

東北大学 学生 ○陳 重 男
東北大学 正員 松本 順一郎

1. 序: 散水汚床における生物膜の特性について 研究者により様々な議論が行われてきた。理論的説明は多くの仮定に基づいてる上, 実験装置も単純化されており, 測定範囲も限定されているので, それらの研究結果を実際の汚床の性能に適用するときには 色々な問題が生じてくる。

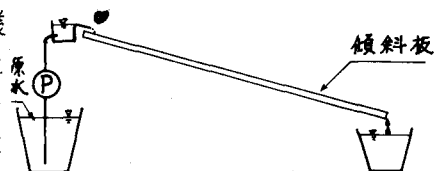


図-1 実験装置

1960年頃以前は, 生物膜の浄化モデルとして 擬均一性モデル (pseudo-homogeneous model) がよく考えられていた。またその後最近まで 異相モデル (heterogeneous model) がよく考慮されてきた。前者は流体が微生物と殆ど均一混合して, 反応が膜の全体に渡って起ると考えている。また後者は反応が流体層と固体層(微生物自持)との界面だけで行われている。即ち膜は流体層と固体層の二つの部分に分けられると考えている。それは表面反応モデル (surface reaction model) ともいわれている。しかるに流体と微生物の混合状態は膜の厚さ及び散水量に非常に依存するので その分割の根拠はあいまいなところと思われる。Sander の報告は, 顕微鏡の手法により固体層が 0.08 mm 以下について実験を行ない, 流体層と固体層がはっきり観察されたと述べているが, それ以上の厚さに対して また異なる散水量の条件下での状況はまだ明確な検討が行われていないようである。この方面を研究するために 著者らは生物膜の厚さと, 物質の滞留時間, 物質の移動及び生物の除去能力との関係を中心にすべき手法でいくつかの考察を試みた。

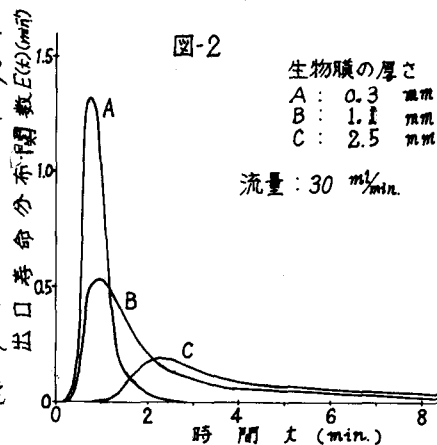
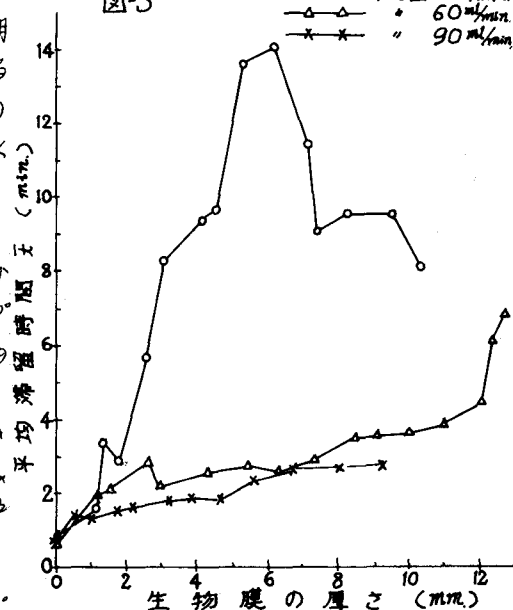


図-3



2. 実験装置: 図-1 に示したようにプラスチック板を用い, 長さ300cm, 幅5cmの三つの傾斜板汚床を作って水平から角度を α とした。汚床の入口で overflow を工夫して定量ポンプで散水した。また滞留時間及び生物膜の厚さを計るためにイオン濃度計及びノギスを使用した。

3. 実験条件及び実験方法: COD濃度60ppmのスキムミルクを利用した。散水量としては 30 ml/min , 60 ml/min , 90 ml/min で散水した。また滞留時間測定のために 1 cc の飽和食塩水を汚床の入口で瞬間的に注入し出口の Cl^- 濃度変化を測定した。その他の測定項目は膜の厚さ及び流出水の BOD と COD である。

4. 考察: 実験データは散水開始時から, 生物膜の脱離のおこる時までについて求めた。異なる生物膜の厚さに対する出口の Cl^- の寿命分布関数と経過時間との関係は図-2 (30 ml/min) に示している。生物膜が薄い時に

曲線の形が Gauss の正規分布に近いことがわかった。膜の増加と共に曲線の減少が緩やかになり、long-tail の形であらわれる。これは物質が膜の不連続のところで貯留されたり、粘膜（固体層）を透過したり、表面で吸着されるためと考えられる。滞留時間については、mode time (peak time), mean time, median time などの形であらわされているが、本研究では平均滞留時間 (mean time) の表現を選んだ。即ち曲線に囲まれる面積の図心の所の時間を平均滞留時間として考える。long-tail の場合には、平均滞留時間 (次の求め方より) を真の滞留時間に適用する限界を考えると、計算上 tail の部分を適当箇所から削除して滞留時間を求める必要がある。Tail の後半の部分がおおよそ一つの対数直線形であるため、その部分の面積は $\frac{1}{2} A e^{kt}$ の式で求め、前部の面積は棒グラフに近似させて求めた。両者の和が総面積 A である。平均滞留時間は $t = 0$ から、面積が $0.8A$ とする時間 $t_{0.8A}$ までの濃度曲線を用いて求めた。平均滞留時間と膜の厚さ (流体層 + 固体層) との関係は図・3 に示す。30 cc/min の場合には膜の増加に伴って平均滞留時間が非常に変化がある。60 cc/min 及び 90 cc/min の方はそれほど変化しないが生物膜の厚さに比例して増加する傾向がある。図・2 と図・3 から検討して見ると膜が厚く、かつ散水量が低い時、膜の形態は擬均一性に、また低速度、かつ薄い膜、及び高速条件の場合には要相タイプに近いのではないかと推察される。即ち前者の場合は擬均一反応理論に、後者の場合は要相反応理論に適用されると推察される。

微生物膜の増加は片対数によれば、前半はおおよそ直線形とっているが、全体の傾向としては直線形というよりむしろ放物線形的である。これは装置境界の制約、温度の影響などのために、全体として膜の生長が対数直線的にのびのびしたものと思われる。多くのデータから見ると、全体の増殖は $y^2 = at + b$ の関数形に従う傾向が現われているが、これについての理論的根拠はないようである。

膜が 5 mm を越えると嫌気性の部分 (目で見て黒い部分) が徐々に現われてくるようである。酸素利用の立場から考えて、活性膜の理論もよく使われているが、物質の本質の挙動はまだ明確に解明されていない。経過日数に対する膜の厚さと COD 除去との関係を図・4, 5, 6 に示している。膜がある厚さをこえると COD 除去率はそれほど変化していない。その厚さは本実験の場合に 2~3 mm の間であると考察した。

理論的に滞留時間が長く存在すると、除去率も高く存在するが、本実験のデータより膜が 3 mm をこえる場合にはこの傾向があまり見られなかった。これは微生物の活性度及び基質の利用限度、滞留時間の計算方法などに関係あると思われる。

