

波うち際における自浄作用に関する研究

徳島大学工業短期大学部 正 細井由彦
徳島大学工業短期大学部 正 村上仁士
徳島大学 大学院 学 岩崎哲史

1. まえがき 河川や海域の水質は、汚染水の排出が適切なレベルであれば、その自浄作用によって良好な状態に保たれるが、これら自浄作用の主要因は好気性微生物による有機物の分解作用である。特に沿岸部は斜面や消波ブロックなどが存在しており、砕波にともなう酸素の溶解がおこりやすく、かつ生物膜が付着生育する場があるために、水質の浄化力が大きいと考えられる。本研究は、波うち際の水質浄化力の評価とその機構を解明することを目的として、斜面上で砕波がおこっている場を対象として、室内水槽実験により、有機物の酸化と溶存酸素の供給特性について検討を行った。

2. 実験方法 図-1に示すような造波水槽の一端に一様勾配の木製斜面部をつくり、好気性微生物を接種し、スキムミルクを基質として波の存在下で斜面部一面に生物膜を生育させた。約20日間の培養で十分な生物膜の形成がみられるので、その後つぎのようにして実験を行った。スキムミルクを加えて水槽内の水のCODを上昇させた後、波をおこした。所定の時間間隔で採水を行い、CODおよびDOの測定を行った。実験終了時に斜面に付着した生物を採取し、付着量、有機物の酸化力を調べた。また、岸付近に消波ブロックが存在する場合についても同様の実験を行った。

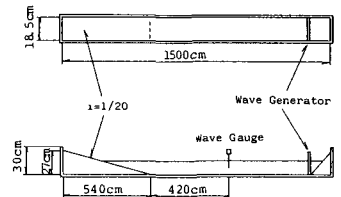


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察 図-2、図-3は実験より求めたCODおよびDOの岸沖方向分布である。図-2は斜面のみであり、図-3は消波ブロックを設置したものである。基質除去に関しては、斜面部のみでおこなっていると考えられ、斜面部以遠ではほとんど濃度変化はみられない。また、DOの分布は砕波点よりやや沖側で濃度の低下が著しい。これは砕波帯付近で有機物の酸化分解がよく進むのに加えて、砕波帯内では砕波にともなう十分な酸素の供給が行われるのに対し、砕波帯外における酸素供給はそれに比べると劣るためであると考えられる。消波ブロックを設置した場合についてのDO濃度変化は、斜面部全体でゆるやかな変化を示しているが、これは消波ブロックによる再はき効果ブロックのない場合に比べて大きいためであると考えられる。また、消波ブロックの表面にも生物膜が生育するため、消波ブロックによる砕波にともなうはきと生物膜による有機物の分解が行われ、消波ブロック周辺の水質が改善されている。

次に、斜面に付着した生物を採取し、その乾燥重量を測定した結果、付着量は沖側から砕波点に向かって徐々に増加し、砕波点付近で急激に減少する。しかし砕波点を過ぎると再び増加

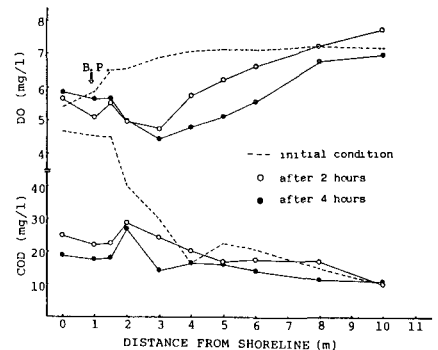


図-2 COD, DOの岸沖方向分布 (1)

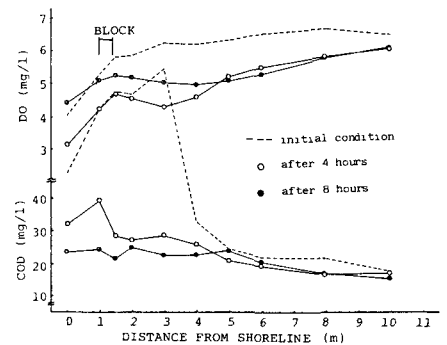


図-3 COD, DOの岸沖方向分布 (2)

する傾向にあった。また、砕波点付近は付着量が少なく、これは砕波帯内の強い乱れとそれにとまなう気泡などによるためであると考えられる。表-1は酸化反応を1次式($\frac{dL}{dt} = -R_1 L S$)とし付着生物の単位重量あたりの脱酸素速度定数をバッチ試験により求めたものである。表より、汀線に近いところで生育したものほど R_1 の値が大きくなる事がわかる。

次に、(1)式を用いて脱酸素速度定数を求めて、それを沖波波形勾配と比較したものを図-4に示す。

$$\frac{d}{dt} \int_V L V = -R_1 A L_s \quad \text{----- (1)}$$

ここで、左辺は単位時間における水槽中のスキムミルクの減少量であり、Aは生物膜が付着している斜面部表面積、 L_s は斜面部平均濃度である。これより、多少のバラツキは見られるが、沖波波形勾配が大きくなると R_1 の値も大きくなり、有機物の分解の速度が大きくなる事がわかる。

4. 数値シミュレーション 図-5に示すような岸沖方向一次元モデルを用いて、水槽内のCODおよびDOについてその濃度変化の再現を行った。使用した式を以下に示す。

$$\text{[砕波帯内]} \quad \frac{dL_i V_i}{dt} = -R_1 S_i L_i V_i - g_i (L_{i-1} - L_i) - R_2 R_i L_i A_i \quad \text{---(2)}$$

$$\frac{dC_i V_i}{dt} = R_2 V_i (C_i - C_i) - g_i (C_i - C_{i+1}) - \alpha (R_1 S_i L_i V_i + R_2 R_i L_i A_i) \quad \text{---(3)}$$

[砕波帯外]

$$\frac{dL_i V_i}{dt} = -R_1 S_i L_i V_i + g_{i-1} (L_{i-1} - L_i) - g_i (L_i - L_{i+1}) - R_2 R_i L_i A_i \quad \text{---(4)}$$

$$\frac{dC_i V_i}{dt} = g_{i-1} (C_{i-1} - C_i) - g_i (C_i - C_{i+1}) - \alpha (R_1 S_i L_i V_i + R_2 R_i L_i A_i) \quad \text{---(5)}$$

すなわち、有機物は浮遊微生物あるいは斜面の生物膜に分解されると考えている。図-6は実験値と計算値の比較である。図より、DOおよびCODの時空間分布は、ほぼ実験結果を再現できた。

次に、(2)~(5)式を用いて、COD、DOについて初期値を与え、種々の入射波について計算を行った。代表例を図-7、図-8に示す。あるCOD初期値に対して入射波が小さすぎる場合は、DOの消費にば、気が追いつかず、時間の経過とともに嫌気性状態へと移っていくが、このときのDOの低下は汀線に近いところほど著しい。適当な大きさの波が入射すると、ば、気効果によりCODの分解が進みながらDOの低下もあるレベルで抑制される。このときDOの低下は砕波点より少し沖側で最大となる。

5 あとがき

波とCOD、DOの関係について検討した結果、ひとつのモデルを作製した。今後さらに詳しく実験および検討を進め、実際の現場に適用できるように研究を進めていきたい。

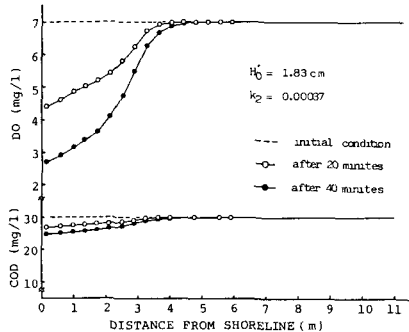


図-7 COD、DOの岸沖方向分布の数値計算結果(1)

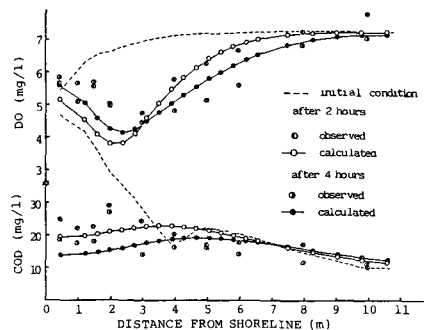


図-8 COD、DOの岸沖方向分布の数値計算結果(2)

場所 (m)	k_1 (1/hr·ppm)
0	0.0017
1	0.0017
1.5	0.0016
2	0.0014
3	0.0013

表-1 バッチ試験による k_1 値

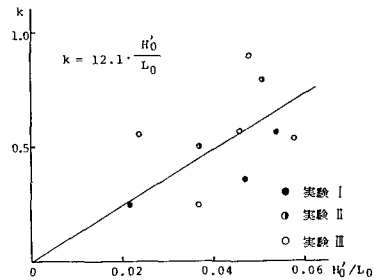


図-4 脱酸素速度定数と沖波波形勾配

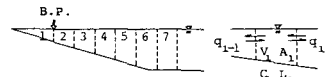


図-5 COD、DOの岸沖方向分布の数値計算モデル