

付着生物膜の剥離・付着に関する研究

鹿児島高専 学 ○脇 浩史 富永 康輔
鹿児島高専 正 西留 清

1. はじめに

半水没型回転円板の定常流入運転（流入汚水量および基質濃度が一定）数週間経過後の液本体基質濃度および付着生物膜厚さはほぼ一定濃度および厚さとなる。定常流入運転数週間経過後も、この膜内の生物は増殖・死滅し、さらに液本体から移動したSSが生物膜表面に付着し、付着膜の一部は剥離しつつ、円板面平均生物膜厚さはほぼ一定厚さを保持する。そこで、本報ではこの数週間経過後の生物膜を用いて生物膜の剥離実験および円板材質が異なる場合の生物付着量の実験から若干の知見を得たので報告する。

2. 回転円板付着生物膜の形成過程

定常流入運転中の半水没型回転円板支持体に付着している生物膜は、つぎの過程をへて形成されと考えられる。

- ①有機物酸化細菌および硝化細菌等を含む液本体のSSが円板支持体に付着し、支持体表面に薄い膜を形成する。
- ②この膜表面にさらに液本体のSSが付着し、膜中に主に空中部で酸素が、水中部で基質が拡散し、膜中の生物は増殖する。
- ③生物膜は付着増殖しつつ一部は剥離する。

このように、注目した生物膜の一部の厚さは常に変動していると考えられる。しかしながら、液本体水質濃度が一定となる定常流入運転数週間経過後は、生物膜全体の平均生物膜厚さはほぼ一定となる。図-1は学内廃水を用いた定常流入運転中の半水没型回転円板付着生物膜厚と経過日数の関係である。生物膜は経過日数とともに厚くなり、約4週間後はほぼ一定の厚さとなっている。この装置は2槽直列型であるため、第1槽は、有機物負荷が高く、増殖速度の大きい有機物酸化細菌が優占種となり、生物膜が厚く、第2槽は有機物負荷が低くなり、硝化菌が優占種となり、生物膜が薄くなっている。したがって、図-2に示すよう

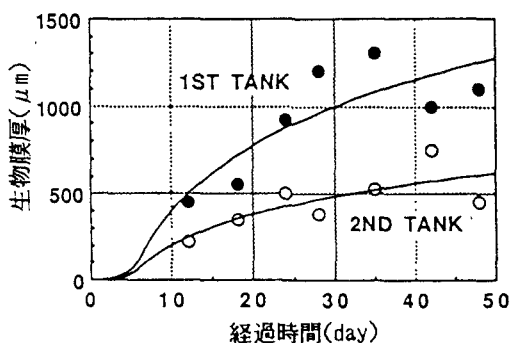


図-1 経過時間と生物膜厚との関係

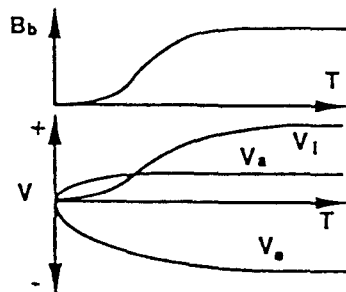


図-2 生物膜の厚さと剥離速度等との関係

生物の増殖・死滅速度 (V_i)、SSの付着速度 (V_a) および生物膜の剥離速度 (V_d) が一定になると付着生物膜厚 (δ_b) は一定になると考えられる。すなわち、円板支持体あるいは生物膜表面へのSSの付着速度は、生物膜厚が、ある厚さになるまで徐々に増加し、ある厚さ以上になると一定になると考えられる。円板支持体に形成される生物膜の剥離速度は、生物の増殖・死滅速度が一定になるまでは徐々に増加すると考えられる。したがって、付着生物膜の生物増殖過程に生物の増殖・死滅に起因する生物膜厚 (δ_i)、SSの付着に起因する膜厚 (δ_a) および生物膜剥離に起因する膜厚 (δ_d) を考慮すると、生物膜厚 (δ_b) は式-1で表される。

$$\delta_b = \delta_i + \delta_a - \delta_d \quad (1)$$

3. 付着生物膜の剝離

付着生物膜の剝離実験は図-3に示す装置（円板直径30 cm、円板枚数4枚、容積2.8ℓ）を用いた。参考文献に示す回転円板装置で培養した生物膜を用いて、円板を図-3の各槽に取り付け、剝離量を求める実験を行った。図-4は各槽の付着生物濃度であり、後槽ほど高濃度となっている。図-5は各槽での生物剝離速度である。前槽ほど剝離速度が大きい傾向にある。また、円板回転速度が速いほど剝離速度は大きい傾向にある。Characklis等は付着生物膜の剝離速度と回転速度(rpm)との関係を提示している。彼らの実験結果も回転速度の増加に伴い生物膜剝離が大きくなることを示している。また彼らは、単位面積当たりの生物量が多いほど剝離速度が速いことを明らかにしている。

4. 付着生物量

回転円板法の設計は、生物膜内への酸素輸送律速の場合と基質輸送(有機物、 $\text{NH}_4\text{-N}$)律速の場合に大別して行われている。しかし、酸素輸送律速の場合、生物膜表面近傍の生物活性が高くなると生物膜表面での基質fluxは大きくなる。すなわち、単位面積当たりの付着生物量(濃度)が高い程、基質除去速度は大きくなる。従来、付着生物膜法では、付着生物濃度の操作は困難であると考えられてきた。そこで、生物濃度の操作は困難でも付着生物量を増加させるために金網円板の使用を試みた。同軸に従来用いていたエンビ板4枚と金網円板4枚からなる回転円板装置に他の回転円板装置処理水を流入水として用いた。エンビ円板1枚の重さは472g(厚さ5mm、直径30cm)、金網円板1枚の重さは78.4g(厚さ2mm、直径29cm、網目3mm)である。5週間以上運転した後の生物付着量はエンビ板0.115g/枚、金網0.72g/枚である。ほぼ同面積で材質の異なる円板において、金網円板はエンビ円板に比較して円板重量で約1/5、生物付着量で約6倍となり、金網は軽量で多量の生物を付着保持しえる。金網に付着している生物の活性については実験継続中である。

5. おわりに

本報では付着生物膜の生物濃度操作を可能にするための基礎的資料を得るために、半水没型回転円板付着生物膜の回転に伴う生物の剝離速度、および円板材質の異なる場合の生物の付着量の違いを明らかにした。

参考文献

例えば、BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING VOL. XXIV (1982) pp501-505

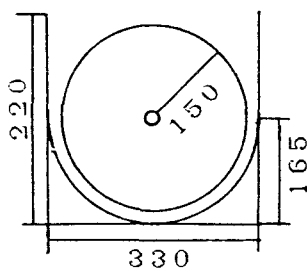


図-3 実験装置

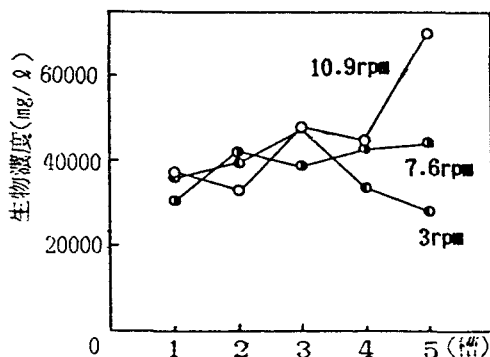


図-4 各槽の生物濃度

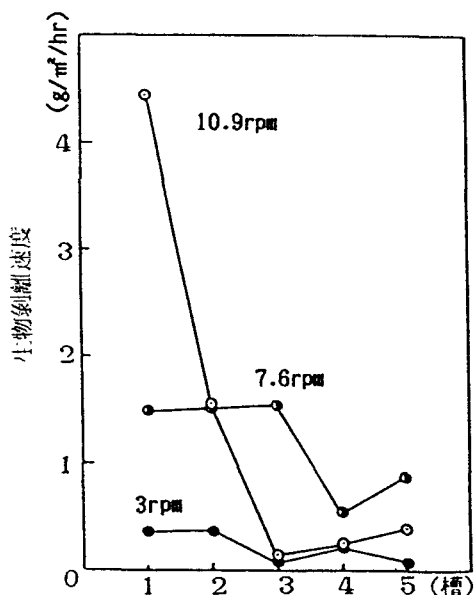


図-5 回転速度と各層の剝離速度との関係