

# ハイブリッド伏流式人工湿地による面源負荷対策

## Water purification for non-point-pollution by hybrid sub-surface constructed wetland system

櫻木 宏明\* 井上 京\*\* 加藤 邦彦\*\*\* 横田 岳史\*\*\* 千田 智基\*\*\*\*  
家次 秀浩\*\*\*\*\* プラディーブ・クマール・シャルマ\*

○ SAKURAGI Hiroaki\*, INOUE Takashi\*\*, KATO Kunihiko\*\*\*, YOKOTA Takashi\*\*\*, CHIDA Tomoki\*\*\*\*,  
IETUGU Hidehiro\*\*\*\*\*, Pradeep K. SHALMA\*

### 1. はじめに

公共用水域の水質問題に対する面源負荷対策は依然あまり進展していない。そこで点源負荷対策で成果を上げている人工湿地システムを、面源負荷対策として導入することを考えた。汚水浄化施設としての人工湿地には、表面流式と伏流式がある。表面流式は汚水が湛水状態で流れるのに対して、伏流式は汚水が地中を流れる。伏流式は表面流式に比べて単位面積あたりの浄化能力が高く、水が濾材中を流れるので冬でも凍結しない。この伏流式には縦型と横型があり、縦型は水を鉛直下向きに浸透させ、横型は水を水平方向に流す。縦型と横型を組み合わせたものがハイブリッド型である。これは水質浄化能力の優れたものとして近年注目されている。点源の1つである酪農パーラー排水の浄化ではすでに実用段階にある<sup>1)</sup>。本研究では、点源と面源のある道路側溝集水域からの負荷削減を目的としたハイブリッド伏流式人工湿地について、その設置直後の水質浄化機能を評価した。

### 2. 方法

(1) 施設概要 調査は北海道北部の豊富町丸山にある環境省サロベツビジターセンターの敷地内に設置されたハイブリッド伏流式人工湿地で行った。この人工湿地は2010年3月に完成したが、ヨシはまだ十分生育していない。調査期間は2010年4月から11月である。濾床のタイプと面積を図1に示す。対象とする汚水は、

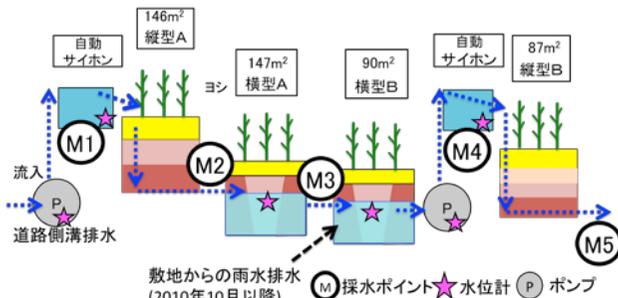


図1 ハイブリッド伏流式人工湿地の概念図

Conceptual diagram of hybrid sub-surface constructed wetland.

農地と畜産農家からの排水が流入する道路側溝の排水と、ビジターセンター敷地内の駐車場の雨水排水(2010年10月以降)である。道路側溝の排水はポンプアップして最初の自動サイホンに流入させ、駐車場の雨水排水は3段目の横型Bに流入させている。縦型Aと縦型Bの前には自動サイホンを設置し、汚水を間欠的に濾床表面に供給するようにして縦型の好気的な条件が保たれている。

(2) 研究方法 採水ポイントを各濾床の出入り口に設定(図1, 上流側から順にM1~M5)して月に1~2回の採水を行い、水質分析を行った。分析項目はpH, EC, DO, ORP, BOD<sub>5</sub>, COD(Cr), SS, 窒素, リン, 大腸菌である。また自記水位・温度計を2ヶ所の電気ポンプ槽と2ヶ所の自動サイホン槽, 2つの横型濾床に設置し、計測した。流量は自動サイホンの水位データからサイホンの作動回数をカウントし、算出した。

\* 北海道大学大学院農学院 Graduate School of Agriculture, Hokkaidou University, \*\* 北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaidou University, \*\*\* 北海道農業研究センター National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, \*\*\*\* 環境省 Ministry of Environment \*\*\*\*\* 株式会社たすく Tusk Corporation  
[キーワード] 面源負荷 伏流式人工湿地 ヨシ濾床

### 3. 結果と考察

(1)流量 調査期間中の M1 と M4 の流量を図 2 に示す。M1 の流量が M4 より多くなる期間があった。伏流式人工湿地では、降雨や融雪水の影響のため、通常は下流側で流量がやや多くなるが、本システムでは下流側(M4)の流量が逆に少なかった。2ヶ所のポンプの運転設定等に問題があり、M1 と M4 の間で漏水していることがわかった。現在改修中である。

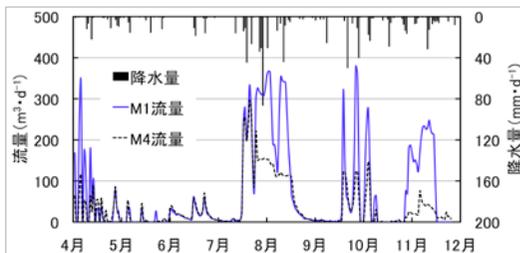


図 2 M1 と M4 の流量と降水量  
Amount of rainfall and flow rate in M1 and M4.

(2)各点の平均水質濃度と浄化率 調査期間中の平均水質濃度と浄化率を表 1 に示す。ここでは浄化率を次のように定義した。

浄化率 = (流入濃度 - 流出濃度) / 流入濃度 × 100 (%)  
浄化率を見ると窒素以外は浄化の効果が大きい。窒素は、原水の濃度が極めて低いことから浄化率が低かった。また塩素イオンの減少率は 24% であった。したがって融雪水や雨水による希釈の効果が 2 割強あったと考えられる。図 3 に流下にもなう平均水質濃度の変化と浄化率の推移を、SS と BOD<sub>5</sub> を例に示す。SS は主に縦型より横型で浄化効果が高かった。BOD<sub>5</sub> は縦型と横型の区別なく浄化が進んでいる。

表 1 各採水地点の平均水質濃度と浄化率

Average concentration and purification rate in each bed.

項目	原水/ M1	縦A/ M2	横A/ M3	横B/ M4	縦B/ M5	浄化率 (%)
pH	7.0	6.7	6.1	6.2	5.2	
COD(Cr)(mg·L <sup>-1</sup> )	80.4	64.6	60.1	38.7	36.2	55
BOD <sub>5</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	4.9	3.3	2.1	1.1	0.6	88
SS(mg·L <sup>-1</sup> )	50.1	49.0	30.5	4.7	1.8	96
T-N(mg·L <sup>-1</sup> )	0.7	1.3	0.7	0.5	0.6	11
NH <sub>4</sub> -N(mg·L <sup>-1</sup> )	0.12	0.06	0.11	0.08	0.11	4
T-P(mg·L <sup>-1</sup> )	0.16	0.16	0.09	0.05	0.04	72
PO <sub>4</sub> -P(mg·L <sup>-1</sup> )	0.1	0.05	0.03	0.03	0.03	70
DO(mg·L <sup>-1</sup> )	6.0	7.4	5.5	6.8	10.0	
EC(mS·cm <sup>-1</sup> )	0.5	0.3	0.2	0.4	0.2	
ORP(mV)	247.5	254.9	286.0	280.1	337.4	
Cl <sup>-</sup> (mg·L <sup>-1</sup> )	29.3	20.2	20.9	24.0	22.2	24
大腸菌群数(個·mL <sup>-1</sup> )	39.4	21.8	20.0	4.9	3.0	92

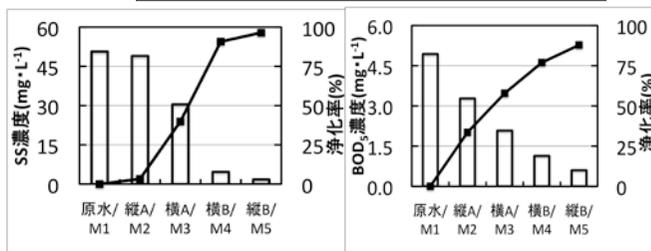


図 3 流下にもなう平均水質濃度の変化と浄化率の推移  
Average concentration and purification rate.

(3)負荷除去率 2010 年 4 月下旬から 6 月下旬までの期間、M1 と M4 の流量の差がほとんどないことから、システム中で漏水が発生していないと判断し、この期間の 1 日当たりの負荷除去率を計算した(表 2)。ここでは負荷除去率を以下のように定義した。

負荷除去率 = (流入負荷量 - 流出負荷量) / 流入負荷量 × 100 (%)

負荷除去率は、すべての項目で良好な結果を示していた。ただしこの時期は流量が少なかったため、流量が多い時の負荷除去率は改修完了後に確認する予定である。

表 2 流入・流出負荷量と負荷除去率

Inlet and outlet load and removal rate.

項目	流入負荷量 (g·d <sup>-1</sup> )	流出負荷量 (g·d <sup>-1</sup> )	負荷除去率 (%)
COD(Cr)	1,357.6	302.9	78
BOD <sub>5</sub>	63.8	9.7	85
SS	1,462.9	29.3	99
T-N	14.1	4.4	69
T-P	2.4	1.0	62

### 4. 今後の課題

対象としたハイブリッド伏流式人工湿地は、水質濃度の面ではほぼ全ての項目で効果が発現していた。また低流量時には負荷も削減されていることを確認した。しかし、漏水等の影響で水収支を完全に把握できておらず、改修した上で改めて評価する予定である。本研究の一部は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の補助を得て行ったことを付記する。

[参考文献] (1)加藤 邦彦, 井上 京, 家次 秀浩, 富田 邦彦 (2010) 農家の友 2010 年 5 月号 pp.104-106