浄化槽における貯留汚泥の可溶化が処理性能に及ぼす影響

東洋大学大学院　学生会員　○馬　榕
東洋大学　非会員　表　雄太
東洋大学　正会員　山崎　宏史

1. はじめに

現在，日本における生活排水処理施設は，人口密度が高い地域では集中処理である下水道を使用し，人口密度が低い地域では分散処理である浄化槽を使用することが多い．しかし，いずれの処理方式でも，汚水処理に伴い，余剰汚泥が生成される．小型浄化槽は分散処理であるため，生成した余剰汚泥は，１次処理部に１年間貯留する必要がある．一方，岩手県浄化槽協会では岩手県の 40,000 件以上の浄化槽法定検査の結果から，各月の平均水温と平均処理水 BOD 濃度の関係を整理した．その結果，**図１**に示すように，水温上昇期の 4，5 月に処理水 BOD 濃度が高くなり，水質が悪化する傾向が見られる．この現象は，水温の上昇に伴い，浄化槽内に貯留された汚泥の可溶化が原因であると考えられた．

そこで，本研究では，各水温における汚泥可溶化速度を実験で求め，浄化槽における貯留汚泥の可溶化速度から汚泥貯留量及び汚泥可溶化量のシミュレーションを行い，貯留汚泥の可溶化が処理性能に及ぼす影響について検討した．

2. 実験方法

実験は，汚泥の静置状態における可溶化実験を行い，汚泥の TS，VTS および汚泥をろ過したろ液の溶存態 TN，TP，BOD の経日変化を調べることによって，各水温における汚泥可溶化速度を求めた．

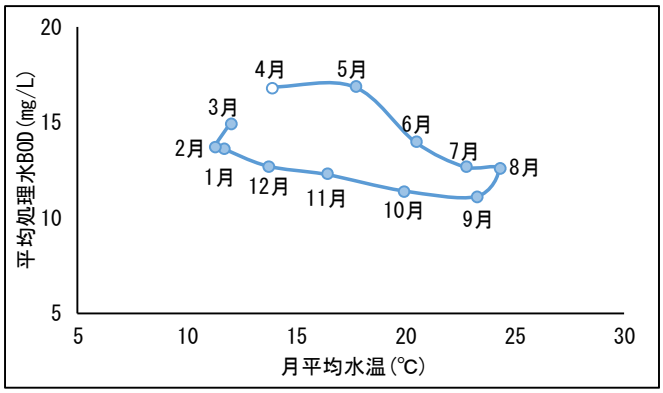

図１　岩手県に設置された浄化槽における各月の平均水温と平均処理水 BOD 濃度の関係 [1)]

実験に用いた汚泥試料は東洋大学川越キャンパスに設置された浄化槽から，余剰汚泥を採取して，実験に供した．採取した汚泥の TS 濃度を約 10,000 mg/L に調整し，2L のポリビンに入れた．空気との接触面積を最小限に抑えるために，プラスチックボールを水面に置き，窒素ガスを入れて，嫌気条件を維持した．それらを，それぞれ 15℃，20℃，25℃，30℃に水温制御できるプールに静置した．実験期間は 15 日以上とし，2 日間に 1 回の頻度でサンプルを採取して，汚泥の可溶化変化を調査した．

実験中，嫌気条件による有機酸の発生により，pHが低下するため，毎回サンプルを採取する際に，汚泥の pH 値を測定し，pH 調整液として水酸化ナトリウム水溶液を汚泥に添加し，pH を 6.8 に維持した．

上記による，各水温における汚泥可溶化速度を求め，アレニウスの式を用いて，汚泥可溶化率(式１)と汚泥可溶化速度(式 2)を求めた．

$$S_a/S_{a0} = \exp(-k_a \cdot t_a) \quad \text{－（式1）}$$

$$k_a = k_{a0} \exp(E_a/R/T_0/T \cdot (T - T_0)) \quad \text{－（式2）}$$

(式１)中，t_aは反応時間（日），S_{a0}はある月に流入した初期堆積汚泥量，S_aはS_0のt_a日後の堆積汚泥量である．(式 2)中，Tは水温(K)，T_0は水温 273(K)，k_aは汚泥可溶化速度(1/日)，k_{a0}は汚泥可溶化速度定数(1/日)，E は活性化エネルギー，R は気体定数=8.314 (J/mol･K) である．

3. 結果と考察

3.1 各水温における汚泥の可溶化実験

図 2 は汚泥可溶化実験の結果を示している．各水温における汚泥 TS 濃度のばらつきが多く，汚泥の可溶化速度を定量化することは困難であった．しかし，同時に測定した溶存態 TP 濃度が増加していることが認められた．

そこで，汚泥可溶化速度を溶存態 TP 濃度の増加量から汚泥 TS 濃度の減少量として換算して求めた．結果は**図 3** に示す．

キーワード　浄化槽，汚泥可溶化速度，堆積量，アレニウスプロット，シミュレーション
連絡先　〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 E-mail:yamazaki058@toyo.jp

© Japan Society of Civil Engineers

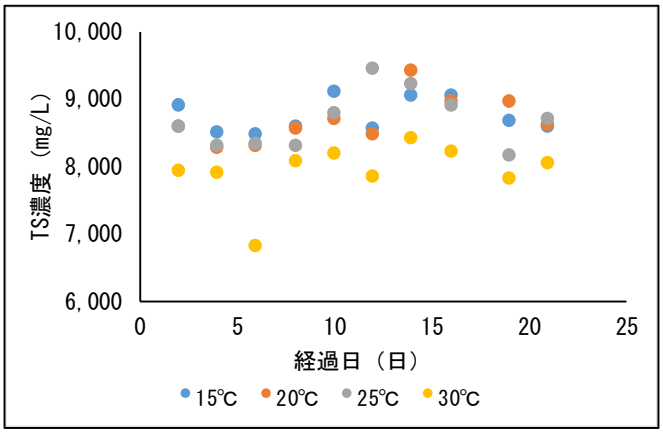

図 2　各水温における TS 濃度の経日変化

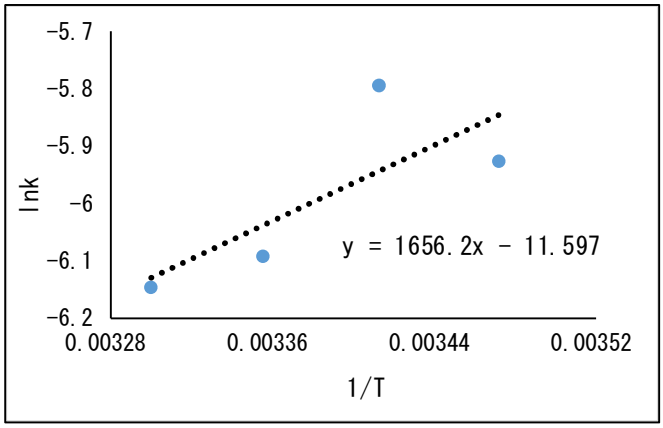

図 4　各水温における汚泥可溶化速度のアレニウスプロット

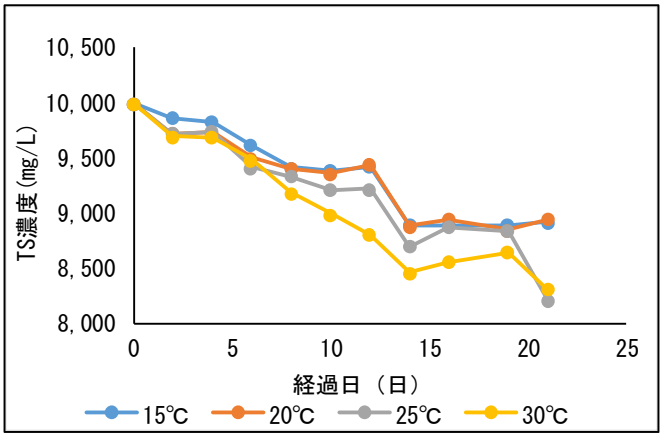

図 3　各水温における T-P から換算した TS の経日変化

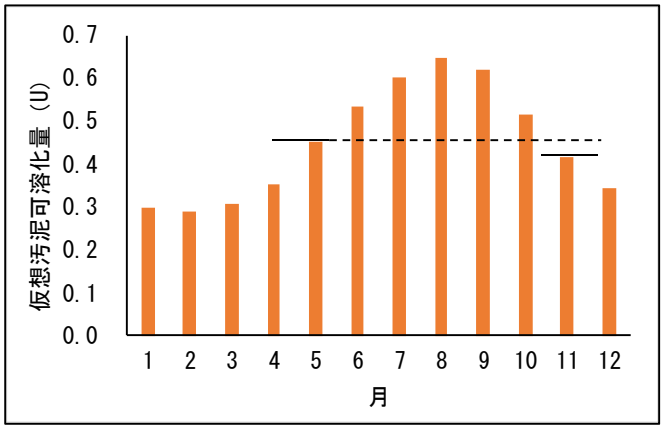

図 5　各清掃月の汚泥可溶化量

3.2 汚泥可溶化速度定数の試算

図 4 は横軸に水温の逆数を設定し，縦軸に**図 3** から求めた各水温における汚泥可溶化速度の対数を設定して，アレニウスプロットを適用した結果である．その結果，可溶化速度定数 k_{a0} は 3.965×10^{-3}（1/日）となった．

そこで，この各水温における汚泥可溶化速度を元に，1 月の間に生成される余剰汚泥量を 1U とし，これらの貯留汚泥が各月の水温における可溶化速度で可溶化すると仮定し，汚泥可溶化量をシミュレーションした．各月における汚泥可溶化量を求めた結果を**図 5** に示す．この図から，水温が低い場合に（2,3 月），汚泥可溶化量が少なく，水温が高い場合に（8.9 月），汚泥可溶化量が多いことが分かった．特に，5 月と 11 月は水温がほぼ同じであるにも関わらず，5 月の汚泥可溶化量が多いため，2 次処理部及び処理水 BOD 濃度が増大した原因と考えられた．これらの結果から，汚泥可溶化量の変化が，浄化槽の処理性能に影響を及ぼすと考えられた．

4. まとめ

本研究では，各水温における汚泥の可溶化による，溶存態 TP 濃度の増加量を汚泥 TS 濃度に換算した変化に基き，アレニウスプロットにより汚泥可溶化速度定数を求めた．その結果汚泥可溶化速度定数は 3.965×10^{-3}(1/日)となった．

水温が低い場合に，浄化槽貯留汚泥の汚泥可溶化量が少なく，水温が高い場合に，汚泥可溶化量が多いことが分かった．また，シミュレーションの結果から，この水温における汚泥可溶化量の変化が，浄化槽の処理性能に影響を及ぼすと考えられた．

参考文献

1)稲村成昭，山崎宏史，西村修：浄化槽における水温の履歴と処理水 BOD との関係解析，水環境学会誌，Vol.36, No.4, pp.123-127 (2013)

© Japan Society of Civil Engineers