

函館高専 正 ○ 芦立 徳厚
北海道 石田 泰
道開発局 田村 宣義

1. はじめに

固定相付着微生物は排水処理・高度処理の分野で大きな役割を果たす一方水質汚濁や水輸送施設の障害を引き起す。従って付着微生物の増殖と剥離に注目して、前報¹⁾では24 hrバッチのモデル実験を行い基質濃度や培養流速の増加が付着微生物の増殖速度を増大させること、掃流力と剥離率に直線的な関係があること、培養流速の大きな条件下で増殖した付着微生物ほど付着力が大きいことなどを示した。本報告は連続流について引き続き同様の検討を行ったものである。

2. 実験方法

微生物の増殖速度を求め、剥離実験に供する付着微生物を得るために前報と同様に水車回転式モデル河川装置(幅20cm, 水深5cm, 水路総延長350.6cm)を用いた。前報では24hr fill and drawで実験を行ったが、本実験ではマイクロチューブポンプによる連続注入、排水口(水深5cmの位置)からの連続溢流方式をとった。

付着微生物と溶液に関して pH, λ , DO, BOD, COD(KgO₂/kg乾燥重量, 強烈減量, 有機栄養細菌数(PGY 播開培地, 30℃・5日培養)等を測定した。剥離実験は前報と同様に開水路実験装置(長さ10m, 幅0.4m, 最大傾斜11.5/1000)によって行った。

3. 付着微生物の増殖について

連続流下の付着微生物の増殖とそれによる溶液の変化について一例を図-1に示した。増殖の様相は7~8日間直線的に増殖したバッチの結果と若干異なり、直線的な増殖は3~4日まででそれ以降増殖速度の低下傾向が観察される。他のシリーズでもほぼ同様の傾向がみられた。供給基質濃度と増殖速度の関係は初期の直線部分でバッチの結果と一致した。顕微鏡観察による付着微生物の優占生物は *Sphaerotilus* sp. であり、バッチ式のそれが *Zoogloea* typeであったことと合せ、浮遊生物系である活性汚泥における結果²⁾と同様の結果とあった。なお同時に測定した有機栄養細菌数は、付着微生物乾燥重量に対して 10^8 cells/mg 前後の値をとり、これも活性汚泥で得られた値と類似している。³⁾(活性汚泥で汚染された河川に懸濁したみずの、の場合も同様の結果⁴⁾) 優占生物である *Sphaerotilus* sp. は人工培地での増殖がきわめてむずかしいので、検出されたのはそれ以外の有機栄養細菌である。これらの細菌は糸状をはず *Sphaerotilus* の表面に付着して増殖するか、あるいは浮遊のおとろえた *Sphaerotilus* の分解者の役割を果たしていると考えられる。また溶液中の浮遊有機栄養細菌は図-1にみられるように付着細菌の増減と相反する傾向を示した。

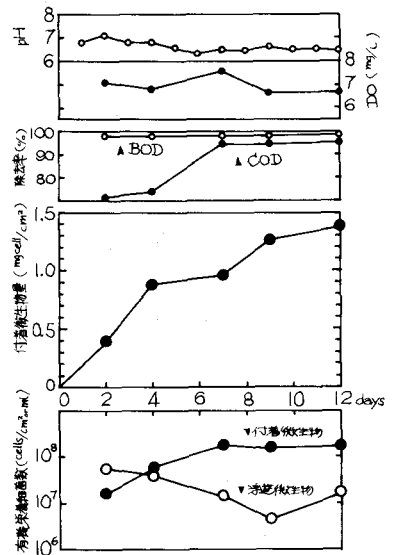


図-1 付着微生物増殖の一例

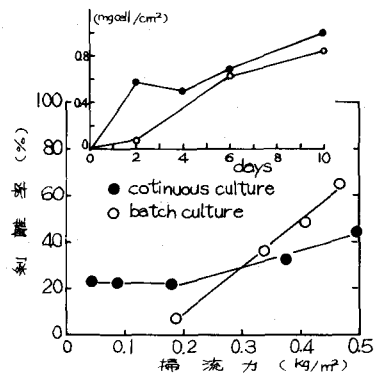


図-2 掃流力と剥離率の関係

4. 付着微生物の付着力について

モデル河川で増殖した付着微生物を開水路実験装置に移し、微生物の付着力について掃流力と剝離率の関係から検討した。(掃流力: $\rho g R I$ R : 半径 I : 回転速度)

まず同一試料(10日目もの)について掃流力と剝離率の関係を求めたのが図2である。図中に実験に使用した微生物の増殖経過と前報での同様の実験結果をあわせて示した。3.で述べたように連続培養である本実験の優占生物は *Sphaerotilus* sp. であるので *Zoogloea* type が優占種であったバッチ培養の結果と試料の付着生物量が若干異なる(生物膜も異なる)が比較することができる。両者が剝離を開始する掃流力は $\tau_0 = 0.2 \text{ kg/m}^2$ 程度であるが τ_0 の増加に対して *Zoogloea* type より *Sphaerotilus* type の方が剝離率の増勢は鋭い。原因としては形態の相違による水流との相互関係の違い、分泌する粘性物質の相違等が考えられる。モデル河川の培養流速と増殖経過が異なる試料について付着微生物の増殖日数と剝離率の関係を示したのが図3である。培養流速10.3 cm/s の場合、剝離率は増殖経過と類似のものとなり、モデル河川で剝離がはじまった2週間目以降の剝離率は80%以上に達した。一方培養流速31.9 cm/s の場合一週間で剝離を開始するという増殖経過であったが、剝離率は50%前後の一定値となった。以上の結果を他のシリーズも加之付着微生物量と剝離率に関してプロットすると図4に示すように付着微生物量の増加とともに剝離率も増加する傾向がみられる。この原因は(1)生物膜厚の増加による水理学的影響(付着微生物量の増加は生物膜厚の増加と等しいと考える) (2)生物膜の老化による生物学的・有機化学的效果 (3) (1) (2) の相互作用等が考えられる。これの全面的な解明は本報では得られなかったが、特に(2)に関してニミの知見を以下に示す。付着力に影響を与える生物学的効果として、 $v = 31.9 \text{ cm/s}$ で12日間培養した付着微生物をベニヤ板ごとに取り出し次の条件下

〔(1)曝気水中に浸漬 (2)水中に浸漬 (3)無酸素溶液に浸漬 (4)遊離塩素10 ppm (NaOCl) 溶液に浸漬 (5) control〕で24hr 放置した後剝離率を測定したところ、(1)~(3)は control の剝離率と差異が認められず、(4)のみが大きな剝離率を示した。次いで遊離塩素濃度と剝離率の関係について実験を行い図5の結果を得た。

以上から微生物の生・死・活性等は微生物の付着力の支配的因子とはならないことが推察される。もちろん微生物死滅後他生物により液化/分解されたり、固体表面に嫌気層が発達したりすると付着力は急速に低下する。なお NaOCl 添加による剝離率の増加はこれと矛盾するように見えるがこれも NaOCl が微生物の分泌した polysaccharide を溶解性の化合物に変化させるという考え方が最近では支配的なことから説明される。5)

<参考文献> 1) 芦立他; 第33回年会総要集 2) 安田; 第13回衛生工学研究討議会論文集 p67 (1977) 3) Ir. H.W. van Gils;

水と土の汚染の制御 (1973) 汚染水制御委員会 4) 芦立他; 第30回年会総要集 5) Kenis P.R. (1968) Nature 217, 940~942

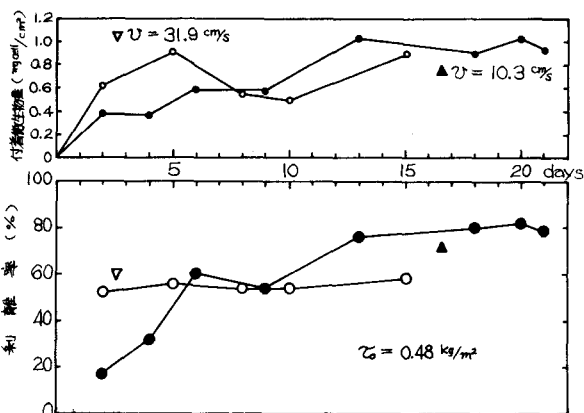


図-3 培養日数と剝離率の関係

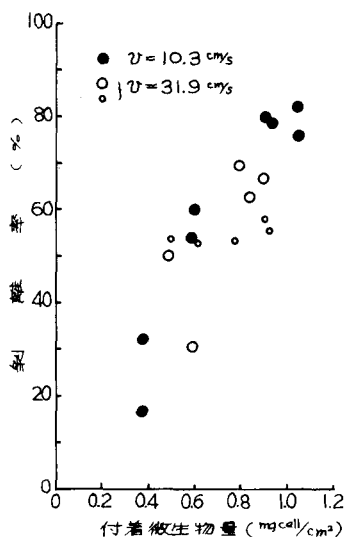


図-4 生物量と剝離率の関係

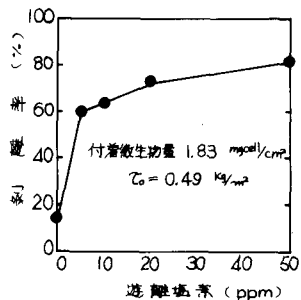


図-5 遊離塩素濃度の剝離率への影響