

ろ材の粒径が干満流と水平流を導入した人工湿地の 水質浄化性能に及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○永山 太一
日本大学 正会員 中野 和典

1. はじめに

ろ床内の水位を変動させて満水と干水を繰り返す干満流と常時滞水している水平流を人工湿地に導入することで好気処理と嫌気処理の双方の促進が可能である。しかし、干満サイクルを短縮して流入負荷を高めると生物膜によるろ床の目詰まりが発生し、水処理を継続できなくなることがこれまでの研究で明らかになっている。目詰まりの発生はろ材粒径に依存していることが考えられ、粒径が大きいろ材を選択することで、目詰まりを解消できる可能性があるが、ろ材のろ過作用や吸着作用は低下するため水質浄化性能が低下する可能性がある。そこで本研究では、干満流と水平流を組み合わせたラボスケール人工湿地を粒径が異なる 3 条件のろ材で製作し、ろ材粒径が目詰まりの発生と水質浄化性能に及ぼす影響を検証した。

2. 実験方法

本研究で使用したろ材粒径が異なる 3 つのラボスケール人工湿地を図-1に示す。ろ床の上半分は干満流、下半分は水平流とし、ろ材としてゼオライトを使用した。ろ材粒径は、1~2mm、2~4mm、4~8mm の 3 条件とした。実験装置の流入口及び流出口に電磁弁を取り付け、電磁弁の開閉をタイマー制御することにより干満流の干満時間比率を干水時間 3h、満水時間 1h とし、合成廃水を 6 回/day の頻度で流入させた。1 回の流入水量は 400mL とした。合成廃水は酢酸ナトリウム、ミートペプトン、塩化アンモニウム、リン酸二水素カリウムを用いて、COD_{Cr}濃度を 1500mg-COD_{Cr}/L、全窒素(T-N)濃度を 100mg-N/L、全リン(T-P)濃度を 10mg-P/L となるように調整した。処理水の採水は毎週 1 回の頻度で行い、COD_{Cr}、T-N、アンモニア態窒素(NH₄⁺-N)及び T-P 濃度を測定して水質浄化性能を評価した。

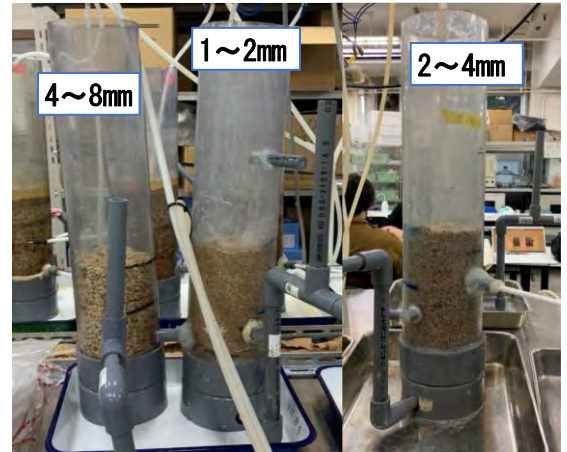


図-1 干満流と水平流を導入した重層型人工湿地実験装置

3. 結果および考察

3.1 ろ材粒径による目詰まりの発生の有無

目詰まりは、人工湿地内に生息する微生物が有機物を餌として、生物膜を形成し、ろ材の間隙が小さくなることで発生する。粒径が異なる 3 条件の干満流と水平流を導入した人工湿地実験装置で得られた COD_{Cr} 除去性能の経過の比較を図-2 に示す。粒径 1~2mm では 32 日で目詰まりが発生し、水質浄化実験を継続することができなかつたため、グラフが空欄になっている。これに対し、粒径 2~4mm 及び 4~8mm では目詰まりは発生せず 149 日間の水質浄化実験を継続することができた。この結果から、粒径が大きいろ材を選択することで目詰まりを解消できることが示された。

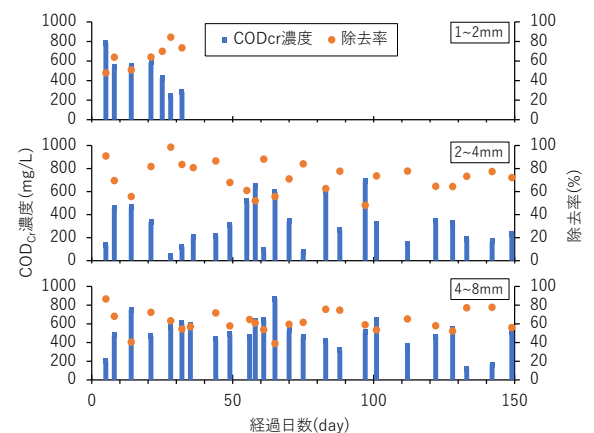


図-2 COD_{Cr}除去性能の経過の比較

キーワード: タイダルフロー、人工湿地、粒径

〒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 環境生態工学研究室

3.2 ろ材の粒径が COD_{Cr} 除去性能に及ぼす影響

各粒径で得られた COD_{Cr} 除去性能の経過の比較を図-2に、粒径 1~2mm で目詰まりが発生した 32 日目までの COD_{Cr} 除去性能と 33~149 日の COD_{Cr} 除去性能を比較した結果を図-3に示す。32 日までの COD_{Cr} 除去率は、粒径 1~2、2~4 及び 4~8mm でそれぞれ 70、84 及び 68%であり、粒径 1~2mm よりも 2~4mm で高い除去率が得られた。粒径 1~2mm では目詰まりが発生しており、完全な干満流となっていなかったことが考えられ、十分な好気処理が行われていなかったことが推察された。33~149 日においても粒径 4~8mm より高い除去率が粒径 2~4mm で得られており、粒径が大きいろ材を選択することで、目詰まりは解消できるが、水質浄化性能は低下することが示された。

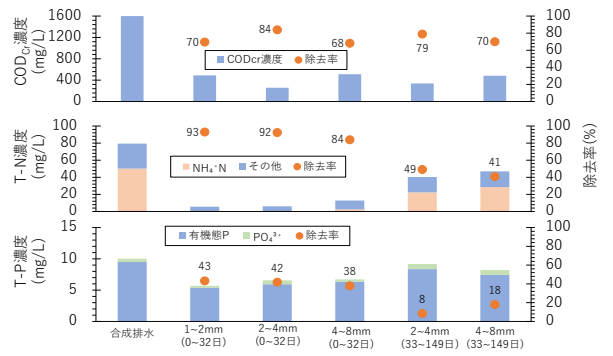


図-3 各粒径の平均除去性能の比較

3.3 ろ材の粒径が T-N 除去性能に及ぼす影響

各粒径で得られた T-N 除去性能の経過の比較を図-4に、粒径 1~2mm で目詰まりが発生した 32 日目までの T-N 除去性能と 33~149 日の T-N 除去性能を比較した結果を図-3に示す。32 日までの T-N 除去率は、粒径 1~2、2~4 及び 4~8mm でそれぞれ 93、92 及び 83%であり、COD_{Cr} と異なり、目詰まりが発生した粒径 1~2mm においても高い除去率が維持されており、ろ材の粒径が小さいほど高い除去性能が得られた。33~149 日においても粒径 4~8mm より高い除去率が粒径 2~4mm で得られており、粒径が大きいろ材を選択することで、目詰まりは解消できるが、水質浄化性能は嫌気処理に関わる T-N 除去においても低下することが示された。図-3 の各粒径で得られた処理水中の窒素成分の内訳に示されるように、32 日目では、すべての粒径で NH₄⁺-N の残存がみられないのに対し、33~149 日では、ろ材の粒径が大きいほど NH₄⁺-N が占める割合が多くなっており、ろ材の粒径が大きいほど硝化過程が律速となっていたことが明らかになった。

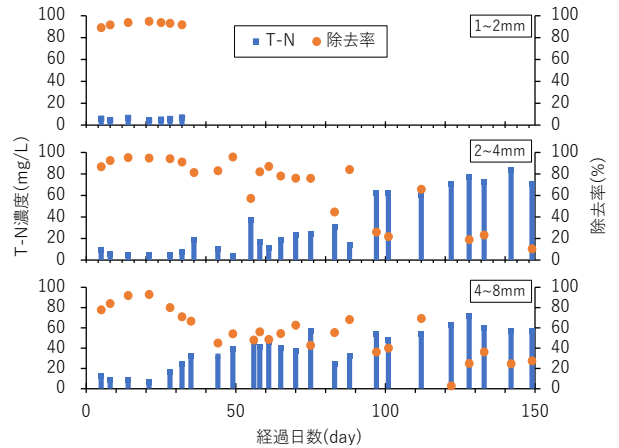


図-4 T-N除去性能の経過の比較

3.4 ろ材粒径が T-P 除去性能に及ぼす影響

各粒径で得られた T-P 除去性能の経過の比較を図-5に、粒径 1~2mm で目詰まりが発生した 32 日目までの T-P 除去性能と 33~149 日の T-P 除去性能を比較した結果を図-3に示す。32 日までの T-P 除去率は、粒径 1~2、2~4 及び 4~8mm でそれぞれ 43、42 及び 38%であり、その差は小さいが、ろ材の粒径が小さいほど高い除去率が得られた。33~149 日においては、除去率は大きく低下したものの、粒径 2~4mm より高い除去率が粒径 4~8mm で得られた。粒径が小さく表面積が大きくても、ろ材表面が生物膜に覆われると、その効果は失われることが考えられ、中長期的な T-P 除去性能の維持には、粒径が大きいろ材が有効である可能性が示された。

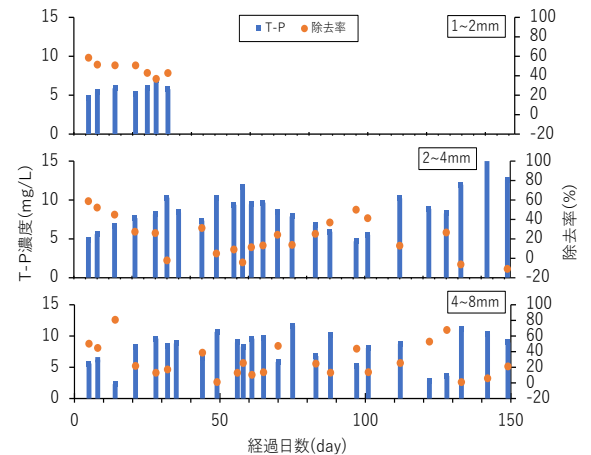


図-5 T-P除去性能の経過の比較

4. まとめ

本研究により、粒径が大きいろ材を選択することで、ろ床の目詰まりの解消が可能であるが、COD_{Cr} 及び T-N 浄化性能は低下することが示された。これに対し、中長期的な T-P 浄化性能の維持には、粒径が大きいろ材が有効である可能性が示唆され、ろ材の粒径が人工湿地の水質浄化性能に及ぼす影響は、水質項目によって異なる可能性が示された。