

植物を利用した下水高度処理方法の検討

大阪ガス株式会社 正 ○武政 陸 高知高専 正 山崎慎一
高知大学 正 佐藤周之 長岡技術科学大学 正 山口隆司

1. はじめに

現在、急激な人口増加や都市化等に伴い、生活排水、工業廃水などが湖沼などの閉鎖性水域に大量に流入している。こうした廃水に多く含まれる栄養塩類（窒素、リン等）が水中で増加することで植物プランクトンや藻類が異常増殖して富栄養化を引き起し、赤潮やアオコによる水産業への被害や、生態系のバランスに悪影響を及ぼしている。本研究では、この富栄養化問題に対して、琵琶湖などで導入されている高度処理と呼ばれる三次処理を植物によって行い、植物を用いた低コストな水質浄化システムを目指す。植物の水質浄化能力として期待されることは、COD、栄養塩類（窒素、リン等）の除去であり、本研究では、2種類の植物を選定し、どの程度の水質浄化能力があるか確認するための回分実験と、植物の水質浄化能力の長期安定性を確認するための連続実験の2通りの水路実験を行って検討した。

2. 実験方法

2.1 回分実験方法

本実験では、植物そのものの水質浄化能力を確認するため、植物が有る水路と植物の無い水路の2系列の水路を屋外に設置し、人工下水の二次処理水を水路に1週間貯留させて、その貯留水の水質変化の違いから比較検討した。水路実験の様子を図1に示す。使用した水路は透明アクリル製で、幅10cm、長さ190cm、高さ20cm（有効水深7.0cm）の水路である。この水路を2つずつ使用し、植物にはミスキャンタスとホテイアオイを使用した。ミスキャンタスとホテイアオイを選定した理由としては、ミスキャンタスは耐寒性に優れており、日向でも日陰でも生育できる植物であること¹⁾、ホテイアオイは、水質浄化能力が高く天然植物であるため環境に優しい、安価である点から選定した。水質分析は、水路の入口部、中間部、出口部の3か所で採水して、水温、pH、COD_{Cr}、全窒素（TN）、全リン（TP）の水質分析を行った。



図1 回分実験における水路実験装置

2.2 連続実験方法

回分実験により、植物の水質浄化能力を確認した後、次にその植物の水質浄化能力が長期にわたって継続するかの確認をするため、屋外にミスキャンタスとホテイアオイの2系列の水路を設置し、人工下水の二次処理水を定量ポンプを用いて連続流入させて、水路の入口部と出口部の水質の違いから水質浄化能力を比較検討した。使用した水路及び水質分析項目は回分実験と同じである。

3. 実験結果および考察

3.1 回分実験による植物の水質浄化能力

回分実験は7月27日～9月10日の期間において、実験精度の確認のため同じ実験条件で2回ずつ実験を行った。実験期間中の水路内溶液の水温は25～38℃、pHは植物の光合成により開始時の7から数日後には10程度まで上昇した。水路内溶液のCODはミスキャンタス及びホテイアオイの両者で著しい変化はみられなかったが、TNについては明らかな違いが観察された。

図2にミスキャンタス、図3にホテイアオイのTNとTPの変化を示す。図2のミスキャンタスは、開始翌日（7/28）から植物有と無の両方の水路内に藻類が繁殖し始め、この藻類の栄養塩摂取の影響で植物無の水路の溶液においても開始2日目（7/29）にはTN及びTPが著しく減少してしまった。結果として、植物の有無で明らかな違いを見出すことができず、ミスキャンタスによる栄養塩の除去効果を捉えることができなかった。

一方、図3のホテイアオイの場合は、開始翌日(9/8)にはTNが検出されず、植物無の水路と比べても明らかな窒素の除去効果が観察された。藻類も植物有の水路内にはほとんど繁殖せず、ホテイアオイによる窒素除去によって藻類の繁殖を抑制させたと考えられた。この水路内の藻類の繁殖程度から考察すると、ホテイアオイの窒素除去性能はミスキャンタスより大きいと推察される。なお、リンについては植物の有無で明確な違いはみられなかった。

3.2 連続実験による植物の浄化能力の長期安定性

植物の水質浄化能力の長期安定性を検討するため、ミスキャンタス又はホテイアオイを設置した水路での連続実験を10月12日～12月8日の58日間行った。図4に水路内溶液の水温を示す。両方の水路内溶液の水温は、実験開始初期は30℃前後であったが、実験開始25日目以降から徐々に低下し、実験終期には15℃まで低下した。pHは全期間を通じて9～10程度であった。実験を開始して2週間を経過すると、特にミスキャンタスの水路内で藻類の繁殖が著しくなったことから、両者の性能比較は、藻類による栄養塩摂取の影響が少ない実験初期のデータで考察する。

図5に水路入口部と出口部の溶液のTN、図6にTPの変化を示す。実験初期において、水路入口部のTNに対して、ミスキャンタスの水路では出口部においても比較的多く残存しているが、ホテイアオイの水路の出口部では実験開始直後からTNは検出されず、ホテイアオイの窒素除去能力が高いことが分かる。COD_{Cr}についても、ホテイアオイの水路で若干の除去傾向が観察された。また、リンについては、データのばらつきが大きく傾向をつかむことができなかった。結果として、この連続実験では、藻類繁殖の影響により長期的な性能変化を捉えることはできなかった。

4. まとめ

植物による水質浄化を検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) 回分実験において、ホテイアオイの水路では実験開始翌日からTNが検出されず、藻類もほとんど繁殖しなかったことより、ホテイアオイは高い窒素除去能力を有していることが推察された。
- 2) 連続実験において、実験初期にホテイアオイの高い浄化能力が確認されたが、実験2週間を経過すると藻類の繁殖のために長期的な性能変化を捉えることができなかった。

参考文献

- 1) 秋森正弥, 山崎慎一他2名, 淡水池に設置した植栽浮島の水質浄化能の検討, 第15回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, pp.355-356

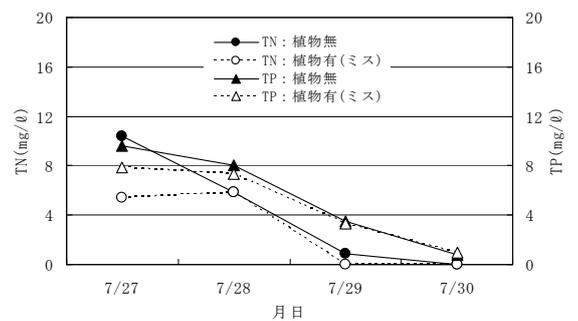


図2 回分実験でのTNとTPの変化(ミスキャンタス)

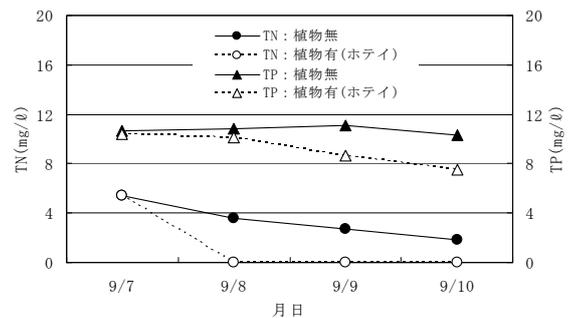


図3 回分実験でのTNとTPの変化(ホテイアオイ)

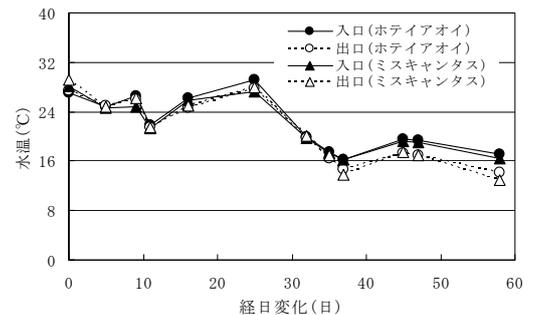


図4 連続実験での水温の変化

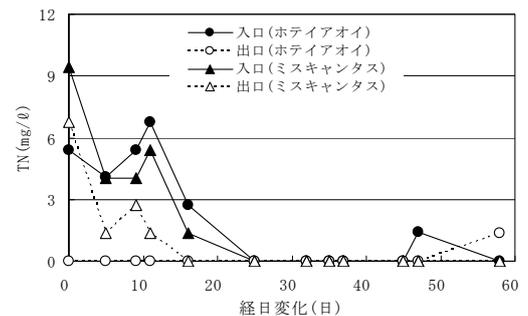


図5 連続実験でのTNの変化

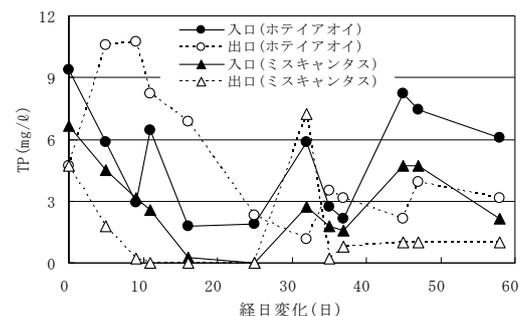


図6 連続実験でのTPの変化