

高塩分浸出水を処理する２段式ハイブリッド型人工湿地の処理性能Ⅱ

東北工業大学工学部都市マネジメント学科 非会員 ○岸 凌伽・大友 将希・加藤 友弥

東北工業大学工学部都市マネジメント学科 正会員 中山 正与

東北工業大学工学部環境エネルギー学科 正会員 矢野 篤男

1. はじめに

これまで我々は２段式ハイブリッド型鉛直流人工湿地を用いた高塩分浸出水の処理特性について検討してきた。２段式鉛直流人工湿地において２段目を鉛直流-水平流式とすることでCOD, TN, NH₄-Nの処理効率は１段式鉛直流人工湿地と比べ改善されたが、冬季の低温時における処理に課題があった¹⁾。そこで今年度人工湿地の基盤材を砂利から砂に変更した２段式ハイブリッド型鉛直流人工湿地における処理特性について報告する。

2. 実験方法

2-1 人工湿地概要

仙台市内Ｓ処分場敷地内に設置した２段式ハイブリッド型人工湿地（１段目：鉛直流、２段目：鉛直流-水平流）を用いた。人工湿地のサイズは１段目、２段目ともに（幅１m×長さ２m×深さ０.6m）であり、昨年は基盤材として１～5mm砂利を用い、本年は基盤材として砂を用いた。２段目人工湿地の水平流における水位を人工湿地底面から３０cmとし、滞留時間を５日とした。植栽植物としてヨシを植栽した。流入量は１回１２Lを１日に５回、間欠的に流入させた。人工湿地の採水地点は流入水、１段目と２段目からの流出水の計３地点とした。２つの人工湿地の上流側と下流側の２ヶ所にORP電極を人工湿地表面から１５、３０、４５cmの深さに設置し、人工湿地内部のORPを測定した。試料分析のための採水及びヨシの生育調査は毎月２回行った。

2-2 測定項目

EC, pH, COD, BOD, TOC, T-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, T-Pは実験室にて測定し、流入水量及び気温は現地で測定した。また、現地の気象データ（気温・降雨量）はＳ処分場より提供された。実験期間は２０１９年４月１日～同年１２月３１日であった。

3. 結果及び考察

3-1 人工湿地の塩分濃度

表１に人工湿地の流入水および流出水の平均塩分濃

度を示す。

表１ 人工湿地の塩分濃度

	Salinity(Cl ⁻ ・g/L)
流入水	16.8 ± 1.3
1段目流出	15.6 ± 1.6
流出水	14.1 ± 3.4

１段目流入水の平均塩分濃度は16.8 ± 1.3 g Cl⁻/L, １段目出口の塩分濃度は15.6 ± 1.6 g Cl⁻/L, ２段目流出水の塩分濃度は14.1 ± 3.4 g Cl⁻/Lであった。人工湿地ではヨシの生存限界であると言われる塩分濃度（12～15 g Cl⁻/L）範囲にありヨシの生育にとって厳しい生育条件であるため、植栽したヨシの生育は著しく悪かった。

3-2 人工湿地内部のORP

２０１９年の結果では１段目の鉛直流人工湿地のORPは深さ１５～４５cmで４００～７００mVとなっていた。一方、２段目の（鉛直流-水平流）ハイブリッド式人工湿地では鉛直流条件下の深さ１５、３０cmでORPは４５０～７００mVの範囲にあり、水平流条件下の深さ４５cmでは２０～２００mVであった。すなわち、２段目湿地の鉛直流領域でORPは酸化的であり、水平流領域では微好氣的もしくは還元的であった。一方、２０１９年では１段目の鉛直流人工湿地のORPは深さ１５～４５cmで４００～７００mVとなっており、１年目とほぼ同じ程度のORPを示した。２段目では鉛直流条件下の深さ１５、３０cmでORPは３００～５００mVの範囲にあり、１年目より低いORPであった。水平流条件下の深さ４５cmでは１５０～２５０mVの範囲にあり１年目より高い値を示した。

3-3 流入濃度、流出濃度、除去率の変化

図１にBODの変化を示す。流入水のBODは２０～７０mg/Lの範囲にあり流入水の平均４０.５mg/L, 流出水は１～３mg/Lの範囲にあり、平均流出水濃度は２.１mg/L, 平均除去率は９４.９％であった。

キーワード：２段式ハイブリッド型人工湿地, 処分場浸出水, 高塩分, 処理効率

連絡先：〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL 022-305-3537

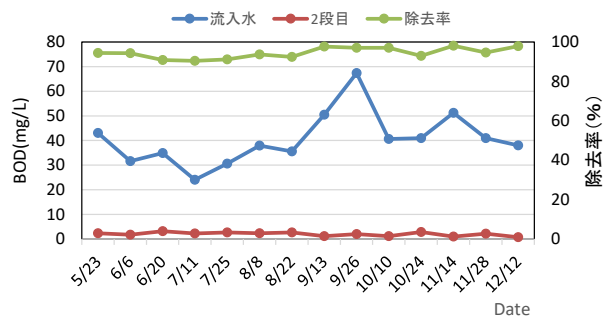


図1 BODの濃度と除去率の変化

図2にCODの変化を示す。流入水のCODは250～350 mg/Lの範囲にあり平均濃度は289 mg/L，流出水は75～200 mg/Lの範囲にあり，平均流出水濃度103 mg/L，平均除去率は64.3%であった。

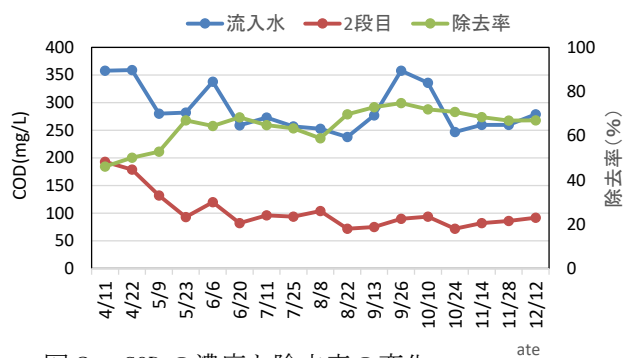


図2 CODの濃度と除去率の変化

BOD，CODともに安定した処理効率を示した。

3-4 1 段目 2 段目湿地の処理効率の季節変化

表2にBOD，表3にCOD，表4にTN，表5にNH₄-Nの湿地ごとの処理効率を示す。表2のBODでは全期間を通じて1 段目，2 段目湿地ともに安定した処理効率を示した。表3のCODでは4 月-6 月での2 段目湿地での処理効率が悪い傾向を示した。おそらく3 月に人工湿地の基盤材を砂利から砂に入れ替えたことによる影響と思われるが，全期間を通じて安定した処理効率を示した。表4のTNでは特に4 月-6 月で1 段目，2 段目ともに他の季節より低い処理効率であった。CODと同様に基盤材を投入した直後の影響で人工湿地内の微生物層の順養が不十分だったことによるものと思われる。全般に期間を通じて安定した処理効率を示した。表5のNH₄-Nにおいても4 月-6 月で1 段目，2 段目ともに他の季節より低い傾向であった。しかし全般的に期間を通じて安定した処理効率を示した。

表2 BODの湿地ごとの季節別処理効率

		4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目	%	81.3±3.0	72.2±4.5	65.2±18.2
2 段目	%	63.9±12.1	70.8±3.2	89.0±9.9
除去率	%	93.2±2.0	91.9±1.4	96.2±2.1

表3 CODの湿地ごとの季節別処理効率

		4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目	%	42.9±6.4	45.6±6.3	41.6±10.0
2 段目	%	25.4±11.7	41.1±13.3	47.2±9.2
除去率	%	57.4±9.6	67.9±4.5	69.2±3.1

表4 TNの湿地ごとの季節別処理効率

		4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目	%	12.7±8.6	22.1±11.3	21.0±8.1
2 段目	%	11.5±4.1	25.5±11.2	31.9±9.2
除去率	%	22.7±6.8	41.9±14.0	46.2±8.2

表5 NH₄-Nの湿地ごとの季節別処理効率

		4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目	%	17.2±7.4	32.3±6.1	28.0±10.7
2 段目	%	28.8±11.2	36.6±11.0	28.7±17.5
除去率	%	41.0±9.6	56.9±8.1	48.6±16.5

3-5 基盤材の変更前と変更後の比較

2018 年と 2019 年の COD，TN，NH₄-N を比較すると COD で 2018 年より約 10%程度除去が向上していた。TN では 2019 年では 2018 年より約 10%除去率は低下しているが，TN では人工湿地の基盤材を砂利から砂に変えた直後，4 月-6 月で人工湿地内の微生物層の順養が不十分だったためにスターアップが遅れたものと思われる。7 月以降では TN においても 2018 年と 2019 年では処理効率は変わらない。

NH₄-N では 2018 年度と 2019 年はほぼ同程度の処理効率であった。

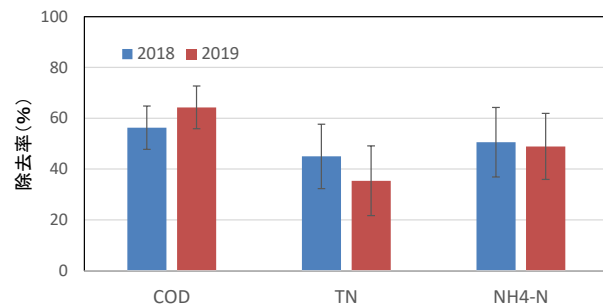


図3 基盤材の入れ替え前後の処理効率

4. まとめ

基盤材を砂利から砂に変更した 2 段式ハイブリッド型鉛直流人工湿地で 2 年目の処理効率を検討した。基盤材を砂にすることで COD の処理効率は向上したが，NH₄-N，TN では処理効率は変らなかった。また，10 月-12 月の気温の低下に伴って処理効率の低下は認められなかった。

参考文献

- 1) 矢野他，第 53 回日本水環境学会年会講演集，pp. 116 (2019)