

II-637 人工海浜による海域直接浄化システムの構造と浄化能について

東北大学工学部 学生員 坂口芳輝
 国立環境研究所 正会員 西村 修
 東洋建設（株） 正会員 田中裕作
 東北大学工学部 正会員 須藤隆一

1.はじめに

古くから人間と関わりの深い海域である内湾は、近年沿岸の都市化などのために汚濁が進行している。内湾は本来多くの生物が生息し、多様な生態系を誇る豊かな海域であり、その保全が叫ばれている。そのためには、内湾に流入する汚濁負荷を軽減することはもちろん、自然の浄化作用を有効に利用することが必要である。筆者らは海域を浄化する一つの手法として、人工海浜を用いた浄化システムをとりあげ、実験を行なった。本研究では、このシステムが持つ浄化特性やその限界について、実験データと数値モデルをもとに考察する。

2.システムの概要

実験に用いた装置は、図1に示すような構造を持っており、海上に設置されている。人工海浜の材質には礫（碎石）を用いた。潮位が上がるにつれ開口部から海水が進入し、礫浜を通過して内水槽に溜まる。潮位が下がる時はその逆の経路で内水槽から海水が出ていく。海水が礫浜を通過する間に、懸濁物質の捕捉や有機物の酸化、硝化やリンの除去などが起こる。

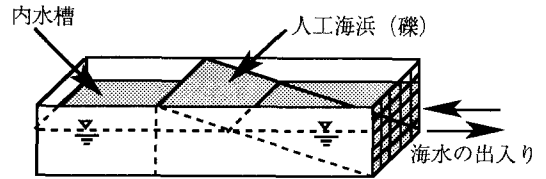


図1 実験装置の概略図

3.実験結果

1993年6月に実験装置を設置して以来、水槽内の透明度は外側に比べ高く安定し、礫浜によって懸濁物質が有効に除去されることが確認された。また、礫浜の中では流れの方向にDO、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、 $\text{NO}_x\text{-N}$ が増加することがわかった。DO、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_x\text{-N}$ の増減量から、礫浜内部で硝化と捕捉された懸濁性有機物の分解が起きていることが推察される。

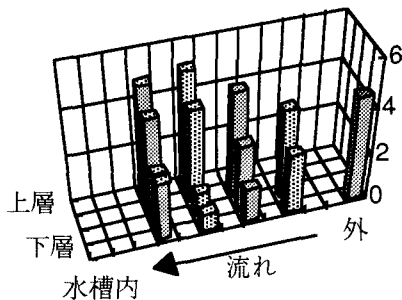


図2 礫浜内のDO分布（1993年8月14日）

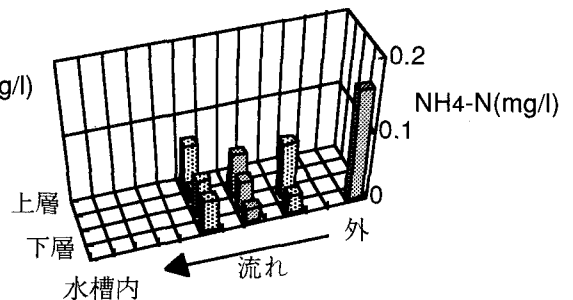


図3 礫浜内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 分布（1993年8月14日）

4.DO消費シミュレーション

有機物の分解や硝化によってDOが消費されることから、DO消費量を浄化能の一つの指標として考えることができる。DOを消費するような生物反応には、反応時間が大きな影響を及ぼす。ここでとりあげている人工海浜システムで海水の滞留時間を左右しているのは人工海浜の構造である。したがって、構造を変化させたときに浄化能に与える影響を考えるため、DO消費のシミュレーションを行った。

シミュレーションは、礫浜内の浸透流を一樣流の仮定により解析し、DOの消費は一次反応と仮定して行った。このシミュレーションにより再現した実験装置のDO分布が図4であり、流れの方向にDOが減少し、その減少傾向が下層において著しいという点で実測値と一致した。

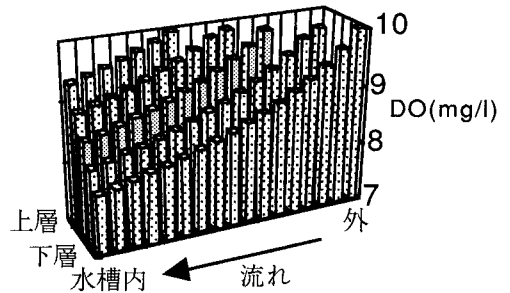


図4 シミュレーションによるDO分布

このモデルを用いて内水槽の長さ、つまり処理水量を変化させたところ、図5のような結果が得られた。DO消費量は処理水量の増加に伴い増大するが、その増加量は処理水量が大きくなるにつれて鈍化することがわかる。この結果から、この人工海浜システムによる浄化能力には限界があると言える。

また処理水量を一定にし、人工海浜の材質を変化させた場合についてもシミュレーションを行ったところ、当然ながら径の小さな材質ほど効果が上がるという結果が得られた。しかし、これにも限界があり、砂のような細かい材質を用いると海水の交換に著しい支障をきたすという結果が得られた。人工海浜の底辺、内水槽の長さをそれぞれ

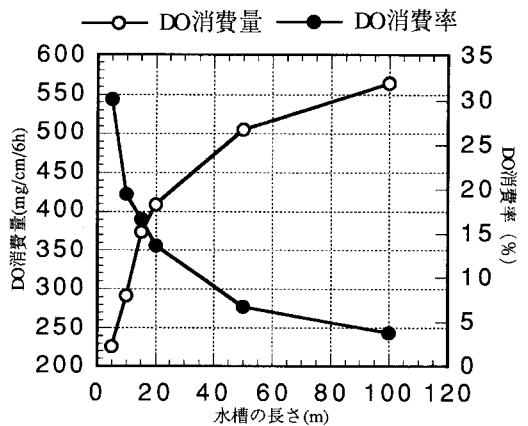


図5 水槽の長ささとDO消費量

10mとした場合、図6に示すとおり透水係数が0.01m/secの材質（粗砂～小砂利に相当）では外側が満潮に達した時点でも20cmの水位差が残り、同じく0.001m/secの材質（中砂～粗砂に相当）ではほとんど海水の流れがなくなってしまうという結果になった。

以上の結果より、人工海浜による直接浄化を行う際には、その構造、材質について十分な考慮が必要であるといえる。

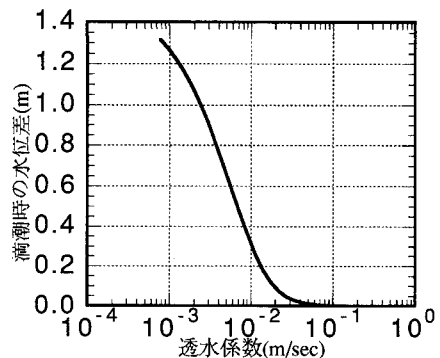


図6 透水係数と水位差の関係

5.おわりに

今回用いたモデルでは懸濁物質の捕捉による目詰まりや人工海浜の表面に付着する生物、水槽内での内部生産などの影響を無視している。今後これらの影響をふまえ、より詳しく人工海浜による浄化メカニズムを解析し、定量化していきたい。