

函館高専 正 ○ 芦立 徳厚
関野 英男
藤田 繁雄

1. はじめに

水質汚濁や水輸送施設の障害を引き起こす一為廃水処理・高度処理の分野で比重を増しつつある固定相付着微生物について、渡者はその評価と制御のための基礎的な検討を行ってきた。既報^{1),2)}では平面水路型のモデル実験装置を用いて、基質濃度や培養流速と付着微生物の増殖・剥離との関係について二・三の知見を得た。しかし水車回転式の平面水路は流速や掃流力を大きくすることができないため広領域での実験として不十分を残した。本報告は水路勾配を任意に設定できる装置を新設し、幅広い流速・掃流力の条件下で付着微生物の増殖・剥離について検討したものである。

2. 実験装置と実験方法

可傾水路の概略を図-1に示した。幅10cm 長さ170cm の上下段水路は、上・中段水槽下にとりつけられたジャッキによって任意の勾配に設定することができる。各水路の底には10×10cmの耐水ベニヤ板を敷きつめた。基質(グルコース50, 10⁻²M, MgSO₄・7H₂O 10⁻²M, FeCl₃・6H₂O 0.5, CaCl₂ 2.5 (単位mg/L) + リン酸 buffer) を含む循環水を24時間毎に交換しポンプで循環させた。上・下段水路の勾配をそれぞれ所定の流速・掃流力が得られるように設定し数シリーズの実験を行った。付着微生物については乾燥重量、強熱減量、膜厚、循環水に関してはpH、電導度、DO、BOD₅、COD (K₂Cr₂O₇法)等をそれぞれ測定した。各シリーズ終了後、水路の勾配と流量を順次増して掃流力を増大させ剥離実験を行った。

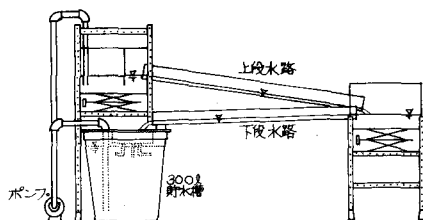


図-1 実験装置

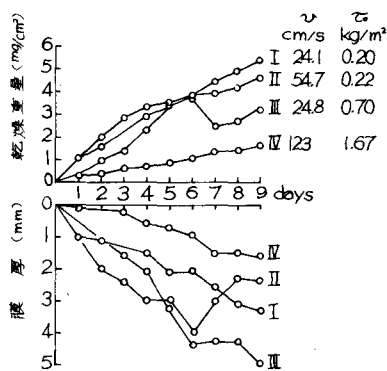


図-2 付着微生物の増殖経過

3. 実験結果と考察

循環水の水質変化については、各シリーズともその傾向に大きな違いがないのでまず概括してみる。pHは7.0、電導度は300 μ S/cm前後を維持した。DOは8 μ g/L前後であったが、付着微生物量が増大すると若干低下する傾向がみられた。循環水の交換直後のBOD₅は平均50 μ g/L、24時間後は10 μ g/L前後であった。同様にCODについてはそれぞれ80 μ g/L、20 μ g/L前後であった。

付着微生物の増殖の経日変化の一例を乾燥重量と膜厚で示したのが図-2である。6日目位まで、乾燥重量はほぼ直線的な増殖経過を観察される。条件によって増殖の途上で剥離現象がおきるが、その時期は6日目前後というのがほとんどであった。乾燥重量と膜厚の関係は必ずしも一定でなく、特に膜厚は水理条件との関連が考えられ検討中である。

顕微鏡観察による付着微生物の優占生物はZoogloea typeで、既報の水平水路におけるバツケ式運転の場合と同様であった。

さて付着微生物の増殖に及ぼす流速(v)、掃流力(τ_b)の影響について整理

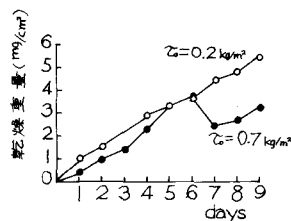


図-3 τ_b が異なる場合の増殖経過

すると以下ようになる。

まず流速がほぼ同じで掃流力が大きく異なる条件下での付着微生物の増殖経過を図-3に示した。図から6日目まではほぼ同一の増殖経過で $\tau_0 = 0.2 \text{ kg/m}^2$ のシリーズはその後もその傾向を保持したが、 $\tau_0 = 0.7 \text{ kg/m}^2$ のシリーズは6~7日目に一部の付着微生物が剥離しその後また増加に転じたことがわかる。このことから基質や溶存酸素の供給速度に関連する水路流速が微生物の増殖速度を支配し、ある微生物量に達すると(ないしは膜厚)、掃流力が微生物量を規定すると考えられる。

各シリーズの増殖経過から剥離前の直線部分の傾きを付着微生物増殖速度として水路流速と掃流力との関係を示したのが図-4である。増殖速度は流速の増加とともに上昇していくが、流速が過大になると低下する。最大増殖速度 $0.7 \text{ mgcell/cm}^2/\text{day}$ が得られる流速は40%前後であった。一方掃流力と増殖速度の関係も流速の各点と必ずしも平行移動ではない

図-4 v , τ_0 と増殖速度の関係

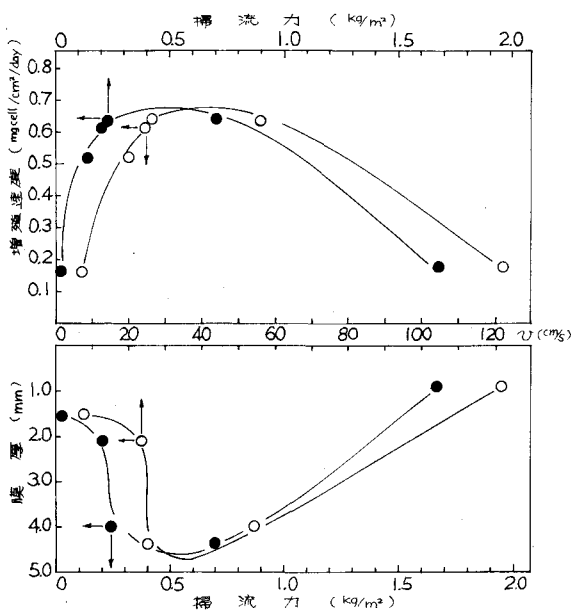
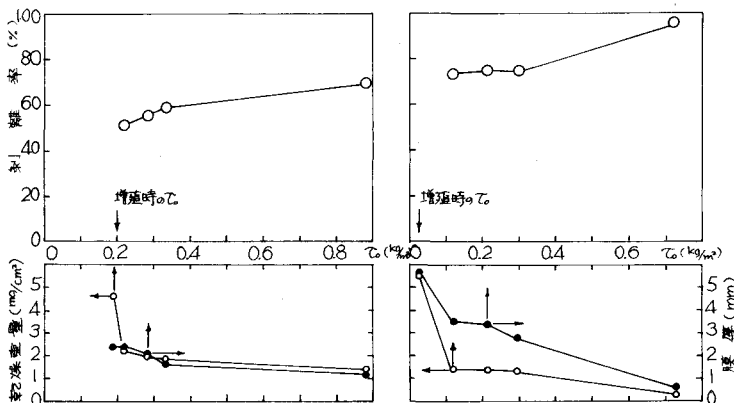


図-5 v , τ_0 と膜厚(6日目)の関係



のだが、きわめて類似した結果となった。最大増殖速度は 0.5 kg/m^2 前後の掃流力のもとで得られる。以上の結果も図3で述べたと同様微生物の増殖と水路流速が密接に関連し、掃流力が微生物の剥離を支配していることを裏付けている。

図-5はいずれのシリーズにおいても直線的な増加を示す最大経過日数である6日目の膜厚と、水路流速・掃流力との関係を示したものである。5mm前後の最大膜厚が

図-6 剥離実験結果の一例

得られるのは図-4とほぼ同様の条件下であった。可燗水路で9日間増殖させた付着微生物について水路の勾配や流量を段階的に増して剥離実験を行ったが、結果の一部を図-6に示した。9日目の付着微生物量と剥離実験後に残留している微生物量の差から剥離率を求めた。図中に実験時の微生物量、膜厚も合せて示した。この結果から増殖時の掃流力をわずかに増しただけで大半の微生物が剥離し、その後は掃流力と剥離率はほぼ直線的な関係と成ること、増殖時の流速・掃流力が小さいほど剥れやすい生物膜となることなどがわかる。付着微生物の乾燥重量と膜厚の変化を見ると、前者の変化は大きく後者は小さい。このことは付着微生物の剥離が均一に生物膜を薄くするという形もとらず、部分的に不均一に進行することを物語っている。

4. むすび 水路流速と掃流力が付着微生物の増殖と剥離に及ぼす影響を明らかにしたが、さらに基質濃度、供給形態等を変えて実験するとともに水理学的な解析もあわせて検討していきたい。

<参考文献> 1) 芦立他; 第33回年会報告集 2) 芦立他; 第34回年会報告集