

# 浄化槽処理水と面源負荷の処理を目的としたハイブリッド伏流式人工湿地の最初の2年間の性能評価

## First two years efficacy of hybrid sub-surface constructed wetland system for the treatment of mixture of point source and non-point source load

櫻木 宏明\* 井上 京\*\* 加藤 邦彦\*\*\* 横田 岳史\*\*\* 呉 姐\*

家次 秀浩\*\*\*\* プラディープ・クマール・シャルマ\*

○ SAKURAGI Hiroaki\*, INOUE Takashi\*\*, KATO Kunihiko\*\*\*, YOKOTA Takashi\*\*\*, Wu Da\*,  
IETSUGU Hidehiro\*\*\*\*, Pradeep K·SHARMA\*

### 1. はじめに

伏流式人工湿地は、浄化能力が高く維持管理が容易で、近年世界中で普及しつつある。日本でも北海道では、酪農パーラー排水の浄化施設として実用段階にある。人工湿地には、表面流式と伏流式があるが、表面流式は汚水が湛水状態で流れるのに対し、伏流式は汚水が濾材内を流れる。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、冬季でも凍結しない。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。このハイブリッド伏流式人工湿地は、これまでつばら点源負荷対策に利用されてきた。一方面源負荷は、既存の浄化方法では費用対効果が低いことから、対策が遅れている。本報告ではこの人工湿地を流量・負荷変動の大きい面源負荷処理の一部に利用した施設について、その最初の2年間の性能を報告する。

### 2. 研究方法

(1) 調査地概要 調査は北海道天塩郡豊富町丸山に位置する環境省サロベツ湿原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。豊富町の年平均気温は5.9℃、年平均降水量は1,087mm、平均最大積雪深は143cmである。

(2) 調査方法 調査期間は2010年4月～2012年1月である。月に1～2回の採水を行った。

採水ポイントは各濾床間と、負荷の流入箇所それぞれ設定した。図1に人工湿地の概要と採水ポイントを示す。この施設が対象とする汚水は、農地と畜産農家からの排水が流入する道路側溝の排水、合併浄化槽の処理水(2011年4月から)、湿原センター敷地内の駐車場の雨水排水である。道路側溝の排水と合併浄化槽の処理水はポンプアップして最初の自動サイホンに流入させている。駐車場の雨水排水は3段目の横型濾床Bの出口に流入させた。なお融雪洪水や大雨洪水の増水時には、道路側溝の水は人工湿地に流入させず、そのままバイパスさせ下流に流下させている。自動サイホンは2つの縦型濾床の前に設置し、汚水を間欠的に供給して縦型の好気的な条件を保っている。

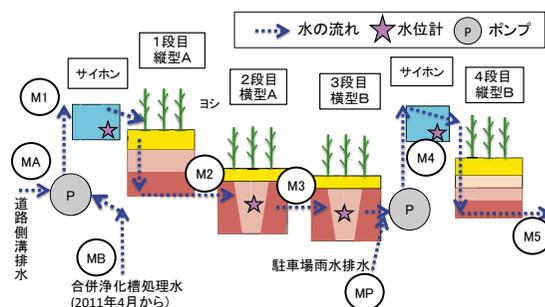


図1 サロベツ湿原センターのハイブリッド伏流式人工湿地概要図  
Conceptual diagram of hybrid sub-surface constructed wetland of Sarobetsu Shitsugen Center.

\* 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, \*\*\*\* 株式会社たすく Tusk Corporation  
[キーワード]面源負荷 ヨシ濾床 水質浄化

### 3. 結果と考察

(1) 流量 M1 と M4 の流量を図2に示す。2010年はM1よりM4の流量が少ない時期があった。この原因は、ポンプ設定の不備と横型濾床Bから駐車場への逆流による漏水であった。しかし2011年3月にこの問題を解決し、漏水はなくなった。図2から、多雨期と融雪期には流入量が増えることがわかる。流量は、 $0\sim 379\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ であり変動が大きかった。

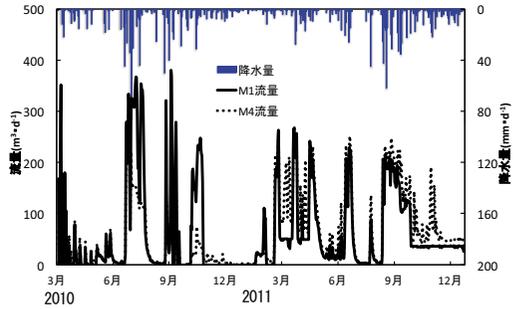


図2 M1 と M4 の流量と降水量  
Precipitation and flow rate of M1 and M4.

(1) 濃度浄化率 調査期間中の平均水質濃度と濃度浄化率を表1に示す。濃度浄化率は次のように定義した。

表1 各採水地点の平均水質濃度と濃度浄化率

Average concentration and purification rate in each sampling point.

濃度浄化率 = (流入濃度 - 流出濃度) / 流入濃度 × 100 (%)

項目	道路側溝	浄化槽	原水	縦A	横A	駐車場	横B	縦B	環境基準	浄化率
	MA	MB	M1	M2	M3	MP	M4	M5	A類型	(%)
COD(Cr) (mg·L <sup>-1</sup> )	80.4	34.6	80.2	71.1	62.0	50.7	45.3	42.7		47
BOD <sub>5</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	4.4	2.8	4.6	3.1	2.8	1.9	1.8	1.3	<2	72
SS (mg·L <sup>-1</sup> )	16.0	23.3	50.1	27.8	31.6	3.7	5.1	1.9	<25	96
T-N (mg·L <sup>-1</sup> )	1.7	4.4	1.2	1.6	1.8	0.5	1.0	1.0		17
NH <sub>4</sub> -N (mg·L <sup>-1</sup> )	0.20	0.42	0.32	0.09	0.05	0.09	0.03	0.04		88
T-P (mg·L <sup>-1</sup> )	0.36	0.11	0.22	0.16	0.10	0.02	0.05	0.04		82
PO <sub>4</sub> -P (mg·L <sup>-1</sup> )	0.11	0.01	0.12	0.05	0.03	0.01	0.03	0.02		83
DO (mg·L <sup>-1</sup> )	2.0	4.4	6.00	7.3	5.2	5.6	7.0	10.2	>7.5	
pH	7.0	7.2	6.90	6.9	6.4	7.5	6.6	6.2	6.5~8.5	
大腸菌群数 (個·mL <sup>-1</sup> )	12	59	20	12	10	10	4	5	<10	75

濃度浄化率を見ると MB のアンモニア濃度と大腸菌群数が MA よりも高い。またこの2項目の浄化率が高いことから、浄化槽で処理しきれない水質項目が浄化されていることがわかる。人工湿地からの流出点の M5 の水質を見ると、環境基準 A 類型の基準をほぼ満たしていた。図

3にM1とM5でのSS濃度と浄化率の変動を示す。流入濃度(最大で  $293\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )の変動は大きいですが、流出濃度はほぼ一定であり、年間を通して安定した浄化ができています。

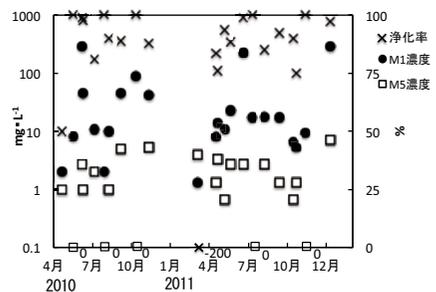


図3 SSの流入・流出濃度と濃度浄化率  
Changes in inlet and outlet concentration and purification rate for SS.

(2) 負荷除去率 水収支を把握できた2011年について負荷除去率を求めた。除去率の計算式は以下のように定義した。

表2 流入・流出負荷量と負荷除去率  
Inlet and outlet load and removal rate.

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

項目	流入負荷量 ( $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ )	流出負荷量 ( $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ )	面積当たりの負荷除去量 ( $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ )	負荷除去率 (%)
COD(Cr)	18.47	10.76	7.71	42
BOD <sub>5</sub>	0.96	0.43	0.53	55
SS	4.69	0.29	4.4	94
T-N	0.36	0.28	0.08	22
T-P	0.05	0.01	0.04	80

T-Nを除き、高い除去効果を示された。特にSSは94%という高い値であった。T-Nは、人工湿地に流入してくるT-Nの値が元々低く、下流への影響はほとんどないと判断できる。

### 4. まとめ

対象としたハイブリッド伏流式人工湿地は前年度に発生した漏水の問題が解決され、現在良好に作動している。人工湿地は高い浄化率を示し、処理水質は環境基準 A 類型の基準を満たしていた。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] 井上ら(2011), 農業農村工学会資源循環研究部会論文集 No. 7, pp. 21-26