

II-428 礫間接触浄化法による海水浄化の生物膜特性

(株)熊谷組 正員 門倉伸行 佐伯建設工業(株) 伊東孝能
 清水建設(株) 正員 丹羽千明 (株)フジタ 廣田 修
 運輸省港湾技研 正員 細川恭史

1. はじめに

近年、閉鎖性海域や沿岸域では水質の汚濁が進行し、その対応策が必要とされている。本研究は、このような低濃度汚濁海水の浄化法として、礫間接触浄化法による実験を大型水路を用いて行っているものである¹⁾。礫間接触浄化法は、礫表面に付着した生物膜により、汚濁質の酸分解や吸着、接触沈殿等の作用で浄化する方法であり、河川の水質改善に適用されている。今回の実証実験で、本法を初めて海水に適用した結果、生物膜の特性について河川浄化と比較していくつかの知見が得られたので、ここに報告する。

2. 実験方法

実験水路は、長さ30m、幅1m、高さ1.3mの水路を6本並列に設置し、各々の水路に粒径の異なる礫を高さ1.2mまで敷き詰めた。原水には、東京湾湾奥の運河海水を用い、表-1の条件で1990年10月1日より通水を開始した。なお、原水は水路の流入部で曝気を行い、DOをほぼ飽和まで高めてから流入させた。生物膜調査用の礫は、各水路とも上流側から4.05mと19.05m（No.3水路は3.05mと18.05m）の2ヶ所に設置した礫サンプリングピットより採取した。礫表面に付着した生物膜は、ろ過海水を用いてブラシ等により洗い落とし、SS、VSS、酸素消費速度を測定した。調査は、通水開始31日後の1990年10月31日、184日後の1991年4月3日～5日、337日後の1991年9月3日～5日の3回行った。

3. 実験結果および考察

(1) 生物膜の性状：各水路の生物膜付着量とVSS比（VSS/SS）、酸素消費速度の調査結果を表-1に示す。生物膜の性状は、曝気の有無によらず褐色を呈し、下水処理の低負荷時と同様な外観であった。膜の付着力は弱く、比較的剝離しやすかった。VSS比は、通水日数に対応して高くなり、337日後では0.3～0.6（曝気無し）と河川や排水路等の処理の場合とほぼ同じ値であった。曝気をした場合のVSS比は、しない場合と比べ高い傾向にあり、通水337日後では0.2～0.5も比が高くなっていた。生物膜に出現した生物は、植物ではケイソウ類の*Skeletonema costatum*が最も多かった。原生動物は、冬期から春期にかけて種数は増大し、曝気の有無に係わらず*Carchesium*, *Vorticella*, *Zoothamnium* 等の下水の生物処理に出現するものが最優先種であり、良好な処理が行われていることを示した。海産としては、*Eutimninus*, *Helicostomella* 等が出現したが、占有割合は低かった。これは、運河水に生活排水や下水処理水等が混入していることを示すものである。

表-1 実験条件および生物膜付着量・VSS比・酸素消費速度調査結果

水路 No.	礫	設定 時間	曝気	サンプリング 地点	礫単位容量当たりのVSS(kg/m ³)			生物膜のVSS/SS比			酸素消費速度(mg/l/hr/g)		
					31日後	184 日後	337 日後	31日後	184 日後	337 日後	31日後	184 日後	337 日後
1	大	3.8	無	4.05 m	0.11	1.44	1.51	0.13	0.40	0.50	65.1	19.0	8.5
				19.05 m	—	0.80	1.80	—	0.43	0.58	—	9.5	3.1
2	大	1.9	無	4.05 m	—	1.76	2.67	—	0.31	0.45	—	13.0	4.4
				19.05 m	—	1.09	3.01	—	0.34	0.27	—	8.1	0.9
3	大	0.9	無	3.05 m	0.17	1.94	2.09	0.17	0.35	0.61	53.7	15.1	13.9
				18.05 m	—	1.32	2.57	—	0.35	0.36	—	39.3	9.6
4	中	2.0	無	4.05 m	0.40	2.13	4.00	0.11	0.30	0.58	14.3	15.5	2.7
				19.05 m	—	1.33	1.67	—	0.19	0.32	—	7.9	7.8
5	小	2.0	無	4.05 m	0.24	4.63	—	0.10	0.34	—	32.3	6.8	—
				19.05 m	—	3.27	—	—	0.08	—	—	7.5	—
6	大	3.8	有	4.05 m	0.07	0.81	1.02	0.22	0.37	0.98	73.4	8.4	4.0
				19.05 m	—	0.54	0.70	—	0.41	0.73	—	8.2	4.3

(2) 生物膜付着量：表-1から、生物膜の付着量はVSS比と同様に通水日数に対応して増大していた。生物膜の比重を1.1と仮定して付着SS量から膜厚を算出すると、ほとんどが $100\mu\text{m}$ 以下であり、酸素消費速度の調査結果(73mg/l/hr/g 以下)と考え合わせると、膜内での酸素の拡散律速は起こってないと推測される。図-1に、通水184日後の生物膜量と礫径との関係を示す。礫の単位表面積当たりでみると、小礫の比表面積が高いため大礫より小礫の方が生物膜量が少なくなっていたが、水路容積当たりの生物膜量は逆に大礫より小礫の方が多く、今回使用した礫の場合には、生物膜の付着の面では小礫の方が有効であった。次に、同時期における生物膜量と滞留時間との関係を図-2に示す。滞留時間が短いと負荷が高くなり、それに応じて生物膜量も増大していた。

(3) 生物膜量当たりの負荷と浄化性能の関係：生物膜量当たりの負荷と浄化性能の関連をみるため、膜量当たりのCOD負荷とCOD除去率および酸素消費速度の関係を調べた。図-3に結果を示す。通水開始当初の生物膜量が少ないときには、膜量当たりの負荷が高いため活性は非常に高い状態にあるが、COD除去率は低かった。通水6ヶ月以降は活性および除去率ともほぼ定常状態となっていた。この初期活性と除去率との逆転傾向を説明するため、生物膜量と除去率との関係を調べた。図-4に結果を示すように、生物膜量と除去率との関係はまったく同じ傾向を示し、生物膜量が多いと膜量当たりの負荷は低下し、それにとともに除去率は増大した。以上のことから、今回のような低濃度汚濁海水の浄化では、除去率の向上に対しては生物膜の活性よりも生物膜量の増大がより重要であることが判明した。

4. まとめ

礫間接触浄化法を海水に適用したときの生物膜について調査した結果、①VSS比や出現生物は淡水に適用した場合とほぼ同様であった。②生物膜付着量と礫径や滞留時間との関係が明らかになった。③生物膜量当たりのCOD負荷での検討から、除去率の向上には生物膜量の増大が重要であった。なお、本研究は運輸省港湾技研と民間17社から構成されるシーブルーテクノロジー工法研究会が実施している共同研究の一部である。

〔参考文献〕 1) 細川ら、礫間接触水路による内湾水の秋冬期浄化実験、第46回土木学会(1991)

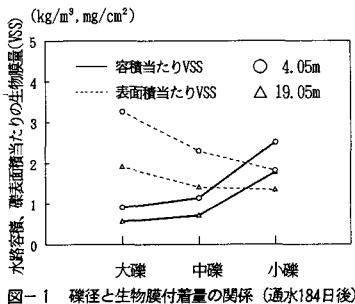


図-1 礫径と生物膜付着量の関係 (通水184日後)

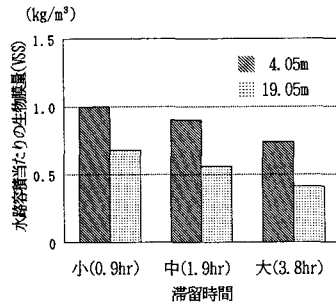


図-2 滞留時間と生物膜付着量の関係 (通水184日後)

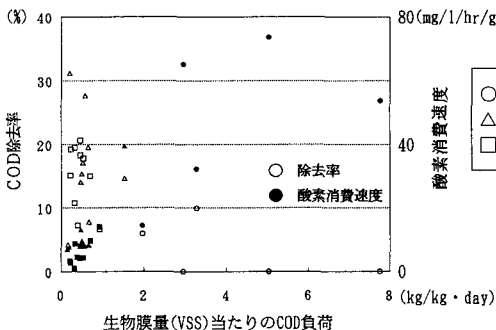


図-3 生物膜量当たりの負荷とCOD除去率、酸素消費速度の関係

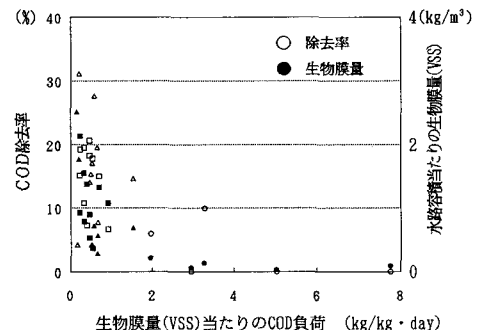


図-4 生物膜量当たりの負荷とCOD除去率、生物膜量の関係