

汚水の流入深さと C/N 比が干満流と水平流を組み合わせた 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 ○橋本 徳義

日本大学 正会員 中野 和典

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 非会員 和木 美代子

1. はじめに

干満流 (TF) と水平流 (HF) を組み合わせた人工湿地による下水処理において、有機物が十分に除去される一方で、全窒素(T-N)の除去は不十分となることが吉野¹⁾の研究で報告されている。その原因として、有機物がろ床下部の HF に届く前に除去され、HF での脱窒に利用されていないことが推察された。一方、ろ床下部の HF まで有機物が届くか否かは、汚水の C/N 比条件によっても左右されると考えられる。汚水を脱窒が起きるろ床下部の HF に直接供給すれば、有機物不足による脱窒の抑制を解決できると考えられるが、その効果は汚水の C/N 比条件に依存する可能性が高い。そこで本研究では、汚水の流入深さと C/N 比条件により脱窒性能がどのような影響を受けるかについて、TF と HF を組み合わせたラボスケールの人工湿地により検証した。

2. 実験方法

モデル汚水の流入深さが異なる 3 つのラボスケールの干満流-水平流人工湿地実験装置の概要を図-1 に示す。円筒カラムに粒径 2~4 mm のゼオライトをろ床高 30 cm (TF15 cm, HF15 cm) となるように充填し、モデル汚水の流入深さを、条件 1 では TF 上部、条件 2 では TF 下部、条件 3 では HF 下部とした。干満流条件は、干水時間 3h、満水時間 1h の干満サイクル 4h とし、1 回のモデル汚水の流入量は 400ml とした。モデル汚水は、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で作製し、C/N 比 8 の条件では COD_{Cr} 及び T-N 濃度をそれぞれ 800mg/L 及び 100mg-N/L(有機 50 : 無機 50) に調製した。C/N 比 4 の条件では COD_{Cr} 濃度を 400mg/L に、C/N 比 2 の条件では 200mg/L として C/N 比を調整した。モデル汚水と各条件で得られた処理水の採水を週 1~3 回の頻度で行い、COD_{Cr}、T-N、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)を測定して水質浄化性能を評価した。

3. 結果および考察

3.1 C/N 比 8 において汚水の流入深さが窒素除去性能に及ぼす影響

汚水の流入深さが異なる 3 条件で得られた T-N 除去率の推移について図-2 に示す。C/N 比 8 での平均除去率は、流入深さにかかわらず、すべての条件で 90%以上であり、C/N 比が十分に大きい場合には、流入深さに関係なく有機物がろ床下部の HF まで届き、脱窒における有機物不足が起こらないことを示すことができた。

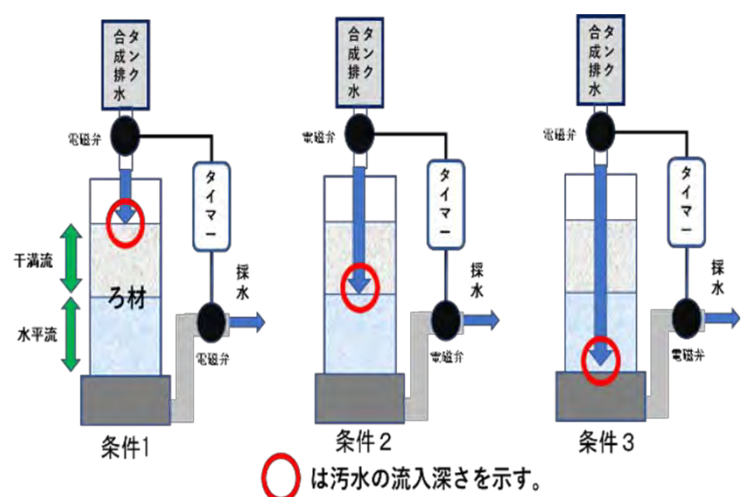


図-1 異なる汚水の流入深さを適用した干満流-水平流人工湿地実験装置の概要

キーワード:C/N 比、流入深さ、人工湿地

〒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

3.2 C/N 比 4 において汚水の流入深さが窒素除去性能に及ぼす影響

C/N 比 4 での T-N の平均除去率は、条件 1 および 2 では 80%、条件 3 では 68%であり、すべての流入深さ条件において C/N 比 8 よりも T-N 除去性能が低下した。この結果より、汚水の流入深さにかかわらず、C/N 比が小さい条件では脱窒が抑制され易くなることが示された。その影響は、汚水の流入深さが HF 下部である条件 3 で最も大きく現われた。

汚水の流入深さが異なる 3 条件で得られた NH₄⁺-N 除去率の推移について図-3 に示す。C/N 比 4 での NH₄⁺-N 平均除去率は、条件 1 では 69%、条件 2 では 74%、条件 3 では 44%であり、汚水の流入深さが HF 下部であると、有機物不足ではなく、硝化が律速となって脱窒が抑制されたことが示唆された。

3.3 C/N 比 2 において汚水の流入深さが窒素除去性能に及ぼす影響

C/N 比 2 での条件 1、2 及び 3 の T-N 平均除去率は、それぞれ 36、58 及び 43%であり、汚水の流入深さが TF 上部である条件 1 で最も低い結果となった。これは、C/N 比が小さいことで有機物が HF 下部に届く前に除去され、有機物不足により HF での脱窒が抑制されたためと考えられた。

図-3 に示すように C/N 比 2 での NH₄⁺-N 平均除去率は、条件 1 では 33%、条件 2 では 48%、条件 3 では 38%であり、汚水の流入深さが HF 下部である条件 3 では、C/N 比と関係なく硝化が律速となって脱窒が抑制されたことが示唆された。

汚水の流入深さが異なる 3 条件で得られた処理水に残存した C/N 比を図-4 に示す。C/N 比 2 で得られた残存 C/N 比は、すべての流入深さ条件において極めて小さく、すべての流入深さ条件において有機物不足により脱窒が抑制されていたことが明らかであった。

4. まとめ

TF と HF を導入した人工湿地の流入深さと C/N 比が脱窒性能に及ぼす影響を検証した結果、C/N 比が十分に大きいと流入深さに関係なく脱窒における有機物不足は起こらないが、C/N 比が小さいとすべての流入深さ条件において有機物不足により脱窒が抑制されることを示すことができた。比較した 3 条件の中では、流入深さを TF 下部にした場合に、最も有機物不足による影響を低減できることが明らかとなった。

5.参考文献

- 1)吉野謙司(2022):干満流と水平流を導入した人工湿地のろ床深さが水質浄化性能に及ぼす影響, 日本大学工学部土木工学科令和 3 年度卒業研究予稿集, pp.53-54.

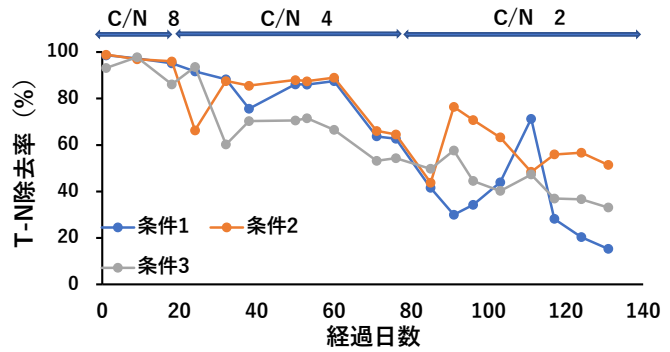


図-2 汚水の流入深さとC/N比がT-N 除去性能に及ぼす影響

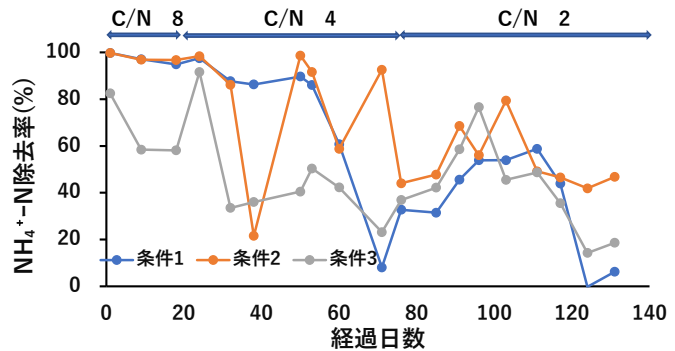


図-3 汚水の流入深さとC/N比がNH₄⁺-N 除去性能に及ぼす影響

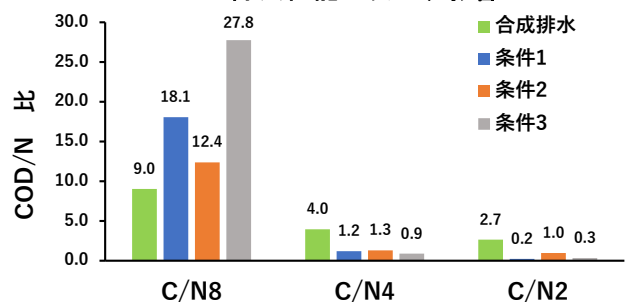


図-4 各条件の処理水の残存したC/N比