

畜産排水を処理する多段鉛直流人工湿地のスタートアップ性能

東北大学工学部

学生会員○千木良純貴

東北大学大学院工学研究科

正会員 中野 和典

非会員 宋 海亮

正会員 千葉 信男

正会員 野村 宗弘

正会員 西村 修

非会員 相川 良雄

1. はじめに

農村などに代表される小規模な集落からなる地域や、社会資本の投資が十分期待されない地方においては、省メンテナンスかつ低エネルギーで、低コストな技術が求められている。

このような背景から、施設建設費、維持管理費が安価で、運転管理に特殊な技術を必要としない水質浄化法である人工湿地法が注目されている。人工湿地法は、土地利用が十分に可能な東北地方に適した技術である。

人工湿地では、物理的なろ過・吸着作用と、生物的な植物による吸収、微生物による分解により水質浄化が行われるが、生物的な機能が不安定なスタートアップ時、あるいはその機能が低下すると考えられる冬季における処理性能を調査した事例は少ない。そのような知見が乏しいことは、人工湿地の、東北地方における次世代の排水処理技術としての導入を阻む要因になると考えられる。

そこで本研究では、2009年6月から東北大学川渡フィールドセンター内で運転を開始した、排水の流入に必要な最低限のエネルギーのみで畜産排水を処理する鉛直流式人工湿地の冬季を含めたスタートアップ年度の処理性能について評価した。

2. 人工湿地の概要と調査方法

本研究で対象とした多段鉛直流人工湿地の概要を図1に示す。総面積111 m²の人工湿地は5段の湿地から構成され、それぞれの段において①植栽・低水位、②無植栽・低水位、③植栽・高水位の3条件に分画されている。6月に30頭の乳牛を飼育する牛舎排水の流入を開始し、8月からそれに加えて乳牛の運動場からの雨天時流出水を入流させた。

サンプリングは、2009年6月14日から12月10日

までの期間行った。人工湿地の全面に牛舎排水を流入させた6月から8月(Test Term)は、各段の出口において、各月1回のサンプリングを行った。①～③の各区画によるローテーション運転を行った9月から12月(Rotation Term)は、各段の出口において、各月3回、各系につき1回のサンプリングを行った。気温、水温および水量は自動測定し、BOD₅、COD、TOC、SS、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-Pを下水試験方法に従って測定した。

3. 結果及び考察

(1)処理水のBOD₅濃度と除去率の推移

気温、水温、流入水量の推移及び流入水と処理水のBOD₅濃度の推移を図2に示す。サンプリングを始めた6月からローテーション運転を開始した直後の9月までは、平均BOD₅濃度が880mg/Lの流入水に対し、処理水の平均BOD₅濃度は1.33mg/Lと極めて良好な除去率が維持され、その除去率を見ても、常に99%を上回っていた。しかし、10月以降では、平均BOD₅濃度が751mg/Lの流入水に対し、流出水の平均BOD₅濃度は49.7mg/Lと上昇し、平均除去率も93.5%に低下した。この要因として、気温・水温の低下に伴う微生物活性

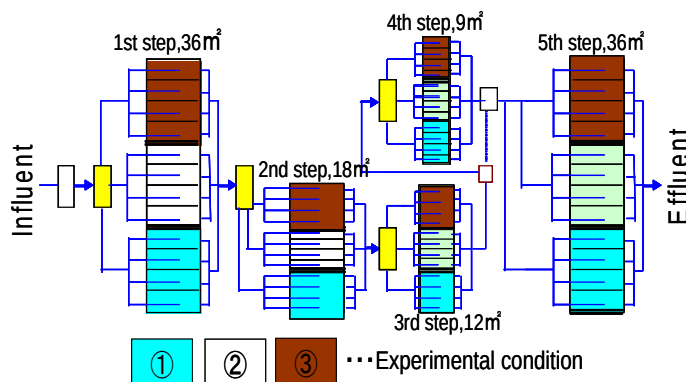


図1 多段鉛直流人工湿地の概要

の低下,あるいはヨシによる吸収力の低下,積算流入水量の増加に伴う湿地基盤材の吸着限界到達等が考えられる。

しかしながら,調査期間中最も悪化した流出水 BOD₅ 濃度も概ね宮城県排水基準を満足するものであり,スタートアップ時や冬季においても水処理施設に求められる性能を有していることが分かった。

(2) 流入負荷, 流入濃度と流出濃度の関係

各段の単位面積当りの BOD₅ 流入負荷 (L_i) に対する BOD₅ 流出濃度 (C_o) をプロットしたグラフを図 3 に示す。安定した BOD₅ 除去能を維持していた 9 月までと,除去率に変動が出てきた 10 月以降で別々に回帰線をとったところ,10 月以降では BOD₅ 流入負荷に対する BOD₅ 流出濃度が全体的に高くなる傾向にあり,気温,水温の低下による影響が大きく出たものと考えられる。また,点線で示した,欧米における 62 ヶ所の鉛直流人工湿地の年平均データの回帰線との比較より,人工湿地はスタートアップ年度であっても良好な BOD₅ 除去能を有しており,冬季はその能力が若干低下することが分かった。

次に各段の BOD₅ 流入濃度 (C_i) に対する BOD₅ 流出濃度 (C_o) をプロットしたグラフを図 4 に示す。安定した BOD₅ 除去能を維持していた 9 月までと,除去率に変動が出てきた 10 月以降で別々に回帰線をとったところ,どちらも BOD₅ 流入負荷に対する BOD₅ 流出濃度のグラフの回帰線より傾きが大きくなった。このことから,スタートアップ時において BOD₅ 除去能は, BOD₅ 流入負荷よりも BOD₅ 流入濃度に左右され易いことが示唆された。つまりスタートアップ時においては湿地面積や流入水量は BOD₅ 流入濃度ほど BOD₅ 除去能に寄与しないと考えられる。また,また欧米における 62 ヶ所の鉛直流人工湿地の年平均データの回帰線と比較すると,本人工湿地の回帰線の傾きが大きいことから,スタートアップ時の BOD₅ 除去能は,それ以後のものよりも BOD₅ 流入濃度に依存しやすいことが示唆された。

4. まとめ

人工湿地がスタートアップ時でも良好な BOD₅ 除去能を持つことが示された。10 月以降では BOD₅ 除去能がやや低下する傾向にあるが,概ね宮城県の排水基準

を満足していたことから,次世代の排水処理技術として十分に期待できるものと考えられる。2 年目以降は,初年度よりも微生物の定着やヨシの成長が見込めるため,水質浄化性能は向上することが予想される。

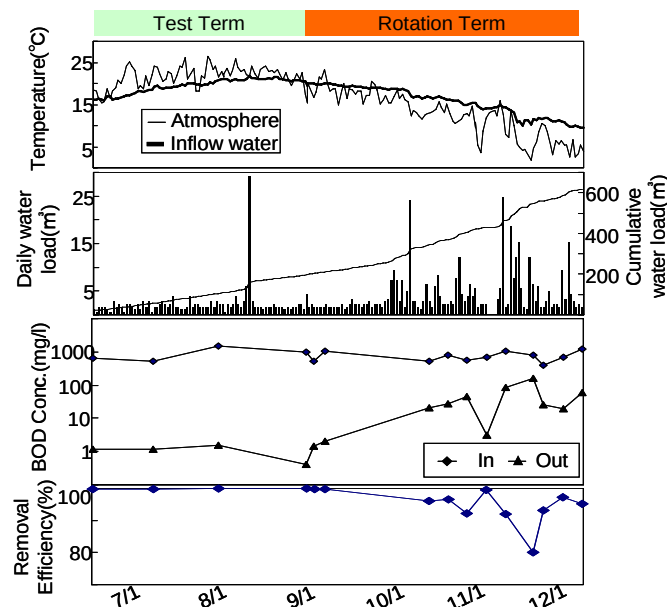


図 2 運転条件及び BOD₅ 濃度と除去率の推移

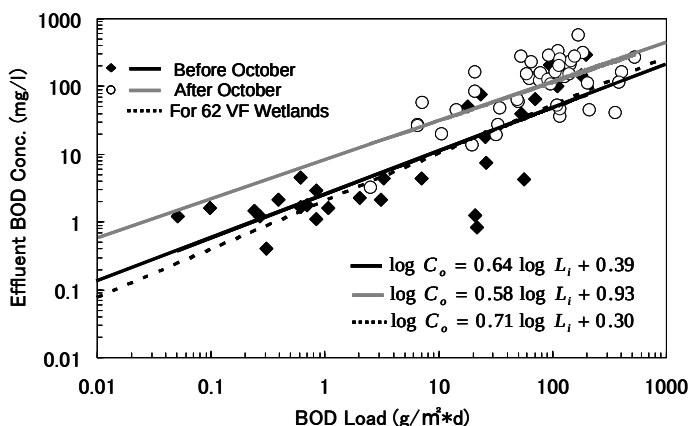


図 3 BOD₅ 流入負荷と BOD₅ 流出濃度の関係

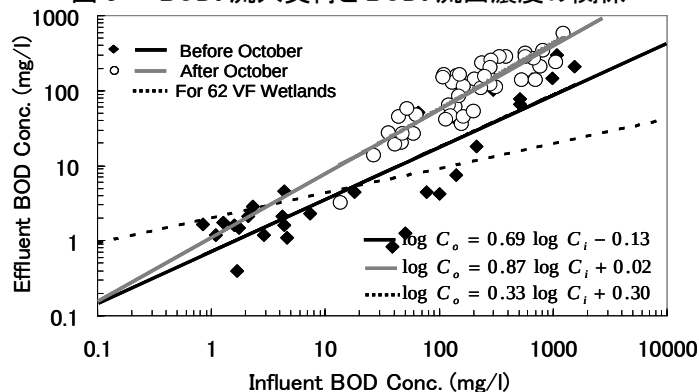


図 4 BOD₅ 流入濃度と BOD₅ 流出濃度の関係

参考文献

- 1) 羽賀清典：尿污水处理の技術課題, 農山漁村文化協会編, 畜産環境対策大辞典, pp.547-551, 1995
- 2) Robert H. Kadlec, Scott D. Wallace: Treatment Wetlands Second Edition, pp.264-266, 2008