

干満流と水平流を組み合わせた人工湿地のろ床厚が 下水浄化性能に及ぼす影響

日本大学 学生会員○猪狩 一成
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床に浸透する過程で、ろ材によるろ過作用や吸着作用によりろ床内に濃縮され、微生物によって時間をかけて分解される仕組みである。従来の研究により人工湿地の下水浄化性能がろ床厚の影響を受けることが明らかとなっている。本研究では、干満流と水平流を組み合わせた人工湿地のろ床厚が下水浄化性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、ろ床厚が異なる2つの人工湿地を用いて下水浄化性能を比較した。

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人工湿地を図-1に示す。本研究で調査対象としたA区(2段目)とD区の構造の概要を図-2に示す。A区、D区共にゼオライトをろ材として用いており、A区のろ床厚は60cmであり、D区のろ床厚は中間部の空気層を隔だてて、上層部60cm、下層部60cmの計120cmである。本研究では、このようにろ床厚が異なるA区とD区に干満流と水平流を組み合わせた条件を導入し、2021年7月～12月の期間で下水浄化性能を比較評価した。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($\text{NO}_3^-\text{-N}$)及び全リン(T-P)、大腸菌、大腸菌群で行った。



図-1 当該人工湿地航空写真

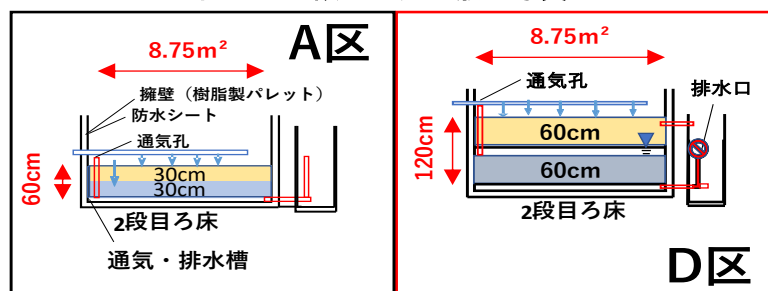


図-2 ろ床厚60cmのA区(2段目)とろ床厚120cmのD区のろ床の断面図

3. 結果と考察

3.1 BOD 除去性能に及ぼすろ床厚の影響

干満流と水平流を組み合わせた条件で下水処理を実施した2021年7月から12月までの6ヶ月間のA区(2段目)及びD区の下水浄化性能を図-3に示す。原水のBOD濃度の平均値 287mg/L^{-1} に対し、A区及びD区の処理水濃度の平均値はどちらも 2.9mg/L^{-1} であり、除去率は99.0%であった。一方、原水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の平均濃度 18.0mg-N/L^{-1} に対し、A区及びD区の処理水濃度の平均値はそれぞれ 0.19 及び 0.04mg-N/L^{-1} であり、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の除去率はそれぞれ99.0及び99.8%と高いレベルであった。両者の6ヶ月間の処理水のBOD及び $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度間に有意な差は無く ($P>0.05$)、ろ床厚が60cmのA区においてろ床厚が120cmであるD区と同等の好気処理性能が得られたことから、干満流と水平流を組み合わせた人工湿地における好気処理性能がろ床厚による影響を受けなかったことが明らかとなった。

キーワード: タイダルフロー、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

3.2 T-N 除去性能に及ぼすろ床厚の影響

窒素除去性能に着目すると、原水の T-N 濃度 26.0mg-NL^{-1} に対し、A 区及び D 区の処理水濃度の平均値はそれぞれ 19.9 及び 24.3mg-NL^{-1} であり、除去率はそれぞれ 23.5 及び 6.5% と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の除去率と比較して明らかに低いレベルであった。両者の T-N 濃度間に T 検定による有意な差はなかった ($P>0.05$)。A 区及び D 区の処理水中の窒素成分の内訳に着目すると、どちらの処理水でも $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が大部分を占めていることから、好氣的な干満流条件のろ床で硝化が著しく進行した反面、脱窒が進まなかったことが示された。D 区の T-N 平均濃度は流入水の平均濃度 (23.0mg-NL^{-1}) を上回っており、これはろ材に吸着した $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が硝化され、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ となって水相に遊離することで、処理水の濃度が流入濃度を上回る現象が起きていたことが推察された。ろ床厚が 2 倍の D 区は、A 区より嫌氣的になる可能性があり、A 区よりも脱窒が進行することが期待されたが、D 区の T-N 除去率は A 区を下回る結果となった。BOD の除去率はどちらの区も 99% と同等であったことから、脱窒に必要な有機物不足により、T-N の除去が制限されたことが考えられた。それにも関わらず、A 区と D 区の T-N 除去性能に差があったことから、ろ床厚により、脱窒に利用された有機物量が異なっていたことが推察された。ろ床厚が 2 倍の D 区では HF の深さまで有機物が届いていなかったことが考えられた。

3.3 T-P 除去性能に及ぼすろ床厚の影響

T-P に着目すると、原水の T-P 濃度の平均値 2.74mg-PL^{-1} に対し、A 区及び D 区の処理水濃度の平均値はそれぞれ 1.73 及び 1.38mg-PL^{-1} であり、除去率はそれぞれ 24.5 及び 39.5% であった。両者の T-P 濃度間に有意な差は無かった ($P>0.05$) ことから、干満流と水平流を組み合わせた人工湿地の T-P 除去性能がろ床厚による影響を受けなかったことが明らかとなった。

3.4 大腸菌・大腸菌群除去性能に及ぼすろ床厚の影響

A 区及び D 区の大腸菌及び大腸菌群濃度の平均値を図-4 に示す。流入水の大腸菌濃度の平均値 113 個/mL に対し、A 区及び D 区の処理水濃度の平均値はそれぞれ 41 及び 31 個/mL であり、両者間に有意な差は無かった ($P>0.05$)。大腸菌群では、流入水の平均濃度が 28.3 個/mL に対し、A 区及び D 区の処理濃度の平均値は 11.9 及び 13.9 個/mL と同等であり、有意な差は無かった ($P>0.05$)。これらの結果から、干満流と水平流を組み合わせた人工湿地における大腸菌と大腸菌群の除去性能はろ床厚の影響を受けなかったことが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、ろ床厚が異なる 2 つの人工湿地を用いて干満流と水平流を組み合わせた人工湿地のろ床厚が下水浄化性に及ぼす影響を評価したところ、BOD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、T-P、大腸菌及び大腸菌群の除去性能はろ床厚による影響を受けなかったが、T-N 除去性能はろ床厚による影響を受けたことが明らかとなった。

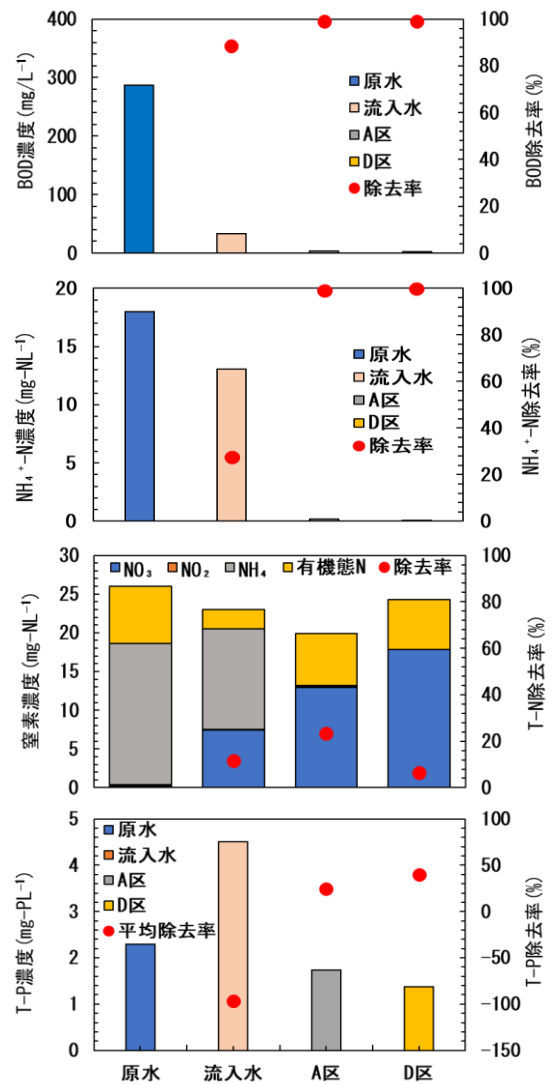


図-3 A区とD区の下水浄化性能の比較

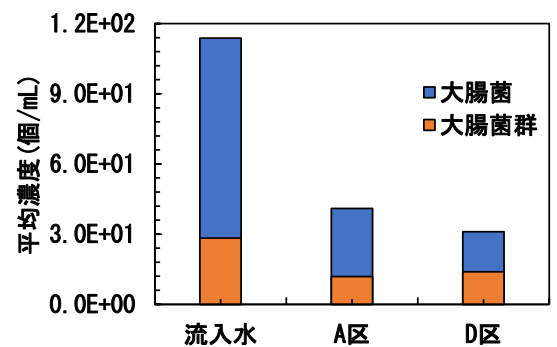


図-4 A区とD区の大腸菌及び大腸菌群の比較