

マイクロバブルの発生機構

中電技術コンサル(株) 正員 山原康嗣 前田邦男 松尾克美
徳山高専 学生員 深江 忍 正員 大成博文

1. はじめに

近年の河川、湖沼等の閉鎖水域等、ダム貯水池での水質悪化は、もはや自然の浄化能力だけでは対応しきれなくなっている。また、1990年代後半から海洋汚染による全国各地での水産養殖業の不振も続いている。

しかし、マイクロバブル技術によるこれらの状況の打開策が検討されており、すでに水産養殖業へのマイクロバブル技術の適用も始まっている^{1),2)}。

そこで、本研究では、このマイクロバブルの発生機構に関する検討を行った。

2. マイクロバブルとその発生メカニズム

(1) マイクロバブルとは

マイクロバブルとは、その発生時に10～40マイクロメートル(μm)前後の気泡径を有する微細な気泡のことをいい、自然界には大量に存在しない。この「気泡径が非常に小さい」ということは単に気泡径が小さくなったのみでなく、さまざまな特徴をもたらすことになる。

(2) マイクロバブルの発生機構

マイクロバブルは、以下のような2段階のプロセスを経て発生する(図-1)。

[第1段階]

ポンプで装置内に送水し、装置上部から自吸した気体をこの空洞部に注入。装置の円管内に液体および気体の2層旋回流を発生させ、その回転軸部分に空洞を形成させる。また、この回転空洞部分を竜巻上に細くして、強力な回転せん断を発生させ、気体を通過させる。

[第2段階]

この気体空洞部分を回転速度の制御作用で切断・粉碎することにより、マイクロバブルが大量に発生する²⁾。

3. 実験装置

実験で使用したM2型エアレーターは、10～40 μm のマイクロバブルを大量発生させることを特徴としている。ポンプは吐出量18 l/minのものを使用し、このポンプによりエアレーターに水道水を送水し、実験水槽内(図-2)でマイクロバブルを噴出させると同時に、エアレーターの自吸する空気量を流量計により測定した。

図-3に、アコヤガイ筏下の海水中で噴出するマイクロバブルの様子を示す。マイクロバブル発生装置の設置

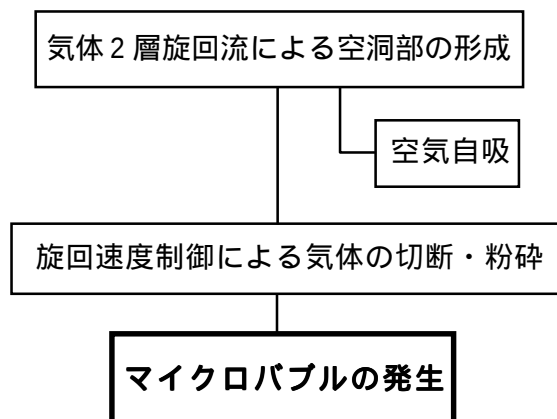


図-1 マイクロバブルの発生機構

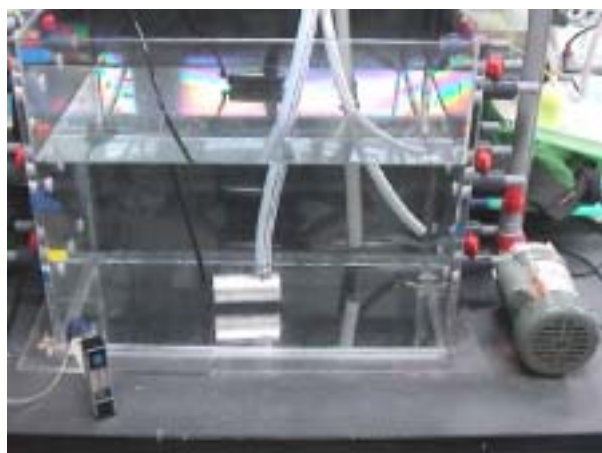


図-2 実験装置



図-3 マイクロバブル噴出状況（NHK放送画像より）

Key word: 水質浄化, マイクロバブル, 発生機構, 2相旋回流, マイクロ・ナノバブル

〒745-8585 山口県徳山市久米高城 3538 徳山工業高等専門学校 環境水理研究室 TEL/FAX (0834)29-6323

水深は、約3mである。この場合、マイクロバブルは下向きに噴出されていることから、大部分のマイクロバブルはより下層に運ばれ、そのほとんどが上昇過程で溶解してしまう。それは、マイクロバブルの一部しか海面まで上昇してこないことで確認され得る。なお、マイクロバブル発生装置1機あたりのマイクロバブル発生量は、約5 l/minである。

4. 結果と考察

図-4に実験で得られた空気量と噴出角度の関係を示す。縦軸はエアレーターが自吸した空気量、横軸は噴出角度を示す。

これより、噴出角度は空気量2 l/min前後において20°（CASE A）と50°周辺（CASE C）とに二分されている。

また噴出角度は図-4, 5, 6で48°, 33°, 24°となり、マイクロバブルの噴出パターンも変化する。とくに、空気量が増大すると大きいバブルが発生し、減少するとマイクロバブル発生量が増加する。

これは、装置内で空気吸入量が減少すると、内部の2層旋回流の空洞部が減少し、気体の旋回速度が増加するからであり、この空洞部が出口付近で急に圧力開放され大きな回転力差が発生する。この力により空洞部は切断・粉碎されてマイクロバブルがより多く発生すると考えられる。

図-7には、その空気吸入量と2相旋回流の拡がり角度の関係がまとめられている。これより、拡がり角度が20度と40～50度前後に多く出現していることが明らかである。これは、空気量を制御することによって、発生するマイクロバブルの気泡径を制御することが可能であることを示している。

5. おわりに

マイクロバブル発生装置を開発し、その発生機構を検討し、吸入空気量を変化させて、マイクロバブルを発生させ、以下のことが明らかにされた。

- (1) 噴出角度は吸入空気量2 l/min前後において大きく変化する。
- (2) 空気量を絞り、空洞部分を細くすることによりマイクロバブル発生量が増大する。
- (3) 空気量を変化させることによって、気泡噴出のパターンと気泡径を制御することが可能である。

今後は、マイクロバブルの物理化学的特性を究明することが重要である。

参考文献

- 1) 大成博文：マイクロバブル発生技術による閉鎖水域の水質浄化と水環境蘇生に関する研究，平成10年度～平成11年度科学研究費補助金（基盤研究（B）（2））研究成果報告，2000。
- 2) 大成博文：マイクロバブル技術による水産養殖実験，伝熱，40, 160, 2-7, 2001。

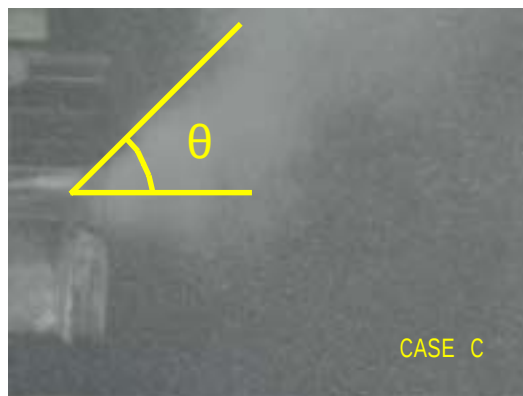


図-4 噴出口の様子（ $Q_a=1.3$ l/min）



図-5 噴出口の様子（ $Q_a=2.6$ l/min）



図-6 噴出口の様子（ $Q_a=2.6$ l/min）

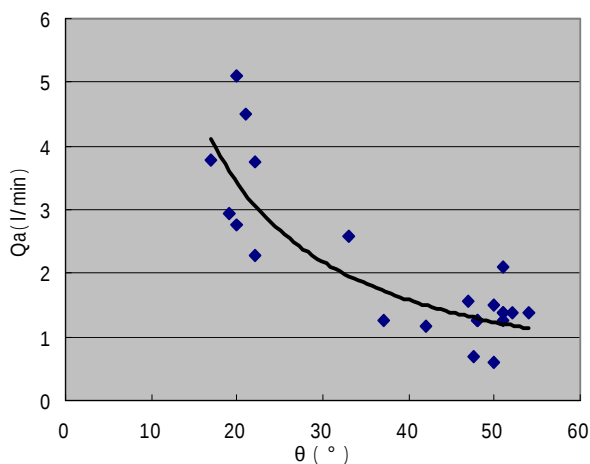


図-7 噴出口の様子（ $Q_a=7.1$ l/min）