

II-633

河床付着生物膜の初期増殖過程における藻類量と活性細菌数の変化

茨城大学大学院 学生員 田杭秀規
茨城大学工学部 正 員 古米弘明

1. 研究の背景と目的

地方中小河川においては、下水道普及の遅れから河川への生活雑排水の直接流入により河川水質環境の悪化が問題となっている。このような人間活動による水環境や河川水質に与える影響を総合的に評価するためには、河川における水域生態系を定量的に把握する必要がある。河川における生態系や物質循環に関与する河床付着生物膜は、増殖過程においては栄養塩の貯蔵体としての浄化機能を有するが、一旦剥離すると懸濁物質として栄養塩を放出する汚染源ともなる。そこで本研究では付着生物膜の増殖や剥離のメカニズムを解析するための基礎的な知見を得ることを目的として、初期増殖過程における細菌の増殖や呼吸活性に着目しながら付着生物膜現存量の評価を行った。

2. 研究方法

2-1 調査地域概要と調査地点

下水道普及中の流域を持つ地方中小河川として涸沼川を調査対象とした(図-1参照)。涸沼川は、茨城県中央部を流れる全長約46km、流域面積458.8km²、水質環境基準類型Aの1級河川である。平成4年度からは広域下水道の供用が開始され、放流処理水の量も増加している。調査は河川流量の比較的安定している冬期の平成6年11月22日～12月26日に、上流部のSt.1(馬洗橋)、友部町からの生活雑排水の流入点付近St.2(穴戸橋)、またその下流部のSt.3(舟場橋)の3地点について実施した。

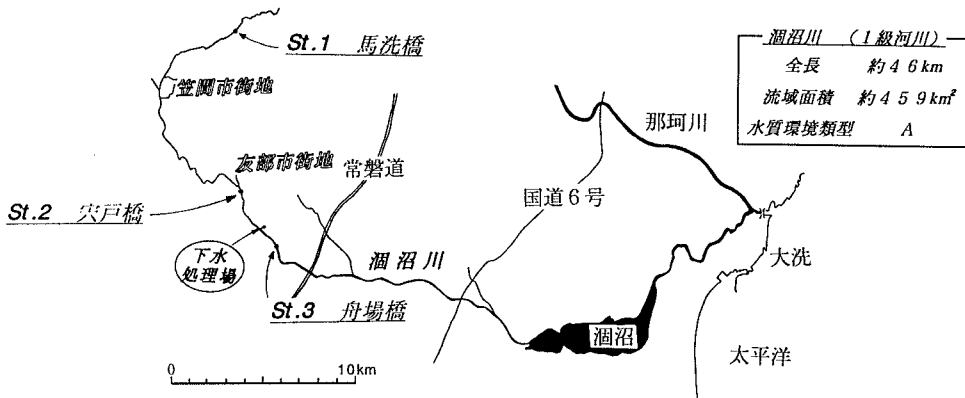


図-1 調査対象河川

2-2 調査手順

河床付着生物膜の成長を調べるために、#180のヤスリで表面を処理した人工付着板(塩化ビニール製:5cm×15cm)をコンクリート製の台に固定し、河床に設置した。そして1~3日間隔で回収した付着生物膜を分析試料とした。成長過程の評価は現存量としてSS,VSS,chl.a密度を測定し、生物膜内の呼吸活性の割合を評価するためにアクリジンオレンジ(AO)とテトラゾリウム塩(INT)を用いた染色により全菌数と呼吸活性のある細菌数を顕微鏡でそれぞれ計数した。また付着板回収時に設置場所の流況調査(水深,水温,pH,DO,照度,流速)と河川水の採取を行った。河川水については水質分析(SS,VSS,chl.a,DOC,NH₄-N,陰イオン,菌数の計数)を行い、流況や水質による付着生物膜増殖の違いについて評価を行った。

2-3 AO/INTを用いた全菌数/呼吸活性のある菌数の計数方法¹⁾

呼吸活性のある細菌数の計数方法は、試料にINTと有機基質(酵母菌抽出物など)、DNA合成阻害物質(ナリジニル酸)を加え培養し、INTによって細胞内の呼吸の電子伝達系を駆動させる酵素群をホルマザン

に還元し、細胞内に沈着させることを利用して調べるものである。またこの計数に細胞内の核酸と強く反応するAO染色による全菌数の計数方法を組み合わせると、細菌の呼吸活性の有無を評価することができる。

3. 結果及び考察

3-1 付着生物膜現存量の変化

図-2に示すようにSt.3の付着生物膜現存量は、他の2点に比べ早く増加した。調査日9回の平均表面流速は、St.1が0.95m/s, St.2が0.64m/s, St.3が0.22m/sであったことから、水質による違い以上に流速の違いによって、St.3が他の2点に比べ懸濁成分が堆積がし易く、生物膜自体も剥離しにくい状態にあったものと考えられる。図-3よりVSS中に含まれるchl.a量が地点を問わずほぼ一定であることや回収した生物膜の色から、付着生物膜VSSの主な構成成分は藻類であるといえる。また図-2には剥離の要因となる降雨量について共に示したが、本調査期間の降雨による流量増加では剥離するには至らないことも伺える。

3-2 付着生物膜内の活性細菌数の変化

図-4から付着生物膜内の全細菌数は、20日間でおよそ $10^9 \sim 10^{10}$ cells/cm²まで増加した。同時に計数した呼吸活性のある細菌数より求めた活性菌の割合は、図-5に示すようにおよそ5~30%の間に推移しており、ばらつきも大きい。全体的に経過日数とともに減少する傾向にある。付着生物膜の増殖過程では、細菌類・菌類が着生し増殖した後に藻類が増殖することが知られており²⁾、活性割合の減少は生物膜表面での藻類の増殖により、内部が嫌氣的になったことが原因であると考えられる。また図-6からchl.a密度の増大により活性菌の割合が減少する傾向があることは明らかである。

4. 結論

1) 付着生物膜中のVSSはchl.aで代表される藻類が主たる構成成分であり、その中の全菌数は20日間でおよそ $10^9 \sim 10^{10}$ cells/cm²まで増加した。

2) 付着生物膜中の増殖過程において活性菌体の割合はおよそ

5~30%の間に推移しており、全体的に経過日数とともに減少する傾向にある。また活性割合の減少は、生物膜表面の藻類の増殖によって内部が嫌氣的になり、呼吸活性が低下したのと考えられる。

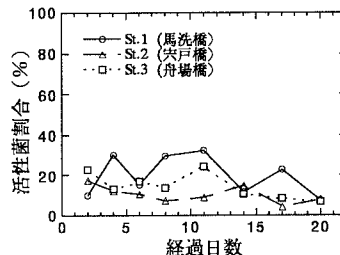


図-5 付着生物膜内菌体の活性割合経日変化

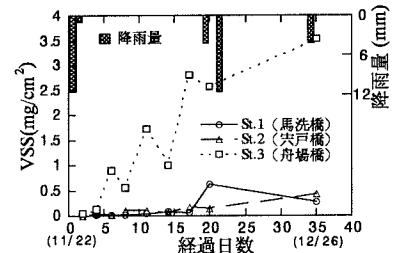


図-2 付着生物膜現存量の経日変化

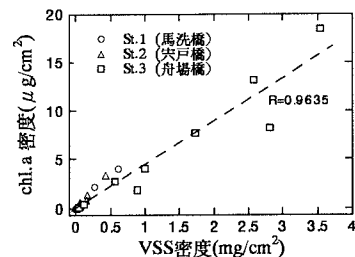


図-3 VSSとchl.aの関係

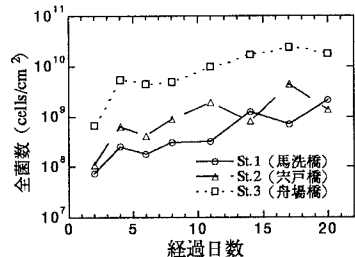


図-4 付着生物膜内菌数経日変化

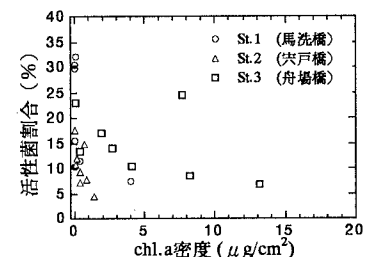


図-6 chl.a密度と活性菌体の割合の相関

〈参考文献〉

- 1) B.E.Rittmann et al.(1992)
Measurement of the Activity of a Biofilm: Effects of Surface Loading and Detachment on a Three-Phase, Liquid-Fluidized-Bed Reactor, Wat.Sci.Tech., Vol.26, No.3-4, p585-594
- 2) 相崎守弘 (1980) 富栄養河川における付着生物膜群集の発達にともなう現存量および光合成量の変化: Jap.J. Limnol. 41, (4), p225-234