

II-104

活性炭吸着モデルの開発と下水処理における適用性検討

東北大学工学部 学生員○金 徳鎮

正 員 野池達也

1. はじめ

活性炭吸着処理は初期には上水処理に使用されて、下水の高度処理および活性炭の吸着能と生物処理能を組み合わせた生物活性炭を利用した下水処理および廃水処理にも幅広く使用されている。活性炭吸着特性を究明するために多数の研究が行なわれており、主に単一成分あるいは二成分系において吸着現象が究明されている。⁽¹⁾⁽²⁾しかしこれらの吸着モデルは特別な溶質と活性炭の平衡吸着現象の表現であるのでこれらの吸着モデルで種々の物質が混在されて物質間吸着競争の状態になり流入水の濃度などが連続的に変化する現場の活性炭吸着装置の処理能力を予測するには難点が残っている。本研究は物質伝達理論(Mass Transfer Theory)とFreundlich等温吸着式を用いた下水処理場に適用可能な活性炭吸着モデルの開発とその適用性の検討が目的である。

表.1 人工原水組成

Constituent	g / l
Saccharose	45.000
MgSO ₄ · 7H ₂ O	11.250
CuSO ₄ · 5H ₂ O	1.000
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.004
CaCl ₂ · 2H ₂ O	10.000
NaNO ₃ · 2H ₂ O	0.025
FeCl ₃ · nH ₂ O	0.350
MnSO ₄ · 4H ₂ O	0.040
KH ₂ PO ₄	4.387
KNO ₃	36.071

2. 実験方法

1) マイクロカラム吸着装置：Freundlich等温吸着係数とモデルの吸着特性係数を求めるために内径0.8cm、活性炭充填高さ8cmの吸着装置を用いて上向流式でEBCT31分の条件で人工原水を流入した。

2) ベンチカラム吸着装置：内径5cm、活性炭充填高さ80cmのカラムで下水処理場のように流入濃度を変化させながら上向流式でEBCT31分の条件で人工原水を流入した。

3) 表1は人工原水の組成であり、この人工原水を水道水で希釈比率を異なされてCODcr 50-200 mg/lになるように希釈し、pHを7.2に調整して用いた。

3. 活性炭吸着モデルの数学的解析

活性炭吸着塔の物質収支は、

$$\lambda = \frac{[G_s E C - G_s E (C - \Delta C)]}{E (\Delta Z)} \quad (1)$$

ここで λ : 単位体積当たり物質伝達速度 (mg solute/h/m³) E : Columnの断面積 (m²)

G_s : 断面積当たり溶媒の流速 (m³/h/m²)

C : 流入汚染物質の濃度 (mg/m³)

ΔC : 汚染物質の濃度差 (mg/m³)

ΔZ : 微小反応槽の高さ (m)

式(1)を整理するとしき(2)になる。

$$\left(\frac{C_0^{n-1}}{1 + \alpha e^{-U}} \right)^{\frac{1}{n-1}} = C \quad (2)$$

ここで C : 流出水濃度 U 、 α : 吸着特性係数

C_0 : 流入水濃度

t : 通水時間

4. Freundlich等温吸着係数及び吸着特性係数

マイクロカラム実験によるFreundlich等温吸着係数は $1/n$ は0.487であり吸着特性係数を求めるために式(2)を線形方程式へ変換すれば式(3)になる。

$$\ln \left[\left(\frac{C_0}{C} \right)^{n-1} - 1 \right] = \ln \alpha - U \cdot t \quad (3)$$

式(3)から α と U を求めることができる。EBCT31分の結果は図.1に示した。その結果CODの吸着特性係数は各々 $\alpha=54.822$ 、 $U=0.06748$ になる。

5. モデルの計算値と実測値の比較

求めた吸着特性係数とFreundlich等温吸着係数 $1/n$ を式(1)に入れて計算値と実測値の比較検討を行った。その結果を図2に示した。

6. 結論

本モデルは簡単なロジスティック(logistic)関数として吸着現象を数学的に解析しており流入下水の水質変化に対するもモデルの適用性が高いことから下水処理場の活性炭吸着塔の寿命予測と処理能力の予測に利用可能である。

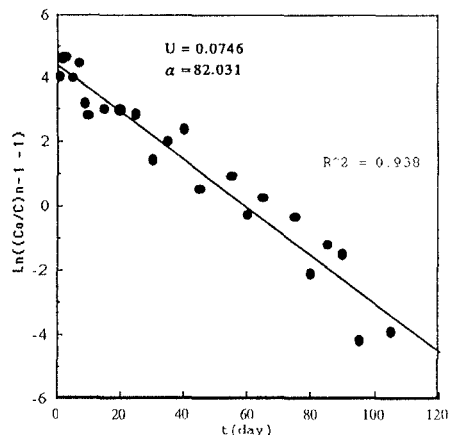


図1 EBCT31分におけるCODの吸着特性係数(α, U)

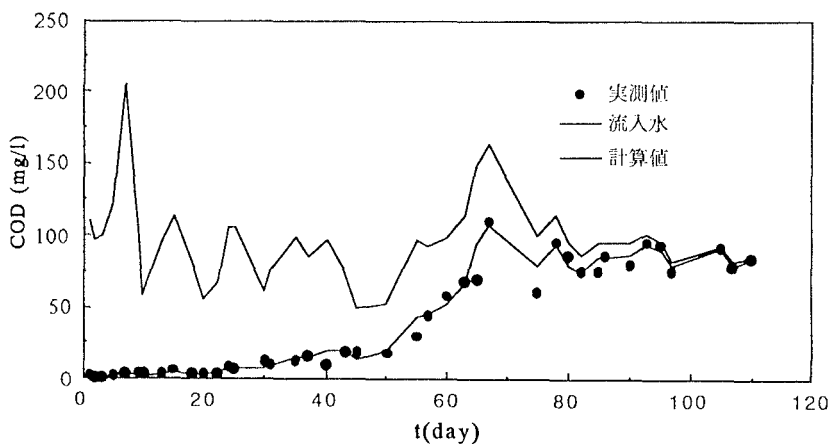


図2 EBCT31分におけるCODの計算値と実測値の比較

参考文献

- (1) Crittenden, J.C., and Waber, W.J., Jr., " Predictive Model for Design of Fixed-Bed Adsorbers; Parameter Estimation and Model Development," Journal of Environmental Engineering Division, ASCE, Vol.104, Apr., 1978
- (2) Lee, M. C., Snoeyink, V. L., and Crittenden, J.C., " Activated Carbon Adsorption of Humic Substances, " Journal of American Water Works Association, Vol.73, Aug.6, 1981