

高塩分浸出水を処理する多段式人工湿地における有機物処理について

東北工業大学工学部都市マネジメント学科 非会員 ○安東汰成・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^{1,2)}。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2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³⁾。そこで今年度は人工湿地を多段式人工湿地とし、処理効率の向上を目指した。本研究では高塩分浸出水の処理する多段式人工湿地における有機物の処理特性について報告する。

2.実験方法

(1) 実験方法・人工湿地概要

仙台市内S処分場敷地内に設置した多段式人工湿地(1段目:鉛直流, 2段目:鉛直流-水平流, 3段目鉛直流)を用いた。人工湿地のサイズは1段目, 2段目, 3段目ともに(幅1m×長さ2m×深さ0.6m)であり、基盤材として砂を用い、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14L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, 2段目, 3段目からの流出水の計4地点とした。3つの人工湿地の上流側と下流側の3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) 測定項目

EC, pH, COD, BOD, 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2020年4月1日～同年12月31日であった。

3.結果及び考察

(1)人工湿地の塩分濃度とヨシの生育

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。1段目流入水の塩分濃度は 16.5 ± 2.2 g Cl/L、1段目流出水の塩分濃度は 15.2 ± 2.7 g Cl/L、2段目流入水の塩分濃度は 13.1 ± 3.9 g Cl/L、2段目流出水の塩分濃度は 11.4 ± 4.7 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った。表2にヨシの生育の様子を示す。1段目では最大稈長は、稈長が4.2cmで稈数が1(本/m²)であった。2段目では、最大稈長が 47.2 ± 20.3 cmで稈数が49(本/m²)であった。3段目では、最大稈長が 109.5 ± 7.0 cmで稈数が392(本/m²)であった。1段目のヨシは植栽2年目であるが、高い塩分により生育が阻害され、枯死した。2段目のヨシは植栽2年目で1段目より大きく生育した。3段目のヨシは植栽7年目であり、7年間生育し旺盛な生育であった。

表1 湿地の塩分濃度

	Salinity(Cl・g/L)
流入水	16.5 ± 2.2
1段目流出	15.2 ± 2.7
2段目流出	13.1 ± 3.9
3段目流出	11.4 ± 4.7

表2 ヨシの生育

	稈長(cm)	稈数(本/m ²)
1段目	4.2	1
2段目	47.2 ± 20.3	49
3段目	109.5 ± 7.0	392

(2)人工湿地内部のORP

図1に1段目, 2段目人工湿地内の平均ORPを示す。1段目の鉛直流人工湿地のORPはA2-15を除いて、深さ15～45cmで400～700mVであった。2段目の鉛直流条件下(水平流-鉛直流)の深さ15, 30cmでORPは400～700mVの範囲にあり、水平流条件下の深さ45cmでは300mVであった。3段目の鉛直流人工湿地のORPの範囲では、200～700mVの範囲であった。すなわちORP

キーワード：高塩分浸出水 多段式人工湿地 鉛直流 水平流 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, 電話 022-305-3537

から判断すると3段目では湿地内部で酸化的湿地領域と還元的領域がパッチ状に分布しているものと思われる。

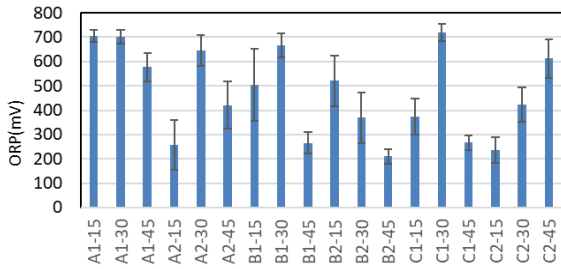


図1 人工湿地内部の ORP

(3) 流入濃度，流出濃度，除去率の変化

図2にBODの変化を示す。流入水のBODは20～60mg/Lの範囲にあり流入水の平均39.6mg/L，流出水は0.0～0.9mg/Lの範囲にあり，平均流出濃度は0.3mg/L，平均除去率は97.4%であった。図3にCODの変化を示す。流入水のCODは150～350mg/Lの範囲にあり平均濃度は263.4mg/L，流出水は50～150mg/Lの範囲にあり，平均流出濃度68.9mg/L，平均除去率は73.9%であった。特に多段式にすることで，昨年の2段式人工湿地と比較してCODの処理効率は上昇した。

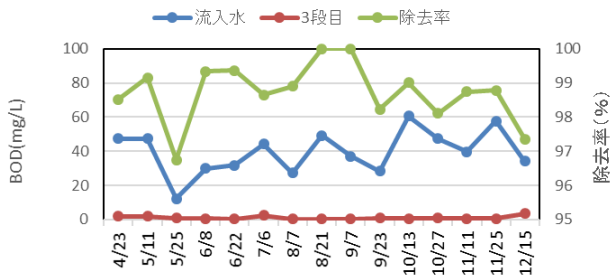


図2 BODの濃度と除去率の変化

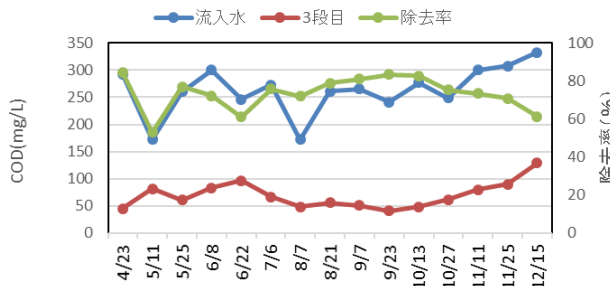


図3 CODの濃度と除去率の変化

(4) 1 段目～3 段目湿地の処理効率の季節変化

表2にBOD，表3にCODの湿地ごとの処理効率を示す。表2でBODでは4月-6月，7月-9月の1段目，2段目の除去率は80～85%の除去率を示し，10月-12月

では，1段目は51%，2段目では95%の除去率であった。BODは2段目の湿地までに流入したBODの95%以上の除去されていた。3段目の除去率が低いのは，2段目でBODがほとんど除去され，BODの濃度が著しく低くなったためと思われる。一方，表2のCODでは実験期間を通して，1段目，2段目，3段目の除去率はそれぞれ同程度の除去率を示した。人工湿地全体として4-6月では71.3±12.7%，7月-9月で78.6±4.5%，10月-12月で72.2±7.8%を示し，実験期間を通して安定した処理効率ができた。

表3 BODの湿地ごとの季節処理効率

	4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目 %	83.7±12.5	83.6±15.0	51.1±19.9
2 段目 %	81.1±4.3	83.6±5.3	94.6±7.5
3 段目 %	63.5±21.6	69.6±32.6	42.9±30.8
全 体 %	98.9±0.4	99.2±0.8	98.5±0.7

表4 CODの湿地ごとの季節処理効率

	4月-6月	7月-9月	10月-12月
1 段目 %	37.8±11.7	49.4±7.5	37.4±13.5
2 段目 %	31.9±17.6	28.6±9.5	28.6±6.2
3 段目 %	32.2±3.5	40.7±7.9	37.7±3.6
全 体 %	71.3±12.7	78.6±4.5	72.2±7.8

4.まとめ

多段式鉛直流人工湿地を用いて，高塩分浸出水処理における処理性能を検討した。BODは2段目湿地までにほとんどのBODが除去され，湿地全体で99%の処理効率を示した。一方，CODは，1段目，2段目，3段目と年間を通し，ほぼ同程度の処理効率を示し，湿地全体として，74%処理効率を示した。

人工湿地システムを多段式人工湿地にすることで，2段式人工湿地より高い処理効率を得ることができた。

参考文献

- 1) 矢野篤男他：日本処理生物学会誌，別用38号，pp.55(2018)
- 2) 矢野篤男他：日本生物学会誌，別用39号，水処理 pp.28(2019)
- 3) 矢野篤男他：第54回日本水環境学会年会講演集 PP.259(2020)