

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 学生会員 ○吉田 遥

日本大学 正会員 中野 和典

1. はじめに

干満流人工湿地は、潮の満ち引きのようにろ床内の水位を変動させ、単一の湿地で満水と干水を繰り返すことで、ろ床内への酸素移動速度の革新的な向上が期待できる人工湿地である。渡邊¹⁾の干満流人工湿地に関する研究により、満水時間が短く好氣的になりやすい干満比 18/6 が有機物及び窒素の除去に適していたのに対し、満水時間が長く滞留時間が長い干満比 3/21 がリン除去に適していたことが明らかになった。一方、単一のろ床内に干満流と水平流を導入することで好気処理と嫌気処理の双方を強化できる可能性がある。そこで本研究では、干満時間比率を 3:1 に固定した干満流と嫌気処理の強化が期待できる水平流を単一のろ床に導入した干満流人工湿地実験装置を製作し、ろ床深さが水質浄化性能に及ぼす影響を検証した。

2. 実験方法

本研究で製作した異なるろ床深さ 3 条件を適用した干満流人工湿地実験装置を図-1 に示す。ろ材としてゼオライトをろ床深さが 15,30 及び 60cm となるように充填し、処理水の排出口の高さを調整してろ床の下半分が常に飽和状態となるようにするとともに、合成廃水流入口及び処理水排出口の電磁弁の開閉をタイマー制御することで、ろ床の上半分の干満時間比率を管理した。水質浄化性能の検証に用いた合成廃水は、CODcr1500mg/L、T-N100mg/L(有機 50:無機 50)、T-P10mg/L(有機 5:無機 5)となるように、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添加して調整した。水質浄化性能の検証に先立ち、本研究とは別の水質浄化実験で使用していたろ材を約 10cm 各実験装置にスターターとして充填するとともに、合成廃水でろ床を 2 日間満たすことにより、人工湿地実験装置への微生物の接種を行った。干満時間比率は干水時間 3:満水時間 1 に固定し、ろ床深さ 15,30 及び 60cm の実験装置への 1 回の流入水量をそれぞれ 200,400 及び 800mL とした。流入頻度を 1 日 1 回とした干満サイクル 24h で水質浄化実験を開始し、38 日間継続した。次いで合成廃水の流入頻度を増加させ、干満サイクル 12,8 及び 6h での水質浄化実験をそれぞれ 14,16 及び 12 日間継続し、各干満サイクルにおける水質浄化性能を検証した。流入させた合成廃水と各干満比率条件で排水された処理水の採水を週 1~3 回の頻度で行い、CODcr、全窒素(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)、全リン(T-P)を測定して水質を評価した。

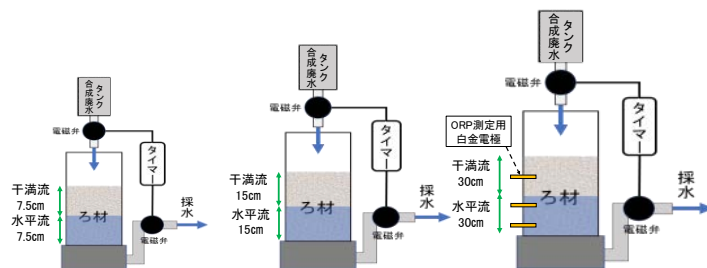


図-1 異なるろ床深さ 3 条件を適用した
干満流人工湿地の概要

3. 結果および考察

3.1 ろ床深さ条件が T-P 除去性能に及ぼす影響

干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での T-P 除去率の推移を図-2a)に示す。ろ床深さ 15cm 及び 60cm においては、流入回数 36 回まで 90%以上の高い除去率を維持できた。ろ床深さ 30cm においては、流入回数 22 回までは 95%以上の高い除去率を維持できた。しかし、干満サイクルを短縮するとろ床の深さ

キーワード: 人工湿地、干満流、ろ床深さ

〒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

に関わらず除去率は低下し、値はばらつくが一定の除去率に治まる傾向を示した。6h サイクルでの平均除去率は、ろ床深さ 15,30 及び 60cm でそれぞれ 46,60 及び 67%まで低下した。干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での体積あたりの T-P 除去負荷量を図-2b)に示す。干満サイクルを短縮すると体積あたりの除去負荷量は増加する傾向が見られ、干満サイクルが最も短い 6h では、ろ床深さ 15,30 及び 60cm でそれぞれ 2.9,3.8 及び 4.3g-P/m³となった。水理学的滞留時間は同じにも関わらずろ床深さによって差が生じたことから、リン除去はろ床の深さに依存していることが示された。

3.2 ろ床深さが COD_{Cr} 除去性能に及ぼす影響

干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での COD_{Cr} 除去率の推移を図-3a)に示す。除去率は流入 22 回目以降に 80%以上の高い除去率を安定して維持したが、流入 64 回目以降全てのろ床深さにおいて低下した。6h サイクルでの平均除去率は、ろ床深さ 15,30 及び 60cm でそれぞれ 79,74 及び 69%まで低下した。干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での体積あたりの COD_{Cr} 除去負荷量を図-3b)に示す。体積あたりの除去負荷量においては、24h サイクルから 12h サイクルにかけて全てのろ床深さでほぼ同じであったが 8h サイクルに移行すると、ろ床深さ 15cm がろ床深さ 30 及び 60cm よりわずかに高い負荷量が示された。干満サイクルを更に短縮した 6h サイクルに移行すると、ろ床深さ 15cm が明らかにろ床深さ 30 及び 60cm を上回り、ろ床深さ 15cm の体積あたりの除去負荷量の最大値は 758g-COD_{Cr}/m³・d となった。この結果から、高負荷条件ではろ床が浅い方が COD_{Cr} の除去に適しており、更に干満サイクルを短縮した高負荷条件での検証を行う意義が示された。

3.3 ろ床深さが T-N 除去性能に及ぼす影響

干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での T-N 除去率の推移を図-4a)に示す。全ての条件において実験開始時から 95%以上の高い除去率が得られた。これはスターターとして用いたろ材の効果によると推察される。除去率は干満サイクルを短縮しても全てのろ床深さで 85%以上を維持できた。干満サイクルを 24h から 6h まで変化させた異なるろ床深さ 3 条件での体積あたりの T-N 除去負荷量を図-4b)に示す。T-P や COD_{Cr} と異なり、干満サイクルを短縮しても体積あたりの除去負荷量に差は生じなかった。この結果から、本実験の条件では T-N 除去性能にろ床の深さは影響しないことが示唆された。

4. まとめ

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を検証した結果、リン除去にはろ床深さが深い条件、COD_{Cr} 除去にはろ床深さが浅い条件がそれぞれ適しているが、T-N 除去にはろ床の深さは影響しないことが明らかになった。

5. 参考文献

- 1) 渡邊龍弥(2018): 人工湿地の窒素除去性能に及ぼすタイダルフロー条件の影響, 日本大学工学部土木工学科平成 30 年度卒業研究予稿集, pp.83-84.

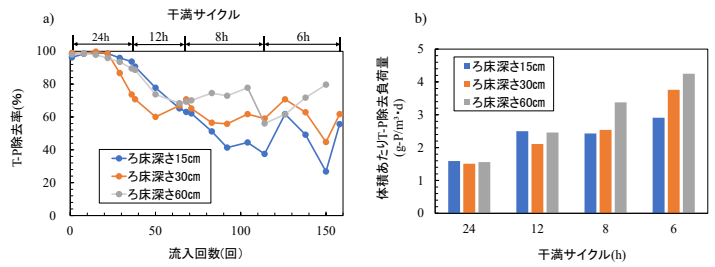


図-2 ろ床深さが T-P 除去性能に及ぼす影響

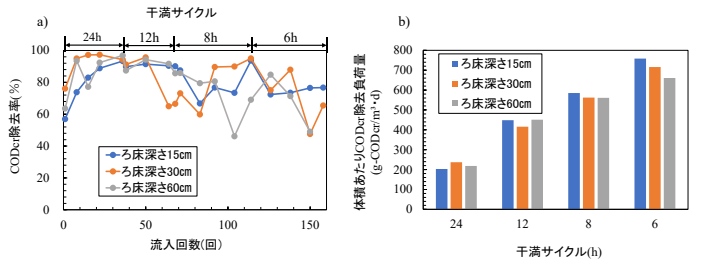


図-3 ろ床深さが COD_{Cr} 除去性能に及ぼす影響

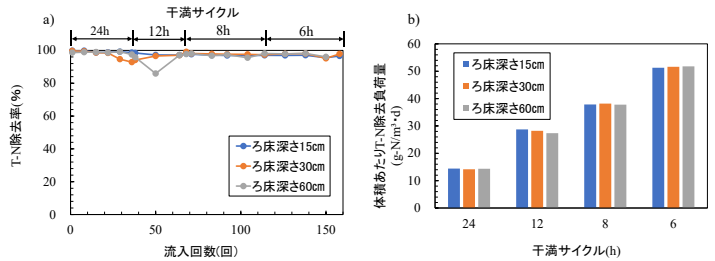


図-4 ろ床深さが T-N 除去性能に及ぼす影響