

連続槽モデルによる河川自浄作用の実験的研究

東北大学 正 ○ 大垣真一郎
同 学 今井 雄二
東北工大 川島 寧

1. 序

本研究は、完全混合槽を直列に繋げた連続反応装置を自浄作用研究へ適用し、有機物(スキムミルク)減少の反応速度過程(BOD 減少の反応速度係数)に対する環境条件(付着生物量)の影響を調べたものである。

2. 実験装置・方法

装置概略を図-1.に示す。透明塩ビ板製の5槽より成り、各槽容量は16ℓで合計80ℓである。流入速度は80ℓ/day, 平均滞留時間は各槽々8時間, 全体で24時間(1日)とした。底面と側面には付着生物量測定のためにゴム製小板を多数設置した。

各槽は混合のための櫛型2板羽根によって攪拌(120rpm)した。脱酸素後の溶存酸素、回復過程より実測した水面からの再ばう気係数は、各槽2.12 [1/day]であった。また混合特性については、NaClによりパルス応答を調べ各槽が完全混合であることを確認した。装置全体は恒温槽中に浸し20℃に保った。

基質として市販のスキムミルクを水道水(地下水)に溶かし使用した。このスキムミルクの流入濃度を变化させ、各槽の BOD_5 , 溶存酸素、および付着生物量(110℃乾燥重量)の応答を測定した。

3. 実験結果と考察

スキムミルクの濃度変化に伴う流入 BOD_5 , 各槽 DO および各槽の側面付着生物量の経時変化を図-2.に示す。また、各槽内の BOD_5 分布の代表的なものを図-3.に示しておいた。上流の槽ほど BOD_5 除去量が大きいことを示す。 BOD の除去量および前槽からの流入 DO に応じて各槽の DO が定まるが、これら水質指標は付着生物量の経時変化とは相反のようである。側面付着生物量は各槽とも同程度の値を示し、かつ経時変化もほぼ同一であった(図-2.下図)。付着生物群集は細菌、糸状菌、原生動物、藻類などよりなるスライム状のものであり、特別の経時変化は認められなかった。これらの結果は、有機物減少過程としての自浄作用の速度と付着生物量との直接的な相関を否定するものである。

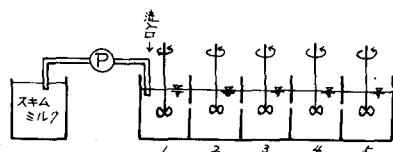


図-1. 実験装置概略

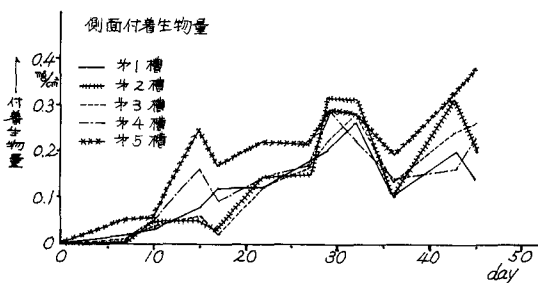
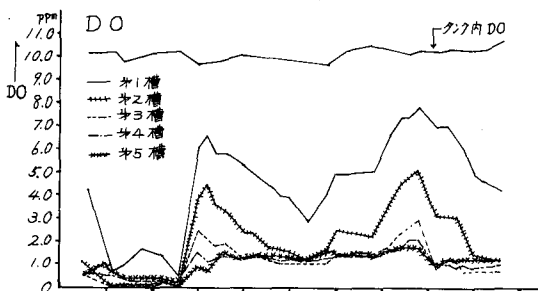
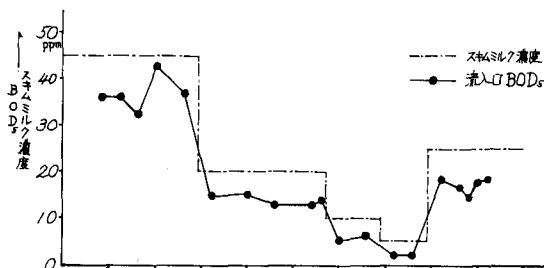


図-2. 経時変化

以上の関係をBOD減りの反応速度係数の形で整理したものが図-4である。反応速度係数 K は、BOD物質の減り過程が1次反応 ($-dC/dt = K \cdot C$) でかつ完全混合槽内における定常状態での反応と仮定した場合、次式によって算定されるものである。

$$K = (C_{i-1} - C_i) / \tau \cdot C_i \quad [1/\text{day}]$$

ここに、 K は槽内の反応速度係数、 τ は各槽の平均滞留時間であり、本実験の場合は0.2 [day] である。

C_i は槽の最終BOD [ppm] である。最終BODは実測5日間BOD値より、最終BOD = $BOD_5 / (1 - e^{-5K})$ を用いて計算したものである。または、7日間BOD曲線より各槽について実測した値 (1, 2, 3 槽については $K \approx 0.3$ 1/day) を用いた。

図-4.の内、黒ぬりのアロット (●▲■) はオ17~28日目の間のスキムミルク20 ppm の定常汚泥期のデータである。この時期においては、付着生物量の増加に伴い、 K 値は顕著に増加する。この点は、 K 値の増加するのをBOD除去量の増加に伴うDOの漸減 (図-2. 中国) にも明らかに現われている。しかし、基質濃度変動に対応して、付着生物の脱離が生じるような時期 (オ35日目前後) を含めた全期間 (全アロット) については相関性は消えていると言える。

Wuhrmann ら¹⁾ は、付着生物増加期のデータを用いて、付着生物量 (他栄養生物群集) の増加によって自浄作用の速度が増大するという水路実験の結果を示している。付着生物増加期に関する結果としては本実験結果と一致するが、常に成立するものではないことは図-4. 等より明らかである。

一方、牛塚ら²⁾ は、コンクリート製の循環水路 (基質は蔗糖、およびバプトン) 実験において、実験開始後ある時期を過ぎると付着生物の増加にもかかわらず自浄作用の速度が低下するという結果を示している。これは、本実験結果の現象と似た現象である。

4. まとめ

浮遊生物の効果に関する考察を留保した上で、以上の結果を総合的に述べれば、自浄作用の速度 (反応速度係数) は、付着生物の増加期には、付着生物量に比例して増加するが、一般的には、付着生物の現存量と自浄作用の大きさに相関があるとは言えないようである。

5. 参考文献

- 1) Wuhrmann, K. et al.; Quantitative Experiments on Self-Purification with Pure Organic Compounds, Advances in Water Pollution Research, 3rd, Vol.1, 1966.
- 2) 牛塚泰彦他; 尾付循環水路を用いた自浄作用の研究, 日本水処理生物学会誌, Vol.3, 15, 1967

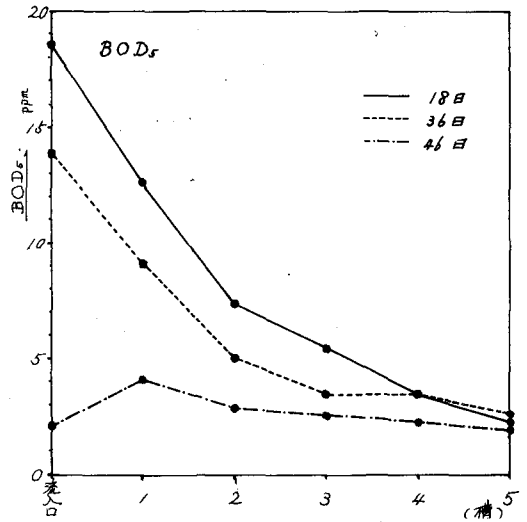


図-3. BOD₅の槽間変化

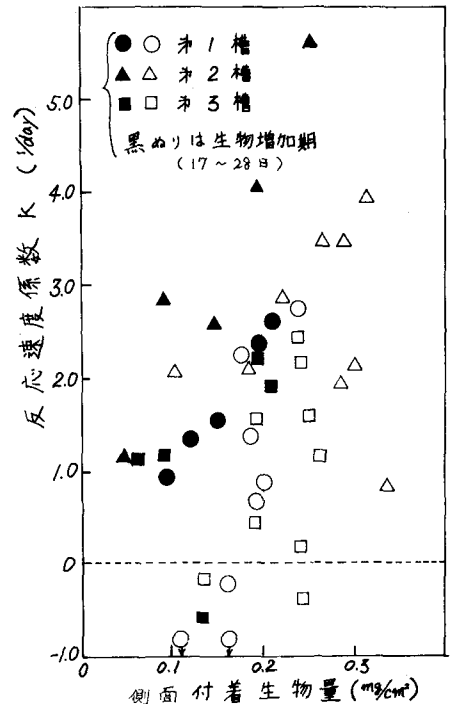


図-4. 反応速度係数と付着生物量の関係