

II-431 付着生物利用による水質浄化基礎実験 (その1)

大成建設(株) 生物工学研究所 正会員 ○金子文夫、片倉徳男

1. はじめに

総延長34,000kmといわれている我が国の海岸線は、昭和30年代に始まった大規模な埋立や護岸構築のため、自然海岸が殆ど消滅した。ちなみに、近年の東京湾岸は、86%が人工護岸に囲まれ、僅か14%が生物の生息する自然海岸である。この結果、生物の生息場所がなくなり、沿岸域の生態系が変化したため、流入負荷に対して生物などによる自浄作用が限界となり、景観的にも生態的にも水辺環境の価値が低下しているものと推定する。沿岸域の回復を図るには、消波機能のある従来の海岸構造物に生物の生息場を取戻すことが必要と考える。本研究は、その水辺の生態を把握し、生態系を考慮した水質改善技術に関するものであり、生物の食物連鎖によって水中の過剰な有機物やチッ素・リンを減少させる手法について検討するものである。そこで、実際に透過性模擬堤体(生物付着担体)を設置し、実海水を用いたモデル実験を行ったところ、水質浄化の一旦が明らかとなったので、ここに報告する。

2. 実験方法

実験は、付着担体を水槽中央部(13×B1×H0.7m:4台使用)に堤体状に積みあげ、生物膜を形成させるために実海水を流量約100l/minで一定期間連続通水した。その後、取水を停止し水槽内に貯留した海水をミニポンプで循環させ、全有機炭素濃度(TOC)を指標に、水質経日変化を調べた。なお、この方法を定期的に繰返し、生物種・生物量にともなう水質を調べた。実験に用いた堤体は、捨石堤を想定した玉石と生物をより付着させるために表面積を大きくした中空の多孔質材料とした。写真-1～2に実験状況および担体例を、また、図-1に実験装置を示す。また、担体の種類による付着生物種の差異、すなわち生物付着特性を評価するために、実験に使用した担体と同じものを実験海域に浸漬した。実験期間は、S62年8月～11月およびS63年8月～11月の2ケ年である。

3. 実験結果および考察

3.1 実験水槽内の有機物量変化

生物膜による水質浄化効果の評価は、水中の有機物の指標となる炭素に着目して、TOCから推定した。図-2は取水を停止し水槽内に貯留している海水を循環させたときの水質変化を実験毎に示したものである。縦軸は、経過時間毎の測定値と実験初期値との比であり、実験開始時に対する水槽内の水質変化を示す。したがって、TOC初期濃度比1.0は、その時期の海水の濃度である。なお、横軸は、各測定時間毎の濃度を示す。同図から、実験海域のTOC濃度についてみると、8～9月にかけて10～17mg/lと上昇した。10～11月になると12～6mg/lに減少した。水温の高い夏期はTOCの値が大きく、汚濁負荷が高いといえる。また、各時

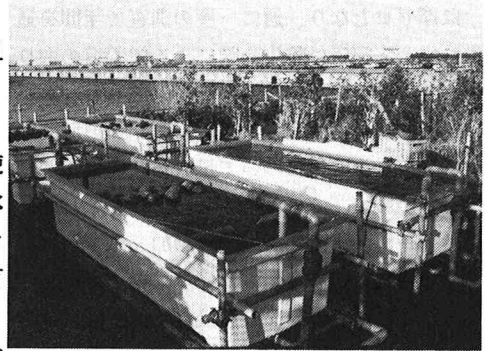


写真-1 実験状況

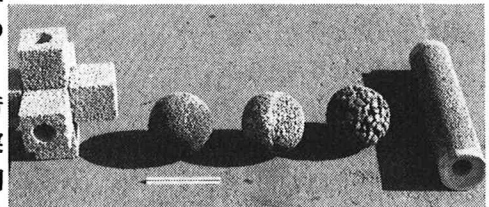


写真-2 多孔質担体例

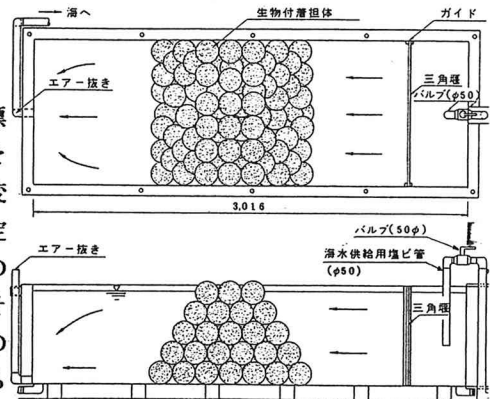


図-1 多孔質材料による水質浄化実験装置

期のTOC濃度勾配についてみると、8月を除いていずれも減少傾向であった。この減少は、生物が付着した担体に、海水を接触させたためであり、「生物膜による浄化効果」によるものと推定される。なお8月期は減少していないが、これは実験を開始してから約1週間しか経過していないため、十分な生物膜が形成されていないことによる。また、各時期の減少勾配は、9月が大きく10月から11月にかけてやや小さくなっていることが認められる。この要因は、9月に汚濁負荷が高く、かつ水温が高いため付着生物の活性が旺盛となり、水中の有機物が生物に取込まれ易いために推定される。図-3は、昭和63年度11月期のTOC経日変化である。すなわち、前年度の同時期は減少していたが、今年度は実験開始後一旦減少傾向となるがその後水質に変化がない。この要因として考えられるのは、夏期の異常低温・日照不足により生物の活性が抑えられ、十分な生物膜の形成に至らなかったこと、また汚濁負荷が少なく微少変化を水質のみでとらえることが出来なかったことなどによる。ただし、今年度は、担体の種類による特異な現象すなわち「生物の棲みわけ」が認められた。

3. 2 付着担体の特性

昭和62年度は担体に玉砂利のみを用いたが、今年度は玉石と中空の多孔質材料を用いた。表-1は、一例として10月期における担体と付着生物種との関係を示したものである。表中のP-1・P-2は多孔質材料を、またG-2は玉石を示す。特徴的なのは、骨材粒径の小さな多孔質担体(P-1: 骨材粒径 2mm)がアオサなどの付着藻類が優占種であるのに対し、表面粗度の大きい多孔質担体(P-2: 骨材粒径 5mm)は、付着藻類が少なく、フジツボ・カキの仲間などの動物が顕著に付着したことであった。一方、多孔質材料に比べて表面がなめらかな玉石(G-2)では、カキの仲間と付着藻類のアオサ・ヒトエグサが顕著であった。このことから、多孔質材料と天然石の玉石を組合わせることによって多種の生物を増集させ、生物の食物連鎖系を活発にし、生物による有機物の取込みが期待できる。

3. 3 多孔質材料の環境特性

今年度の水質浄化実験では、TOCの水質変化が顕著でなかったが、担体によって生物種が異なった。この要因として、担体の表面粗度・空隙率などの物理的なことが考えられるが、多孔質材料が保有する化学的環境条件も考えられる。表-2は多孔質材料内・外部の酸化還元電位を示したものである。同表によると、空隙率の大きな担体内部で酸化還元電位が(-)であり、嫌気性となっている。すなわち、1つずつの担体において表面は好気性で中空部が嫌気性と相反する環境が形成された。

以上、2ケ年の実験結果から、生物膜による水質浄化の可能性および多孔質材料による付着生物種の違いが把握された。更に実験を進め、多孔質材料の特性を利用した水質浄化手法について検討を行う予定である。

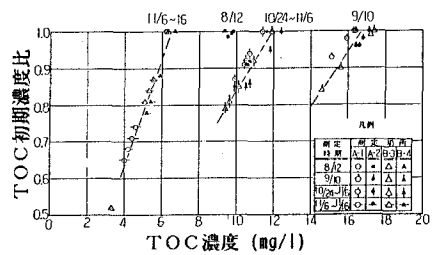


図-2 8月～12月期の TOC初期濃度変化（昭和62年度）

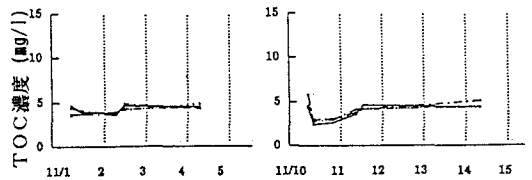


図-3 TOC経日変化

表-1 付着担体の種類と生物特性の関係

生物種名	10月上旬		
	P-1	P-2	G-2
フジツボ	+++	+++++	+++++
カキの仲間	+++		+++++
ユウレイボヤ	+		
エゾカサネカンザシ	+++++	+++++	
ムラサキイガイ	**	*****	
アオサの仲間	+++++		+++++
ヒトエグサ	+++		++
ヒビミドロ			
備考	・上流側に藻類顕著 ・生物棲多	・フジツボ顕著	・上流側に藻類 ・下流側に貝類

表-2 多孔質材料内・外部の酸化還元電位

担体種類	直径(φ)	担体内部電位 (mv)	担体外部電位 (mv)
P-1	150mm	+25～30	+30
P-2	150mm	-170～-230	+30