

高塩分濃度浸出水を処理する人工湿地における汚濁物質除去 ～COD、T-N、TOC～

(正) 江成敬次郎*、(正) 矢野篤男*、○佐藤和明*、熊谷由貴*、岡沼美香*、下川洋介**

* 東北工業大学大学院環境情報工学専攻、 ** 仙台環境開発(株)

1. はじめに

本研究では、自然浄化システムである人工湿地法を用い、現場レベルでの浸出水処理実験を2010年4月から開始した。浸出水水質の特徴としては、塩分濃度、有機物濃度、窒素濃度が高いことがこれまでの実験でわかっている。2011年以降、水量を考慮した負荷量での評価を行ってきたが、流出水量を過小評価していることが考えられたため、本研究では流出水量連続測定を行い、あらためて負荷量での考察を行った。また、これまで汚濁物質指標として、有機物除去ではCOD、窒素除去ではT-Nで評価してきた。しかし有機物除去で、CODだけでは浸出水中に含まれる炭素源を充分把握できていないと考え、本研究ではTOCの測定を行い、汚濁物質除去の評価をCOD、T-NにTOCを含め、検討することとした。

2. 実験方法

写真1に現場に設置してある人工湿地の様子を示す。パイロットスケール機型人工湿地(1m×2m×0.7m)を2010年1月に設置し、2010年4月より実験を開始した。装置内植栽基材として砂利(径5～10mm)を入れ、ヨシは七北田川河口(汽水域)で採取したものである。実験は条件の異なる3系統を設定して実施した。流入水を浸出水原水としヨシを植栽した条件をA系統、流入水を浸出水原水の2倍希釈水としヨシを植栽したものをB系統、無植栽とした条件をC系統とした。流入条件は流量を55L/日、滞留時間を約10日とした。流出水量の詳細なデータの把握を目的として人工湿地の流出口に量水器を設置し、2013年6月から24時間連続測定を行った。測定水質項目はBOD、COD、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、EC、pHであり、測定方法は、BOD、COD：JIS法、TOC：TOC計、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N：BRAN+LUEBBE社製AACS-II、EC、pH：東亜DKK社製WM-50EGである。ここでは汚濁物質としてCOD、T-N、TOCをとりあげ考察する。



写真1 人工湿地の様子

3. 結果と考察

3-1 COD・T-N 流入、流出負荷量の経時変化

COD・T-N 流入、流出負荷量の経時変化を図1～図6に示した。COD 負荷量では、A系統で、流入負荷量と流出負荷量で全体的に多少差が見られる。B系統では、6月～10月の時期に流入負荷量と流出負荷量で差が見られた。C系統でも、流入負荷量と流出負荷量で若干ではあるが差が見られた。T-N 負荷量でも COD 同様の傾向を示した。

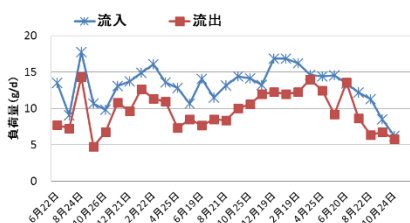


図1 A系統 COD負荷量の経時変化

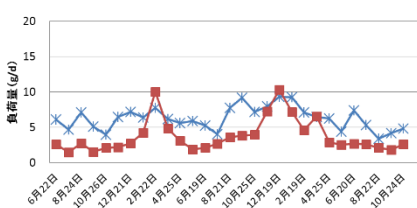


図2 B系統 COD負荷量の経時変化

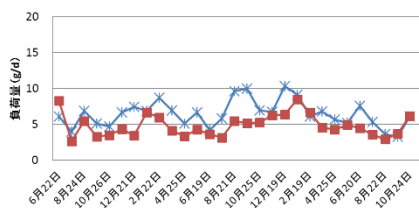


図3 C系統 COD負荷量の経時変化

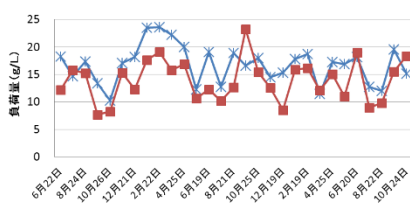


図4 A系統 T-N負荷量の経時変化

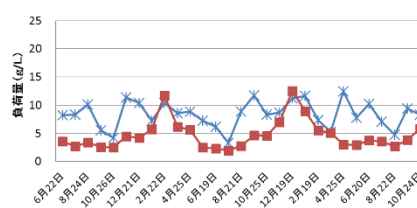


図5 B系統 T-N負荷量の経時変化

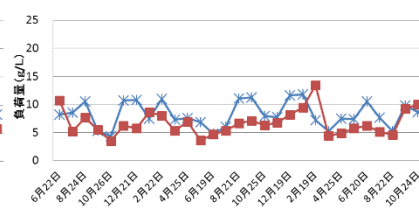


図6 C系統 T-N負荷量の経時変化

3-2 負荷削減率の経時変化

2011 年 6 月～2013 年 10 月までの A、B、C 系統 COD 負荷削減率と、T-N 負荷削減率の経時変化をそれぞれ図 7、8 に示す。A、B 系統の比較では、COD、T-N とともに、ヨシを植栽している B 系統で高い負荷削減率を示す時期（6 月～10 月）が見られた。6 月～10 月はヨシの生育が盛んな時期であり、B、C 系統の比較においても、COD、T-N とともに B 系統で高い負荷削減率を示した。ここでも 6 月～10 月に差が大きくなった。

3-4 負荷削減率の季節変化

A、B、C 系統の COD、T-N 負荷削減率を各年 6 月～10 月、11 月～3 月の間で平均し、その経年変化を図 9、10 に示した。A、B 系統を比較すると COD、T-N 負荷削減率ともに 6 月～10 月の時期に B 系統の負荷削減率で高い値を示した。B、C 系統でも、B 系統が高い負荷削減率を示し、C 系統は低い負荷削減率を示した。T-N も同様の変化を示した。6 月～10 月はヨシの生育期間であり、ヨシの蒸散効果による水分損失の影響が大きかったと考えられる。A 系統にもヨシを植栽しているが、B 系統ほどヨシが旺盛に生育していないため、蒸散による水分損失が活発ではなかったため低い負荷削減率を示したと考えられる。11 月～3 月の時期では、全体的に各系統低い負荷削減率を示し、一定の傾向を示さなかった。

3-5 負荷削減量の季節変化

図 9、10 の考え方と同様にして、A、B、C 系統の COD、T-N 負荷削減量を求め図 11、12 に示した。A、B 系統を比較すると、COD では各期とも A 系統の負荷削減量が大きく、T-N では 6 月～10 月の時期に B 系統の方が大きかった。次に B、C 系統を比較すると 6 月～10 月の期間では、COD、T-N とともに B 系統の負荷削減量が大きく、11 月～3 月では一定の傾向を示さなかった。COD、T-N とともに、B 系統の方が高い負荷削減量となった。これは、ヨシの生育が旺盛な時期に蒸散が活発に行われたこと、生育が良好のため根茎からの酸素供給が行われたことなどによる微生物の活性化によって、汚濁物質除去が進んだことが考えられる。A 系統でもヨシを植栽しているが、B 系統ほどヨシが旺盛に生育していないため、6 月～10 月の時期の T-N で、B 系統より低い負荷削減量を示したと考える。COD 負荷削減量が A 系統で大きいのは、流入負荷量大きいためと考えられる。

3-6 COD/TOC の比率についての考察

これまで有機物除去の評価を COD で考察してきたが、COD 測定では浸出水中の物質で検知できないものがあると考えられるため、いくつかのサンプルについて TOC の測定も行うこととした。表 1 に測定したサンプルの COD/TOC の比率を各系統ごとに、平均値、最大値、最小値を示した。各系統の平均値では、A、C 系統で流入から流出にかけ比率が低下し、B 系統はほぼ変わらない比率となった。流入から流出にかけての比率の変化は、COD、TOC の削減率によって影響される。このことから A、C 系統の削減率は $TOC < COD$ 、B 系統では $TOC = COD$ であったと推測される。

4 まとめ

流出水量を把握し、負荷量を求め汚濁物質除去について検討した結果、以下の事がわかった。塩分濃度が低く、ヨシの生育が旺盛な B 系統で A、C 系統に比べ高い負荷削減率を示した。蒸散が活発に行われ水分損失が大きかったことが負荷削減に影響していることが認められた。ヨシの良好な生育によって、根茎からの酸素供給が（十分）に行われ、人工湿地内の微生物が活性化し、高い負荷削減率を示したことも考えられる。COD/TOC の比率の変化から、各系統での COD、TOC 削減率の情報を得たが、詳細は今後の検討課題である。

謝辞：TOC の測定を東北大学の千葉さんに依頼しました。御礼申し上げます。

参考文献

佐藤他、廃棄物資源循環学会第 5 回東北支部研究発表会予稿集、P15(2013)

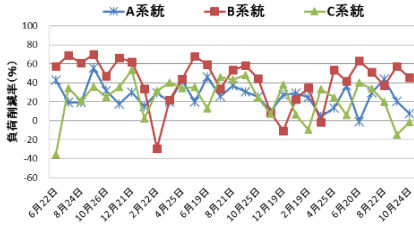


図7 各系統 COD負荷削減率の経時変化

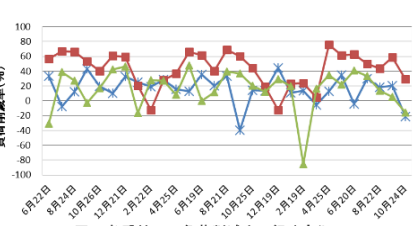


図8 各系統 T-N負荷削減率の経時変化

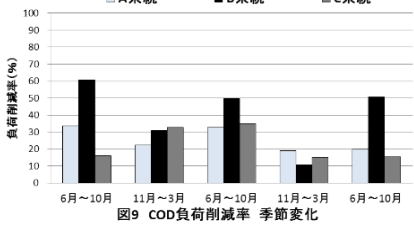


図9 COD負荷削減率 季節変化

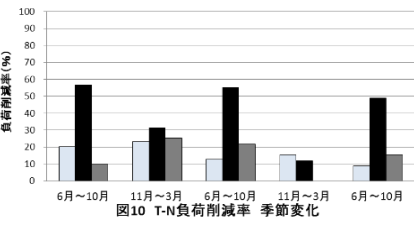


図10 T-N負荷削減率 季節変化

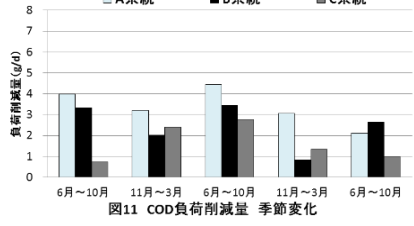


図11 COD負荷削減量 季節変化

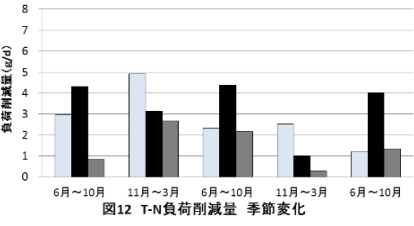


図12 T-N負荷削減量 季節変化

表 1 COD/TOC の各比率

A系統			
	AVG	MAX	MIN
流入水	1.34	1.54	1.25
流出水	1.30	1.62	1.08
B系統			
	AVG	MAX	MIN
流入水	1.41	1.51	1.31
流出水	1.41	1.61	1.18
C系統			
	AVG	MAX	MIN
流入水	1.59	2.11	1.40
流出水	1.17	1.55	0.52