

住友金属工業 正 安福春章
京都大学工学部 正 宗宮 功
京都大学工学部 正 河村清史

1. はじめに

都市下水中に多量に存在する浮遊性有機物は、活性汚泥と混合されると、もはや物理的に区別できず、MLSSを構成する有機物は、基質に相当する有機物(これを浮遊性基質とする)とこれを代謝する微生物群から成っているとみなせる。われわれはすでに、浮遊性基質の挙動を正しく評価して、活性汚泥の有機物浄化機構を検討するため、生物量をDNAで評価することを試みた¹⁾。本報告は、溶解性基質と浮遊性基質の現在する一般的な系での提出モデルの適用性を検討することと、バイロットプラントを用いた連続処理系での基質とDNAの消長について検討するものである。なお、有機物を重クロム酸カリウム法CODで把握しているが、使用している用語の関係を図-1のとおり。

2. 溶解性、浮遊性基質混合系での浄化モデルの適用

既報論文¹⁾において、通常の下処理系では、溶解性基質と浮遊性基質の挙動を重ね合わせるものとして、それぞれをCODで把握し、(1)式の成立を仮定した。

$$\left. \begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} &= -k_1 \cdot C_1 \cdot \text{DNA} \\ \frac{dC_2}{dt} &= -k_2 \cdot C_2 \cdot \text{DNA} \\ \frac{d\text{DNA}}{dt} &= \alpha \cdot k_1 \cdot C_1 \cdot \text{DNA} + \alpha \cdot k_2 \cdot C_2 \cdot \text{DNA} - k_3 \cdot \text{DNA} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここで、DNA=DNA濃度、 C_1 =溶解性基質COD濃度、 C_2 =浮遊性基質COD濃度、 $k_1, k_2 = C_1, C_2$ に関する代謝速度定数、 α =代謝COD量の合成DNA量への換算係数、 k_3 =自己分解速度定数、である。

(1)式の適用性を検討するため、最初期に生汚泥と超音波破壊したもの、水洗した返送汚泥を混合し、ば、負した。ば、分解後、任意にサンプリングを行ない、DNA(Bostonの変法)、全COD、溶解性CODを測定した。結果を実験条件とともに図-2に示す。初期におけるCODのすやかな減少と、DNAの増加が顕著である。

前論文では、これについて、初期の浮遊性基質の代謝とDNAの合成、その後のDNAの分解を中心とする自己分解を考えた。また、その仮定のもとで決定した $\frac{\text{DNA}}{\text{浮遊性COD}} = 0.03$ を生物にかかわるCODとDNAの関係とし、 $(\text{全COD} - \frac{\text{DNA}}{0.03})$ を浮遊性基質CODと考えた。同様の考えで溶解性基質CODの初期値を定め、すでに示した諸係数を利用して、(1)式に従って計算すると図-2の点線のようになり、パターンは説明するが実験値とすれた。汚泥と基質の違いにもづくと思われ、 k_1 が大きく α が小さいと思われる。図-2の実線は、実験値から近似的に求めた $k_1 = 0.03 \times 10^{-4} (\text{1/DNA} \cdot \text{mg/L} \cdot \text{hr})$, $k_2 = 8.75 \times 10^{-4} (\text{1/DNA} \cdot \text{mg/L} \cdot \text{hr})$, $\alpha = 0.017$ を利用して(1)式に従って計算したものである。DNAに若干の相違があるが、(1)式では現象を説明しうる。

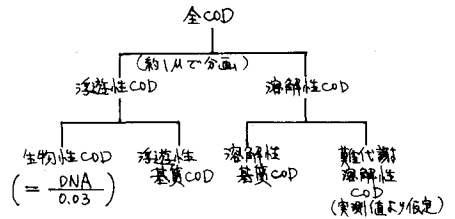


図-1 CODの分類

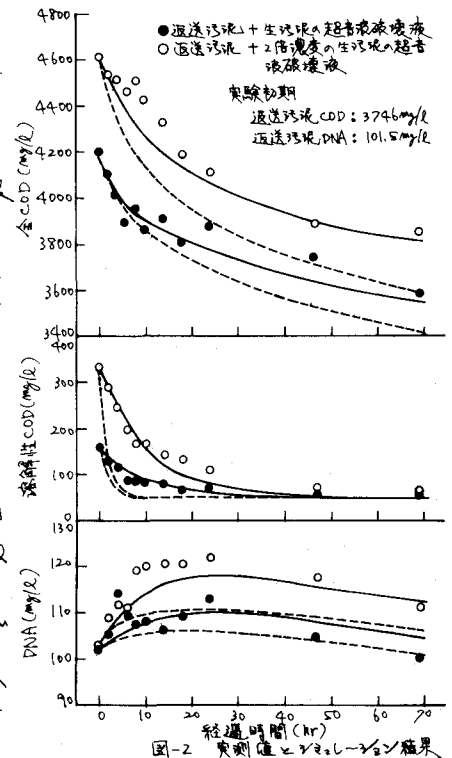


図-2 実験値とモデル計算結果

3. 10パイロットプラントにおける下水処理実験

連続的に下水処理する系における浮遊性基質やDNAの挙動を検討するため、図-3に示す10パイロットプラントで都市下水を処理する実験を行った。

実験方法 〇市下水処理場の返送汚泥を装置に入れ、同処理場流入下水を簡単に沈殿後、上澄液を導いた。流入水量を9.8hrに操作し、100%返送で2日間ものならし運転の後、約1回の採水を行った。流入水は1時間毎の2時間分を等量コホレントレ、ばく気槽混合液は2時間毎に採水し、流出水は2時間分をバグで試料とした。物質収支を正しく把握する目的で、最終沈殿池では、2時間ごに完全混合した後の混合液を試料とした。分析は全COD、溶解性COD（東洋濾紙No.5c濾液）、DNAを用いて行った。

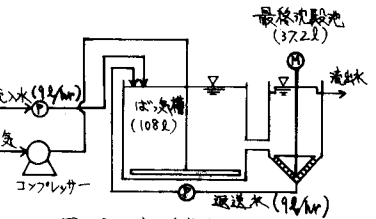


図-3 実験装置図

表-1 水質データ

項目	流入水	ばく気槽混合液	最終沈殿池混合液	流出水
全COD	最大値 225.1 最小値 90.1 平均値 153.0	3800 3535 3685	2201 1374 1747	23.9 19.1 21.5
溶解性COD	最大値 70.8 最小値 26.9 平均値 45.7	14.7 10.5 13.2	22.3 10.7 14.6	15.1 11.1 13.2
浮遊性COD	最大値 159.6 最小値 52.1 平均値 107.3	3786 3523 3652	2186 1362 1722	11.0 3.0 8.3
浮遊性基質COD	最大値 120.8 最小値 31.1 平均値 77.9	473 528 575	357 161 246	(1.6) (0.5) (1.2)
DNA	最大値 1.44 最小値 0.43 平均値 0.87	96.1 99.0 92.9	54.8 34.1 44.6	(0.28) (0.08) (0.21)
DNA浮遊性COD	最大値 0.0121 最小値 0.0054 平均値 0.0085	0.0257 0.0257 0.0257	0.0275 0.0242 0.0257	(0.0257)

実験結果と考察 測定結果の最大値・最小値・平均値を表-1にまとめる。流入水中には、簡易沈殿後水というところもあり、浮遊性CODが9%、全CODに対する割合は平均7%あり、また、0.43~1.44mg/LのDNAが存在し、 $\frac{DNA}{浮遊性COD} = 0.03$ の割合に相当する量の浮遊性CODを生物性CODとみなすと143~480mg/Lが存在するところなり。平均で全CODの19%であり、つまり、本下水では全CODの30%が溶解性COD、50%が浮遊性基質COD、20%が生物性CODと推定される。なお、流出水については、浮遊性CODに対するDNAの割合が最終沈殿池沈泥のそれと等しいとみなすと平均0.21mg/LのDNAと7.0mg/Lの生物性CODがある。

最終沈殿池沈泥濃度は沈殿池を均一にしたところのものであるため、ばく気槽汚泥濃度は少なくなっているが、両沈泥のDNA/浮遊性CODはほぼ等しく0.03に近い。系内の汚泥のDNA/浮遊性CODはばく気槽汚泥・最終沈殿池沈泥の単なる平均とするところ0.0255となり、浮遊性CODの約85%が生物性CODで、およそ15%が浮遊性基質CODであるとみなせる。各指標の24時間分の流入・流出負荷量、両者の差の正味流入負荷量を表-2に示す。全COD、溶解性CODは、流入負荷量の14%、28%に相当する量が流出しているが、浮遊性基質CODは14%にしかすぎない。また、DNAは25%に相当するものが加流出している。

表-2 流入・流出負荷量 (g)

	全COD	溶解性COD	浮遊性COD	DNA	生物性COD	浮遊性基質COD
流入負荷量	30.99	9.55	21.44	0.164	5.48	15.16
流出負荷量	4.25	2.14	1.61	0.041	1.38	0.23
正味流入負荷量	26.74	6.91	19.83	0.123	4.10	15.73
流入/流出	0.137	0.276	0.075	0.252	0.252	0.014

表-3 系内存在量と流入・流出量のこれに対する比

	全COD	溶解性COD	浮遊性COD	DNA	生物性COD	浮遊性基質COD
系内全量	448.0 g ~483.3	1.7 g ~2.2	446.1 g ~481.2	11.42 g ~12.11	370.3 g ~403.7	65.9 g ~78.7
流入負荷量	0.064	9.34	0.046	0.0136	0.0136	0.203
系内全量	~0.067	5.62	0.048	~0.0144	~0.0144	~0.244
正味流入負荷量	0.055	3.14	0.041	0.010	0.0080	0.200
系内全量	~0.060	~4.06	~0.044	~0.011	~0.011	~0.241

系内の各指標の存在量を表-3にまとめる。表-3には、流入・流出負荷量、正味流入負荷量のこれに対する割合も示す。流入負荷量は系内存在量に對して、溶解性CODで約5倍、浮遊性CODでは約5%に相当する浮遊性基質CODで約22%であり、つまり、溶解性CODは全日分、浮遊性CODは4.5日分が系内にあり、2時間あたりの流入負荷量の系内量に対する割合は溶解性CODで0.21~0.58、浮遊性基質CODで0.011~0.026の範囲にあり、後者の負荷変動は系に大きく影響しないことが推定される。DNAについては、1日当りの流入負荷量は存在量の14%であり、正味流入負荷量は1%程度であり、持ちこたえ分は少ないことがわかる。

4. おわりに

浮遊性有機物・基質として評価する場合の考え方や、そのように考えたときの下処理過程での基質やDNAの量的関係の1例を示した。今後、より実証的な系での検討を必要とする。最後に、実験に協力していただいた京都大学工学部衛生工学科大学院生の駒谷明博、有賀晴則両君に感謝します。

<参考文献> 1) 宗宮、河村、安福、駒谷 浮遊性汚泥の浮化機構に関する研究、第14回衛生工学研究討論会講演論文集 (1978)