参考文献】 1) 加藤邦彦ほか（2006），極寒の道東におけるハイブリッド伏流式人工湿地による酪農雑排水の処理効果，平成18年度 農業土木学会大会講演会講演要旨集，pp.480-481

Table1 2006年11月～2007年3月の平均水質
Average water quality during Nov.2006 - Mar.2007

項目	元汚水	処理水			排水基準	浄化率 (%)
		縦型A	縦型B	横型		
pH	6.7	6.8	6.6	5.4	5.8～8.6	
BOD mg/L	3050	1575	653	242	<120	92
COD(Cr) mg/L	5025	2803	1639	788		84
SS mg/L	821	447	211	30	<150	96
T-N mg/L	176	132	91	36	<60	79
T-P mg/L	30.7	18.8	10.6	3.3	<8	89
NH ₄ -N mg/L	97.3	89.4	47.1	3.3		97
NO ₃ -N mg/L	1.7	1.5	0.7	0.1		
Cl ⁻ mg/L	84	79	70	58		30
DO mg/L	2.2	3.2	2.4	2.4		
EC mS/cm	1.3	1.4	1.1	0.8		

日平均 50m³以上の汚水を排出する施設の水質汚濁防止法の排水基準

$$(\text{元汚水濃度} - \text{処理水濃度}) / \text{元汚水濃度} \times 100$$