

## ヨシ濾床伏流式人工湿地による酪農パーラー排水の浄化

\*井上 京<sup>1)</sup> 加藤邦彦<sup>2)</sup> 家次秀浩<sup>3)</sup> 木場稔信<sup>4)</sup> P. K. Sharma<sup>5)</sup> 富田邦彦<sup>6)</sup> 横田岳史<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>北海道大学大学院農学研究院 <sup>2)</sup>北海道農業研究センター <sup>3)</sup>(株)たすく <sup>4)</sup>北海道立総合研究機構根釧農業試験場

<sup>5)</sup>北海道大学大学院農学院 <sup>6)</sup>遠別町役場

近年、世界各地で人工湿地（Constructed Wetland）を用いた水質浄化法の開発と実用化が進められている。水環境の劣化が各地で問題となる中、設置費が安く、維持管理の手間がかからずに効率的・経済的に汚濁水を浄化する技術が求められているが、人工湿地による水質浄化はこれらの要求を満たすことのできる新しい技術である。

植生を利用した水質浄化法としての人工湿地には大きく表面流式と伏流式の 2 タイプがある。表面流式は湿地の表面に湛水状態で汚水を流す方式で、浄化能はさほど高くない。近年発展が著しいのは、湿地の地中を地下水状態で汚水を流す伏流式である。伏流式は表面流式よりも面積あたりの浄化能が高く、冬季間でも浄化能が持続できるという特長がある。

この伏流式人工湿地は、さらに汚水を地表面に間欠的に散布して縦方向に浸透させる縦型湿地と、浅い地下水としてゆっくりと横向きに流す横型湿地に区分される。縦型が好氣的（酸化的）なのに対し、横型は嫌氣的（還元的）な条件となる。縦型湿地で好氣的な条件を形成するためには、汚水を間欠的に散布する必要がある、そのためにフランスで考案された自動サイホンが縦型湿地のすぐ上流側に設置される。自動サイホンを使うことにより、縦型湿地に 1 分間程度の短時間で汚水を投入散布することが可能となる。さらに縦型湿地と横型湿地を組み合わせたシステムがハイブリッド伏流式人工湿地と呼ばれ、窒素除去能力が高いシステムとして期待されている。

2005 年秋に道東・別海町の酪農家（搾乳牛 220～380 頭、フリーストール式牛舎）のパーラー排水（搾乳牛舎排水）浄化施設として、ヨシ濾床ハイブリッド伏流式人工湿地を設計・設置した。また 2006 年秋には雪の多い道北・遠別町の酪農家（搾乳牛数 120～130 頭、フリーストール式牛舎）にも同様の人工湿地を設置した。パーラー排水は、個々の農家からの排出量が 1 日 50 m<sup>3</sup> を超えないため、現在は法規制の対象となっていない。しかし床洗浄時の糞尿や廃棄乳、各種洗剤などが混ざるなど処理が困難であり、水系汚染源となり易いため、経済的かつ省力的な排水処理方法が求められている。

別海と遠別の両システムとも、縦型と横型濾床を複数組み合わせ合わせたハイブリッド伏流式で、別海は縦型→縦型→横型→縦型の 4 段、遠別は縦型→縦型→横型の 3 段の濾床から構成されている。濾床の全面積は別海が 1,174 m<sup>2</sup>、遠別が 656 m<sup>2</sup> で、別海は傾斜地に、遠別は平坦地に施工した。すべての縦型濾床には自動サイホンにより間欠的に汚水が供給されている。なお別海では 2010 年 2 月以降は 1 段目および 2 段目の縦型湿地を増床したため、濾床の全面積は 1,686 m<sup>2</sup> となった。これは搾乳牛の増頭により排水が増えたことに対応して 1 段目～2 段目での浄化機能をより促進するためである。

寒冷地では冬季であっても停止せずに浄化が機能することが重要であるが、別海、遠別ともに最終処理水の冬季から融雪期にかけての水温は 0.5 °C から 2 °C で、凍結によるトラブルは発生せず、これまで別海で 5 回、遠別で 4 回の冬も含めて 1 日も機能を停止することなく通年運転している。

平均の汚水量は別海が約 25 m<sup>3</sup>・d<sup>-1</sup>、遠別が 5 m<sup>3</sup>・d<sup>-1</sup>であった。（原水濃度—処理水濃度）／原水濃度×100% で求めた浄化率は、有機物（BOD、COD）で 92～95%、懸濁態と大腸菌が 98% 以上、全窒素と全リンの浄化率は 66～83% で、別海も遠別もほぼ同程度の浄化率であった。原水と処理水の Cl<sup>-</sup>イオン濃度の比較から、雨水や融雪水による希釈効果は 1～2 割程度で、浄化の大半は希釈以外の効果で達成されている。処理水の平均値で見ると、遠別の BOD を除くすべての水質項目は目標とする排水基準をクリアした。遠別では廃棄乳の投入量が多い時期があり、その影響があったと考えられる。また処理水の硝酸態窒素濃度が低いことは良好なことであるが、水生生物への影響を考えると、アンモニア態窒素濃度はさらに低減させる必要があると考えている。

本研究は主に農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」（平成 18～20 年度研究総括：北海道大学・長澤徹明、平成 21～22 年度研究総括：北海道大学・井上 京）の助成を受けて実施した。技術開発にあたり、現地酪農家の皆様、日本大学文理学部・宮地直道教授、（独）土木研究所寒地土木研究所・中村和正上席研究員、（株）ドーコン理化学試験室、北大農学院土地改良学研究室の学生諸氏をはじめ、多くの関係者の皆様から多大な協力を得た。記して深甚の謝意を表します。