

石積み浄化堤による海水浄化工法の開発

—その3：浄化堤実証施設における生物相と水質浄化能—

大林組土木技術本部 ○串間正敏 小林 真
大林組技術研究所 喜田大三 辻 博和 藤井慎吾
宮岡修二

1. はじめに

近年、治水、利水のためでなく、親水性にあふれたウォーターフロントの開発が、重要視されている。このためには、良好な水環境が不可欠である。現在、広域水域の浄化には、浚渫、覆砂、底質改良材の散布等各種の浄化技術が実施されている。最近ではこれらの技術に加え、生物による浄化すなわち自然の浄化機能を活用する方法が、安価で持続性もあり、広域水域の浄化に効果的であるばかりでなく、海域の活性化にもつながるとして注目されている。

当社は、シーブルーテクノロジー工法研究会で開発した礫間接触酸化による海水の浄化工法を発展させ、さらに土木学会関西支部の「海洋のウツロによるヘドロの浄化」の共同研究グループ（代表者：赤井一昭氏）の貴重な成果を参考にして、現在「石積み浄化堤による海水浄化」の技術開発を進めている。

石積み浄化堤とは、海域中に石積みによって囲まれた水域を作り出し、多様な生物が多数定着できるような場を造成するものである。造成後、石積み堤を基盤として俗に、生物膜と呼ばれている細菌・付着珪藻・原生動物等の微細付着生物群、やや大型の付着生物、海藻類、さらに底生生物、魚類によって1つの生態系が形成される。海水の浄化は潮の干満などによる水の移動と定着したこれら生物の食物連鎖を通して、石積み堤に生じた水質浄化機能によって行なわれるものと推測される。

ここでは、造成後に形成される付着生物を主体とした生態系の形成過程、さらに造成後約6カ月までの水質浄化性能とこれら生物群との関係について報告する。

2. 現地実験における調査方法

前報のその1で述べたように、水深2 mの浅海域に図-1のような構造の石積堤を設置した。前面は20~30cm大の中詰石と1t石で築堤し、透過性の構造で、その他は鋼矢板で囲った。通常、1日2回の潮汐流によって海水が入り出す。

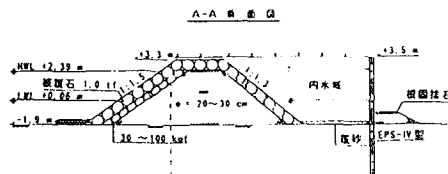


図-1 石積み浄化堤の現地実験施設の概要

(1) 浄化堤の内外水域の動植物プランクトン調査

浄化堤の外水域と内水域について、表層水（水面から50cm）を採水し、動植物プランクトンの種類と出現数を1回／2カ月の頻度で調査した。同時に魚類調査も行なった。

(2) 浄化堤の堤体材への付着生物調査

石積浄化堤の内水域にある堤体部1か所、外水域にある堤体部2か所について、1回/2カ月の頻度で調査を行なった。調査項目は、中詰め石に付着している微細な付着生物（生物膜）の種類とその量、表面の被覆石に付着している大型の付着生物の種類とその量、および間隙生物の種類などである。

(3) 浄化堤の内水域の底質調査

1回/2カ月の頻度で、底泥をエックマンバージで採取し、底生生物の種類とその量および底質の各種の化学的性状を調査した。

3. 生物相の推移

石積浄化堤の造成により、浄化堤外水域と内水域の2つの環境が形成される。約1~2か月後には水質生物相に変化が現れた。植物プランクトンの出現分布は、内外水域で著しい相違が見られた。

9月から1月にかけての出現種数は、外水域で28~23種、内水域で18~11種がみられ、堤外の方が多
い。優占種は、*Skeletonema costatum*、ハプト藻類、クリプト藻類であった。出現数(細胞数/m²)は

外水域で $10^3 \sim 10^2$ のオーダーであるのに対し浄化堤透過後の内水域では、常に 10^1 のオーダーに低下していた（図-2）。動物プランクトンの出現分布は、外水域で14~16種、内水域で14~11種で外水域が幾分多い。優占種は、カイアシ類の*Oithona*, *Acartia* 等であった。出現個体数（個体/ℓ）は外水域で90~16、内水域で41~3で量的には少ないが、同様な傾向が見られた。付着生物のうち微細付着生物（生物膜）は、付着珪藻の*Melosira*、藍藻類の*Navicula*及び線虫類が主要種で1か月後には、1t石、中積石を覆った。タゲジマフジツボ、ホトギスガイ等の大型の付着生物は、2か月後に1t石に定着、分布し、その後中積石にも分布を広げた。浄化堤外部では大型付着生物、内部では生物膜（微細付着生物）が優占し、出現数は堤外部で著しく多い。図-3は、微細付着生物と大型付着生物の出現状況を乾燥重量（mg/cm²）と出現個体数/0.125m²で示したものである。いずれも約2か月後にはかなりの付着がみられ、11月には上限（初期）に達している。また覆砂した堤内の底生生物は、堤外水域の約4~6倍の量となり底質改善の効果が見られた。魚類は、9月~11月には、堤内域で、マハゼ、クロダイ幼魚等が、堤外域では石積堤周辺でボラ、クロダイ幼魚群が観察された。

4. 水質浄化と生物相

前報で述べているように、石積浄化堤造成後、約40~50日後から水質変化が見られ、内水域の水質浄化の効果が明らかとなった。浄化堤の浄化能（SSによる）は、一定期間経過後に高くなっており、約2か月後の41~80日の間では、浄化率は0.5~0.75、それ以上の日もみられ、この傾向は継続して観測されている。

一方、浄化堤の生物群のうち、SSの構成成分でもあるプランクトンの出現数は、内、外水域でかなり相違しており、浄化堤による植物プランクトンの除去率（堤外p-堤内p/堤外p）は、9~1月の3回の調査で99%、動物プランクトンも11月から90%以上になっており、浄化堤通過時に減少したと考えられる（図-4）。

これは、浄化堤に形成されためぐるめした生物膜（微細付着生物群）への付着（ろ過）、さらにプランクトンを餌としている生物群によって摂餌（除去）されたためである。また、他の付着SS分は、細菌群、巻貝類等により分解、摂餌される。さらに浮遊SS分は、フジツボ類等のろ過食性付着生物群によって摂餌（生体内への移行）され、除去される。以上のように浄化堤による水質浄化（SSの除去）は、これら生物の摂餌活動と密接な関係があり、一定期間経過後の浄化性能の発現および上昇は、浄化堤生物群の推移（増加）と良く対応している。この水質浄化能とこれら生物群との密接な関係は、造成後40日経過後に発生した青潮時（海域のDoが低下する）に、浄化率の低下（0.25~0.5）によって堤内海水の透明度が低下した現象からも推測される。これは、浄化堤生物の一部斃死、及び摂餌活動（代謝）の低下によっているものと考えられる。造成後6か月で、浄化堤への多様な生物の付着とこれら生物の食物連鎖を通して総合的な水質浄化システムが形成されつつあることが明らかとなった。（参考文献）

1. 辻ら 石積浄化堤による海水浄化工法の開発、その1：実海域の石積浄化堤実証施設の概要

2. 喜田ら その2：石積浄化堤実証施設における水質浄化特性

土木学会年次講演会 1994

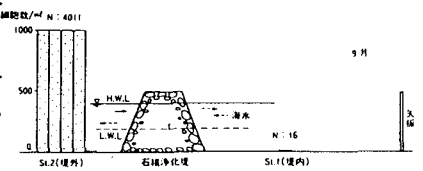


図-2 石積浄化堤内・外域の植物プランクトン出現細胞数（細胞数/ml）

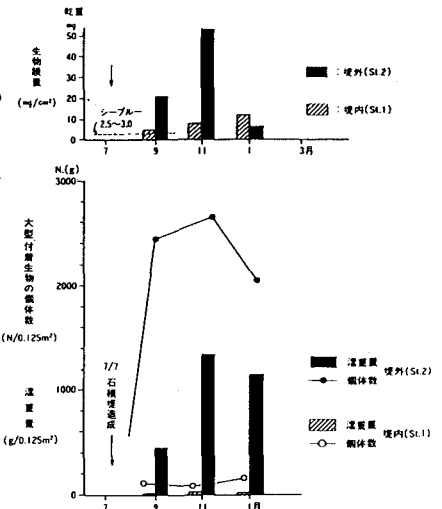


図-3 石積堤付着生物の定着状況

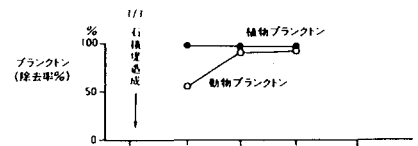


図-4 造成後のプランクトンの除去率の推移