

# 活性汚泥法による廃水処理効果について

河 合 逸 朗 ・ 梅 田 孝 男

## Wastewater Treating Effect owing to Activated Sludge Process

Itsuro KAWAI and Takao UMEDA

Most of the wastewater treating in Japan is dependent on the activated sludge process. However, many problems concerning this process still remain as regards both the control and maintenance. The present paper deals with COD (Chemical Oxygen Demand) - loading amount as one of the operating factors to the activated sludge process.

According to the results obtained, the rates of COD-removal at 25 °C were 87.5 % and 80.0 % for COD-loading amount 0.1 kg / MLSS·day (pH 6.2) and COD-loading amount 0.5 kg / MLSS·day (pH 7.2), respectively. Also, the relationship between the COD-loading amount and the rate of COD-removal was discussed on the basis of the data obtained.

### 1. 緒 言

自然界における物質循環のバランスは、常に良好な状態に保たれているが、人為的汚染により自然浄化能力を越える汚濁物質が流入されると、自然環境は破壊されていく。破壊がいちじるしく表れるのは湖沼や河川であり、これらの水域における水質汚濁は投入される汚染物質の量によって、極めて明瞭な変化を示す。

これらのことから、現在では各分野において多くの廃水処理方法が開発・実用化されている<sup>1, 2)</sup>。この中で活性汚泥法は自然浄化作用を人工的に促すものであり、処理用途は広く現在あらゆる分野において活躍している。しかし、近年、廃水成分の多様化や処理負荷量の激変等、常に良好な状態で維持することは難しく、問題点も多いのが現状である。

本研究では、活性汚泥処理試験を連続実験で行い、COD負荷量 (kg/MLSS · day) の変動による廃水のCOD (化学的酸素消費量) 除去率について検討した。

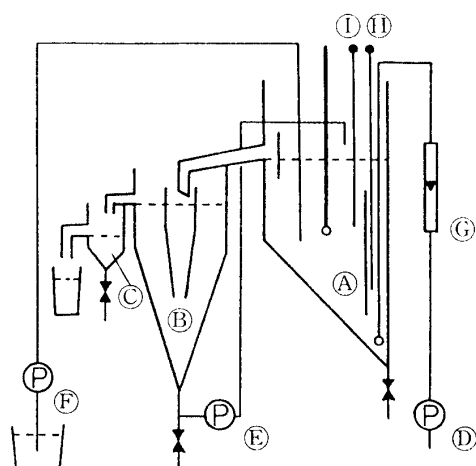


Fig. 1. Treating apparatus of activated sludge

A: Aeration tank, B: precipitation tank,  
C: preliminary tank, D: air pump,  
E: return sludge pump, F: wastewater feed pump,  
G: flow meter, H: heater, and I: sensor.

## 2. 実 験

### 2-1 試薬及び実験装置

人工廃水調製用試薬，ならびに分析用試薬は，すべて JIS Special Grade を使用した。

活性汚泥連続処理実験装置は，住友化学工業社製の Biotex-W を用いた。(Fig. 1. 処理能力：25 ℓ/day，曝気槽容積：7.5 ℓ，沈澱槽容積：4.8 ℓ，原水フィードポンプ排出量：2 ℓ/h，エアーポンプ排出量：12 ℓ/min)。

### 2-2 人工廃水の調製法

本研究では，濃度調製の容易さと，廃水成分の均一性を考え，グルコースを主成分とする有

Table 1. Component substances of artificial wastewater

Compound	Concentration (x 10 <sup>-3</sup> g/l)
Glucose	500.0
Dipotassium hydrogen phosphate	5.0
Potassium dihydrogen phosphate	2.3
Disodium hydrogen phosphate	4.8
Ammonium chloride	46.9
Magnesium sulfate	10.9
Iron (II) chloride	0.1
Calcium chloride	27.5
Polypepton	150.0

Solvent: Water.

機性廃水を用いた (Table 1)。この Table をもとに廃水 1 ℓ を調製した場合の各濃度は，COD 約 400 ppm，Total-N 32 ppm，Total-P 35 ppm になる。今回用いた廃水濃度は低濃度 (COD 125 ppm) から高濃度 (COD 1250 ppm) までの 5 段階である。

なお，廃水の pH は塩酸及び，水酸化ナトリウムで pH=7 に調製した後，COD の経時的変化を抑制する為に低温保管 (2~3 °C) した。

### 2-3 活性汚泥連続処理実験及び，分析

本研究において用いた活性汚泥は，終末処理場 (福井市) から排出される，余剰汚泥を種菌と

したものである。

今回の実験では余剰汚泥を投入後、約 2 週間の順養期間を置き、活性の安定を確認した後、Table 2 に示す実験条件で連続処理を行なった。すなわち、廃水濃度以外の負荷変動要因は固定し一定条件のもとで、負荷の変動が及ぼす COD 除去率への影響を求めた。実験方法は次の通りである。COD 負荷量  $0.25 \sim 2.50 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{day}$ 、 $0.125 \sim 1.25 \text{ kg/MLSS} \cdot \text{day}$  間の 5 段階 (Table 3) を 5 日間単位で順次処理を行ない、廃水及び処理水の COD 濃度を毎日 1 回測定した。

Table 2. Experimental conditions of wastewater treating

Flow rate of wastewater	14.0 l/day
Hydrogen-ion concentration	7.0 pH
Aeration	2.0 l/min
Volume of aeration tank	7.0 l
Aeration time	12.0 hr.
Retention time of precipitation tank	8.5 hr.
MLSS	2000.0 mg/l

Table 3. Relationship between wastewater concentration and COD-loading amount

Wastewater concentration (ppm)	COD-loading amount	
	( $\text{kg/m}^3 \cdot \text{day}$ )	( $\text{kg/MLSS} \cdot \text{day}$ )
125	0.25	0.125
250	0.50	0.250
500	1.00	0.500
750	1.50	0.750
1250	2.50	1.250

また、本装置における実験条件を維持する為の、汚泥返送率 (R) 及び、汚泥返送比 (r)、汚泥容量指標 (SVI)、曝気時間 (T) は次式により求めた。<sup>3)</sup>

$$R = \frac{100 \times SV}{100 - SV} \quad SV: 30 \text{ 分汚泥沈降率} (\%)$$

$$r = \frac{C_A - C_P}{C_R - C_A} \quad \begin{array}{l} C_A: \text{曝気槽内 SS 濃度 (ppm)} \\ C_P: \text{流入廃水の SS 濃度 (ppm)} \\ C_R: \text{返送汚泥の SS 濃度 (ppm)} \end{array}$$

$$SVI = \frac{SV}{MLSS} \times 10^4 \quad MLSS: \text{曝気槽内の汚泥濃度 (ppm)}$$

$$T = \frac{V}{Q} \quad \begin{array}{l} V: \text{曝気槽容量 (m}^3\text{)} \\ Q: \text{流入水量 (m}^3\text{/h)} \end{array}$$

なお、曝気槽中における DO（容存酸素）分析及び、廃水・処理水の COD 分析は全て JIS に基づく方法で行なった。<sup>4)</sup> すなわち、COD 分析については過マンガン酸カリウム酸性法を、また、DO 分析についてはウインクラール・アジ化ナトリウム変法をそれぞれ用いた。

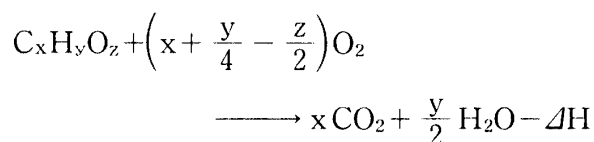
### 3. 結果と考察

#### 3-1 負荷変動が及ぼす処理水への影響

活性汚泥法は、種々の微生物 (*Zoogloea ramigera*, *Vorticella*, *Leptomitrus*...) から成る,<sup>5, 6)</sup> フロック状の生物増殖体と、有機性廃水とが接触することによって、吸着（凝集）と同時に酸化分解が行われると言われている。

これらの反応は、次のように説明することができる。<sup>7)</sup>

##### ・有機物の酸化反応



##### ・細胞質の合成反応

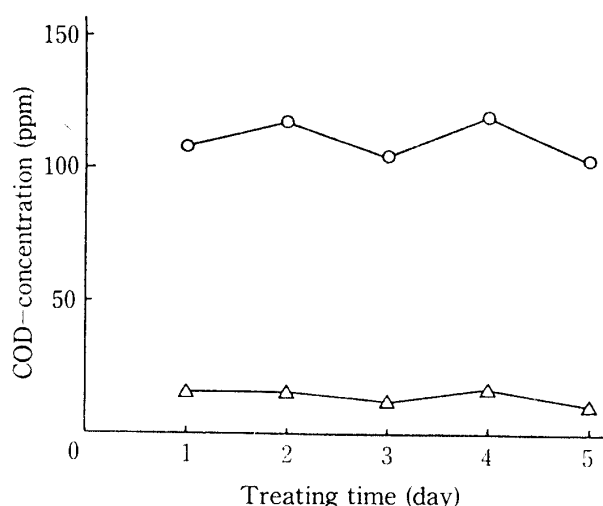
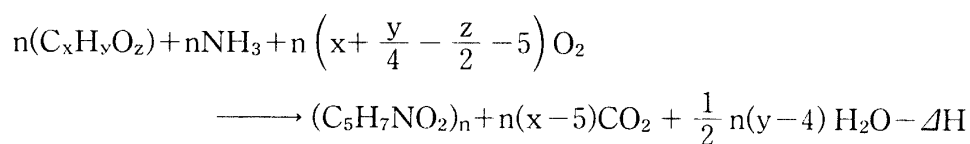
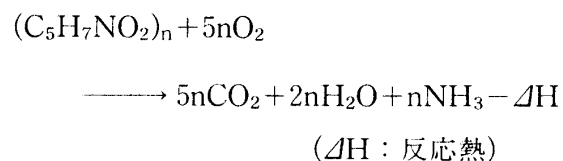


Fig. 2. Relationship between COD-concentration and treating time

COD-loading amount: 0.11 kg/MLSS·day. flow rate of wastewater: 14 l/day. MLSS: 2000. aeration time: 12 hour. retention time of precipitation tank: 8.5 hour. aeration: 2.0 l/min.

○: wastewater, and △: treating water.

##### ・細胞質の体内呼吸反応



以上の様に、活性汚泥法における、汚泥のはたす役割はひじょうに大きく、これらの事から COD 負荷量 (kg/MLSS·day) が及ぼす、処理水の COD 濃度 (ppm) への影響について検討した。

Fig. 2 は、COD 負荷量 0.11 kg/MLSS·day における 5 日間の廃水の COD 濃度 (ppm) と、処理水の COD 濃度 (ppm) の関係を表わしたも

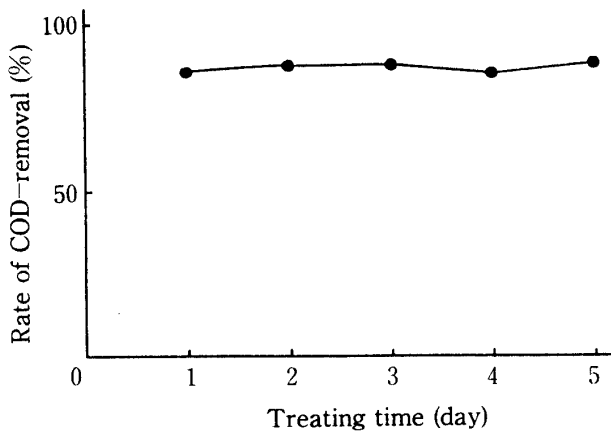


Fig. 3. Relationship between rate of COD-removal and treating time  
COD-loading amount: 0.11 kg/MLSS·day. flow rate of wastewater: 14 l/day. MLSS: 2000. aeration time: 12 hour. retention time of precipitation tank: 8.5 hour. and aeration: 2.0 l/min.

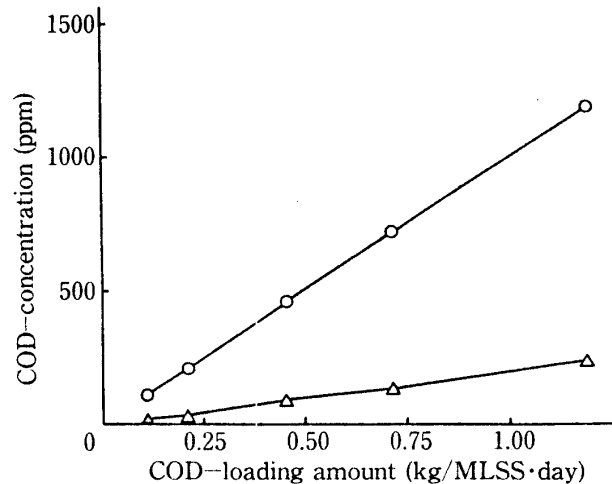


Fig. 4. Relationship between COD-concentration and COD-loading amount  
Flow rate of wastewater: 14 l/day. MLSS: 2000. aeration time: 12 hour. retention time of precipitation tank: 8.5 hour. aeration: 2.0 l/min.  
○: wastewater, and △: treating water.

のである。廃水の濃度に 5 ppm 前後の上下動が見られたが、これは、COD の経時的変化によるものと考えられる。ここでは、COD 負荷量が低いことから、処理水濃度は約 15 ppm と低く推移した。この結果、Fig. 3 に示すように COD 除去率は 86 % ~ 90 % という良好な値を得た。

Fig. 4 は COD 負荷量を上昇させた場合の廃水と処理水の COD 濃度を示したものであり、測定値は個々の COD 負荷量における 5 日間の廃水と、処理水のそれぞれの COD 濃度の値を平均したものである。負荷の上昇に伴い処理水濃度は若干の上昇傾向が見られたが、勾配は低く、COD 負荷量 1.19 kg/MLSS·day までの処理水の COD 濃度との関係は、ほぼ直線を示した。尚、最高 COD 負荷量 1.19 kg/MLSS·day 時における、COD 除去率は 80 % (平均) を示した。

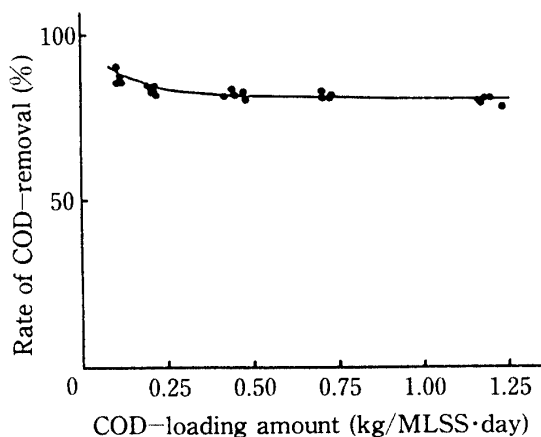


Fig. 5. Relationship between rate of COD-removal and COD-loading amount  
Flow rate of wastewater: 14 l/day. MLSS: 2000. aeration time: 12 hour. retention time of precipitation tank: 8.5 hour. and aeration: 2.0 l/min.

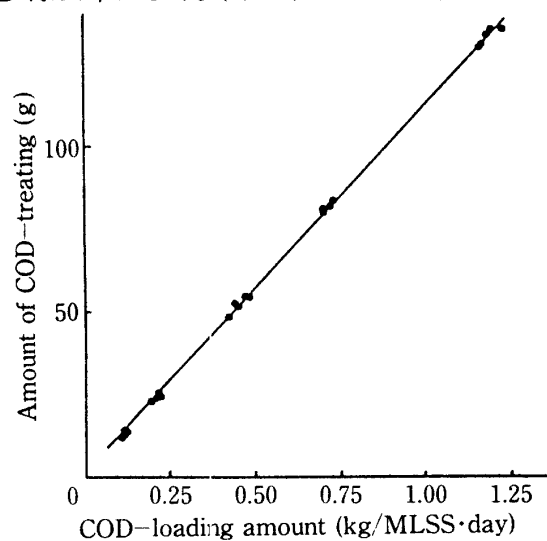


Fig. 6. Relationship between amount of COD-treating and COD-loading amount  
Flow rate of wastewater: 14 l/day. MLSS: 2000. aeration time: 12 hour. retention time of precipitation tank: 8.5 hour. and aeration: 2.0 l/min.

### 3-2 負荷変動が及ぼす除去率への影響

Fig.5は種々のCOD負荷量における、COD除去率の変化を示したものである。COD低負荷量0.11~0.45 kg/MLSS・day間における除去率の低下は10%であり、負荷の増加が及ぼす除去率への影響は大であった。

しかし、COD負荷量0.71~1.19 kg/MLSS・day間における、除去率への影響は認められず、除去率80%で一定値を保った。この事はFig.6における負荷変動に対するCOD処理量(g)の関係が一定の傾きであることと共通する現象である。このことは実験を行なった廃水処理が、装置に対する処理能力の限界値以内の負荷値であったことを、表わしているものと考えられた。また、最低COD負荷量0.1 kg/MLSS・day,最高COD負荷量1.24 COD kg/MLSS・day時における、それぞれの除去率は90%, 77.9%であった。

## 4. 結 言

活性汚泥法による処理効果は高く廃水のCOD濃度110.3 ppm, 210.5 ppm, 456.5 ppm, 714.5 ppm, 1192.0 ppmに対する、処理水のCOD濃度はそれぞれ14.3 ppm, 35.0 ppm, 84.3 ppm, 133.5 ppm, 242.9 ppmであった。低負荷時における、除去率への影響は顕著でありCOD負荷量0.11~0.45 kg/MLSS・day間において、その差は10%にも達した。しかし、それぞれのCOD負荷量における、処理水のCOD濃度のバラツキは小さく3 ppm以下と、安定した連続処理が得られた。

また、COD負荷量0.71~1.19 kg/MLSS・day間における、除去率への影響は小さく約80%で一定値を保ち、除去率の大きな低下現象は見られなかった。

なお、各COD負荷量(kg/MLSS・day) 0.11, 0.21, 0.45, 0.71, 1.19に対する廃水の除去率は、それぞれ78.0%, 83.2%, 81.7%, 81.3%, 79.6%であった。

おわりに、本研究の遂行に当たり、資料の提供を頂いた、住友化学工業株式会社、並びに、多大の御協力を頂きました、関係各位に深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 公害防止の技術と法規編集委員会：“公害防止の技術と法規”，社団法人産業公害防止協会，東京（1986）。
- 2) 綾日出教：“廃水の高度浄化法”，公害対策技術同友会，東京（1975）。
- 3) 桜井敏郎：“活性汚泥法と維持管理”，産業用水調査会，東京（1980）。
- 4) 日本規格協会：“JIS 公害関係”，社団法人日本規格協会，東京（1985）。
- 5) 洞沢 勇：“排水の生物学的処理”，技報堂，東京（1976）。
- 6) 須藤隆一：“活性汚泥法”，思考社，東京（1980）。
- 7) 微生物による環境制御・管理技術編集委員会：“微生物による環境制御・管理技術”，環境技術研究会，大阪（1986）。