

水平流式人工湿地における細菌除去特性の解析

東北大学工学部 学生会員 ○熊井健人
 東北大学工学研究科 非会員 板倉帆希
 東北大学工学研究科 正会員 野村宗弘
 東北大学工学研究科 正会員 坂巻隆史
 日本大学工学部 正会員 中野和典
 東北大学工学研究科 正会員 西村修

1. 研究背景と目的

少子高齢化，地方の過疎化が急速に進行している中で，社会基盤施設の維持管理，更新は重要な問題である．特に下水処理施設については，施設の稼働効率の低下や使用料の減収に伴う経営の圧迫などの問題が考えられ，社会情勢の変化等に応じた効率的かつ適正な整備・運営管理手法を行うことが必要不可欠である¹⁾．一方，浄化槽は個別処理にあたり管きよを必要としないことから，短時間で施工でき家屋が散在する集落において効率的である¹⁾．浄化槽による廃水処理で懸念されることのひとつに，塩素消毒が十分に行われているのかという衛生面での問題がある．また，添加され残留した塩素が環境中に流入し生態系に影響を与えることも懸念される．山田らは残留塩素が巻貝の一種カワニナの行動に影響を与えることを明らかにし²⁾，生態系への影響を避けるために塩素消毒をせずに衛生的安全性を確保する方法の検討を進めるべきであったとした．

塩素消毒を行わずに病原菌を除去することが期待できる汚水処理のひとつとして人工湿地が挙げられる．人工湿地では吸着沈降などの物理的，化学的な除去，捕食や光による死滅などによって細菌が除去される．その中で原生動物による細菌の捕食に関する研究は行われている³⁾ものの，水平流式人工湿地に出現する原生動物数と細菌除去に関する研究は見当たらない．そこで本研究では，細菌除去に関する原生動物の影響を数値的に表現することを目指し，水平流式人工湿地における細菌除去のモデル化と，細菌除去と原生動物の関係について解析を行った．

キーワード：人工湿地 細菌除去 原生動物

連絡先：宮城県仙台市青葉区荒巻宇青葉 6-6-06

2. 方法

1)実験方法

仙台市にある下水処理場の敷地内に水平流式人工湿地の装置を設置し実験を行った．消毒前の処理水をタンクに貯留した後，連続流入(150L/日,滞留時間1日)・植生あり1槽(D系)，間欠流入(75L/日,滞留時間2日)・植生あり(A系)，植生半分(C系)，植生なし(B系)各1槽，計4槽の人工湿地(2m×0.25m×0.3m)でそれぞれ処理を行った．流入水，流下0.5m，1m，2mの処理水を週に1度サンプリングし，大腸菌群数，大腸菌数，腸球菌数をカウントした．また流下0.5m，1m，1.5mの地点で土壌をサンプリングし存在する原生動物の数を調査した．

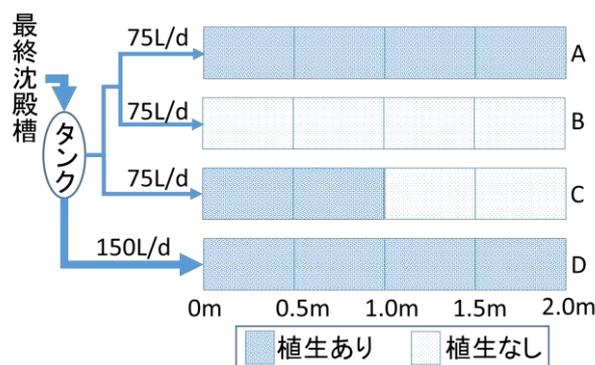


図1 人工湿地の概略図

2)解析

一次元移流拡散方程式に一次反応式を加えたモデルを，実験から得られた人工湿地における細菌数のデータに適用し，死滅係数を算出した．

次に，各地点の原生動物の存在数と細菌数とを各系で比較し，原生動物が人工湿地における細菌除去

東北大学 環境生態工学研究室 022-795-7474

にどのような影響を与えているのかを解析した。

3. 結果

各系で流下位置ごとに細菌数の平均をとり、流入濃度と2m処理水濃度の2点に数値モデルを適用したところ、図2, 3のように0.5m, 1mでの細菌数を上手く表現できなかつた。そのため0~0.5m, 0.5m~1m, 1m~2mの3区間に分割し、それぞれの区間で死滅係数を算出した。その結果、植生の存在により特に流入から0.5mまでの細菌除去能力が高くなることが明らかになった。

次に腸球菌の0~0.5mまでの死滅係数は、間欠流入系で71日目のデータを除いた場合に、0.5m地点の繊毛虫数に相関が見られ、(死滅係数)=3.1×(繊毛虫数)+250の回帰式を得た(図4)。この式から繊毛虫数にもとづく死滅係数を求め、0.5m地点に生残する腸球菌数を計算した。計算値とデータ値とを比較すると(図5)、0.5m地点に生残する腸球菌数を決定係数0.5程度で表現することができた。大腸菌については、A系の大腸菌死滅係数と繊毛虫数とに相関がみられ、(死滅係数)=3.3×(繊毛虫数)+910の回帰式を得た(図6)。腸球菌の場合と同様に0.5m地点に生残する大腸菌数を計算し、データ値と比較した。その結果が図7であり、繊毛虫数にもとづく死滅係数を用いることで生残する大腸菌数を表現できた。

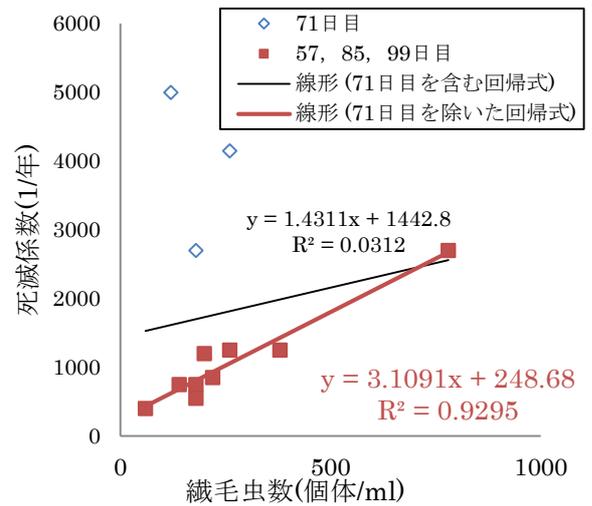


図4 間欠流入系の腸球菌死滅係数と繊毛虫数

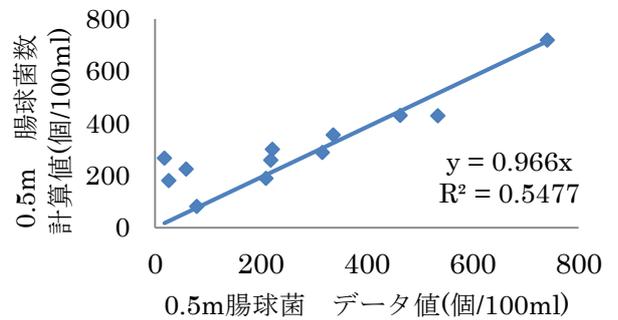


図5 腸球菌数 計算値とデータ値との比較

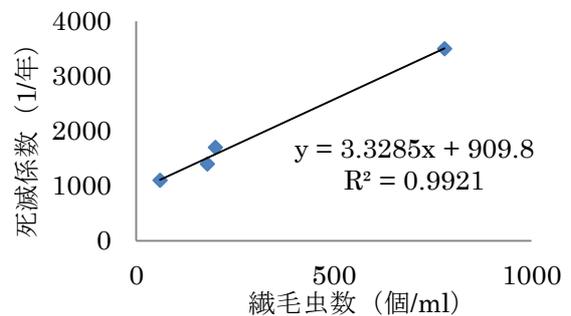


図6 A系の大腸菌死滅係数と繊毛虫数

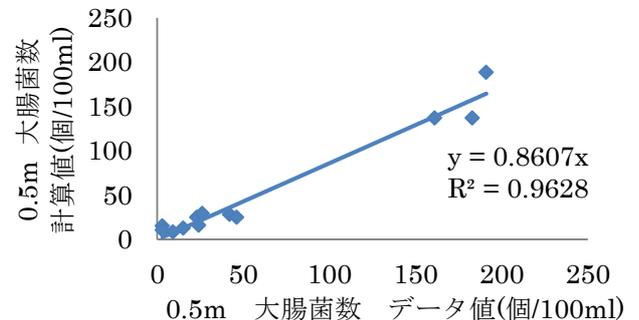


図7 大腸菌数 計算値とデータ値との比較

参考文献

- 1)国土交通省,農林水産省,環境省(2014) 持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル
- 2)西村修(2013) 環境研究総合推進費報告書
- 3)Decamp&Warren(1998) water research, vol32,No.7 pp.1989-1996

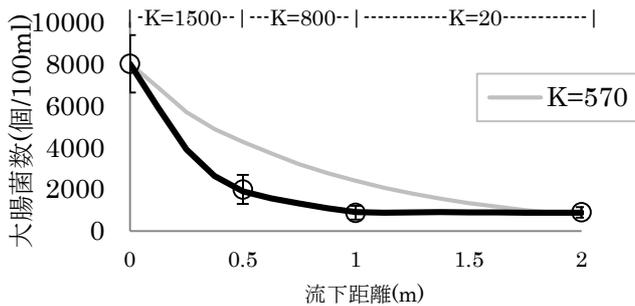


図2 A系の大腸菌数と死滅係数

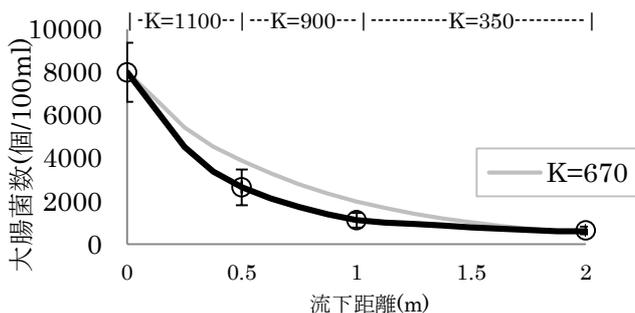


図3 B系の大腸菌数と死滅係数