

回転円板法の付着生物膜に関する基礎的研究

鹿児島高専 ○学 湯ノ口竜一 西内浩二
鹿児島高専 正 西 留 清 下村哲彦

1. はじめに

定常運転(流入水量および基質濃度が一定)開始後の半水没型回転円板は液本体から有機物酸化細菌、硝化菌を含むSSが付着し、薄い膜を形成する。この膜内の有機物酸化細菌、硝化菌が増殖、死滅しつつ、さらにSSが付着し、一部は剥離する。定常運転数週間経過後は、ほぼ一定厚さの付着生物膜が回転円板支持体に形成される。このように形成される回転円板法における付着生物膜の厚さ、生物濃度は制御できないと考えられている。このため、回転円板法の動力的解析は、付着生物膜の厚さおよび、膜内の有機物酸化細菌、硝化菌の濃度分布が生物膜表面から深部まで一定濃度であるとした仮定のもとで行われている。そこで、本文では、形成された生物(付着物)の濃度分布形と厚さおよび、濃度を実験により明らかにする。

2. 回転円板付着生物膜内の生物濃度分布形

増田等¹⁾は回転円板付着生物膜を3層に分離し、これらの生物膜(付着物)各層の生物濃度と比活性度(表-1)を明らかにしている。ただし、比活性度は生物膜片をホモジナイザーで均一化して下水と混合し、回分実験により求めている。DOがほとんど存在していないと考えられる底層部の生物膜片でも潜在的に活性度を持つ有機物酸化細菌および硝化菌は存在していると言える。また、有機物酸化比活性度は表層部ほど高いことから、有機物酸化速度定数が一定とすると、生物膜表層部では有機物酸化細菌の割合が高く、有機物酸化細菌が一定とすると、生物膜表層部では有機物酸化速度定数が高いと言える。表-1の値から生物濃度と膜表面からの深さ方向との関係をスプライン関数で表したのが図-1である。図-1は、膜表面は凹凸が存在するので膜表面の最大凸部(0 μm)の生物濃度をほぼ零とした。膜表層部(0~400 μm)の平均厚さを75%(300 μm)とすると、膜表面平均生物濃度は約17,000(mg/g)となる。したがって、生物膜の生物濃度は、生物膜表面では低濃度で、生物膜表面から深部方向に高くなり、ある深さからほぼ一定の分布形となる。

3. 生物膜の厚さと生物濃度

3-1. 実験装置と方法

本実験に用いた実験装置を図-2に示す。実験装置に流入する下水は鹿児島高専下水処理場流入生下水を用いた。表-2は実験装置の諸元である。実験は以下のように行った。(1)定常運転(流入水量=0.36 m^3/day ,基質濃度=100~200 BOD mg/g ,負荷量=9.8~19.7gBOD/ m^2/day ,水温=17~26 $^{\circ}\text{C}$)開始約6週間後に各

表-1 生物膜内各層の比活性度(day^{-1})

	表層部	中層部	底層部
生物膜厚(μm)	0-400	400-600	600-700
硝化比活性度	0.097	0.084	0.091
有機物酸化比活性度	0.320	0.280	0.260

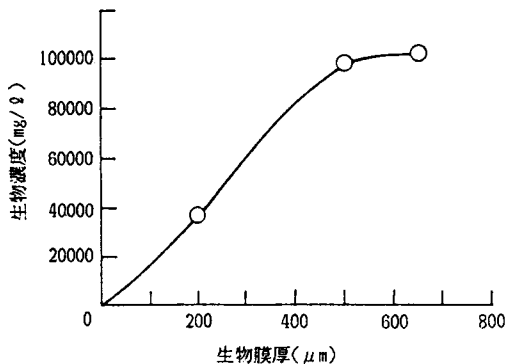


図-1 生物膜内の生物濃度分布

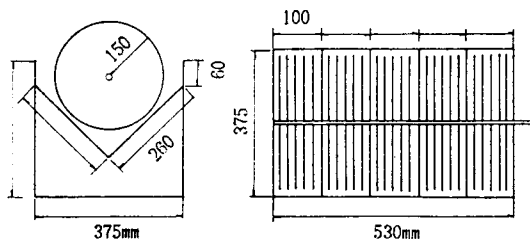


図-2 回転円板実験装置

表-2 実験装置の諸元

円板直径	30 cm
円板枚数	5 枚/槽
円板面積	0.73 $\text{m}^2/\text{槽}$
円板槽数	5 槽
円板浸せき率	50 %
円板厚	5 mm
円板槽容積	4.66 g
G 値	6.4 g/m^2

槽の円板1枚目片面(全円板面積の約10%)の付着生物膜をはぎ取る。(2)定常運転を続けつつ、はぎ取った円板面上の生物の厚さと濃度を測定する。生物の厚さは、はぎ取った生物膜の湿潤重量を体積(比重1)と仮定し、はぎ取った面積約 3×3 (cm^2)で除した値とした。生物膜全体の平均生物濃度(以下、生物濃度)は、はぎ取った生物膜の乾燥重量を、はぎ取った生物膜の湿潤重量(体積)で除した値とした。

3-2. 実験結果と考察

図-3は、生物膜厚と生物膜の一部をはぎ取った日からの経過日数である。生物膜は経過日数とともに各槽とも厚くなり、約1週間後はほぼ一定の厚さとなっている。5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で生物膜が厚くなり、第2槽以下では有機物負荷が低くなり、後段槽ほど硝化菌が優占種で生物膜が薄くなっていると考えられる。図-4は、生物濃度と生物膜の一部をはぎ取った日からの経過日数である。生物濃度は経過日数とともに前1, 2槽ではやや高くなっているが、約1週間後はほぼ一定の濃度となっている。後段では、生物濃度は経過日数にほとんど関係ない。生物濃度は前槽ほど低くなっている。このことは、第1槽の優占種である増殖速度の大きい有機物酸化細菌は低密度で付着し、後段槽の硝化菌は高密度で付着していると言える。図-5は、図-3, 4中の生物膜厚と濃度がほぼ一定になった5槽の生物膜厚と生物濃度の関係である。生物濃度と生物膜厚は反比例の関係にあり、膜厚 $300(\mu\text{m})$ 以下では、生物濃度が急激に高くなり、生物濃度 $30,000(\text{mg}/\text{l})$ 以下では、膜厚が急激に高くなる。

4. おわりに

本研究では以下の結論を得た。(1)生物膜の生物濃度は、生物膜表面では低濃度で、生物膜表面から深部方向に高くなり、ある深さからほぼ一定の分布形となる。(2)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の生物膜は厚く、硝化菌が優占種の生物膜は薄い。(3)増殖速度の大きい有機物酸化細菌は低密度で付着し、硝化菌は高密度で付着している。(4)生物濃度と生物膜厚は反比例の関係にあり、膜厚 $300(\mu\text{m})$ 以下では、生物濃度が急激に高くなり、生物濃度 $30,000(\text{mg}/\text{l})$ 以下では、膜厚が急激に高くなる。

参考文献

(1)増田純雄, 渡辺義公, 石黒政儀: 回転円板付着生物膜内の細菌に関する研究, 下水道協会誌, Vol. 24, No. 278, pp. 19-31, 1987(7)

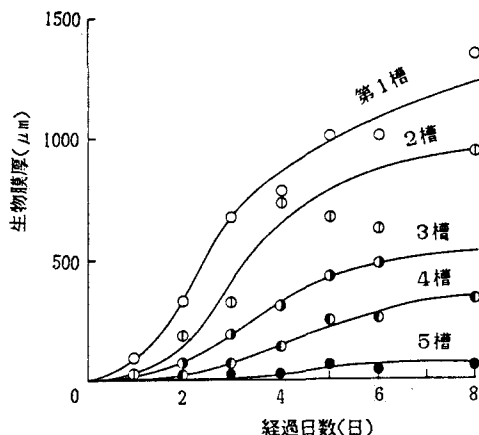


図-3 生物膜厚と経過日数の関係

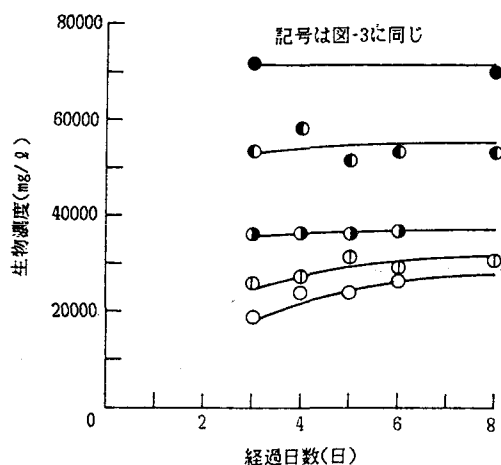


図-4 生物濃度と経過日数の関係

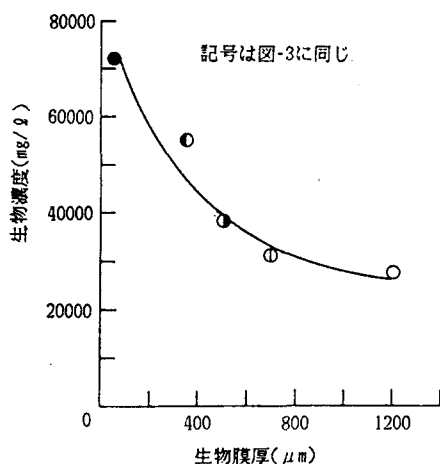


図-5 生物膜厚と生物濃度の関係