

干満流と水平流の比率が 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 ○相良 雪菜

日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景と目的

人工湿地は高い水質浄化性能を有した半自然的な汚水処理システムである。汚水に含まれている有機物がろ床を通過する過程で浄化する。汚泥成分は、ろ材によるろ過作用や吸着作用によりろ床内に濃縮され、微生物によって時間をかけて分解される仕組みである。人工湿地は構造により、それぞれ水質浄化性能の特長が異なる。鉛直流型人工湿地は、水位が低下することで空気がろ床内に吸引され、好気条件になり硝化が起きる。水平流型人工湿地は、水位が上昇することでろ床内の空気が押し出され、嫌気条件になり脱窒が起きる仕組みになっている。この二つのメカニズムを組み合わせた干満流湿地は、鉛直流型と水平流型の両方の人工湿地の機能を単一のろ床で実現することができる。それに加え、干満流(TF)と水平流(HF)を組み合わせて重層化した人工湿地は、多くの土地面積を取らずに高性能な水質浄化が期待できる。今日まで様々な条件において人工湿地が研究されてきたが、TF と HF の体積比率が人工湿地の水質浄化性能に及ぼす影響に関する知見は乏しい。そこで本研究では、TF と HF の体積比率が人工湿地の水質浄化性能に及ぼす影響について検証した。

2. 実験方法

TF と HF の体積比率が異なる3つの人工湿地実験装置の概要を図-1 に示す。実験装置は、ろ床の上部は TF、下部は常に HF となっており、ろ材にはゼオライトを使用した。TF と HF の体積比率は、1:0.4(ろ床高 18.5cm:7.5cm)を条件 A、1:1.4(ろ床高 10.5cm:15cm)を条件 B、1:1.8(ろ床高 16.5cm:30cm)条件 C として設定した。流入頻度が 1 回/day の Phase I を 57 日間、2 回/day の Phase II を 61 日間、3 回/day の Phase III を 14 日間(条件 C は 7 日間)同一の実験装置で、連続して行った。実験装置に流入させた合成廃水は、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。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 TF の干満比率を 3:1(干:満)に固定して合成廃水の流入頻度を調整した。1 回の流入量は 400mL とし、1 週間に 1 回合成廃水と各条件の処理水を採水し、COD_{Cr}、T-N、T-P 濃度を測定し水質浄化性能を評価した。

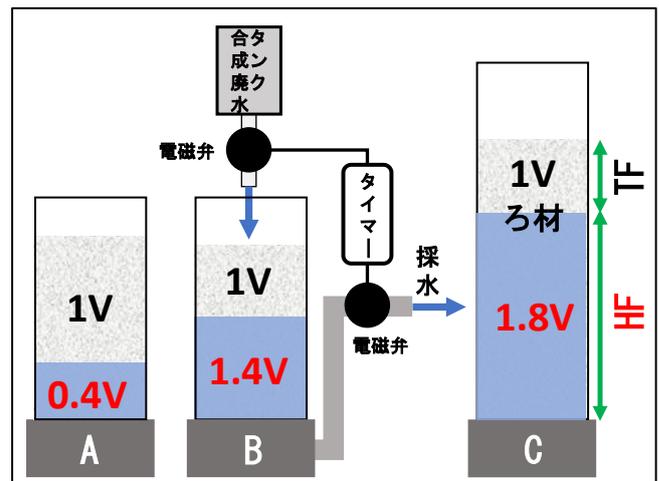


図-1 TF と HF の体積比率が異なる 3 つの人工湿地実験装置の概要

3. 実験結果と考察

3.1 COD_{Cr}除去性能

TF と HF の体積比率が異なる 3 条件の除去率の比較を表-1、面積と体積あたりの除去負荷量の比較を図-2 にそれぞれ示す。合成廃水の流入頻度を 3 回/day まで増加させても COD_{Cr} の除去率は低下せず、TF と HF の比率に

キーワード:人工湿地、タイダルフロー、部分飽和、水平流

〒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

関わらず 90%前後の除去率が達成できた。ろ床面積あたりの除去負荷量は、合成廃水の流入頻度の増加とともに増加し、条件 C の PhaseIIIにおいて最大値の 226g-CODcr/m²・day が得られた。一方、ろ床体積あたりの除去負荷量は、各 Phase で条件 C が低い結果となり、ろ床の HF の比率を増加させると体積あたりの除去負荷量は低下することが明らかになった。また、HF の比率が小さい条件 A の体積あたりの除去負荷量が高いことから、HF の比率を増加させて水理的滞留時間を増加させるより、TF の比率を増加させて有機物の分解に必要な好気的環境を創出させる方が、CODcr 除去性能の向上に効果的であることが明らかになった。

ろ床面積あたりの除去負荷量は、合成廃水の流入頻度の増加とともに増加し、条件 A の PhaseIIIにおいて最大値の 12.7g-N/m²・day が得られた。一方、ろ床体積あたりの除去負荷量は、各 Phase で条件 C が低い結果となり、HF の比率を増加させると体積あたりの除去負荷量は低下することが明らかになった。窒素除去は好気的な硝化過程と嫌気的な脱窒で構成されている。しかし、HF の比率が小さい条件 A の体積あたりの除去負荷量が高いことから、ろ床内の HF がつくる嫌気的環境より、TF がつくる好気的環境の比率を増加させた方が、窒素除去性能の向上に効果的であることが明らかになった。

3.2 T-N 除去性能

T-P 除去性能は CODcr や T-N と異なり、合成廃水の流入頻度の増加とともに除去率が低下していった。ろ床面積あたりの除去負荷量は、合成廃水の流入頻度の増加とともに増加し、条件 A の PhaseIIIにおいて最大値の 0.84g-P/m²・day が得られた。一方、ろ床体積あたりの除去負荷量は、各 Phase で条件 C が低い結果となり、HF の比率を増加させると体積あたりの除去負荷量は大きく低下することが明らかになった。これまでの前任者の結果では、T-P の除去は水理的滞留時間の高い条件が良好であったが、本研究では水理的滞留時間が短い条件 A の方が高い除去負荷量を得られた。リンは嫌気条件で溶出し易く、それが HF の比率を増やした条件 C においてリン除去性能が低下した要因として考えられ、HF の比率を増加させて水理的滞留時間を増やしても、ろ床が嫌気的であるとリン除去性能が悪化することが示された。

3.3 T-P 除去性能

4. まとめ

本研究により、TFとHFの体積比率が異なる3条件の人工湿地実験装置の水質浄化性能を比較した結果、CODcr、T-N 及び T-P の全ての水質項目に対して、除去率、面積あたりの除去負荷量及び体積あたりの除去負荷量の全ての指標で HF の比率が小さい条件が優れていることが示された。

表-1 TF と HF の体積比率が異なる 3 条件の除去率の比較

条件 TF:HF	除去率 (%)								
	CODcr			T-N			T-P		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Phase I (1回/day)	86	94	89	94	98	94	76	86	94
Phase II (2回/day)	86	87	89	96	97	98	62	52	70
Phase III (3回/day)	89	68	97	96	88	98	59	50	11

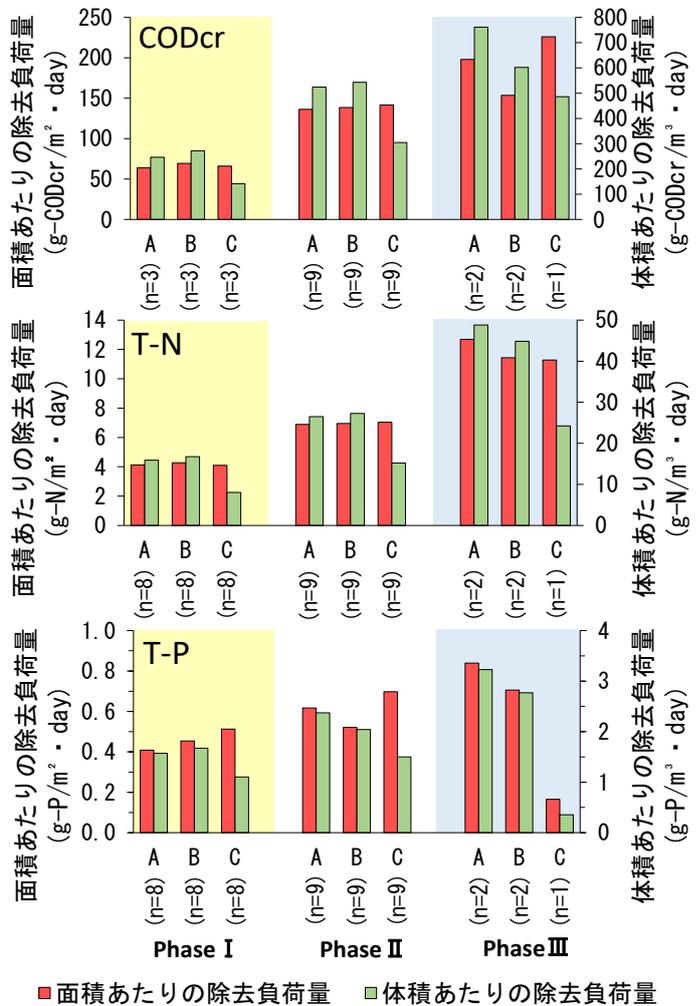


図-2 TF と HF の体積比率が異なる 3 条件での除去負荷量の比較