

下水を浄化する人工湿地へのタイダルフロー導入効果

日本大学 学生会員 ○佐藤 萌々香

日本大学 非会員 鈴木 援

日本大学 非会員 谷口 崇至

日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景及び目的

人工湿地は高い水質浄化性能を有した半自然的な污水处理システムである。汚水中の有機物はろ過層に浸透する過程で、ろ材によるろ過作用や吸着作用によりろ過層内に濃縮され、微生物によって時間をかけて分解される仕組みである。従来の多段型人工湿地と占有面積を多段型人工湿地の半分とした重層型人工湿地の下水浄化性能を比較したこれまでの研究において、2017年10月からの20か月は水理条件を鉛直流に統一して下水処理を実施したが、脱窒が制限された。そこで、2019年の6月からの14か月は3段目のろ床を水平流として嫌気処理を強化したハイブリッド条件に変更したが、今度は硝化が制限された。これまでの研究結果を踏まえ、本研究では硝化と脱窒の双方を改善することを目指し、下水を浄化する多段型人工湿地の3段目と重層型人工湿地の2段目にろ床内の水面を潮の干満のように上下させるタイダルフロー(TF)を導入し、その導入効果を検証した。

2. 調査対象とした人工湿地の概要と調査方法

郡山市の下水処理場である湖南浄化センター内にあるパイロットスケールの人工湿地を図-1に示す。この人工湿地のA区は従来の多段型人工湿地であり、D区は3段目のろ床が地下に存在する重層型人工湿地である。その構造の概要を図-2に示す。A区、D区共に砂をろ材として用いており、2段目以降のろ過層の厚さの合計はともに120cmである。

本研究では、A区の3段目とD区の2段目にTFを導入し、2017年10月から実施した20か月の鉛直流条件を条件1、2019年の6月から実施した14か月のハイブリッド条件を条件2、TF導入後の2020年9月~12月を条件3とし、それぞれの条件で得られた水質浄化性能を比較評価した。2020年7~8

月はTFを導入するための工事期間であるため、評価から除外した。水質浄化性能の評価はBOD、全窒素(T-N)、アンモニア態窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、亜硝酸態窒素($\text{NO}_2^-\text{-N}$)、硝酸態窒素($\text{NO}_3^-\text{-N}$)及び全窒素(T-P)で行った。



図-1 当該人工湿地航空写真

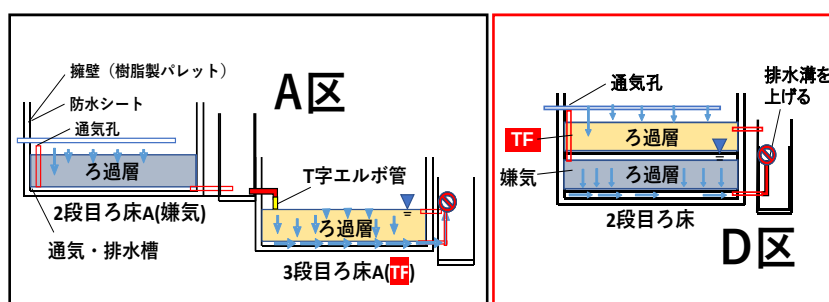


図-2 多段型(A区)と重層型(D区)の断面図

キーワード: タイダルフロー、重層型人工湿地、多段型人工湿地、下水処理

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

3. 結果と考察

3.1 多段型人工湿地の3段目ろ床へのタイダルフロー導入効果

A 区の BOD、T-P 及び T-N それぞれの除去性能の変遷を図-3 に示す。BOD の平均除去率は、条件 1 が 89.2%、条件 2 が 84.2%、条件 3 が 93.0%であり、条件 1、2 よりも除去性能を改善できたことから、TF を導入したことで好気処理が強化されたことが明らかとなった。T-P の平均除去率は条件 1 が 53.6%、条件 2 が 5.4%、条件 3 が 62.8%であり、BOD と同様に TF の導入により、除去性能が強化された。これは好気処理を強化されたことにより、ろ床に蓄積していたリンの溶出を制限できたためと推察された。T-N の平均除去率は、条件 1 が 29.6%、条件 2 が 39.5%、条件 3 が 55.8%であり、TF を導入することにより T-N 除去性能も改善することができた。条件 3 の処理水中の窒素成分に着目すると、条件 1、2 よりも有機態窒素及び NH_4^+ の占める割合が増加しており、有機態窒素の酸化分解と硝化反応は抑制された一方で、脱窒反応は促進されたことが明らかになった。これらの結果から、TF を 3 段目のろ床に導入することで、好気処理だけでなく嫌気処理も強化できることが示された。

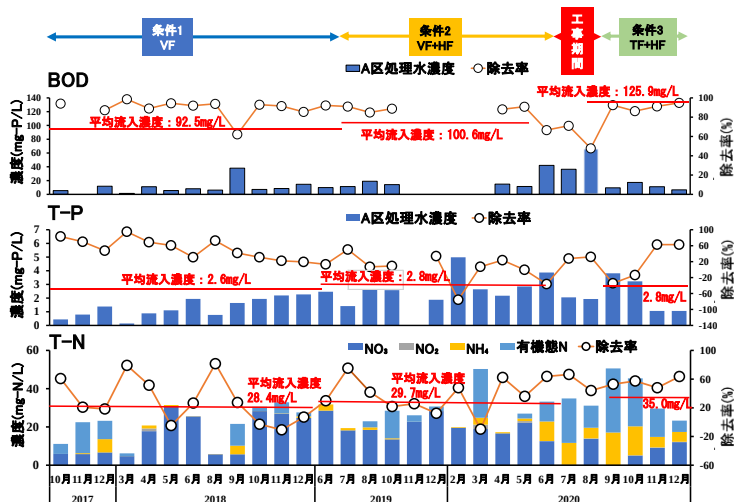


図-3 多段型人工湿地の3段目ろ床への TF 導入効果

3.2 重層型人工湿地の2段目ろ床へのタイダルフロー導入効果

D 区の BOD、T-P 及び T-N それぞれの除去性能の変遷を図-4 に示す。BOD の平均除去率は、条件 1 が 89.3%、条件 2 が 79.1%、条件 3 が 97.8%であり、重層型人工湿地の 2 段目ろ床に TF を導入した場合でも、好気処理を強化できたことが明らかとなった。T-P の平均除去率は、条件 1 が 53.3%、条件 2 が 3.1%、条件 3 が 24.6%であり、多段型人工湿地の 3 段目ろ床に TF を導入した A 区ほど除去率を改善することはできなかった。この結果より、TF を導入するろ床の段数やろ床の構造の違いが T-P 除去性能に対する TF の導入効果に影響を及ぼすことが明らかとなった。T-N の平均除去率は、条件 1 が 6.7%、条件 2 が 25.2%、条件 3 が 26.4%であり、多段型人工湿地の 3 段目ろ床に TF を導入した A 区ほど除去率を改善することはできなかった。条件 3 の処理水中の T-N 濃度の挙動を A 区と比較すると、A 区では T-N 濃度が徐々に低下する傾向であるのに対し、D 区では濃度のばらつきが見られ、TF 導入効果を評価するにはさらにデータを蓄積する必要がある。

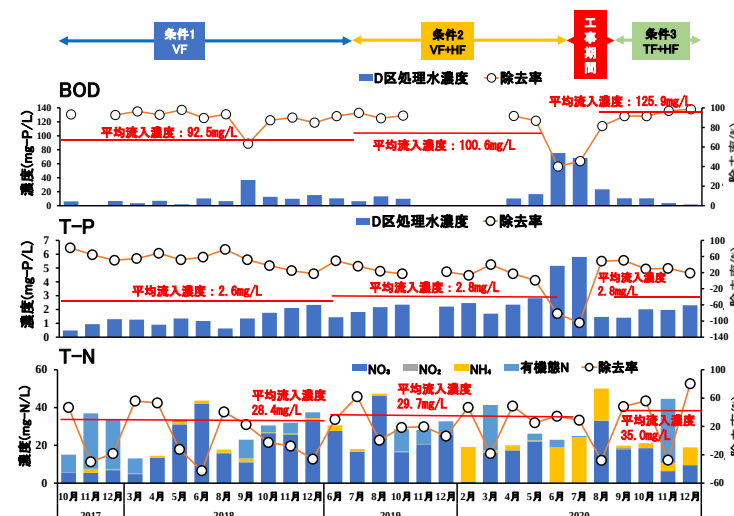


図-4 重層型人工湿地の2段目ろ床への TF 導入効果

4. まとめ

本研究により、TF を導入するろ床の段数やろ床の構造により TF の導入効果が異なることが明らかとなった。多段型人工湿地の A 区では BOD、T-N、T-P の全ての項目で浄化性能が強化されたのに対し、重層型人工湿地の D 区において明らかな浄化性能の強化がみられたのは BOD のみであった。