

多流体混合器による微細気泡と環境浄化資材を併用した水質浄化に関する研究

機械システム工学科 川原 顕磨呂

1. はじめに

微細気泡（マイクロバブル）は直径 100 μm 以下の気泡であり、(a)内圧が高いので周りの液体への溶存性に富む、(b)浮上速度が小さく拡散性に優れる、(c)汚濁物質を吸着し浮上させる、など通常気泡では見られない様々な特長を持つ。機械システム工学科の流体工研究室で開発中の多流体混合器(佐田富・川原 特開2008-173631)は、加圧液の供給により気体を自動的に吸引してマイクロバブルを含む液を排出可能であるなど、複数の流体を混合して連続相内に微細な分散体を作ることができ、様々な用途への応用が可能である。そこで、本プロジェクトでは貧酸素状態の水（例えば、池・沼・湖や観賞用水槽）に上記の装置を使ってマイクロバブルを大量に発生させて溶存酸素濃度 DO を増加させ、共同研究先である地場企業の（株）ビッグバイオ製（熊本県宇城市）のエコバイオブロックとの相乗効果によって水質浄化を促進させることを目的として実施した。

2. 実施概要

2.1 多流体混合器について 図1に多流体混合器の概要と写真を示す。多流体混合器は加圧した水を供給することによって、装置内に真空圧を作り出し、水面上に開放した吸気管を介して空気を自動的に吸引することができる。その吸引された空気は、水流でせん断粉碎されてマイクロバブルとなる。本混合器の特長として、(1)装置の構造が簡単のため低コストで製作可能かつメンテナンスが容易、(2)低動力で多量の微細気泡を発生可能、(3)流体の組み合わせを変えることによりミストやエマルジョン等を発生可能、等が挙げられる。

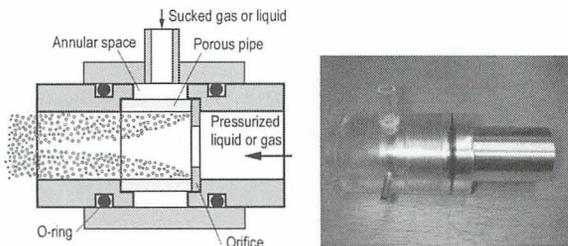
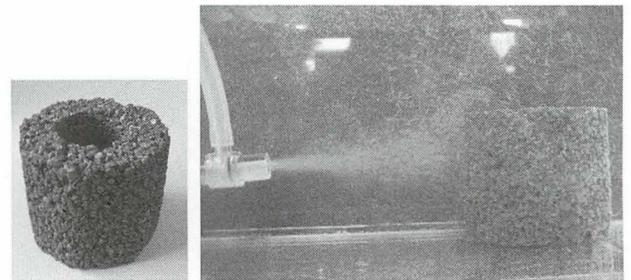


図1 多流体混合器

2.2 エコバイオブロック 図2(a)に供試水質浄化資材であるエコバイオブロックの写真を示す。ポー

ラスブロックのセメントに好気性納豆菌群と餌を直接混ぜ込んだものである。図2(b)はエコバイオブロックを投入した水槽内に小型の多流体混合器より発生したマイクロバブルを供給している様子である。



(a) (b)

図2 エコバイオブロック

2.3 汚水浄化試験 実験では、図3に示すとおり直径 0.5 m、高さ 4 m の水槽に 500 L の汚水を入れて、エコバイオブロックを汚水に入れた場合と入れない場合の両方について、多流体混合器でマイクロバブルを発生させて、水質浄化の度合いを比較した。多流体混合器は水深 $H = 2.4 \text{ m}$ 、エコバイオブロック（2個）は水深 $H_E = 2.2 \text{ m}$ の位置にそれぞれ設置した。そして、

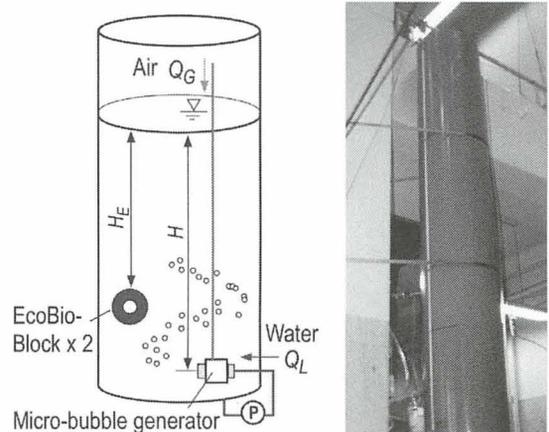


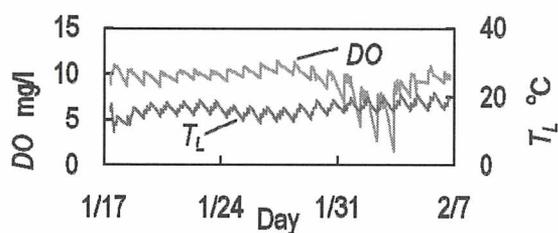
図3 汚水浄化用試験装置

多流体混合器によるエアレーションを三週間にわたって行った（自吸される空気の体積流量を $Q_G = 1 \text{ L/min}$,

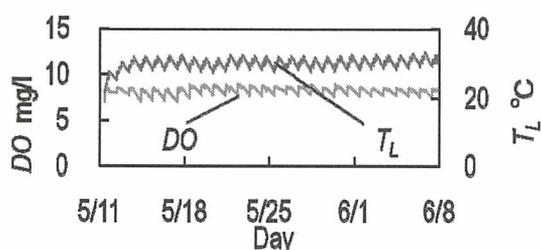
混合器に供給する水流量を $Q_L = 90 \text{ L/min}$ で一時間を1日3回(朝, 昼, 夕). エコバイオブロックに含まれる納豆菌群がエアレーションされた汚水の中の酸素をどの程度消費しながら有機物を分解していくのかを調べ, また, 汚水の浄化の程度を測定するために, 生物化学的酸素要求量 BOD (Biochemical Oxygen Demand) の測定を行った.

3. プロジェクトの成果

3.1 汚水浄化試験について 図4にエアレーション中の三週間における汚水中の溶存酸素濃度 DO と水温 T_L の変化を示す. 図(a)はバイオブロックありの場合で, 図(b)がなしの場合である. 朝, 昼, 夕の3度のエアレーションにより DO と T_L は上昇し, 夜間に両者は低下するので, 鋸歯状の変化を示している. 図(a)では試験開始日から一週間半から二週間半後にかけて, 夕方から朝までの酸素消費量が多くなり, DO は急激に低下した. これはエコバイオブロックから出てきた納豆菌群が増殖を繰り返して水槽全体に繁殖し, 酸素を消費しながら有機物を分解したためと考えられる. 一方, 図(b)では DO の急激な変化は見られない.

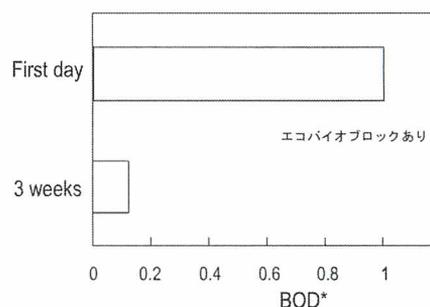


(a) エコバイオブロックあり

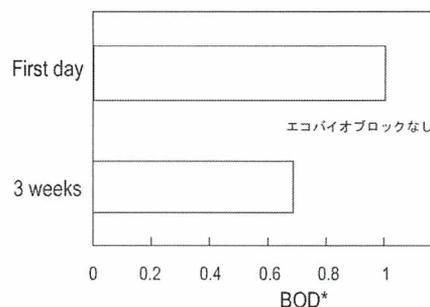


(b) エコバイオブロックなし

図4 汚水中の DO と水温の変化



(a) エコバイオブロックあり



(b) エコバイオブロックなし

図5 BOD の変化

図5にエアレーション開始前と三週間後の BOD 値を表す. 図(a)はバイオブロックありの場合で, 図(b)がなしの場合である. なお, 初日の BOD を 1 とした場合の値を示している. 図(a)から三週間後の BOD 値は開始前の数値の 1/10 程度までさがっていることがわかった. 一方, 図(b)では三週間後の BOD 値は開始前の数値の 7/10 程度であり, バイオブロック投入の場合より BOD 低下度は小さい. すなわち, エコバイオブロックを入れることによる相乗効果によって水質が著しく向上できることが分かった.

3.2 学生の教育研究への貢献 ものづくり教育の観点から多流体混合器は学生自らが製作を行った. そして, 製作した混合器の基本性能を自ら実験で調べ, その結果に基づいて混合器の改良に反映させた. これにより設計→製作→試験→改良までを自ら体験できるという教育上の効果を得た. 図6は多流体混合器を製作している様子である.

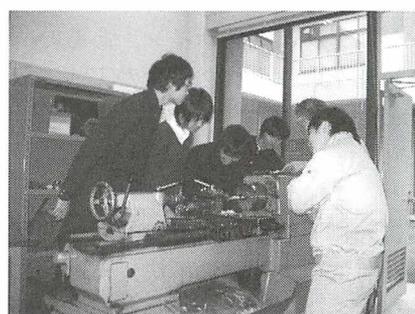


図6 多流体混合器の製作の様子

また, 本研究プロジェクトを進めるには, 機械技術の知識に加えて, 生物や化学等の知識が必要となる. しかしながら, 学部教育では生物や化学等の異分野との研究に関するものづくりや実験にはあまり焦点が当てられていない. そこで, 学生は共同研究先の研究者からの指導を受けたり, 自ら関連事項を調べるなどして, 積極的に本研究を遂行した. 以上のことより, 異分野の研究に取り組むことができる学生を育成する補助ができたと考える.