

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 学生会員 ○渡邊 龍弥

日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景

ろ床内に水を滞留させない鉛直流型人工湿地は好気性処理に適している。これに対し、ろ床内に水を滞留させる水平流型人工湿地は、嫌気性処理に適している。窒素除去プロセスは、好気的条件が必要な硝化と嫌気的条件が必要な脱窒で構成されており、好気的な鉛直流と嫌気的な水平流の両者を組み合わせたハイブリッド型人工湿地が開発されている。このハイブリッド型人工湿地では、鉛直流と水平流の複数のろ床が必要となるため多くの土地面積を要する。単一のろ床内で好気性条件と嫌気性条件の両者を創生する事が出来れば、ハイブリッド型人工湿地のコンパクト化が可能となる。近年、潮の満ち引きのようにろ床内の水位を変動させるタイダルフロー人工湿地が注目されている。この人工湿地は、水位が低下するタイミングでは、鉛直流と同様に空気がろ床内に吸引されるため、好気条件を提供でき、水位が上昇するタイミングでは、ろ床内の空気が押し出されて嫌気条件を提供する事ができる。このため単一のろ床で好気性条件と嫌気性条件の両者の創生が期待できる。しかし、タイダルフローの干満の時間比率が人工湿地の浄化性能に及ぼす影響についての知見は乏しい。

2. 本研究の目的

タイダルフローによって水位が上昇する満水時間と水位が低下する干水時間の両者の最適な時間比率は検討されていない。本研究では、そのようなタイダルフロー条件について最適化を図ることを目的として、硝化と脱窒を同時に完結させるためのタイダルフロー干満比率条件について検討した。

3. 実験方法

本実験で使用したタイダルフロー人工湿地実験装置の写真を図-1 に示す。ろ材として郡山市の浄水場で使用されていたろ過砂を使用した実験装置を4系列作製し、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にすることで、干満時間の比率が異なるタイダルフローを実現した。タイダルフローの干満時間の比率(干水時間/満水時間)を3/21、6/18、21/3、18/6に設定し、160日間の水質浄化実験を行った。3/21の条件は、実験開始から128日より条件21/3に変更した。水質浄化実験で流入させた合成排水は、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濃度を1500mg/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。このような合成廃水400mlを各実験装置に1日に1回流入させ、1週間に1回合成廃水と各条件での処理水を採水し、水質浄化性能を評価した。

4. 結果および考察

4.1 異なるタイダルフロー条件による全窒素除去性能の比較

異なるタイダルフロー条件による窒素除去性能及び処理水の窒素成分の比較を図-2 に示す。処理水に残存するT-N濃度の平均値は3/21<21/3<6/18<12/12<18/6の順に低くなっており、最もT-Nが除去できていた



図-1 タイダルフロー人工湿地実験装置の外観

キーワード：人工湿地、タイダルフロー、窒素除去、干満時間比率

〒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

18/6 の除去率は 69%であった。処理水の T-N 濃度の平均値は 21/3 の条件を除くと干水時間の比率が高いほど低くなっており、窒素除去に最適なタイダルフロー条件は 18/6 の条件であることが明らかとなった。最も T-N が除去できていなかった条件である 3/21 における除去率は 26%であり、18/6 の条件で得られた除去率の半分に満たなかった。これらの結果より、好氣的な干水時間の比率が高い方が高い T-N 除去性能が得られるが、21/3 の条件まで干水時間の比率を高めると T-N 除去性能が大きく低下することが明らかになった。

4.2 異なるタイダルフロー条件による有機態 N 除去性能の比較

図-2 に示すように、処理水に残存する有機態 N 濃度の平均値は 21/3 < 3/21 < 6/18 < 12/12 < 18/6 の順に低くなっていたが、5 条件全てで有機態 N の濃度は 50%以上減少しており、有機態 N のアンモニア化がどの条件でも進行していたことが確認された。

4.3 異なるタイダルフロー条件による硝化性能の比較

図-2 に示すように、処理水に残存する NH_4 濃度の平均値は 3/21 < 21/3 < 6/18 < 12/12 < 18/6 の順に低くなっており、18/6 が最も NH_4 を除去できていた。この結果より、21/3 の条件を除けば干水時間の比率が高いほど硝化が進むことが示唆されたが、干水時間の比率が最も高い 21/3 の条件では逆に硝化が抑制されることが明らかとなった。これは、ろ床が空気にさらされる時間が長いことでろ床の乾燥が進み、微生物の活性が抑制されたことで硝化が抑制されたためと考えられた。また、3/21 の平均 NH_4 濃度が合成廃水の濃度を上回っているのは、有機態 N から変化した NH_4 を硝化しきれないためであると考えられ、干水時間の短さにより硝化の進行に十分な好気環境になっていなかったことが推察された。

4.4 異なるタイダルフロー条件による脱窒性能の比較

図-2 に示すように、すべての条件において NO_3^- 、 NO_2^- が占める割合は少なく、すべての条件で脱窒が進行していたことが明らかであった。したがって、T-N 除去性能の差は脱窒の差によるものではなかったことが示された。しかし、21/3 の条件の NO_3^- の平均濃度は他の条件よりも 2 倍以上であることから、21/3 の条件まで干水時間の比率を高めると好気環境が強くなり、脱窒が進みにくくなると考えられた。

4.5 異なるタイダルフロー条件による COD 除去性能の比較

異なるタイダルフロー条件による COD 除去性能の比較を図-3 に示す。濃度の平均値は 3/21 < 21/3 < 6/18 < 12/12 < 18/6 の順に低くなっており、18/6 が最も有機物を除去できていたが、最も除去できていなかった 3/21 でも除去率は 77%であり、有機物はどの条件でも除去できていた。それぞれのタイダルフロー条件での有機物の除去性能に大きな差はなく、硝化を抑制する原因にはならなかったと考えられた。

5. まとめ

本研究により、5 条件の干満時間比率で制御したタイダルフロー条件で窒素除去性能を比較した結果、18/6 の干満時間の比率が最適であることが明らかとなった。タイダルフロー条件による窒素除去性能を左右したのは、有機態 N のアンモニア化や脱窒過程ではなく、硝化過程であったことが明らかとなった。

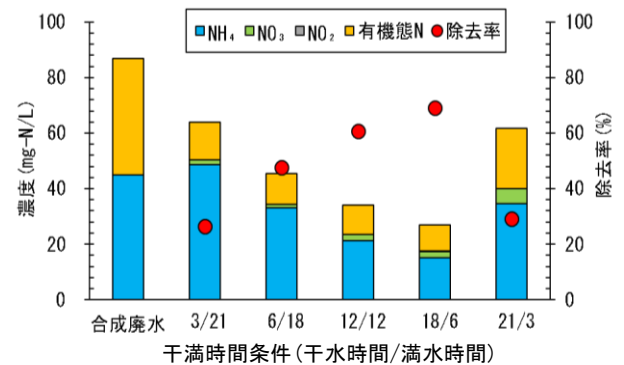


図-2 異なるタイダルフロー条件で得られた窒素除去性能及び処理水の窒素成分の比較

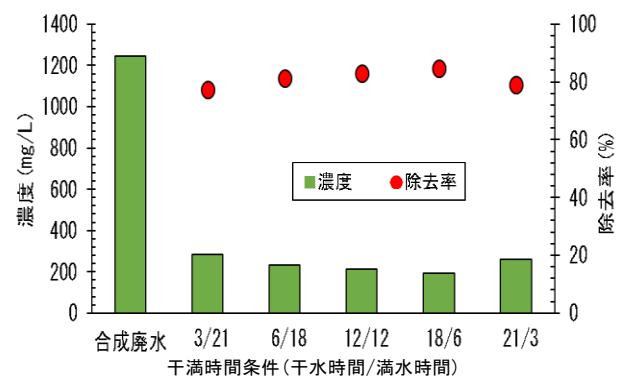


図-3 異なるタイダルフロー条件で得られた COD 除去性能の比較