## マイクロバブル計測装置の開発

中電技術コンサルタント(株) 入江純一 徳山高専 正員 大成博文 山本孝子 学生員 中山孝志 三洋コンサル(株) 宮崎菜津美 マイクロ・プ ラネット研究所 下瀬俊行

1.はじめに

最近,水環境問題の改善のために,マイクロバブル を中心とする技術開発がさまざまに検討されてきた<sup>1)</sup>. その結果,マイクロバブルに関する次の重要な特性が 明らかにされている<sup>2)</sup>.

マイクロバブルは,水中での溶解効率が高く,ダム 下層や海域の貧酸素水域の改善に有効である.

大量のマイクロバブルの発生で,非常にゆっくりとした大規模な3次元の流動が発生する.

溶存酸素濃度の改善のみならず,海洋生物の生理活 性を直接誘起する.

これらの特性は、マイクロバブルの物理化学的特性 に依存しており、それらの特性をより詳しく究明する ことが重要となった.とくに、従来10µm以下のマイ クロバブルを計測することができなかったので、その サイズの気泡の特性については、ほとんど不明のまま であった.

そこで,本研究においては,10µm以下のマイクロ バブルを計測可能とする装置の開発を行い,その上昇 速度を計測した.

## 2.マイクロバブル計測装置

通常,気泡を発生させた場合,気泡は鉛直方向に上 昇し,水面に到達すると弾けてなくなる.この過程で, 気泡同士は合体を起こし,より上昇速度を増す.しか し,マイクロバブルは均一的に発生することから,気 泡同士の合体や吸収が起こらず,分散性に優れる.そ して,気泡径が微細なので上昇速度が遅く,長時間水 中に漂うことが可能となる.

実験に用いた水槽を図-1に、マイクロバブル計測装 置とマイクロスコープ(キーエンス社製、VH-5000)を 図-2に示す.図-1の水槽においてマイクロバブルを 発生させ、圧力差により、マイクロバブルを含んだ液 体を図-3の計測装置内に流入させる.

次に装置上部に備え付けられたコックを開放するこ とにより液体を上昇させる.このとき,図-3に示す概 略図に描いたすきま間隔dを変化させることにより, 上昇するマイクロバブルの量を調節する.それぞれの すきま間隔に応じて,計測対象とするマイクロバブル の気泡径を選択した.



図 1 M2-L型装置と水槽









Key word: マイクロバブル,マイクロ・ナノバブル,ストークス法則,画像処理,上昇速度 〒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 計測装置の中心部には,図-4に示す10µm間隔の 目盛りが付けられており,この目盛り上を上昇するマ イクロバブルの径,上昇時間Tおよび上昇距離Lを計 測することにより,マイクロバブル1個ごとの気泡径, 上昇速度を画像処理法を用いて求めた.

## 3. 実験結果

図-5に、その計測例を示す.画像処理は、1/30秒単 位で撮影された映像を経過時間Tごとに静止画像にし、 それらを重ね合わせ、異なった部分のみを抽出する方 法を用いた.

図-6に,画像処理画像の一例を示す.同図上部の気 泡径が小さい場合には,15枚の静止画像を重ね合わせ て,0.5秒間隔で上昇する気泡が示されている.この 気泡間隔と経過時間から上昇速度を高精度で求めた. また,同図下部の気泡が比較的大きい場合は,1/30 秒間の気泡の移動距離を直接読んで,上昇速度を求め た.この場合,2つの気泡の移動した画像が示されて いる.

なお,マイクロスコープを用いた本計測システムの 計測限界は,1230倍の倍率で観測を行ったときに約 0.56 µ mであった.これは,マイクロ・ナノバブルの 計測が可能なことを示唆している.

図-7に,水道水中に発生したマイクロバブルの気泡 径と上昇速度を示す.これより,以下の特徴が明らか である.

計測範囲は,1.67~75µmであり,従来計測例が ほとんどない,10µm以下の気泡が高精度で計測可能 となった.

30µm以下の気泡においては,図中に実線で示されているストークスの法則から徐々にずれて,より大きな上昇速度を示している.この傾向は,気泡径が微細になるほど顕著であり,相対的は気泡が小さくなるほど上昇速度を増すという「不思議な現象」が指摘される.

40 µ m以上の気泡の上昇速度は,ストークスの法 則にほぼ従う.

## 4. おわりに

マイクロバブルは,その発生から消滅までの個々の 寿命を有することから,本研究で解析された気泡は, その動的過程のある期間において観測されたものにす ぎない.今後は,この過程を考慮した高精度の計測を 可能とする装置の開発が必要と思われる.

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))研究成果報告書, 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,pp.2-7,2001.











図-6 マイクロバブルの画像処理画像



図-7 マイクロバブルの上昇速度(水道水)