

浄化槽における貯留汚泥の可溶化速度が処理性能に及ぼす影響

東洋大学 理工学部 学生会員 ○藤井 啓介
 (公社)岩手県浄化槽協会 正会員 稲村 成昭
 東洋大学 理工学部 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、人々が集中している地域では下水道，家が散在している地域では浄化槽が整備されている。また、いずれの処理施設においても処理過程で、副産物として汚泥が生成される。その中でも、小型浄化槽では浄化槽の1次処理部に汚泥貯留機能を持たせ、汚泥を約1年間貯留できる構造となっている。一方、**図1**は岩手県に設置されている浄化槽における各月の平均水温と平均処理水BOD濃度の関係を示している¹⁾。この図に示すとおり、浄化槽では、水温上昇期である4月、5月に処理水BODが悪化する傾向がある。筆者らはこの原因が、小型浄化槽において貯留させている汚泥の可溶化によるものではないかと考察した。

そこで、この浄化槽汚泥の可溶化速度が水温に影響すると考え、その定量化を試みた。汚泥可溶化速度が水温に依存するとした場合、以下の(式1)で示すアレニウスの式が適用できると考えられる。

$$k_a = k_{a0} \exp(E_a/R/T_0/T \cdot (T - T_0)) \quad \dots (式1)$$

ここで、 T は水温(K)、 T_0 は水温 $0^\circ\text{C}=273(\text{K})$ とし、 k_a は汚泥可溶化速度定数(1/日)、 k_{a0} は水温 0°C における汚泥可溶化速度定数(1/日)、 E_a は活性化エネルギー、 R は気体定数 $=8.314(\text{J}/\text{mol} \cdot \text{K})$ とした。ここで、この汚泥可溶化速度定数 k_{a0} と活性化エネルギー E_a はこの(式1)中の係数であるため、各水温における汚泥可溶化速度を実験で求める必要がある。そこで本研究では、実験により、各水温に対する汚泥の可溶化速度を求め、浄化槽における貯留汚泥の可溶化速度が処理性能に及ぼす影響について、シミュレーションを行った。

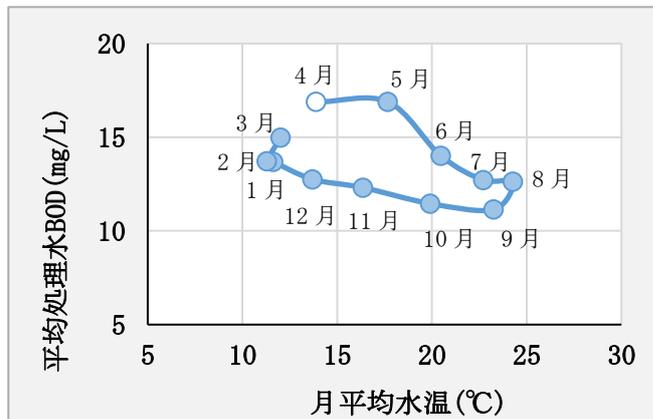


図1 岩手県に設置されている浄化槽における各月の平均水温と平均処理水BODの関係

2. 実験方法

本実験は、各水温による汚泥可溶化の実験を行い、経日的なSS、TS、VTSおよびDT-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DT-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、DBODの変化を併せて調査することにより、各水温における汚泥可溶化速度を求めた。

実験は水温をそれぞれ 10°C 、 20°C 、 25°C 、 30°C に保持した恒温プール内で行った。実験に用いた汚泥試料は東洋大学の川越キャンパス内にある浄化槽より、余剰汚泥を採取した。採取した汚泥のSS濃度を $10,000\text{mg/L}$ に調整した試料を $2,000\text{mL}$ ポリビンに入れ、密閉して嫌気状態とし、恒温プールに浸漬させ、各水温における汚泥可溶化速度を調査した。実験期間は30日以上とし、その間、2日に1回の頻度で、汚泥を採取し、汚泥が可溶化する様子を調査した。また、実験期間中は、嫌気処理のために有機酸蓄積の影響が懸念されたため、採水時にその都度pHを測定し、水酸化ナトリウムをpH調整液とし、適宜、可溶化中の汚泥に投入した。なお、それによる、各水質分析の濃度については補正した。

キーワード 浄化槽 汚泥 可溶化速度

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越 2100 東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 E-mail:yamazaki058@toyo.jp

3. 結果と考察

3.1 各水温における汚泥の可溶化速度実験

図2は各水温におけるTS, VTSの経日変化を示す。この図から、汚泥の直接的な可溶化量を示すTS, VTSの項目では、ばらつきが大きく明確な水温における可溶化速度の差は示せなかった。一方、各水質分析項目のうち、NH₄-N, DT-Nでは、硝化反応や脱窒反応が起こり、水温による影響を示せなかったものの、DT-Pに関しては、経日的な増加が認められた。そこで、本実験では、汚泥可溶化速度をTS, VTSの減少量ではなく、汚泥の可溶化に伴うDT-Pの増加量を用いて評価することにした。

3.2 汚泥可溶化定数の算定

図3は各水温における汚泥の可溶化に伴うDT-P濃度の経日変化を示している。この図から各水温における汚泥可溶化速度を回帰直線で求めた。その結果、各水温10℃, 20℃, 25℃, 30℃における可溶化速度は、それぞれ 2.83×10^{-6} , 8.40×10^{-6} , 4.69×10^{-5} , 4.12×10^{-5} (mg/L/日)となった。この各水温における汚泥可溶化速度の対数をY軸に、水温の逆数をX軸に、アレニウスプロットを適用し、可溶化速度定数と活性化エネルギーを求めた。これら各水温における可溶化速度から、アレニウスプロットを行った結果は図4に示すとおりである。この図の1次式から、水温0℃における汚泥可溶化速度定数 k_{a0} は 5.14×10^{-7} (1/日)となり、活性化エネルギー E_a は、106,234 (J/mol)となった。これらの結果から各水温における汚泥の可溶化速度を定量的に示すことができ、この各水温における汚泥可溶化速度の変化が、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速度をDT-P濃度の増加速度で示すことを試みた。DT-Pの増加速度を元に各水温における汚泥の可溶化速度を求め、アレニウスプロットにより汚泥可溶化速度定数と活性化エネルギーを求めた。その結果、汚泥可溶化速度定数は 5.14×10^{-7} (1/日)、活性化エネルギー E_a (J/mol)は106,234 (J/mol)となった。この各水温における汚泥可溶化速度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。

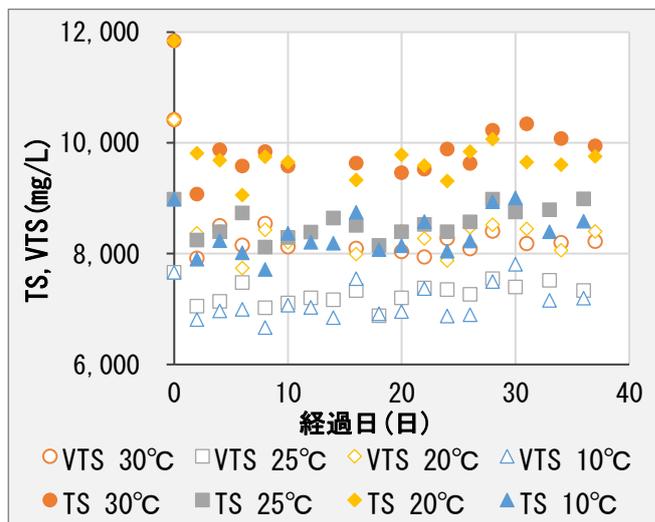


図2 各水温におけるTS, VTSの経日変化

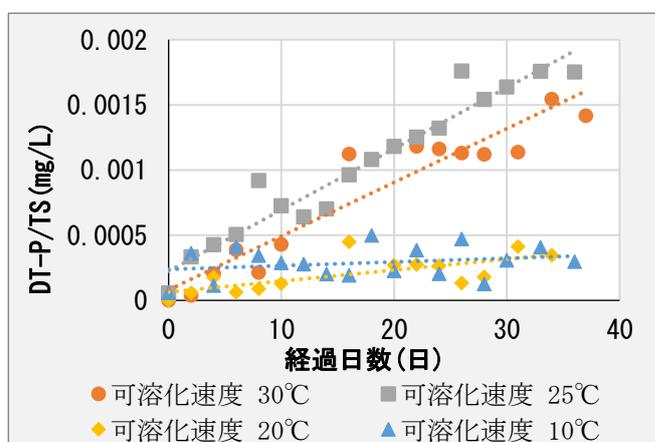


図3 各水温におけるDT-Pの経日変化

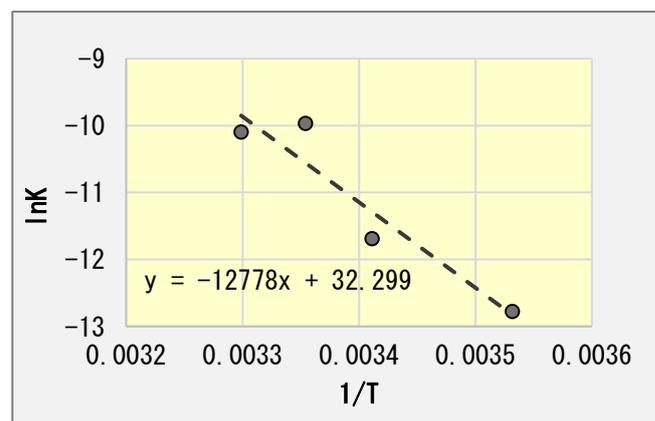


図4 DT-P/TSによるアレニウスプロット

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)