

超音波振動を用いた微細気泡による水中の溶存酸素濃度の増加 -供給する空気のガス圧の変化による溶存酸素濃度の影響-

Increase of dissolved oxygen by fine bubbles using ultrasonic vibration.

-Effect of dissolved oxygen concentration by difference in gas pressure of supplied air-

○中田雅之¹, 石川達也², 茂木広大², 浅見拓哉³, 三浦 光³

*Masayuki Nakada¹, Tatsuya Ishikawa², Yoshitaka Mogi², Takuya Asami³, Hikaru Miura³

Abstract: The quality of the water can be improved by increasing dissolved oxygen. Dissolved oxygen is increased by fine bubbles efficiently. Fine bubbles are generated by irradiating ultrasonic wave. But, this method can not dissolve much air in water. Therefore, we devised the system which can increase dissolved oxygen efficiently in water by fine bubble using ultrasonic. This study investigated effect of dissolved oxygen concentration by difference in gas pressure of supplied air using fine bubbles generation system. In this paper, the effect of the increase in dissolved oxygen changed a value of gas pressure was studied. As a result, as much as gas pressure was increased, the dissolved oxygen was increased.

1. はじめに

悪化した貧酸素水域の水質は水中の溶存酸素濃度を増加させることで改善が可能であり^[1], 水中溶存酸素濃度を効率よく増加させるためには溶存させる気泡を微細化する必要がある. 微細気泡の生成には加圧溶解方式, 気液せん断方式, 超音波方式などがある. この内, 加圧溶解方式や気液せん断方式の方法では比較的大きな気泡も生成され, 微細気泡の大きさを一定に保つことが難しい. 一方, 超音波方式は発生した微細気泡の大きさを均一に出来る利点があるが, 大量の微細気泡を生成することが難しかった^[2].

そこで, 筆者らは超音波を用いて微細な気泡を大量に生成する新しい方法として, 超音波縦振動源先端の極めて近い位置に空気を供給する部分を設置する方法による微細気泡の生成方法を考案した^[3].

本稿では, この方法で供給する空気の圧力を変化させた時に生成された微細気泡による溶存酸素濃度の上昇について検討した.

2. 実験装置及び実験方法

Fig.1 は微細気泡生成装置の概略を示す. 装置は超音波縦振動源, 水槽, 空気供給部から成る. 超音波縦振動源の構造は, 20kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子にエキスポネンシャルホーン (振幅拡大比 4.6, ジュラルミン製) を取り付け, その先端に一樣棒 (直径 12mm, 長さ 120mm, ジュラルミン製) を付けたものである. 超音波縦振動源は図に示すように水槽上部から先端部を下向きにして長さ 20mm

の部分のみを水中に入れた. 水槽は, 長さ 145mm×幅 145mm×深さ 120mm のアクリル製である. 水槽に入れた水は 1L (深さ 58mm) で, 浄水を一度加熱した後, 常温に戻し水温を $25 \pm 1^\circ\text{C}$ で一定に保ったものである. 空気供給部はガス圧定格 200kPa のポンプ (NUP-2) から空気を送り, 圧力調整器 (IR-1B) でガス圧をバルブで調整して減圧した. 減圧して送られた空気は空気供給口 (直径 0.3mm) から超音波縦振動源先端部へ放出される. 振動源先端の位置は下部の空気供給口の中央で, 空気供給口との距離が 0.5mm 一定となるように設置した. 実験は常温常圧下で行い, 超音波縦振動源の駆動周波数は縦振動共振周波数 19.4kHz 一定とした. 溶存酸素濃度の測定

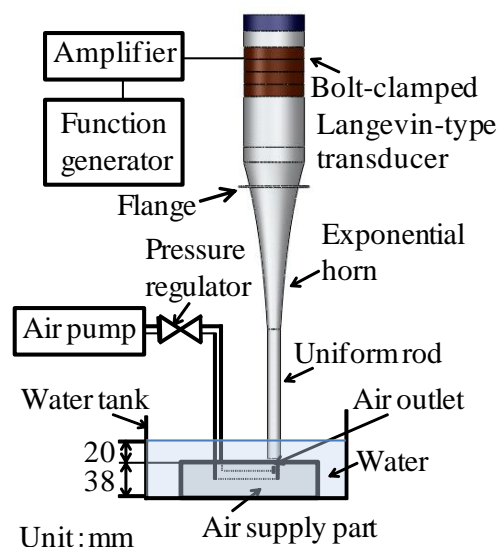


Fig.1 Schematic diagram of fine bubble generator.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・学部・電気 3 : 日大理工・教員・電気

には溶存酸素濃度計 (METTLER TOLEDO, SG6) を使用した。

3. 供給した空気の高ス圧の変化による溶存酸素濃度の検討

供給した空気の高ス圧を変化させた場合に超音波振動により微細気泡化された空気の高ス溶存酸素濃度について検討する。超音波振動源に供給する入力電力は 20W 一定とし、経過時間に対する溶存酸素濃度を求める測定を、空気供給のみを行った場合と、空気供給に加えて超音波を照射することで微細気泡化した場合について、高ス圧を 0kPa から 30kPa まで変化させ、それぞれ 10 回ずつ行った。その結果を Fig.2 に示す。図は横軸が経過時間、縦軸が溶存酸素濃度である。超音波照射および空気を供給した時間は経過時間 22 分から 27 分のオレンジ色に示した 5 分間であり、その前後は超音波照射も空気供給も行っていない。図において、いずれの場合とも空気を供給していない時において溶存酸素濃度が増加しているのは、水面が常に外気と触れているので空気が溶け込んだためと考えられる。また、空気供給及び超音波照射を行った場合の高ス溶存酸素濃度の増加の割合は、空気のみを供給している場合と比べて大きくなっていることがわかる。

次に、どの程度増加しているかを検討するために、これらの結果から、超音波照射及び空気供給の前後 (20 分と 32 分) の溶存酸素濃度の変化分の平均値を計算した。その結果を Fig.3 に示す。図は横軸が供給した空気の高ス圧、縦軸が微細気泡生成前後の高ス溶存酸素濃度の差である。図の黒線の結果は空気供給のみ行った場合、赤線の結果は空気供給に加えて超音波を照射して空気の高ス微細気泡化した場合である。図より、超音波照射及び空気を供給した場合の高ス溶存酸素濃度は、空気供給のみ行った場合と比べて増加していることがわかる。また、溶存酸素の増加は供給した空気の高ス圧が大きくなるにつれて大きくなる

ことがわかる。また、空気の高ス微細化の様子を観察したところ、水槽内に広がる微細気泡の量は高ス圧を高くするほど増していることが見られた。これらより、供給した空気の高ス圧を高くすると、高くした分の空気も微細気泡化されるため、その分水中へ酸素が溶け込み、溶存酸素濃度は高くなると考えられる。

4. おわりに

超音波縦振動源先端に極めて近い位置から供給した空気の高ス量を変化させた場合の高ス溶存酸素濃度の増加

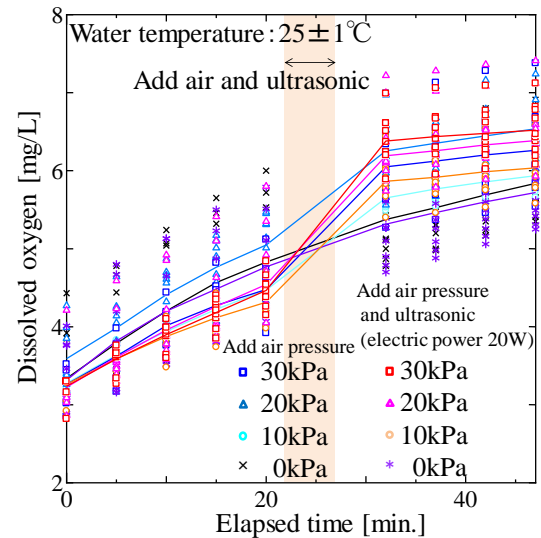


Fig.2 Relationship between dissolved oxygen and elapsed time.

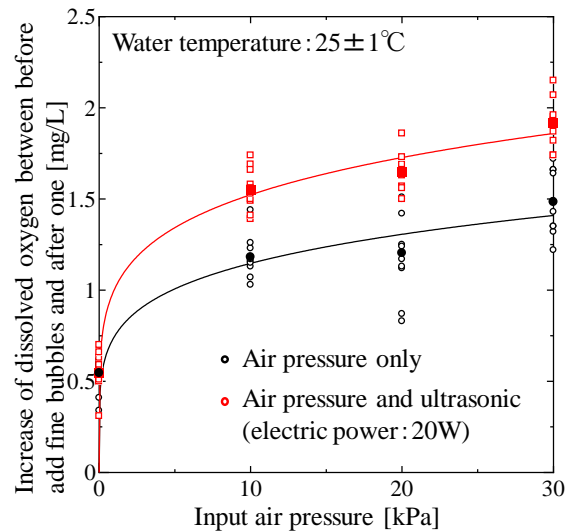


Fig.3 Relationship between input air pressure and increase of dissolved oxygen.

について検討を行った。その結果、溶存酸素濃度は、いずれの高ス圧の場合でも空気供給に加えて超音波を照射することで気泡を微細化した場合の方が、空気供給のみの場合より大きくなった。また、微細気泡生成前後の高ス溶存酸素濃度は、供給した空気の高ス圧を高くする方がより高くなる

5. 参考文献

- [1] 山田哲史, 天野誉之, 南川久人 日本機械学会論文集 (B 編) vol.71, pp.1301-1306, (2005. 5).
- [2] 幕田寿典, 竹村文男, 飛原英治, 松本洋一郎, 庄司正弘 日本機械学会論文集 (B 編) vol.70, pp.2758-2767, (2004. 11).
- [3] 中田雅之, 浅見拓哉, 三浦 光 日本音響学会秋季論文集 pp.1211-1212, (2013. 9).