

II-430

磯間生物膜法の海水浄化効果に関する長期水槽実験

大阪市立大学 正会員 小田一紀 重松孝昌 貫上佳則
 学生員 大屋博史 ○綱潔之
 東洋建設 正会員 倉田克彦

1. はじめに 生物膜を利用した海水浄化法は、汚濁の原因となる有機物や栄養塩類を微生物の成長に転換させ、最終的には食物連鎖機構によって無機化し、水中から除去するものである。この海水浄化法の現地への適用性を評価するにあたり、浄化効果に影響をおよぼす因子、微生物による有機物の除去速度、浄化効果の季節変動などを把握する必要がある。そこで、春から冬にかけての長期間の現地海水を用いたバッチ実験および連続負荷実験を行い、これらの問題点を検討した。

2. 実験方法 バッチ実験は、図-1に示したものと同一水槽に海水を満たし、以後エアポンプによる循環、曝気のみを行い、新たな流入海水による負荷を与えない状態で行った。定期的に流出水をサンプリングし、そのCODの経日変化を測定し、有機物(COD)の除去速度定数を求めた。

連続負荷実験は、図-1に示すようなアクリル製縦置円筒形水槽を用いて行った。大阪南港で採取した海水を送液ポンプにより滞留時間が7.0日になるように約144ml/hrの流量で水槽の上端から連続的に流入させ、同時に下端に取り付けてあるチューブから同じ量だけ貯水タンクへ流出させた。この時、エアポンプによって、海水の曝気および循環を行っている。流入水と流出水の有機性炭素、窒素、リンおよび浮遊物質の各濃度を測定し、浄化効果を調べた。また、浄化効果に影響をおよぼす因子として、表面積・水量比と滞留時間を考え、表-1のように設定し、それぞれCASE-1～CASE-4とした。ここで、表面積・水量比とは、水槽中の海水1ℓ当りの磯の表面積である。CASE-2は磯層高さを半分にして、滞留時間を3.5日にした場合の実験である。

3. 実験結果 バッチ実験によるCODの除去速度は、次式で表される¹⁾。

$$dL/dt = -K_r (L - L_d) \dots (1)$$

ここで、 t は反応時間、 L は有機物濃度、 L_d は難分解性有機物濃度、 K_r は除去速度定数である。

式(1)を $t=0$ dayで $L=L_0$ (初期濃度)として解くと次式のようになる。

$$L = (L_0 - L_d) \exp(-K_r t) + L_d \dots (2)$$

実験結果を式(2)に当てはめ、最小自乗法で回帰すると K_r が求まる。このようにして得られた、有機物除去速度定数 K_r の経日変化を水槽内の海水の水温とともに図-2に示す。ここで、実線が K_r 、点線が水温のグラフを表す。図-2より、2、3の測定値を除けば除去速度定数と水温のグラフはよく似ており、水温が有機物除去速度に大きく影響していることがわかる。

連続負荷実験の測定は1991年4月3日～12月24日の期間に行った。CASE-3における各測定項目の累積値を図-3～図-5に示す。また表-2に実験結果をまとめる。

これらの図および表より、流入水中の浮遊成分(POC, PN, PP)は、およそ6/14～10/12の期間に急増しており、除去効果もこの時期に大きくなっている。表-2に示したSSの除去率も大きいことと考え合わせると、これら

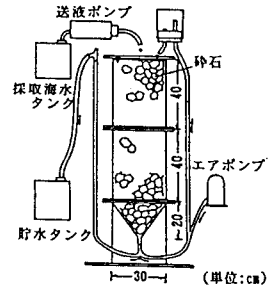


図-1 連続負荷実験装置

表-1 実験条件

	砕石最大粒径	表面積・水量比	滞留時間
CASE-1	約 5cm	約2800(cm ² /ℓ)	7.0日
CASE-2	約 5cm	約2800(cm ² /ℓ)	3.5日
CASE-3	約 1cm	約8000(cm ² /ℓ)	7.0日
CASE-4	約15cm	約1000(cm ² /ℓ)	7.0日

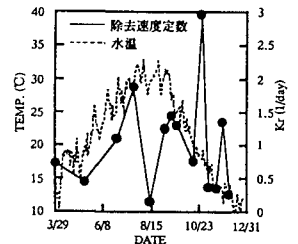


図-2 水温および有機物除去速度定数の経日変化

の浮遊成分はSS中に含まれ、礫間生物膜における吸着、沈澱などの物理的作用によって除去されているものと考えられる。溶解成分(DOC、DN、DP)は、浮遊成分ほど顕著な除去効果はみられない。このような傾向は、CASE-1、CASE-2およびCASE-4の場合ほど一層顕著に見られた。しかし、栄養塩類(DN、DP)は有機物(DOC)に比べ比較的大きな除去効果を示しており、生物膜法は栄養塩類の除去に有効であると言える。また、一般にこれらの除去効果はおよそ6/14~10/12の時期に大きくなっており、この時期は水温が20℃をこえる時期とほぼ一致している(図-2参照)。このことより、温暖期には浮遊成分が増大し、その除去効果が大きくなる、また、微生物の活動が活発になり有機物や栄養塩類の除去効果が大きくなると言える。

表-2 流入水と流出水の水質

水質項目		POC	DOC	PN	DN	PP	DP	SS
流入水濃度	平均値(mg/l)	0.66	2.95	0.23	1.69	0.046	0.140	8.23
流出水濃度	CASE-1 平均値(mg/l)	0.32	2.70	0.11	1.13	0.014	0.079	3.42
	CASE-1 除去率(%)	51.5	8.40	52.2	29.8	69.6	49.0	58.4
	CASE-2 平均値(mg/l)	0.34	2.75	0.14	1.15	0.004	0.107	1.90
	CASE-2 除去率(%)	48.5	6.65	39.1	22.5	91.3	30.3	76.9
	CASE-3 平均値(mg/l)	0.07	2.70	0.20	1.33	0.0	0.070	1.82
	CASE-3 除去率(%)	89.4	8.34	13.0	35.0	100.0	55.3	77.9
	CASE-4 平均値(mg/l)	0.59	3.16	0.23	1.29	0.005	0.093	2.03
	CASE-4 除去率(%)	10.6	-1.40	0.0	27.7	89.1	41.2	74.9

$$\text{除去率}(\%) = \frac{\text{流入水の平均濃度} - \text{流出水の平均濃度}}{\text{流入水の平均濃度}} \times 100$$

表-2のCASE-1とCASE-2の比較によれば、表面積・水量比は大きいほど除去効果が大きいことがわかる。しかし、CASE-1とCASE-2の比較によれば、滞留時間(7.0日と3.5日)による除去効果の違いは明確には現れていないようである。

4. 結論 (1)浮遊成分(POC、PN、PP、SS)に対する除去効果は大きい、礫間に捕捉された浮遊物の処理方法について今後検討する必要がある。(2)有機物の除去効果は小さく、特に溶解成分はほとんど除去されない。(3)礫間生物膜の物理的作用による栄養塩類の除去効果は大きく、礫間生物膜法はこれらの除去に有効である。(4)一般に有機物や栄養塩類の除去効果は、水温が20℃以上の時期に大きくなる。(5)単位体積当りの礫表面積が大きいほど除去効果が大きい、滞留時間による除去率の違いは明確には認められなかった。(6)有機物除去速度定数の季節変動は水温に影響されるところが大きい。

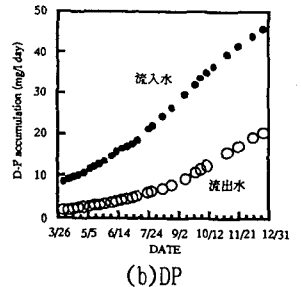
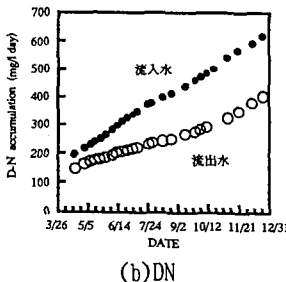
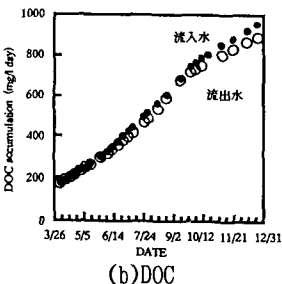
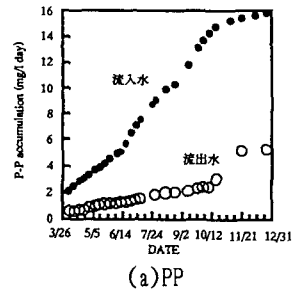
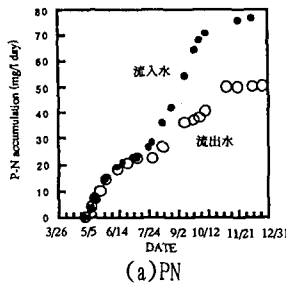
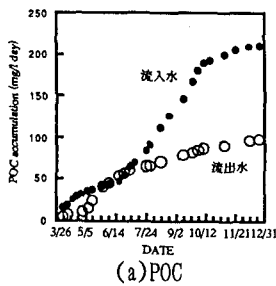


図-3 有機性炭素の累積値(CASE-3)

図-4 窒素の累積値(CASE-3)

図-5 磷の累積値(CASE-3)

謝辞：本研究は、文部省科学研究費一般研究（B）（代表者 小田一紀、NO.03452215）の補助を受けた。ここに記して謝意を表する。

1)小田一紀(1990):海岸工学論文集 第37巻 pp.838-842.