

重層型人工湿地の下水浄化性能の評価

日本大学 学生会員 ○鈴木 援
日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景及び目的

一人あたりの行政コストは人口規模が小さいほど増大し、人口減少社会においては下水道等の社会インフラの持続が困難になることが懸念されており、従来の手法に捉われない費用対効果の大きい汚水処理手法への転換が望まれる。そのような状況の中で費用対効果、エネルギー対効果の双方で優れている人工湿地は持続可能な低炭素・循環型社会の実現に貢献する有効な汚水処理システムとなることが期待できる。人工湿地は高い水質浄化能力を有した半自然的な汚水処理システムである。汚水中の有機物はろ過層に浸透する過程で、ろ材によるろ過作用や吸着作用によりろ過層内に濃縮され、微生物によって時間をかけて分解される仕組みとなっている。しかし、処理可能な水量は人工湿地の面積に依存するため、国土が狭く、用地確保が難しい我が国において従来の人工湿地（多段型人工湿地）を普及させることは困難であった。

本研究では、多段型人工湿地の面積縮小化を目指して開発した重層型人工湿地の下水浄化性能を、従来の多段型人工湿地と比較し、同等の性能が得られるか否かを検証した。

2. 重層型人工湿地の概要と調査方法

郡山市の下水処理場である湖南浄化センター内にあるパイロットスケールの人工湿地を図-1に示す。この人工湿地には、従来の多段型人工湿地（A区）と専有面積を多段型人工湿地の半分とした重層型人工湿地（D区）がある。重層型人工湿地の構造の概要を図-2に示す。重層型人工湿地は通気層をろ床内に導入することで地表面積に依存せず重層的に好氣的なろ床を創出し、単独の湿地の面積で多段処理と同様な処理能力を達成しようとするコンパクトな人工湿地である。図-1に示すように1段目ろ床は共通であるが、2段目以降のろ床がA区では多段型であるのに対し、D区では重層型となっており3段目のろ床地下に存在する。多段型A区、重層型D区ともに砂をろ材として用いており、2段目以降のろ過層の厚さの合計はともに120cmである。

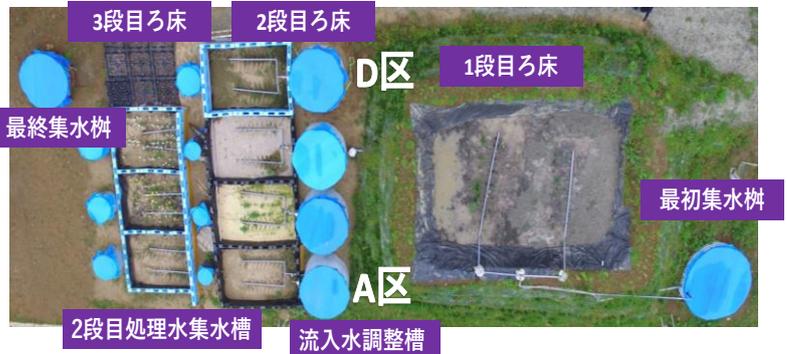


図-1 当該人工湿地航空写真

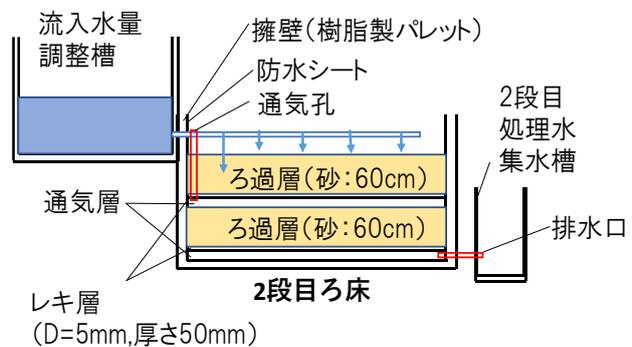


図-2 重層型人工湿地(D区2段目ろ床)断面図

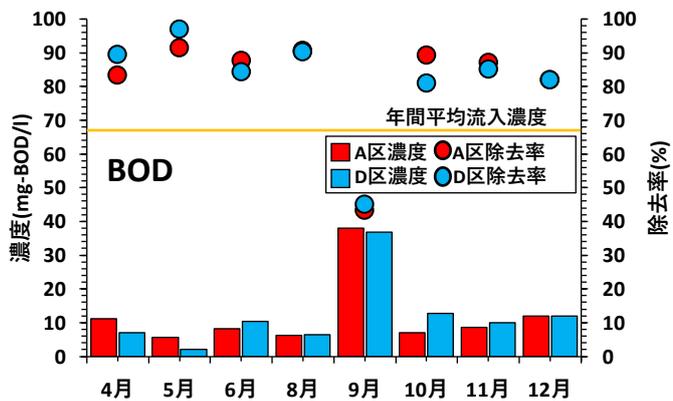


図-3 重層型と多段型のBOD除去性能の比較

キーワード: 人工湿地、重層化、下水浄化性能

本研究では2018年4月から2018年10月までの合計8回分の処理水を分析し、多段型であるA区と重層型であるD区のBOD、TN、NH₄、NO₂、NO₃及びTPの各水質項目を比較し評価した。

3. 結果と考察

多段型と重層型の2つの構造における下水浄化性能についてBOD除去性能を比較した結果を図-3に示す。BODの平均除去率は多段型が82.0%、重層型は81.9%であったことから、面積を多段型の半分とした重層型において多段型と同等のBOD除去性能が得られることを確認できた。

TN及びNH₄除去性能を比較した結果を図-4に示す。T-Nの平均除去率は、多段型が2.7%、重層型が-16.5%となったことから、どちらも窒素を除去することができなかった。一方、NH₄の平均除去率は多段型が92.4%、重層型は93.4%となり、どちらも90%を上回る除去性能を有していたことから、面積を多段型の半分とした重層型において多段型と同等のNH₄除去性能が得られることを確認できた。A区、D区の窒素が除去できていなかった原因を明らかにするため、処理水中の窒素成分に着目すると、図-5に示すように両区ともにNO₃⁻が大部分を占めており、硝化が著しく進行している反面、脱窒が進まなかったことでT-N除去性能が低かったことが明らかとなった。重層型では通気層があるものの地中にろ床を設けているため、多段型より嫌氣的になると考えられたが、脱窒が進行するレベルにはならなかったことが示された。つまり、地中に設けた重層型のろ床は、多段型に劣らず十分に好氣的であったと考えられる。一方、A区では、3段目表層にも植物があるのに対し、D区の3段目は地中に設けているため植物はない。そのため、T-Nの除去性能の差を生み出したのは植物による窒素成分の吸収であることが推察された。

T-P除去性能を比較した結果を図-6に示す。T-Pの除去率は多段型が44.3%であり、重層型は48.6%であった。このことから、面積を半分にした重層型においても、多段型と同等なリン除去が可能であることが確認できた。

4. まとめ

本研究により、重層型人工湿地の下水浄化性能は、BOD、NH₄及びT-Pについて多段型人工湿地と同等であることが明らかとなり、人工湿地の大幅な省面積化が可能であることが示された。

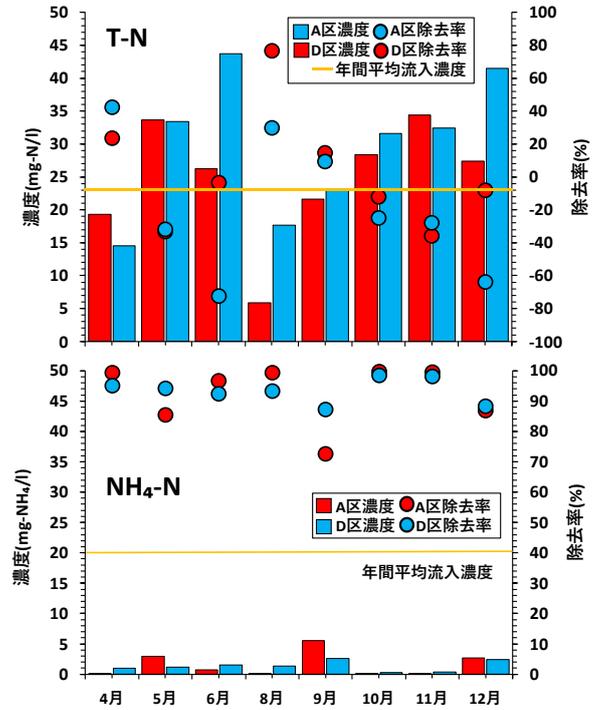


図-4 重層型と多段型の窒素除去性能の比較

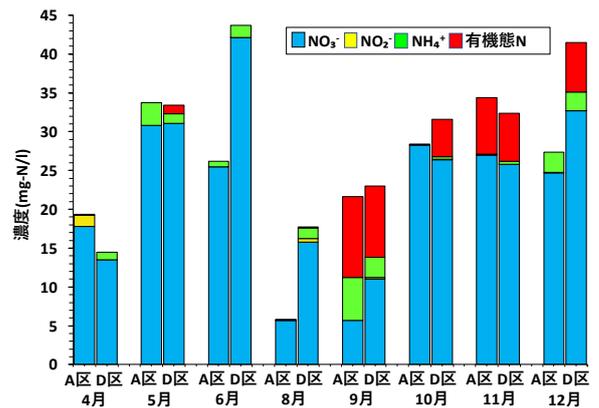


図-5 重層型と多段型の中の窒素成分の比較

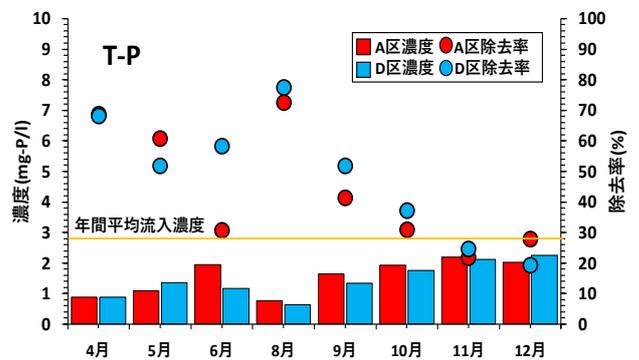


図-6 重層型と多段型のT-P除去性能の比較