

水域の浄化システム(水域のうつろ)

水域の浄化システムプロジェクトチーム

○赤井一昭 上田伸三 大城聖三

麻田幹彦 阿部和朗 菅原武之

1. まえがき

最近は海岸や湖沼の水域が汚染され、水産業、観光、レジャー等の資源として大きな問題となっている。また、海洋法上200海里が確定し、日本は世界の海洋大国となったが、このような広大な海洋国土をどのように保全し、開発をすすめていくかがこれからの大きな課題である。ここに紹介する水域の浄化システムは、波浪や潮汐のエネルギーを利用して莫大な水域の水を浄化する手法であり、これによって海洋や湖沼の環境保全、開発に寄与していこうとするものである。

2. 浄化の機能

多空隙の碎波堤が大きな浄化効果をもっていることを発見し、これを「浄化防波堤」という。浄化しようとする水域を図-1

のような「浄化防波堤」で囲む。これを「水域の浄化システム」（または「水域のうつろ」「海洋のうつろ」）という。このようなうつろは水の浄化機能の基本となる「ばっ気」「接触酸化」「酸化池」「沈澱法」のそれぞれの作用を兼ねそなえ、しかもこ

れらの相乗作用によって浄化効果が高められることが明らかとなった。

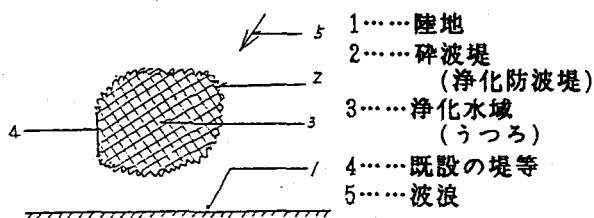
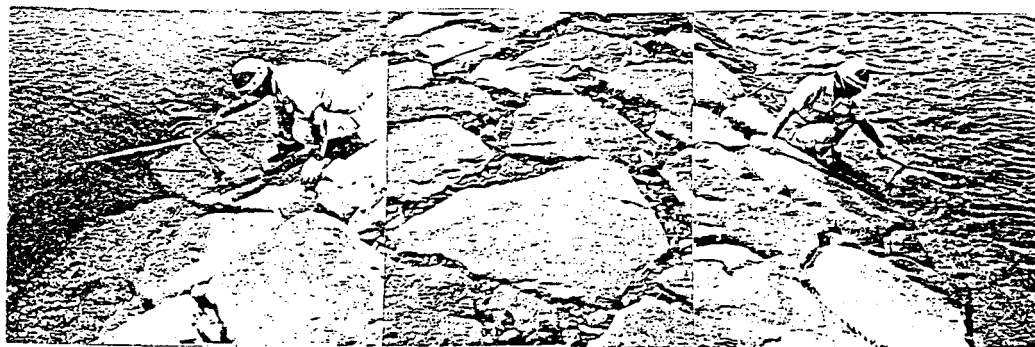


図-1 水城の浄化システム

写真-1 水域の浄化された状況



うつろ内の水城

うつろ外の水域(外洋)

2-1 波浪によるばっ気

波のエネルギー等によって波浪が砕波堤に当たると砕波し、空中に水を散布すると同時に水中に空気を混入し、攪はんする作用によって水と空気の接触作用を高め、水中の溶存酸素を増加させる¹⁾。近年このような波浪ばっ気、特に「砕波帯における溶存酸素の挙動」に

Kazuaki AKAI, Shinzō UEDA, Seizō ŌSHIRO, Mikihiro ASADA, Kazuro ABE, Takeshi SUGAHARA

ついでの実験的な研究が進められている^{2) 3)}。また護岸の構造によるばっ気効果のちがいが⁴⁾や傾斜堤の材料の形状によって、ばっ気効果の変化することも明らかにされた。さらに、このほど「海域環境改善工法」の実験も行なわれており⁵⁾、「波浪ばっ気」による水質改善の効果の大きいことが明らかにされてきた。

2-2 接触酸化

物と汚染水が接触していると、物の表面に生物膜が発生し、この生物膜によって汚水が酸化分解されることを「接触酸化」という。特に汚染水が礫の間を通過することにより行なわれる接触酸化を「礫間接触酸化」という。礫間接触酸化法については「多摩川河川浄化事業」⁶⁾、さらに基礎実験として「荒川調節池総合開発事業下水浄化実験」が行なわれている⁷⁾。多空隙の砕波堤の築堤材料は、拾石やコンクリートブロックで築造されているため礫間接触酸化の機能が大きい。

2-3 酸化池

汚染水を広い水域に滞留させ、バクテリアや藻類を発生させて、生物学的に水を浄化する池を「酸化池」という。砕波堤によって締切られたうつろな水域は酸化池を構成し、水の自浄作用を進行させる。

2-4 沈澱法

汚染水の流速を極めて小さくすることにより水中の浮遊物を沈澱させる方法を「沈澱法」という。砕波堤で締切られた水域は波浪の影響が少なく、大きな沈澱池を構成する。さらにばっ気および酸化作用によって汚染物のフロック化が進み、沈降作用が促進される。

3. うつろの汚水処理能力

日本近海における潮汐の干満差は表-1のとおりであり、うつろの汚水処理量 Q はうつろ内の(潮位差 h) $\times$ (面積 A)となり、干満のたびに接触酸化、ばっ気的作用をくりかえしながら、多空隙の砕波堤を透過する。

表-1 日本近海の潮汐定数(大潮差~小潮差)各平均¹⁾

釧路	(0.8~0.5)	宇和島	(1.7~0.7)	福岡	(1.6~0.6)
東京	(1.3~0.5)	大阪	(1.0~0.3)	佐世保	(2.5~0.9)
四日市	(1.9~0.7)	神戸	(1.0~0.3)	大連	(2.6~1.6)
和歌山	(1.3~0.4)	広島	(2.9~1.2)	上海	(1.0~2.6)

また、うつろ内の潮位差 h は、砕波堤の延長、幅員、空隙率、水面面積 A によって変わる。写真-2は埋立の過程で周囲を拾石堤(砕波堤)で囲まれたうつろな水域の潮位変化の軌跡で、干満の都度拾石堤を透過して浄化される。

【例】：仮にうつろ内の潮位差 $h=1\text{m}$ とすると、[1辺1km(面積 $A=1\text{km}^2$) $\rightarrow$ 日浄化水量400万トン]、[1辺10km

写真-2 拾石堤(砕波堤)



($A = 100 \text{ km}^2$) → 日浄化水量 4 億トン]となる。

前者の数値は大阪府流域下水道の計画処理水量 460 万トン/日に、後者の数値は日本全国の下水排水計画数量約 1 億トン/日を上回る莫大な水量である。

4. うつろの特徴

- ① 海洋や湖沼の水域に流入する汚濁河川、下水を始めこの水域に発生する赤潮や油汚染を波浪や潮汐等の自然の力、すなわち「自浄作用」によって水をきれいにしようとするものである。
- ② 波浪や潮汐のエネルギーを利用して水処理を行なうために、水処理に要するランニングコストがほとんどかからない。
- ③ 莫大な水域の水を処理することが可能である。
- ④ 薬品による水処理を行なわないため、二次公害のおそれがない。
- ⑤ 砕波堤で囲まれたうつろ水域は、漂砂、飛沫対策として効果が大い¹⁾。
- ⑥ うつろ内の水域は高潮や津波対策としても役立つ。
- ⑦ うつろ内の水域を海洋牧場として、また多空隙の砕波堤は魚礁としての利用が可能である。
- ⑧ うつろ内の水域は海水浴場等のレジャー水域として利用すれば、漂流物のゴミや大腸菌が少なくきれいで衛生的な水域となる。さらに漂砂によって砂を失うこともない。
- ⑨ 波浪のエネルギーの利用によって反射波が消滅し、航路の安全や沿岸の保全に役立つ。
- ⑩ 多空隙の接触酸化材として、コンクリートのガラ等の再利用が可能である。

5. むすび

このように「水域の浄化システム」(または「水域のうつろ」)は海洋や湖沼の水域に発生する赤潮、水質汚濁はもとより、高潮、津波に至る水域に発生する障害を解決してくれる。しかも水産資源を尽きることなく無限に生産しつづけ、ほとんどが水中に没し、環境、景観を損なうことなく渾としてあるかないかの存在である。また、このうつろの規模が大きければ大きいほどその効果がさらに大きくなる。これが「水域の浄化システム」(または「水域のうつろ」)である。この「うつろ」こそ、これからの海洋や湖沼の保全、開発の主体となるものであり、国際的にもこの発明、発見の意義は大きいものといえる。

6. 参考文献

- 1) 廃水の生物学的処理 岩井重久訳 コロナ社
- 2) 砕波帯における溶存酸素濃度の挙動に関する実験的研究 細井由彦 村上仁士
第28回海岸工学講演会論文集(1981)
- 3) 沿岸部におけるDOの挙動に関する基礎研究 細井由彦 村上仁士
水質汚濁研究 第7巻第5号(1984)
- 4) 護岸の曝気能比較に関する実験 堀江毅 細川恭史 三好英一
第27回海岸工学講演会論文集(1980)
- 5) 空気曝気による海域環境改善工法について 運輸省第五港湾建設局 富田英治

ヘドロNo28 1983-9

- 6) 自然浄化機能を活用した水質の改善方策に関する調査報告 S.59年4月

科学技術庁 資源調査会

- 7) 多摩川河川浄化事業 礫間接触酸化法 建設省関東地方建設局京浜工事事務所

- 8) 荒川調節池総合開発事業 下水浄化実験報告書 S.54年12月

建設省関東地方建設局荒川上流工事事務所

- 9) 水域の汚染防止システム 赤井一昭 月刊建設 1983-9 全日本建築協会

- 10) 理科年表 S58年 丸善株式会社

- 11) 泉州海岸漂砂調査(その3)報告書 S54年12月

運輸省第三港湾建設局関西国際空港調査室

日本テトラポット株式会社