

88. 活性汚泥の酸素利用によぼす 二、三の影響因子について

○橋 本 奨, 島 崎 孝 信

(大阪市土木局下水部 中浜下水処理場)

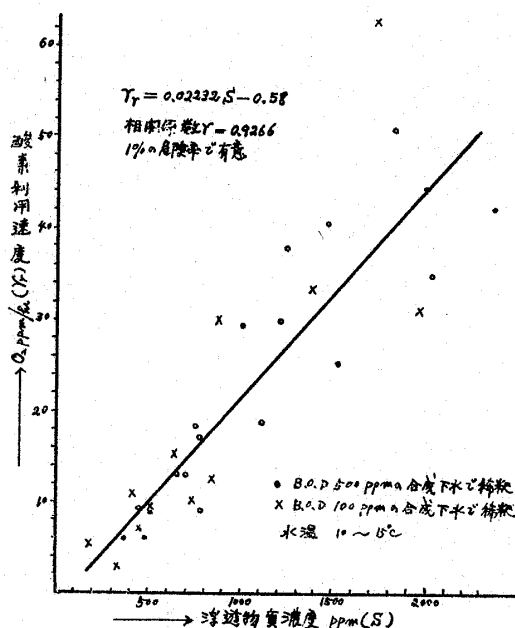
近年, 活性汚泥法の普及, 発展はめざましいものがあり, 大中都市の下水処理のみならず, 病院, 住宅団地などの小規模の下水処理にも, また産業廃水の処理にも広く採用されている. しかし, 活性汚泥の浄化機能に関しては不明の点が多く, 処理施設の設計, 運転管理にあたっては経験や勘にたよっていることが多い.

Eckenfelder & O'Conner¹⁾によれば, 活性汚泥の酸素利用量 ($O_2 \text{ kg/VSS}_{\text{kg}}/\text{day}$)と B.O.D. 除去量 ($\text{B.O.D. kg/VSS}_{\text{kg}}/\text{day}$)の間に1次式の関係があるといわれ, 活性汚泥の酸素利用は浄化機能と密接な関係がある. したがって, 活性汚泥の酸素利用速度は実験曝気槽の運転操作にきわめて重要なパラメーターであるとともに, 曝気槽の適正管理条件を知る上にきわめて便利である.

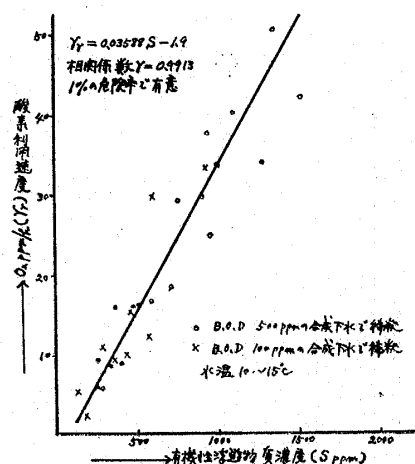
演者はこれまでの中浜下水処理場の曝気槽の運転成績と活性汚泥の試験成績を用いて, 活性汚泥の酸素利用によぼす2, 3の影響因子(活性汚泥浮遊物質濃度 ppm, あるいは有機性浮遊物質濃度 ppm, B.O.D. 濃度 ppm, B.O.D. 負荷量 $\text{kg}/\text{曝気槽 s.skg/hr}$, B.O.D. 除去量 $\text{kg}/\text{曝気槽 s.skg/hr}$, B.O.D/ss 比)について検討してみたい. なお, 活性汚泥の酸素利用速度の測定はいずれも演者などの考案したウインクラー変法による方法²⁾を用いた.

1. 活性汚泥の酸素利用によぼす活性汚泥浮遊物質濃度の影響

あらかじめ曝気して酸素を飽和させた水道水を用いて, 沈澱と洗滌操作を3回くりかえして調製した endogenous の活性汚泥を, 曝気して酸素を飽和させた B.O.D. 500 ppm ならびに B.O.D. 100 ppm の合成下水に, 浮遊物質が約 400~2000 ppm になるように懸濁して, 酸素利用速度を測定した. このようにして調製した活性汚泥混合液の酸素利用速度と浮遊物質濃度の関係を第1図に, また有機性浮遊物質濃度の関係を第2図に示した. すなわち活性汚泥混合液の酸素利用速度は活性汚泥の浮遊物質濃度あるいは有機性浮遊物質濃度の増加とともに増加し, 両者にはきわめて高い



第1図 活性汚泥の酸素利用速度によぼす浮遊物質濃度の影響



第2図 活性汚泥の酸素利用速度によぼす有機性浮遊物質濃度の影響

有意の相関があり, 直線関係で示される.

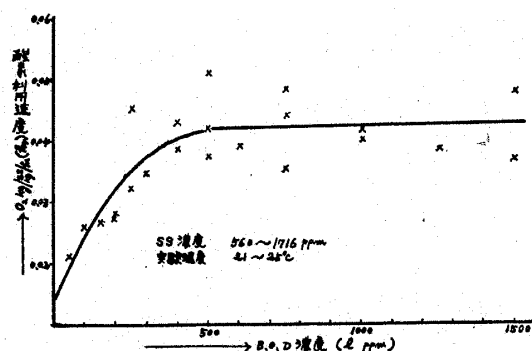
この両者の相関は浮遊物質濃度におけるよりも有機

性浮遊物質濃度においてわずかに高い。

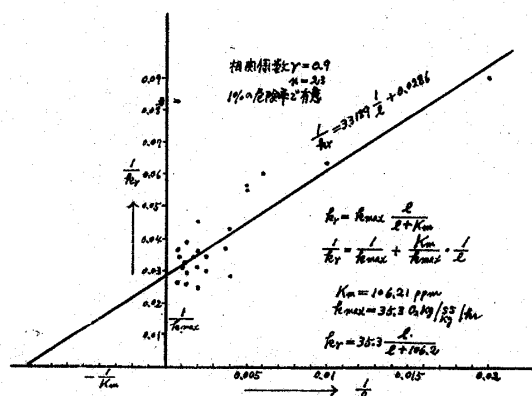
したがって、曝気槽の運転操作において、従来から用いられている浮遊物質あるいは有機性浮遊物質による活性汚泥の量と濃度の計測はきわめて大きな意義をもっている。

2. 活性汚泥の酸素利用におよぼす B.O.D. 濃度の影響

さきと同様、洗滌によって得た Endogenous の活性汚泥を、あらかじめ曝気して酸素を飽和させた各種 B.O.D. 濃度の合成下水に、適当な浮遊物質濃度になるように懸濁して、酸素利用速度を測定した。活性汚泥混合液の浮遊物質 kg 当り、1 時間当り酸素利用量 ($O_2 \text{ kg/}^{ss} \text{ kg/hr}$) を縦軸に、活性汚泥混合液調製後の合成下水の最終 B.O.D. 濃度を横軸にとってプロットすれば第 3 図のようになる。各種 B.O.D. 濃度における活性汚泥混合液の酸素利用速度は使用活性汚泥の採取日が異なるため、幾分、分散の傾向が認められる。活性汚泥の酸素利用速度は合成下水添加後の混合液中の B.O.D. 濃度が増加するとともに増大するが、



第 3 図 活性汚泥の酸素利用速度におよぼす B.O.D. 濃度の影響



第 4 図 活性汚泥の酸素利用速度におよぼす B.O.D. 濃度の影響 (Lineweaver-Burk の図解法)

この B.O.D. 濃度が約 500~600 ppm 程度である一定最大酸素利用速度に達する。酸素利用速度の逆数 ($\frac{1}{kr}$) を縦軸に、B.O.D. 濃度の逆数 ($\frac{1}{l}$) を横軸にとってプロットして、Lineweaver-Burk の図解法を適用すると第 4 図のようになる。すなわち、活性汚泥の酸素の利用速度におよぼす B.O.D. 濃度の影響は、酵素反応の速度におよぼす基質濃度の影響ですでに知られている Michaelis & Menten の理論によく適合し、次式で示される。

$$kr = k_{\max} \frac{l}{l + k_m} \quad (1)$$

kr : 活性汚泥の酸素利用速度 ($O_2 \text{ kg/}^{ss} \text{ kg/hr}$)

$k_{\max}$: 活性汚泥の最大酸素利用速度 ($O_2 \text{ kg/}^{ss} \text{ kg/hr}$)

l : B.O.D. (基質) 濃度, ppm

k_m : Michaelis 恒数

$$\frac{1}{kr} = \frac{1}{k_{\max}} + \frac{k_m}{k_{\max}} \cdot \frac{1}{l} \quad (2)$$

第 4 図の Lineweaver-Burk の図解法から、

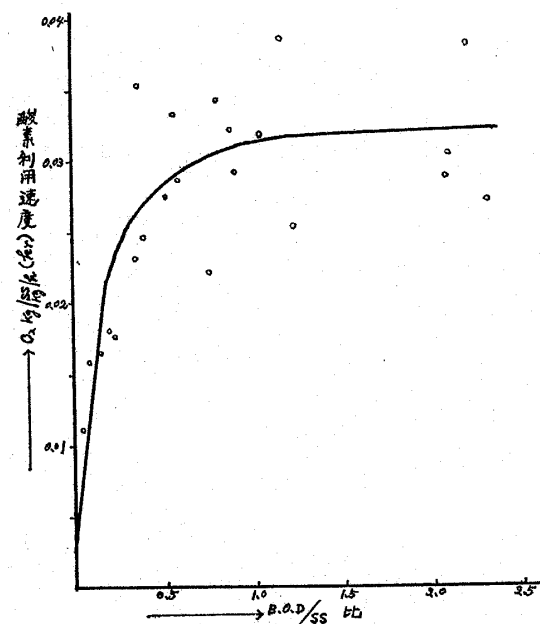
$$k_m = 106.2 \text{ ppm}, \quad k_{\max} = 35.3 \text{ kg/}^{ss} \text{ kg/hr}$$

が得られる。

$$kr = 35.3 \frac{l}{l + 106.2} \quad (3)$$

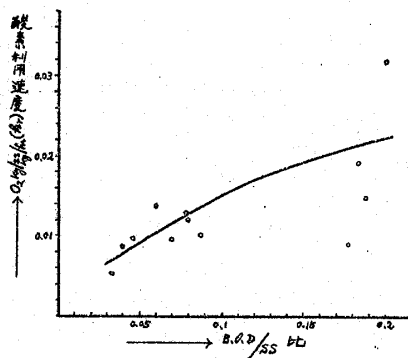
3. 活性汚泥の酸素利用速度におよぼす B.O.D./s.s. 比の影響

活性汚泥の酸素利用速度 ($O_2 \text{ kg/}^{ss} \text{ kg/hr}$) を縦軸に、



第 5 図 活性汚泥の酸素利用速度におよぼす BOD/ss 比の影響

(110)



第6図 実際曝気槽の運転操作時における活性汚泥の酸素利用速度におよぼす BOD/ss 比の影響

B.O.D./ss 比を横軸にとってプロットすれば、第5図のようになる。すなわち、活性汚泥の酸素利用速度は B.O.D./ss 比が約 0.5~1 で略一定最大値になり、活性汚泥微生物はこの程度の B.O.D./ss. 比で、有機栄養物によって飽和される。

実際の中浜下水処理場の曝気槽混合液について、運転操作時の活性汚泥の酸素利用速度 (O_2 kg/sskg/hr) と B.O.D./ss. 比 (流入下水の B.O.D. 負荷量 kg と返送汚泥 ss kg から求めた) の関係をプロットすると第6図のようになる。すなわち、実際の活性汚泥法では B.O.D./ss. 比が約 0.2 以下の著しく低い値で操作され、これを第5図にあてはめてみると、ほとんど直線関係で示される。

4. 活性汚泥の酸素利用速度におよぼす B.O.D. 負荷量(B.O.D kg/曝気槽sskg/hr) と B.O.D. 除去量 (B.O.D kg/曝気槽sskg/hr) の影響

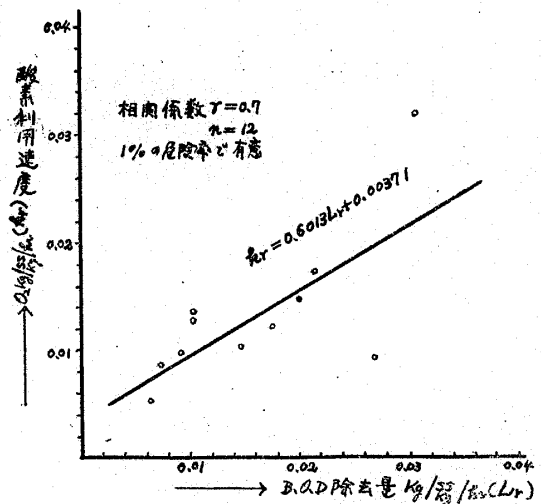
実際の中浜下水処理場の曝気槽の運転操作時の活性汚泥の酸素利用速度 (O_2 kg/sskg/hr) を B.O.D. 除去量 (B.O.D kg/sskg/hr), あるいは B.O.D. 負荷量 (B.O.D. kg/sskg/hr) に対して、それぞれプロットすれば、第7図、第8図のようになり、きわめて有意性の高い回帰直線で示される。

今、曝気槽混合液の浮遊物質濃度を Sppm, 曝気槽混合液の酸素利用速度を γ rpm/hr, B.O.D. 負荷量, L kg/hr, 曝気槽容量 V m³, 流入下水量 Q_s m³/hr, 流入下水の B.O.D. 濃度 l_s ppm とすると

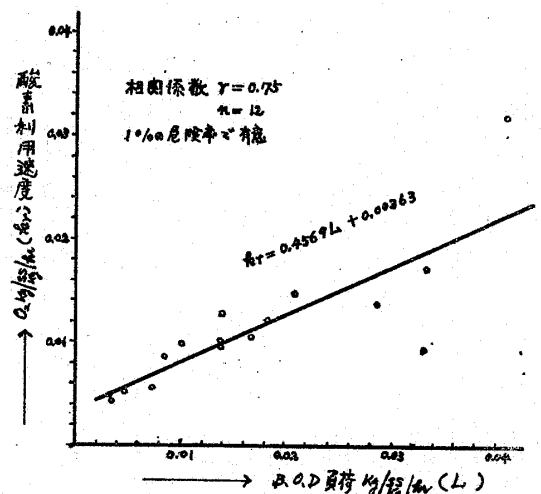
$$\gamma r / S = a \frac{Q_s l_s}{SV} + b \quad (4)$$

下水の曝気時間 $T = \frac{V}{Q_s}$, $\frac{1}{T} = \frac{Q_s}{V}$ であるから

$$\gamma r = a \frac{l_s}{T} + b s \quad (5)$$



第7図 実際曝気層の運転操作時における活性汚泥の酸素利用速度と B.O.D 除去量の関係



第8図 実際曝気槽の運転操作時における活性汚泥の酸素利用速度と B.O.D 負荷量の関係

$$S = \frac{\gamma r}{b} - \frac{a}{b} \frac{l_s}{T} \quad (6)$$

一般に、曝気槽における酸素移動平衡は

$$K_L a (C_s - C_L) = \gamma r + \frac{dc_L}{dt} \quad (7)$$

ただし、 $K_L a$: 総括酸素移動容量係数

C_s : 酸素飽和濃度, ppm

C_L : ある時間における溶存酸素濃度, ppm

すなわち、ある与えられた曝気槽では、一定の $K_L a$ 値があり、溶存酸素の一定濃度では、曝気槽の酸素溶解速度 $K_L a (C_s - C_L)$ は一定で、この値は、曝気槽に

許容される限界酸素利用速度 γ_r となるから、前以て、この値の許容範囲を測定しておけば、これを (6) 式に代入することにより、流入下水の B.O.D. 濃度と流入下水流量に応じた曝気槽混合液の最適浮遊物質濃度を求めることができる。

中浜下水処理場の曝気槽では、次式から、流入下水流量と流入下水の B.O.D. 濃度に応じた最適の曝気槽混合液の浮遊物質濃度を推定して、活性汚泥の適正管理を行なっている。

$$S = 3800 - 0.0147 Q_s l_s \quad (8)$$

文 献

- 1) Eckenfelder, W. W. & O'Connor, D. G. : *Biological Waste Treatment* pergamon press, p. 40 (1961) .
- 2) 橋本, 小林, 白庄司 : 水道協会雑誌, 335, 58—63 (昭37) .