

団粒ろ材を対象とした排水浄化モデルに関する研究

長崎大学大学院 学生員○藤木忠慶 北海道大学大学院 学生員 糸永貴範
 長崎大学環境科学部 中村 剛 長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦

1. はじめに

水質汚濁の問題は、昭和 54 年以来企業や行政による COD を指定項目とした対策が主体であった。しかし近年、水質汚濁の被害者であった我々自身が生活排水などを原因として汚染の加害者へとなりつつある。そのためより省コスト・省スペースの考えに基づいた、一般家庭のような小規模単位でも可能な汚染対策が望まれる。汚染対策を考える上で、汚染浄化装置の浄化能力を量的に知ることは重要である。本研究では、団粒構造の土壤(団粒ろ材)を浄化のための物質として用いた汚水処理装置による実験を基に、省コスト・省スペースに合った汚水の COD 浄化量を表現するモデルの構築を試みた。

2. 排水処理実験 1)

糸永らは種々の土壤をろ材として用いた円筒形の簡易浄化装置を作成し、粒径・処理排水量・充填物質の層厚・実験装置直径を変えて、家庭排水を想定した模擬排水での COD 濃度を測定する浄化実験を行った。実験結果を図-1 に示す。なお、焼赤玉土の粒径は A 1.0mm, B 0.47mm, 排水処理量は 200L/m²/day, 層厚 300mm, 装置直径 120mm である。他の土壤に比べ、団粒ろ材である焼赤玉土と鹿沼土が長期間に亘り高い浄化能力が得られ、小粒径で層厚が増すほど高い COD 浄化率を得た。

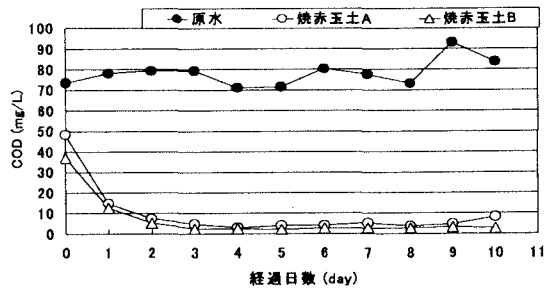


図-1 COD の経時変化

3. モデル化とシミュレーション

3.1 実験データの解析

実験期間を初期(0~2日),中期(3~10日),後期(10日~)と分けた。実験初期および後期では COD 濃度の変化が大きく予測が困難であるため、濃度が安定している中期についてのモデルを考える。一日の COD 浄化量 (COD 濃度の差×流入量×装置断面積)と粒径 r, 層厚 h との関係を見たとこ、COD 浄化量は h の 1 次式として表現できる (図-2, 3)。h=0 のときに汚染浄化量が 0 となることを考えて

$$(COD \text{ 浄化量}) = k \cdot h \quad (1)$$

となる。ただし、k は係数 mg/mm/day である。

3.2 シミュレーション

処理装置内の汚水の浸透を表すため、粒径に相当する厚さ r の n 層からなる円筒形の単純なモデルを考えた (図-4)。i 番目の層での汚染量を Z_i とし、各層における浄化率を α として表すと、i+1 番目の汚染量は Z_{i+1}=(1 - α)Z_i となる。従って、装置

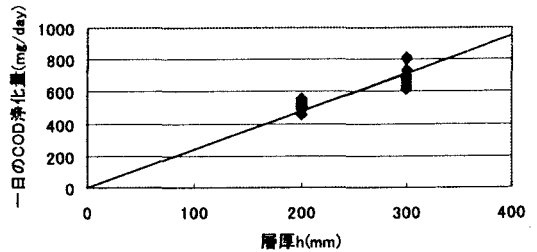


図-2 層厚と COD 浄化量の関係

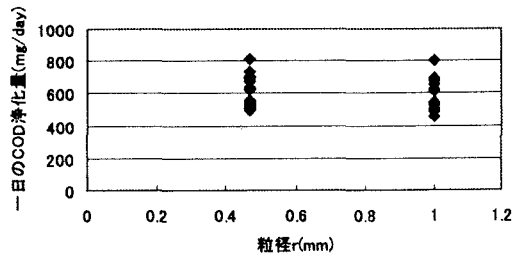


図-3 粒径と COD 浄化量の関係

最下面での汚染量となる Z_n は流入する原水での汚染量 Z_0 を用いて

$$Z_n = (1-\alpha)^n Z_0 \quad (2)$$

$$Z_0 - Z_n = \left\{ 1 - (1-\alpha)^n \right\} Z_0 \quad (3)$$

と表すことができる。式(3)と式(1)とは等置でき、 α を求めることができる。

以上の数式を用いて、原水の汚染量は時間によらず一定という条件の下、セルラー・オートマタ²⁾による COD 浄化シミュレーションを行った。

4. 結果と考察

4.1 シミュレーション結果と実験結果の比較

COD 浄化量のシミュレーション結果と実験結果を図-5 に示す。プロット点は実験値、実線・破線は計算値を表しており、図-5(a)は層厚 $h=300\text{mm}$ 、流入 COD 量 $q=710.8\text{mg/day}$ 、図-5(b)は $h=200\text{mm}$ 、 $q=562.9\text{mg/day}$ を条件として、ろ材の粒径 r を 1.0mm と 0.47mm に変化させている。シミュレーション結果は実験結果に近い値を予測している。

4.2 考察

シミュレーション結果は層厚 300mm 、 200mm ともに実験で得られた COD 浄化量をよく近似している。このことから、本研究で提案したモデル式による予測は排水処理の中期において有用である。またこの期間においては粒径が COD 浄化率に関係することなく、むしろ層厚のみで決定されるということが示された。これは浄化能力が層厚に比例していることを表しており、污水处理施設において高い浄化能力を得るためには、ろ材の大きさではなくろ過の行程の長さがより重要であるという事実を裏付けるものである。

5. 結論

本研究では、団粒ろ材を用いた排水浄化実験の結果を受けて COD 濃度が安定した期間における排水浄化モデルを提案し、シミュレーションによって考案したモデルの有用性を確認した。これより、COD 浄化量に重要なパラメーターを把握し、団粒ろ材を充填した円筒形簡易浄化装置の浄化能力を予測することができた。

<参考文献>

- 1) 糸永貴範, 石崎勝義, 石橋康弘, 棚橋由彦, 蔭 宇静: 生活排水からのリン回収及び再資源化に関する検討, 第 56 回土木学会年次学術講演概要集, 第 7 部, pp.312-313, 熊本, (2001.9).
- 2) Bastien Chopard, Michel Droz: Cellular Automata Modeling of Physical Systems, Cambridge University Press, pp.1-65, 1998.

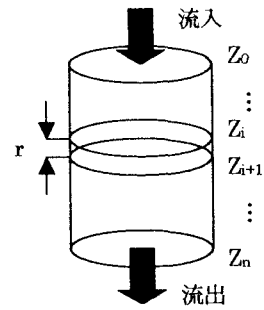
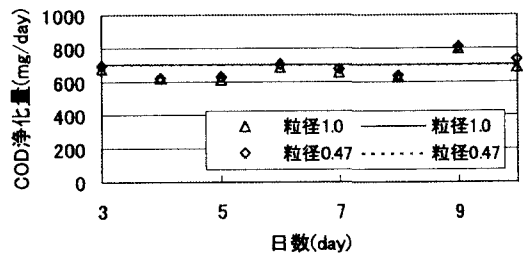
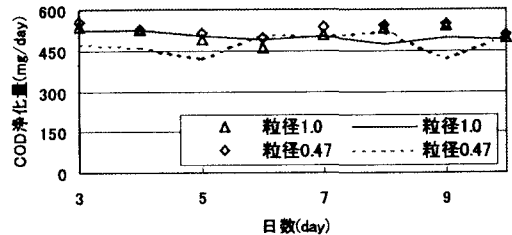


図-4 円筒形モデルの模式図



(a) $h=300(\text{mm})$, $q=710.8(\text{mg/day})$



(b) $h=200(\text{mm})$, $q=562.9(\text{mg/day})$

図-5 シミュレーションと実験の比較