

# 干満サイクル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 ○大槻 拓巳

日本大学 正会員 中野 和典

## 1. はじめに

人工湿地のろ床内が水で満たされる飽和状態(満水)と水が抜けきった不飽和状態(干水)を定期的に繰り返す干満流を人工湿地に導入することで、好気処理の促進が可能である。一方、常時滞水している水平流を人工湿地に導入することで嫌気処理の強化が可能である。そこで本研究では、干満流と水平流の両方を導入した人工湿地メソコスムを作製し、その水質浄化性能に及ぼす干満サイクルの影響を明らかにすることを目的とした浄化実験を行った。

## 2. 実験方法

本研究で使用した人工湿地実験装置(10cm)を図-1に示す。ろ床は上半分が干満流、下半分は水平流となっており、ろ材にはゼオライトを使用している。それぞれ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で、干満時間比率が 1:3(満水時間:干水時間)となる干満流を実現した。そして干満流の干満サイクルを 8h、4h、3h 及び 2h に設定した 4 条件で水質浄化実験を行った。水質浄化性能の検証に用いた合成廃水は、COD<sub>Cr</sub> 濃度 1500mg/L、全窒素(T-N)濃度 100mg-N/L、全リン(T-P)濃度 10mg-P/L を目標値として、酢酸ナトリウム、ミートペプシン、塩化アンモニウム、リン酸二水素カリウムを添加し調整した。4 系列の人工湿地実験装置それぞれに設定した干満サイクル条件に従い合成廃水を流入させた。1 回の流入水量は 400mL とし、処理水の採水は毎週 1 回の頻度で行い、COD<sub>Cr</sub>、全窒素(T-N)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)及び全リン(T-P)濃度を測定して水質を評価した。実験日数は各実験装置が目詰まりを起こし、採水ができなくなった日までとした。



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 干満サイクルが COD 除去性能に及ぼす影響

各干満サイクルで得られた COD<sub>Cr</sub>除去率及び除去原単位を図-2a)に示す。干満サイクルが短いほど除去率は低下し、干満サイクル 8h で 72.6%であった除去率は、2h では 55.0%に低下した。一方、ろ床面積当たりの除去原単位は、干満サイクルが短く、1 日当たりの負荷量が多いほど高くなり、干満サイクル 2h では 498g/m<sup>2</sup>・d もの極めて高い COD<sub>Cr</sub> 除去原単位が達成されていた。しかし、人工湿地実験装置が目詰まりを起こすまでの実験日数は、干満サイクルが短いほど早くなった。目詰まりにより浄化実験を停止するまでの期間に各干満サイクル条件で達成された COD<sub>Cr</sub> の累積除去率を図-2b)に示す。干満サイクル 4、3 及び 2h の実験日数はそれぞれ 89、61 及び 54 日であり、

キーワード:人工湿地、タイダルフロー、干満サイクル

〒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

ろ床の目詰まりがろ床内で増加した生物膜によるものであることが目視観測より推測された。これに対し干満サイクル 8h では、138 日の実験日数でも目詰まりが起こらず、浄化実験の継続が可能であった。ろ床の目詰まりによる浄化実験停止までの COD<sub>Cr</sub> の累積除去量は、干満サイクル 2、3 及び 4h でそれぞれ 228、167 及び 203g であり、COD<sub>Cr</sub> 累積除去量が 200g 前後に達すると目詰まりが生じることで共通していた。

### 3.2 干満サイクルが T-N 除去性能に及ぼす影響

各干満サイクルで得られた T-N 除去率及び除去原単位を図-3a) に示す。干満サイクルが短いと除去率は低下する傾向となったが、COD<sub>Cr</sub> より高い除去率が得られ、干満サイクル 8h において最大値の 96.3% が達成された。一方、ろ床面積当たりの除去原単位は、干満サイクルが短く、1 日当たりの負荷量が多いほど高くなり、干満サイクル 2h で最大の 40.5g/m<sup>2</sup>・d の除去原単位が達成された。図-3b) に各干満サイクルでの処理水中の窒素成分の内訳を示す。干満サイクル 8h では NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N の残存が見られないのに対し、干満サイクル 4h 以下では NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N が占める割合が多いことから、干満サイクルが短いと硝化過程が律速となることが明らかとなった。

### 3.3 干満サイクルが T-P 除去性能に及ぼす影響

各干満サイクルで得られた T-P 除去率及び除去原単位を図-4a) に示す。干満サイクルが短いと除去率は低下する傾向となり、干満サイクル 8h において最大の 44.7% であった除去率は干満サイクル 2h では 19.5% に低下した。このように T-P の除去率は COD<sub>Cr</sub> 及び T-N の除去率に比べて低い結果となった。一方、ろ床面積当たりの除去原単位は、干満サイクル 3h で最大値 1.25g-P/m<sup>2</sup>・d が達成された。図-4b) に各干満サイクルでの処理水中の T-P 成分の内訳を示す。処理水に残存する PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>濃度は干満サイクルが短くなるほど高く、T-P に占める割合も大きくなる傾向であり、分解された有機態リンが PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>として残存することが示された。

## 4. まとめ

本研究により、干満サイクルの短縮によりすべての水質項目で高い除去原単位の達成が可能であるが、生物膜によるろ床の目詰まりが生じることにより持続可能な期間は短いため、除去原単位と持続可能期間の両立の観点から干満サイクルを最適化する必要性が示された。

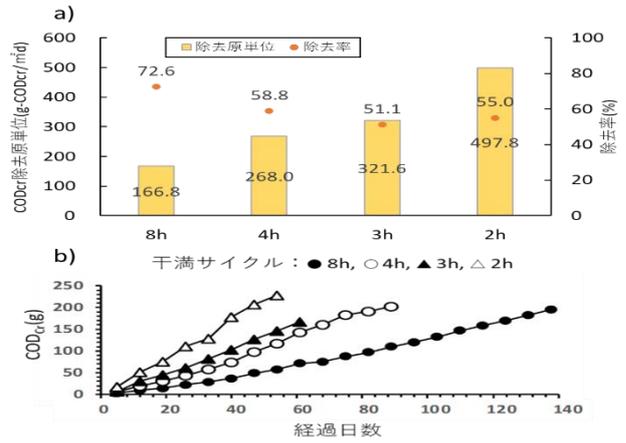


図-2 異なる干満サイクルで得られた COD<sub>Cr</sub> 除去性能

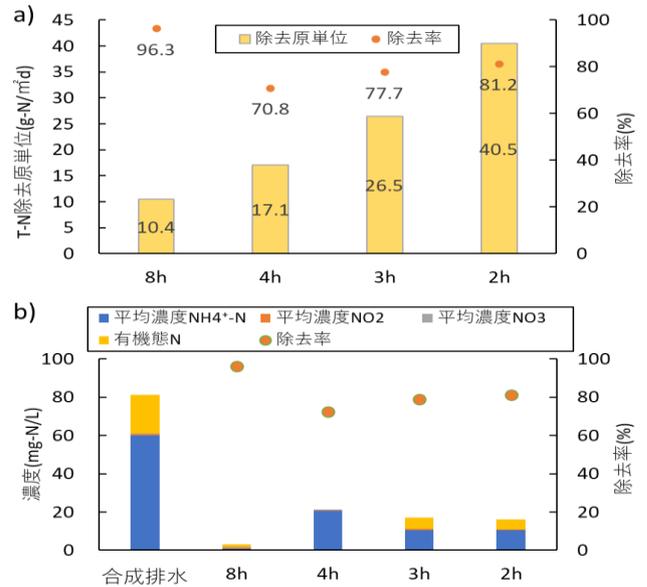


図-3 異なる干満サイクルで得られた T-N 除去性能

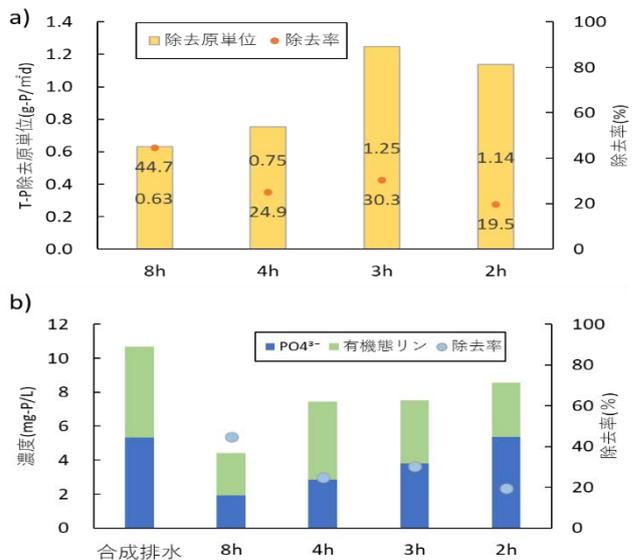


図-4 異なる干満サイクルで得られた T-P 除去性能