

人工湿地のろ材の組み合わせが下水浄化性能に及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○吉田 柁平
 日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究の背景と目的

人工湿地法は植栽したろ床により水を浄化する手法である。現在主流の汚水浄化法である活性汚泥法は小面積で多くの汚水を処理することに特化しているが、汚泥処理コストや電力消費量が多いことが改善されるべき課題であった。これに対し人工湿地法は電力をほぼ利用することなく、汚泥処理も頻繁に行う必要がないというメリットを持つ。本研究ではパイロットスケールの人工湿地において、異なるろ材条件に設定した3区画の下水処理水質を比較し、ろ材の組み合わせによる下水浄化性能の違いを比較評価することを目的とした。

2. 調査方法

本研究で調査対象としたパイロットスケールの多段型人工湿地を写真-1に示す。3段のろ床により下水が浄化処理される仕組みとなっており、1日の下水処理水量は約7 m³である。写真-1に示すように1段目のろ床は共通であり、2段目以降のろ床がA~D区の4つに分かれている。本研究ではA~C区の3つの区画の下水浄化性能を調査した。A~C区におけるろ材の組み合わせを図-1に示す。共通である1段目のろ材は礫である。A区のろ材は2段目、3段目ともろ過砂であり、B区のろ材は2段目はゼオライトとろ過砂、3段目はろ過砂と活性炭、C区のろ材は、2段目はケイ酸カルシウムとゼオライト、3段目はろ過砂と活性炭の組み合わせである。ここで使用されているろ過砂は浄水場で使用されていたものである。調査は平成30年4月から12月にかけて実施した。A~C区の3段目ろ床からの流出水を毎月1~3回採水し、COD_{Mn}、全窒素(TN)、アンモニア態窒素(NH₄⁺-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、全リン(TP)、リン酸態リン(PO₄-P)及び大腸菌群数を測定して、A~C区の下水浄化性能を比較評価した。

3. 実験結果と考察

3.1 有機物除去性能(COD_{Mn})の評価

キーワード：人工湿地、多段型、下水浄化性能、ゼオライト、活性炭

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



写真-1 調査対象とした多段型人工湿地

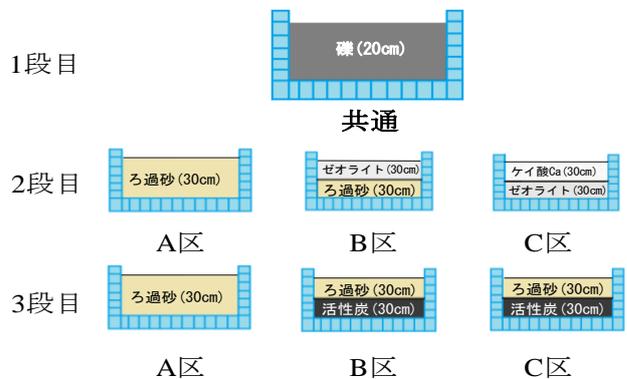


図-1 ろ材の組み合わせ

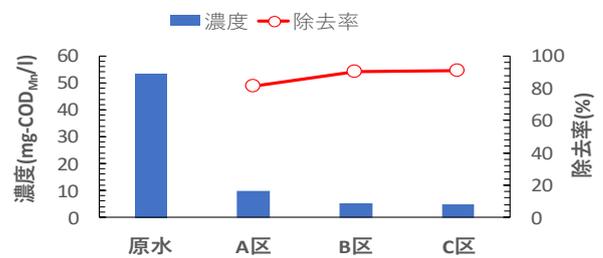


図-2 COD_{Mn}の除去性能の比較

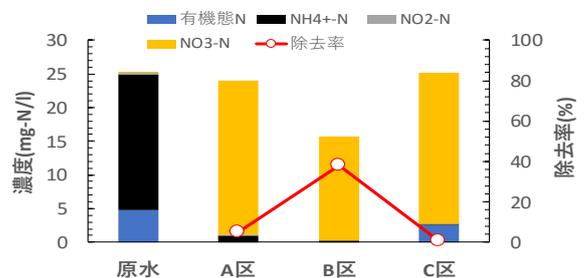


図-3 TNの除去性能の比較

COD_{Mn}の除去性能の比較を図-2に示す。A区の流出平均濃度は9.9mg/l、除去率は81.6%であり、下水処理水に求められる技術上の基準値である15mg/l以下を満足しており、ろ過砂のみでも十分な浄化性能が得られた。B区及びC区の流出濃度は5.2及び5.0mg/lであり、A区よりもさらに高い浄化性能が得られた。B区及びC区の濃度及び除去率に差がなかったことから、C区でのみ使用されているケイ酸カルシウムは有機物の除去には影響しないことが示された。B区、C区がA区よりも高い浄化性能を示したのは有機物の吸着性能に優れている活性炭によることが推察された。

3.2 窒素除去性能の評価

TNの除去性能の比較を図-3に示す。A区の流出平均濃度は24.0mg/l、除去率が5.7%であり、下水処理水に求められる技術上の基準値である20mg-N/lを上回っており、ろ過砂のみでは十分な浄化性能は得られなかった。ろ材にゼオライトと活性炭を用いたB区、ケイ酸カルシウムとゼオライトと活性炭を用いたC区の濃度はそれぞれ15.7mg/l、25.1mg/lであり、B区では下水処理水に求められる技術水準を満足することができた。アンモニア態窒素のA区、B区、C区の平均除去率はそれぞれ93.6%、99.8%、94.8%であり、ろ材の組み合わせによらず全ての区で高い浄化性能が得られた。図-3に示されるように処理水中に占める硝酸態窒素の割合が高く、硝化反応までは進んでいるが、脱窒反応が進んでいないことが明らかとなった。これは人工湿地が好氣的な鉛直流であることが原因であると考えられた。また、C区では約10%が有機態窒素として放出されていることが分かった。C区以外の区画ではろ材にケイ酸カルシウムが使われておらず、ケイ酸カルシウムが窒素除去にはマイナスに作用している可能性が示された。

3.3 TP除去性能の評価

TP除去性能の比較を図-4に示す。A区の流出平均濃度は1.59mg/l、平均除去率は43.2%であり、下水処理水に求められる技術上の基準値である3mg-P/lを下回っており、ろ過砂のみでの十分なTP除去性能が得られた。ろ材にゼオライト、ケイ酸カルシウム、活性炭を用いたB区及びC区の流出濃度はそれぞれ2.21mg/l、2.69mg/lであり、どちらもろ過砂のみを使用したA区を上回る除去性能は得られなかった。図-4に示すようにA区、B区、C区の順でTP除去率は減少しているが、これはろ過砂の使用割合に比例している。つまり、ろ過砂の使用割合が高いほど良好なTP除去性能が得られる傾向となった。本人工湿地のろ過砂は浄水場で使用されていたものであることから、浄水場で使用された凝集剤が混入していた可能性があり、凝集剤の成分であるアルミニウムや鉄がTP除去性能を高めたことが推察された。

3.4 大腸菌群数の評価

処理水に生残していた大腸菌群数の比較を図-5に示す。大腸菌群数の平均はA区は100個/ml、B区は102個/ml、C区は136個/mlであり、ろ材の組み合わせによらず全ての区で下水処理水に求められる技術上の基準値である3000個/mlを下回っていた。本人工湿地からの流出水は塩素消毒を行っていないにもかかわらず、このように下水処理水に求められる基準値を満たしており、人工湿地が大腸菌群の除去にも有効であることが示された。

4. まとめ

本研究では人工湿地のろ材の組み合わせが下水浄化性能に及ぼす影響について検証した。COD_{Mn}とTPの除去性能はろ過砂のみでも下水処理水に求められる技術上の基準を満たせていた。ろ材に活性炭を組み合わせることでさらに高い浄化性能が期待できるのはCOD_{Mn}のみであった。アンモニア態窒素と大腸菌群の除去はろ材の組み合わせによらず十分であったが、TNの除去にはゼオライトを組み合わせることが有効であることが明らかとなった。リン除去への貢献を期待したケイ酸カルシウムの効果は見出せなかった。

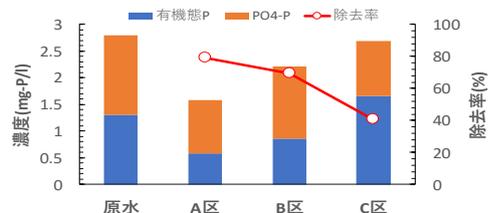


図-4 TPの除去性能の比較

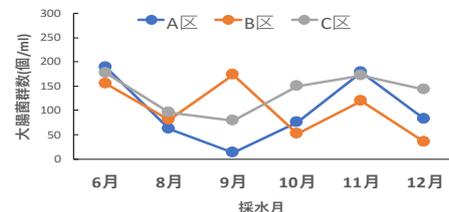


図-5 大腸菌群数の比較