

海水を対象とした礫間生物膜 の浄化効果に関する室内水槽実験

大阪市立大学 正会員 小田一紀 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

筆者らは、現在、礫間生物膜の海水浄化機能の基礎的研究および礫間生物膜法の現地海岸における実用化の可能性についての研究を行っている。この一環として、昨年の4月上旬から12月下旬にかけての実海水を用いて室内水槽による連続負荷実験を行い、礫間生物膜の浄化効果を調べ、さらにゲルクロマトグラム分析によって、海水中の溶解性有機物の生物分解による難易性を調べたのでその結果を報告する。

2. 実験方法

実験は図-1に示すような、アクリル製の縦型円筒形水槽を用いて行った。接触材として粒径1cm、5cm、15cmの3種類の砕石を用いた。

大阪港南港から採取してき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の一定流量で連続的に水槽上端から流入させ、同時に下端に取り付けてあるチューブから同じ量だけ海水を流出させた。流入水と流出水の有機性炭素、窒素、リン、および浮遊物質を測定し、浄化効果を調べた。また、浄化効果におよぼす滞留時間の影響を調べるため礫層高さを滞留時間7.0日の場合の半分にすることによって、滞留時間を約3.5日の場合も設定した。実施した実験ケースとその条件をまとめて、表-1に示す。

なお、曝気を行い、かつ水槽内の海水を混合させるためエアポンプを用いた。また、植物等による炭酸同化作用を防ぐため水槽内は暗条件としている。

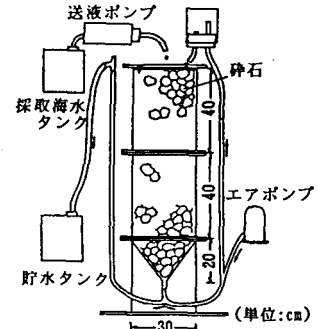


図-1 実験装置図

表-1 実験条件

	砕石最大粒径	滞留時間
CASE-1	約 5cm	7.0日
CASE-2	約 5cm	3.5日
CASE-3	約 1cm	7.0日
CASE-4	約 15cm	7.0日

3. 実験結果

測定は、1991年4月3日から1991年12月24日までの春から冬にかけての期間に行った。図-2～図-5にCASE-1の各測定項目の経日変化を示す。また、表-2に実験結果をまとめる。

表-2によると、TOCの除去率は14～23%程度であるが溶解性有機物(DOC)の除去率は7～8%とほとんど除去されていないことがわかる。そこで、丹保ら¹⁾の提案したゲルクロマトグラフィーの手法を用いてゲルクロマトグラムを作成し、溶解性有機物について生物分解の難易性を調べた。図-6および図-7は流入水および流出水のゲルクロマトグラムを示す。これらの図より流入水と流出水とでTOCやE260のグラフに大きな差は見られ

表-2 各実験ケースでの平均水質と除去率

水質項目		TOC	DOC	TN	DN	TP	DP	SS
流入水濃度	平均値(mg/l)	3.61	2.95	1.92	1.69	0.186	0.140	8.23
流出水濃度	CASE-1 平均値(mg/l)	3.02	2.70	1.24	1.13	0.093	0.079	3.42
	CASE-1 除去率(%)	16.3	8.40	35.6	29.8	50.0	49.0	58.4
	CASE-2 平均値(mg/l)	3.09	2.75	1.29	1.15	0.111	0.107	1.90
	CASE-2 除去率(%)	14.4	6.65	33.1	22.5	40.3	30.3	76.9
	CASE-3 平均値(mg/l)	2.77	2.70	1.13	1.33	0.070	0.070	1.82
	CASE-3 除去率(%)	23.2	8.34	41.4	35.0	62.5	55.3	77.9
	CASE-4 平均値(mg/l)	3.75	3.16	1.52	1.29	0.098	0.093	2.03
	CASE-4 除去率(%)	-4.53	-1.40	25.0	27.7	52.1	41.2	74.9

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

Kazuki ODA, Yoshinori KANJO, Hiroshi OYA, Kiyoshi TSUNA, Katsuhiko KURATA

ない。つまり、溶解性有機物は難分解性であるためDOCはほとんど除去されなかったと言える。

表-2および図-3から、窒素はTNの除去率が約25~40%、DNの除去率が約20~35%と、有機性炭素に比べると高い除去率を示している。また、溶解成分(DN)も高い除去率を示していることから、濾過作用による除去だけでなく、生物反応による除去も行われていることがわかる。

表-2および図-4から、リンはTPの除去率が約40~60%、DPの除去率が約30~55%と、更に高い除去率を示している。リンは浮遊成分が多いため、濾過作用による除去が大きく影響しているが、溶解成分(DP)も高い除去率を示しており、生物膜法がリンの除去に非常に有効であることがわかる。

また表-2および図-5より、浮遊物質(SS)は除去率が約70%と除去効果は大きい。礫間や礫表面での捕捉、吸着などの物理的な除去作用による影響が大きいと考えられる。ここに記していないが、別な分析から浮遊性有機物は除去率が約5~50%、浮遊性窒素は除去率が約20~60%、浮遊性リンは除去率が約55~70%となっており、浮遊成分は溶解成分より高い除去率を示すと言える。

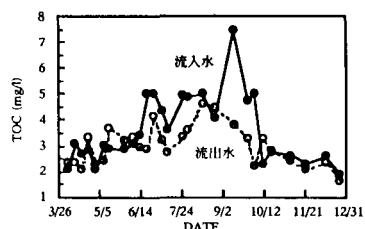


図-2 TOCの経日変化

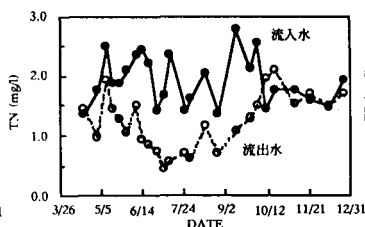


図-3 TNの経日変化

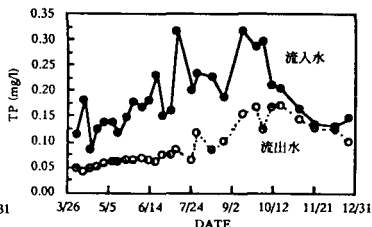


図-4 TPの経日変化

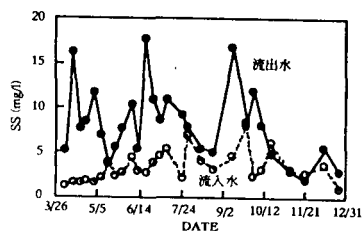


図-5 SSの経日変化

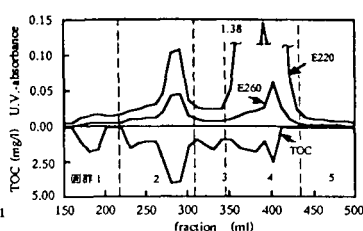


図-6 流入海水(10/25)の
ゲルクロマトグラム

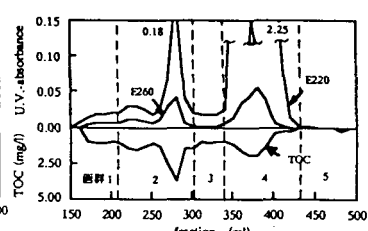


図-7 流出海水(10/31)の
ゲルクロマトグラム

4. 結論

- 1) 有機性炭素(TOC)の除去率は約20%以下と低く、特に溶解成分は難分解性であり、除去効果は小さい。
- 2) 窒素(TN)の除去率は約25~40%、リン(TP)の除去率は40~60%と除去効果が大きく、礫間生物膜はこれらの除去に有効である。その除去機構は礫間での濾過作用によるところも大きいですが、微生物の体内への取り込みも考えられる。未だ、不明な点も多く更に検討する必要がある。
- 3) 浮遊物質(SS)の除去率は約70%と高いが、礫間に捕捉された浮遊物質の処理方法について今後検討する必要がある。
- 4) 砕石粒径が最小(1cm)であるCASE-3の除去効果が最も大きく、粒径による除去効果の違いが現れたが、滞留時間(7.0日と3.5日)による除去効果の違いは明確でなかった。
- 5) 一般に、除去効果は夏を中心とした温暖期に高くなることがわかるが、この理由として①微生物の活動が活発になること、②除去効果の高い浮遊成分が多くなること、が挙げられる。

<参考文献>

- 1) 丹保憲仁・亀井翼：マトリックスによる都市水代謝の水質評価—都市用・排水系の再評価のための研究(Ⅱ),水道協会雑誌,第502号,pp.2~24,1976。