

酸素消費を考慮した活性汚泥の Activity に関する一考察

京都大学工学部 (正員) 高松武一郎 内藤正明
(学生員) 李錦榮 池田有光 ○色摩勝司

1. はじめに

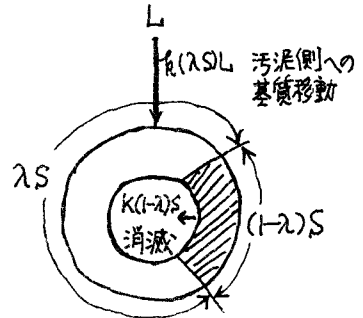
廃水処理法の一つである活性汚泥による廃水中の基質除去の機構を見かけ上の現象から数理的表現を試みたマスモデルを既に発表しているが^{(1),(2)}それによると活性度仮説によって定義された λ を導入し、基質の汚泥側への移動と引き続いて起こる反応の二段階過程を考えた。模型的表現をすると次の図となる。

なお、マスモデルは次の三つの式で表わされる。

$$\frac{d(1-\lambda)S}{dt} = -K(1-\lambda)S + m\lambda SL \quad (1)$$

$$\frac{dL}{dt} = -r(\lambda S)L + \beta b_0 S \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dt} = a_0 r(\lambda S)L - b_0 S \quad (3)$$



ここで L : 基質濃度 [$\text{BOD} \text{ mg/l}$], S : 汚泥濃度 [$\text{SS} \text{ mg/l}$], λ : 単位汚泥上の全 site に対する active site の割合 [—], r : 附着除去速度係数 [$\text{l/hr} \cdot \text{SS} \text{ mg}$], K : 吸着された基質の反応速度 [l/hr], m : 単位 BOD が占める activity 1 の汚泥量 [$\text{SS} \text{ mg} / \text{BOD} \text{ mg}$], a_0 : 基質の汚泥への転化率 [$\text{SS} \text{ mg} / \text{BOD} \text{ mg}$], b_0 : 汚泥分解速度係数 [l/hr], β : 汚泥の基質への転化率 [$\text{BOD} \text{ mg} / \text{SS} \text{ mg}$].

これら三式中の係数を適当に定めれば、BOD 減少状態が反応初期から長時間にわたって実際の見かけの現象とよく一致することをもよく説明したが、この活性度仮説を活性汚泥による基質除去期間中の混合液中溶存酸素濃度の時間的变化を測定することによって実験的に裏付けようとした。

2. 溶存酸素濃度の定式化

曝気しつつある混合液の溶存酸素は、生物が基質を代謝合成し、自家呼吸するために常に消費する。この溶存酸素の挙動を式で表わすと次のようになる。

$$\frac{dC}{dt} = K_L a (C_s - C) - \eta r \lambda SL - \varepsilon S \quad (4)$$

ここで K_L : 物質移動係数 [hr^{-1}], a : 有効接触面積 [m^2/m^3], $K_L a$: 容量係数 [l/hr], C : 溶存酸素濃度 [mg/l], C_s : 溶存酸素飽和濃度 [mg/l], ε : 自家呼吸係数 [$\text{O}_2 \text{ mg} / \text{SS} \cdot \text{mg}$], η : 単位 BOD 当りの酸素消費量 [$\text{O}_2 \text{ mg} / \text{BOD} \text{ mg}$]

汚泥の酸素消費量は汚泥による基質消滅(代謝)に比例するものと考えられるので、式(4)の右辺第2項の代りに、 $K(1-\lambda)S$ を適用することも考えられるが、データ解析の結果、酸素消費速度は汚泥側へ基質が移動する速度 $r\lambda SL$ に比例しているものとみられた。しかし、この項については、さらに検討を加える必要があろう。

3. 実験データによる検討

人工下水に培養汚泥を加えて一定の強度の曝気を続け、 BOD_5 濃度とSS濃度の時間変化を求めた(図1)。溶存酸素については溶存酸素分析計によって連続的に混合液中溶存酸素濃度の時間変化を求め(図2)さらに適当な時間(図2中の①②③④地点の時間)で混合液を採取し、空気に接触させないときの溶存酸素濃度の時間変化を求めた(図3)。式(2)は図1に示された BOD_5 の濃度変化を表わすマスモデルであり、式(4)は図2の溶存酸素濃度変化を表わすマスモデルである。そこで式(2)、式(4)が実験データ曲線に一致するようにそれぞれの λ の変化を求めた。もし二つの式から λ が入がよく一致するならば活性度仮説 λ が正当化される裏付けとなろう。そのために、まず式中の係数を決定しなければならないが、容量係数については、図2と図3から $K_L a \approx 10.1 [1/hr]$ となり、図1から $\epsilon = 0.0039 [1/hr \cdot SS \cdot mg]$ 、 $\beta b_0 = 0.0533 [BOD \cdot mg / hr \cdot SS \cdot mg]$ となった。とは図3から $0.00327 [O_2 \cdot mg / SS \cdot mg]$ を得た。また λ については、 $\lambda = 1.0 [O_2 \cdot mg / BOD \cdot mg]$ とした。図4はこれらの係数値を採用したときの λ の変化を示している。同図によると BOD_5 から求めた活性度 λ および溶存酸素から求めた活性度 λ のいずれも初期に急激に低下し、曝気時間の経過とともに次第に回復している。

4. 結論

以上、実験データに基づいてパラメータを仮定して二つの式(式(2)、式(4))からそれぞれ活性度を求めたがいずれも比較的よく似た傾向をもつ曲線となり活性度変化に対する仮説をある程度裏付けているものと考えられ、溶存酸素の測定による活性度 λ の考察もある程度満足すべき結果を得た。

参考文献

- (1) 高松、内藤、池田：昭和42年土木学会関西支部講演概要
- (2) 高松、内藤、池田：下水道協会誌(昭和42年12月号)

