

落水による再曝気効果の検討に関する基礎実験

東京電機大学大学院 学生会員 ハリマト ロズ
 東京電機大学工学部 正会員 武村 武 助手
 東京電機大学工学部 正会員 有田 正光 教授

1. はじめに

閉鎖性水域では富栄養化により植物プランクトンが大量発生し、底層にはデトリタス（プランクトンの死骸など）が堆積する。そのため、バクテリアによってデトリタスの分解が盛んに行われ、底層における酸素の消費が激しくなり貧酸素水塊が形成される。一方、夏季には水温成層が発達し、上下の混合が抑制される為に、表層から底層への酸素供給が減少し、貧酸素水塊が滞在する。貧酸素水塊の発生は、底層に生息する生物に大きな影響を与える為、水域における生物多様性の維持・保全を考える上で重要な問題である。

そのために、本研究では落水による再曝気効果に注目し、より安価でシンプルな貧酸素化防止工法を開発することを試みる。本実験では、水中に再曝気効果を上げることを目的とした装置を設置し、再曝気効果の上昇について検討した。

2. 実験概要

2.1 実験装置

本実験では縦27cm×横120cm×高さ80cmのアクリルの水槽を用い、水中ポンプ2台を使用し塩化ビニール管を通して水を落下させる。流量調節は装置に取り付けた流量計によって行った。水深30cm水槽の左から40cmの場所でD0メーターを設置した。実験に用いた装置の概観図を図-1に示す。

2.2 実験方法

実験は以下の手順で行った。最初に、水槽内に亜硫酸ナトリウムを添加し、水槽内の溶存酸素量をゼロ付近まで低下させた。その後水槽内の溶存酸素量がゼロ付近で安定したことを確認した後、水を落下させあらかじめ設置したD0メーターによりD0濃度、水温の経時変化を測定した。本実験では、再曝気効果を上げることを目的とし case2-1 から case2-12 までは人工芝を水中に設置し

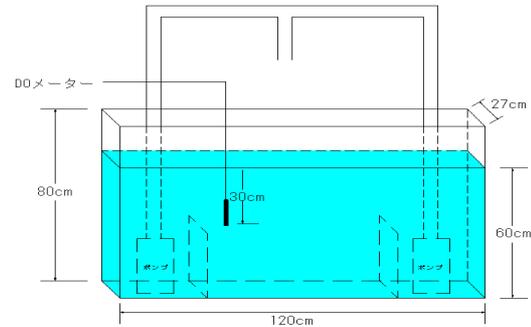
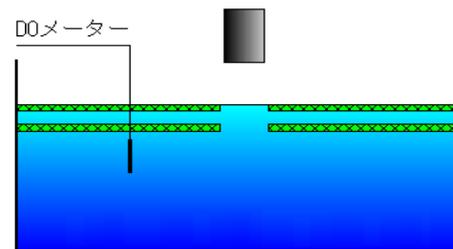
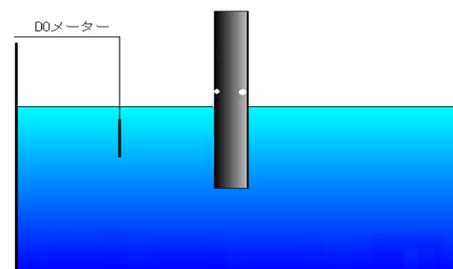


図-1 実験装置概観図



(a) 人工芝を設置した場合



(b) 管を水中部へ設置した場合

図-2 実験装置概略図

(図-2(a)), case3-1 から case3-8 までは水面から上方数 cm のところに穴を開けた管を水深 35cm まで入れ設置した (図-2(b)). 水面から上方に穴を開けた (図-3 に示す). 再曝気効果を検討する為に、再曝気係数に関する水理因子である流量 Q (l/min)・落下高さ H (cm)・管径

キーワード：再曝気，貧酸素化，落水

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 049-296-2911 (内線 2746) FAX 049-296-6501

d(mm)を固定して実験を行った。(Q=90(1/min), H=50(cm), d=50(mm))

2.3 再曝気係数の定義

実験時において、実験環境(水温、気温)を一定にすることが出来ないため、実験開始時のDO濃度の立ち上がり、飽和濃度付近における変化が安定しない。そこで、DO濃度の変化が比較的安定している10~80%のデータを使用し、その平均値を実験における再曝気係数と定義した。

3. 実験結果と考察

3.1 各実験における再曝気係数の比較

再曝気係数の算出結果を表-1と表-2に表す。ここで、水中部に何も設置しない基本の実験をcase1-1とする。

表-1より、水中部に芝を設置することにより、再曝気係数が基本ケースと比較して上昇していることが確認できる。特に、複数枚の芝を水中部に設置した場合にはその傾向が顕著である。次に、管を水中部へ設置した場合の実験結果(表-2)を検討すると、前述の結果と比較して、再曝気係数が大きくなっていることが確認できる。

ここで、両ケースにおける実験時の気泡の水中部への連行深さを比較してみると、芝を水中部に設置した場合には、水面から25~30cm程度であるのに対して、管を水中部へ設置した場合は、その管が水深35cmまで達しているため、気泡は水深45~50cm程度まで連行されていることが確認できる。これらのことより、落水により連行される気泡の貫入深さが再曝気係数に大きな影響を与えているものと考えられる。

3.2 人工芝の設置による気泡の状態の検討

再曝気係数の上昇には、水中部へ連行される気泡の貫入深さと共に、水中に存在する気泡の数やその表面積が重要であると考えられる。そこで、実験の基本となるcase1-1における気泡の貫入深さと同程度であり、かつ再曝気効果が上がっているケース(case2-10)をサンプルとし、両者における水中部に存在する気泡の数とその表面積を推定した。その計測結果を表-3に示す。本結果より、case1-1よりも、case2-10の方が、気泡の総数が大きくなっていることが確認できる。また、各層における気泡の個数を詳細に比較すると、表層に最も近い0~5cmのところでは、case2-10の方がcase1-1に比べて2割程度、また、10~15cmのところでは、3割程度気泡の数が多くなっている。これは、水中部に設置された芝を気泡が通過することにより、気泡が細分化し、その個

表-1 芝を水中部に設置した場合の実験結果

case	設置箇所	芝の設置水深(cm)	1箇所あたりの設置枚数	芝真中に穴の有無	再曝気係数
1-1	1	-	0	-	0.134
2-1	1	0	1	無	0.132
2-2	1	0	5	無	0.132
2-3	1	0	1	有	0.145
2-4	1	0	5	有	0.124
2-5	1	30	1	有	0.145
2-6	1	30	5	有	0.124
2-7	2	10,20	1	有	0.114
2-8	2	0,10	1	有	0.143
2-9	2	0,20	1	有	0.145
2-10	3	0,5,20	1	有	0.151
2-11	3	0,10,20	1	有	0.143
2-12	3	0,15,20	1	有	0.148

表-2 管を水中部に設置した場合の実験結果

case	水上穴数(個)	水面から距離(cm)	再曝気係数
3-1	3	5	0.183
3-2	6	5	0.194
3-3	3	10	0.187
3-4	6	10	0.203
3-5	3,3	5,10	0.193
3-6	3,6	5,10	0.202
3-7	6,3	5,10	0.203
3-8	6,6	5,10	0.187

表-3 各層ごとの気泡の数とその表面積

case1-1	0-5cm	5-10cm	10-15cm	15-20cm	合計
個数	178	146	179	170	673
気泡1個あたりの表面積(cm ²)	3.71	3.96	3.28	3.35	14.30
気泡の総表面積(cm ²)	659.86	578.73	587.01	568.90	2394.50
case2-10	0-5cm	5-10cm	10-15cm	15-20cm	合計
個数	217	160	230	186	793
気泡1個あたりの表面積(cm ²)	3.09	3.46	3.62	4.06	14.23
気泡の総表面積(cm ²)	669.80	553.64	832.31	755.67	2811.41

数が増加したものと考えられる。また、その影響により、気泡1個あたりの表面積が小さくなっていることも確認できる。

4. 結論

本研究では、再曝気効果を上げることを目的とした基礎実験を実施した。その結果、再曝気係数が高いときには、落水により連行される気泡の貫入深さが大きくなっていることが確認できた。さらに、水中部に存在する気泡の個数や、その総表面積も重要な要因であることを示した。以上より、再曝気係数の効果的な増加には、気泡の効果的な細分化と十分な気泡の連行深さの両者が必要条件であることが示唆された。

参考文献：

斉藤 道彦・杉本 尚哉:再曝気による貧酸素化防止工法開発のため基礎実験, 2007年東京電機大学理工学部建設環境工学科卒業論文。