

富酸素海水供給による底質 COD 低減に関する実験的研究

日本ピ - エス 正会員 徳丸真之介 熊本大学 正会員 鈴木敦巳
熊本大学 正会員 丸山繁 熊本大学 学生員 上村昭博

1 . はじめに

近年の熊本県有明海沿岸干潟では、年々泥分が増加しそれに伴って COD の増加傾向が見られる。そこで本研究では海水により底質に酸素を供給して COD の低減を計ることを試みた。

2 . 試験方法

2-1 . バッチ試験 (水浸攪拌試験) この試験は酸素を飽和させた海水をフラスコに入れた湿潤試料と混ぜ合わせ、試料に酸素を限界まで供給したときの海水の DO (溶存酸素量) と試料の COD 変化を調べるバッチ試験である。そのときに着目するものとして、振とう前の海水の初期 DO 値と試料の初期 COD 値、振とう後の海水 DO 値と試料の COD 値を測定する。試料は熊本県の白川左岸沖 10m (熊本)、佐賀県の浜川左岸沖 10m (佐賀 A)、同早津江川沖右岸 10m (佐賀 B) の 3 試料について乾燥質量が同じ量になるようにして各 2 サンプルずつ実験に使用した。海水は人工海水を使用し、海水の酸素飽和にはスクリュウにより 2 時間攪拌後、エアーポンプ (毎分 7.2 リットル) によって溶存酸素を維持する。その海水量と試料の乾燥質量を 10 対 1 の比率 ¹⁾ でフラスコに入れ栓をした後振とう機 (シェイカー) で 5 分間振とうし、その後試料混合海水の DO 値を 1 分毎に測定して DO 値が安定したところで測定を終了する。また同様に試料を入れずに海水だけの空試験も行いバッチ試験の比較データとする。実験するときの温度は有明海の熊本沿岸海域の表層温度が年平均 20 前後 ²⁾ のため、20 前後に合わせて行う。DO 測定後に海水だけを急速真空ろ過して試料の COD 試験を行う。

2-2 . カラム試験 (通水試験) カラム試験は透水試験機を利用して試料に酸素飽和海水を通水させて海水の DO と試料の COD 変化を調べる試験である。その時着目するものとして、通水前の初期海水 DO 値と試料の初期 COD 値、通水後の海水 DO 値と試料の COD 値、海水が通水後排出してくる時間と量を調べる。試料は上記白川左岸沖 10m のものを使用し、動水勾配は 0.39、1.96、3.92 の 3 パターンで実験を行った。供給海水として酸素飽和海水の DO 値維持のためにエアーポンプを使用した。透水試験機のモールドに試料を入れて、その後海水を満たす。すぐに実験をはじめると初めの方の排出海水は供給した海水でなくはじめから試料に含まれていた海水の可能性が高いが、その DO 値の測定も含めての変化を測定することにした。初期海水 DO 値として供給海水の DO 値を定期的に測定し、通水後の海水 DO 値として排出海水の DO 値を測定する。測定はバッチ試験と同じ海水の比率と試料の乾燥質量が 10 対 1 になる供試体間隙量の 5 回分海水が排出された所で終了する。

3 . 結果

3-1 . バッチ試験 (水浸攪拌試験)

バッチ試験結果を表 1 に示す。表中の 1g 当たりの酸素消費率と COD 低減率は次の (1) 式と (2) 式で得られる。

$$P_{SCO} = \frac{\Delta DO}{DO_{f0} \times m} \times 100 \quad \dots (1)$$

$$P_{COD} = \frac{COD_i - COD_f}{COD_i} \times 100 \quad \dots (2)$$

表 1 . バッチ試験結果

	熊本1	熊本2	佐賀A1	佐賀A2	佐賀B1	佐賀B2
絶乾質量(g)	23.14	22.63	23.15	23.20	23.72	23.72
含水比(%)	73.19		169.3		188.2	
泥分量(0.075mm以下)(%)	43.9		94.1		92.4	
初期DO値(mg/l)	4.16	4.61	4.59	4.51	4.39	4.22
終了時の空試験DO値平均	2.82	2.78	2.64	2.64	2.51	2.47
終了時のDO値(mg/l)	0.71	0.96	0.48	0.40	0.24	0.21
終了時の経過時間(分)	10	11	16	16	14	15
1g当たりの酸素消費率(%) (乾燥)	3.23	2.89	3.53	3.66	3.81	3.86
試験前のCOD(mg/g・dry)	9.22		15.34		17.84	
試験後のCOD(mg/g・dry)	6.81	6.52	11.47	11.14	15.22	15.01
COD低下率(%)	26.14	29.28	25.23	27.34	14.69	15.86

ただし、 P_{SCO} : 1g 当たりの酸素消費率、 ΔDO : 終了時の空試験 DO 値平均から終了時の DO 値を引いたもの、 DO_{f0} : 終了時の空試験 DO 値平均、 m : 試料の乾燥質量、 P_{COD} : COD 低下率、 COD_i : 初期 COD、 COD_f : 試験後の COD となる。酸素消費比率は初期 COD 値の高い試料ほど高い値が得られた。

キーワード : 底質、富酸素海水、バッチ試験、カラム試験、COD、DO

連絡 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 TEL 096-342-3539

また同じように初期 DO 値と終了時の DO 値の差も初期 COD 値の高い試料ほど大きくなっている。しかし COD 低下率については初期 COD 値が高いほど低い値を示している。COD 値がすべての試料について低減されていることから、干潟底質への酸素供給は底質浄化寄与することが分かった。図 1 は初期 COD と最終残留酸素率の関係を表す。最終残留酸素率は下記の式で表せられる。

$$P_{ro} = \frac{DO_f}{DO_{f0}} \times 100 \quad \dots (3)$$

ただし、 P_{ro} ：最終残留酸素率、 DO_f ：終了時の DO 値である。この図から初期 COD 値が高いほど最終残留酸素率が低くなることが分かる。また、初期 COD 値が 20 を越えると残留酸素率は 0 になりこの条件の試験方法では酸素を十分に供給できない可能性がある。

3-2 . カラム試験（通水試験） 図 2 に動水勾配 3.92 の供給 DO と排水 DO の関係を示す。供給 DO は徐々に低下し反対に排水 DO は上昇傾向が見られる。このまま実験を続けていくと供給 DO と排水 DO が同じ値になることが予想される。他の動水勾配のカラム試験結果についても同様な変化となった。表 2 にカラム試験の実験データを示す。表中の COD 低下率を見てみると動水勾配が上がるにつれて低下率も大きくなることから実際の干潟でも干満の差が大きいほど COD 低減率が大きくなっていると予想される。

3-3 . 両試験の比較 表 1 の熊本と表 2 の COD 低下率を比較するとバッチ試験と同じ比率の海水量をカラム試験で通水させたのにバッチ試験の COD 低下率が高いのは、カラム試験の通水中に海水の通り道ができてたりして全ての試料に十分供給海水が行き渡らなかったと考えられる。表 3 に酸素量比較を示す。 ΔDO はバッチ試験については式 1 に使用したのと同じであり、カラム試験については供給 DO 平均から排水 DO 平均を引いた DO 差 (mg/l) である。 $\Delta DO \times V_w$ は DO 差に海水量を掛けた海水の総酸素消費量 (mg) であり、 $\Delta DO \times V_w/m$ は総酸素消費量を試料の乾燥質量で割った乾燥質量 1g 当たりの海水酸素消費量 (mg/g・dry) である。酸素消費率は乾燥質量 1g 当たりの海水酸素消費率 (%) のことであり、式 (1) に準じる。ただしカラム試験の場合は終了時の空試験 DO 値平均を供給 DO 平均に変えて計算をする。表 3 からバッチ試験の酸素量、酸素消費率共に高いことからカラム試験と比較して効率よく酸素を供給できたことがわかる。

4 . 結論

これらの実験から海水による酸素供給で底質の COD は低減されることが判った。また海水の酸素消費率は初期 COD 値が大きいほど多く消費される。カラム試験では動水勾配が高くなるほど COD 変化率も大きくなる傾向がある。今回の試験では大気中での COD の測定方法や DO の測定方法にも疑問が残された。。

・参考文献

- 1) 地盤と地下水汚染の原理：発行所 東海大学出版会
- 2) 熊本県水産研究センター資料 平成 11 年度

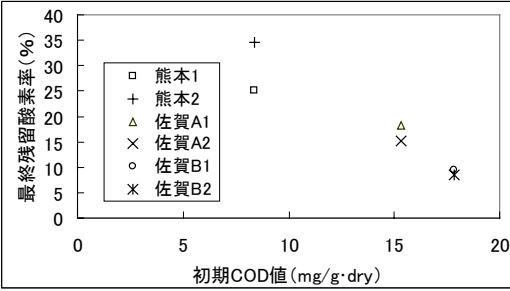


図 1 . 初期 COD と最終残留酸素率

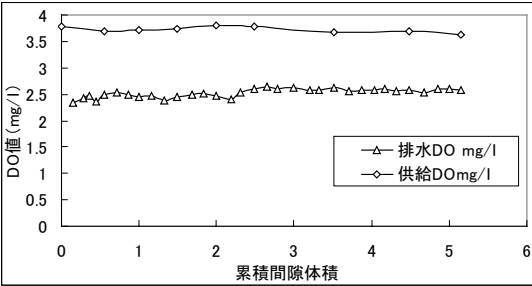


図 2 . 動水勾配 3.92 の DO 値変化
表 2 . 実験データ

動水勾配	0.39	1.96	3.92
含水比 (%)	69.1	70.3	70.3
湿潤密度 (g/cm ³)	1.634	1.792	1.841
間隙率	1.567	1.531	1.465
透水係数 (10 ⁻⁵ cm/s)	22.68	5.23	3.86
供給DO平均 (mg/l)	3.83	3.8	3.72
排水DO平均 (mg/l)	2.45	2.59	2.58
初期COD (mg/g·dry)	9.34	9.27	9.34
試験後のCOD (mg/g·dry)	7.59	7.48	7.24
COD低下率 (%)	18.88	19.25	21.43

表 3 . 酸素量比較

	ΔDO	$\Delta DO \times V_w$	$\Delta DO \times V_w/m$	酸素消費率
バッチ試験	1.97	0.45	0.0197	3.06
動水勾配0.39	1.39	4.53	0.0127	0.103
動水勾配1.96	1.2	3.89	0.0112	0.091
動水勾配3.92	1.14	3.78	0.0106	0.087