

畜産排水を対象とした3つの実規模ハイブリッド伏流式人工湿地におけるリン除去特性

環境資源学専攻 地域環境学講座 土地改良学 泉本 隼人

1. はじめに

畜産排水中には高濃度のリン成分が含まれており、未処理のまま水系へ放流すると下流水域の水質が悪化してしまう。また、リン資源は近い将来の枯渇が懸念されており、汚水からの回収・再資源化が期待されている。人工湿地による汚水処理では、リンは物理的ろ過、生物同化による吸収、ろ材への化学的吸着によって取り除かれるとされている。しかしリンの除去プロセスを実規模施設の伏流式人工湿地で検討した事例はまだ少ない。本研究では、北海道内に設置された畜産排水を処理する3つの人工湿地を対象に、リン除去プロセスの解明と、リン浄化能力の評価を行った。

2. 研究方法

本研究では、酪農ミルクパーラー排水を扱うシステムSとG、養豚尿液を処理するシステムOの3つを対象とした(図-1)。これらは比較的高濃度の有機性畜産排水を浄化できるハイブリッド伏流式人工湿地として4~9年の運転実績がある。浄化能力の評価は、1~3ヶ月に一度の採水・分析により行った。システムを通過する汚水の流量は、サイホン槽の水位変動量から換算し、さらに降水量と蒸発散量(ペンマン法による推定値)から水収支を求め算出した。また、ろ材中やろ床表面の有機物層中のリン蓄積量を求めるため、2014年6月にシステムSで、2014年9月にシステムOでろ材と表面有機物層のコアサンプリングを行った。

3. 結果と考察

コアサンプリングの結果、システムO横型以外では、ろ床表面に堆積した有機物層にろ材よりも多くのリンが蓄積(0.35~7.99 kg/m³)されており、リン成分の除去に大きく寄与していることが明らかになった。また、同じ有機物層でも上層の方が高いリン蓄積量を示し、これは容積あたりOrg-P流入負荷と高い相関を示した(P<0.01)。さらに、ろ材の中でもクリンカアッシュや軽石は、室内実験で測定された最大吸着量よりも高いリン蓄積量(最大1.71 kg/m³)を示した。これはろ材の間隙率が大きいこと、空隙に有機物として捉えられていたためと考えられる。水質データから、稼働開始後3つのシステム全てのろ床で、リンの除去能力が維持されていた。表面でのろ過機能は時間が経過しても低下せず、リン除去に大きく寄与しているためと考えられた。

4. まとめ

3つのシステムは長期安定的にリンの除去が行われていたが、それはシステム内部での有機物としての蓄積効果が高い。ろ床表面の有機物層は物理的な除去が比較的容易であるため、さらに長期的な稼働とリン資源回収の可能性が見込める。

	稼働開始時期 (観測期間)	日流入量 (m ³ /d)	原水BOD ₅ 濃度 (mg/L)	排水の種類	ろ床の段数*	システム 総面積 (m ²)	主なるろ材
システムS	2006年 冬 (9年間)	4.8	1,935	パーラー排水	V-Vr-H 3段	656	砂利、洗い砂 クリンカアッシュ
システムO	2009年 冬 (5年間)	13.9	6,489	養豚尿液	Vr-Vr-V-H-V 5段	1,472	軽石 発泡コンクリート(ALC)
システムG	2011年 春 (4年間)	33.6	1,421	パーラー排水	Vr-V-V-H-V 5段	3,048	砂利

(* V:鉛直流, Vr:循環流・循環あり, H:水平流)

図-1 各システムの概要