

### マイクロバブルの収縮特性

徳山高専 正員 大成 博文  
徳山高専 学生員 吉村 治輝  
徳山高専 正員 大成 由音

#### 1.はじめに

マイクロバブルとは、マイクロサイズの気泡のことをいう。最近になって、このマイクロバブルに関する技術が広い分野で使用されはじめ、それと同時に、その物理化学的特性をより深く解明することがより重要になってきている<sup>1)</sup>。

なかでも、マイクロバブルの収縮過程を詳しく調べ、それが溶解特性と、どのように関係するかについては不明な点が少なくない。また、この収縮・溶解特性は、マイクロバブルの負電位特性や光特性とも関係していることから、それらとの相互関係を解明することも重要である<sup>2)</sup>。

そこで、本研究では、気体と液体の種類を変化させてマイクロバブルの収縮過程を詳しく観察するとともに、マイクロバブル溶解特性を詳しく検討した。

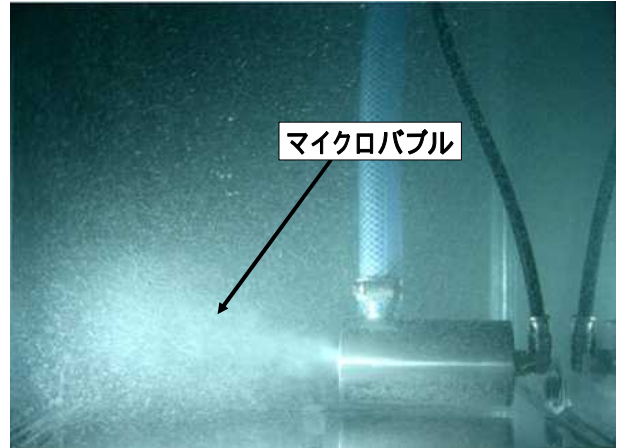


図-1 発生中のマイクロバブル

#### 2.実験装置および方法

図-1に、マイクロバブル発生装置(株)ナノプラネット研究所製M2-LM型)から、マイクロバブルが発生している様子を示す。図中の矢印で示された白い部分がマイクロバブルであり、淡水においては、比較的強い光を照射することによって初めて白濁化した状態を呈する。

このマイクロバブルの発生には、0.15MPa、流量20l/m、200W のポンプを使用し、空気自吸量は1l/mとした。

図-2に示される水槽内に精製水を入れ、図-1の装置を用いて、マイクロバブルを大量に発生させた。その発生中にマイクロバブルを含む水を計測水槽に導き、マイクロバブルが静水中を上昇する様子を、マイクロスコープ(キーエンス社製、VH-5000)で接写撮影した。照明には、発光熱の影響がほとんどない液晶プロジェクターを用い、その距離は2.1m離し、より鮮明な画像撮影を行うために、パルスメーター(SUGAWARA社製、MPL-18)を計測水槽から70cmの離して置いた。撮影された画像はパソコンに取り込まれ、画像処理がなされた。また、マイクロバブルを発生させる気体には、空気、窒素、酸素などを用い

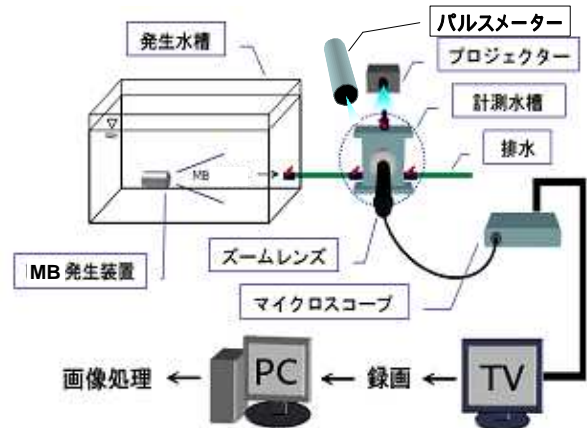


図-2 マイクロバブルの撮影システム

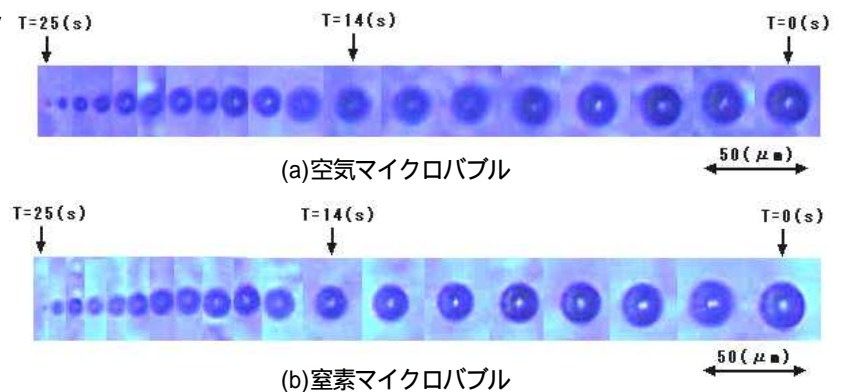


図-3 マイクロバブルの収縮パターン

キーワード マイクロバブル, 収縮, 溶解, マイクロスコープ, 溶存酸素濃度  
連絡先 〒745-8585 周南市学園台 徳山工業高等専門学校 TEL:0834-29-6323

たが、本論では前二者について検討し、その溶解特性を調べた。その際の溶存酸素濃度の計測には hidro ラボ社のゾンデ4を使用した。

### 3. 実験結果と考察

図-3に、空気マイクロバブルおよび窒素マイクロバブルが収縮する過程を示す。これらには、それぞれのマイクロバブルが、図-2に示された計測水槽の静水中を上昇する様子を時間的に連続して撮影した様子が示されている。これより、マイクロバブルが上昇しながら時間的に徐々に収縮していることが明らかである。とくに、注目すべき点は、それらの気泡径が10 $\mu$ mを前後して急激に収縮の度合いが大きくなっていることである。また、この収縮の度合いは、空気と窒素においては、大きな差異は生じていないようである。

これらの特徴は、図-4における気泡径の時間変化や図-5に示された収縮速度においても明らかである。なお、気泡径が10 $\mu$ m以下において、窒素マイクロバブルと空気マイクロバブルには微妙な差異があるようにも思われるが、データ数も少ないことから、その可能性については、今後詳しく検討する必要がある。

もともと、空気は窒素と酸素が約4対1の割合で存在することから、その空気とほぼ窒素が100%のマイクロバブルとでは、約20%分の酸素の影響が、その収縮特性に大きく影響する場合においてのみ両者に顕著な差異が生まれる可能性があり、この観点からのより深い究明が必要である。

また、図-6に、水道水における空気マイクロバブルの収縮に伴う気泡径の変化を示す。これより、精製水と水道水とでは、同じ空気マイクロバブルであっても、その収縮速度に顕著な相異があることが明らかである。この原因は、水道水中に踏まれる汚濁物が、その収縮過程に影響を与えている可能性があるかと推測される。

次に、図-6に空気マイクロバブルを水道水中に発生させたときの溶存酸素濃度の変化を示す。これより、数分間で約3mg/lの増加が明らかである。

この酸素濃度溶解の増加傾向は、上記のマイクロバブルの収縮過程や収縮速度と重要な関係を有していると考えられることから、それらの相互関係を詳しく明らかにする必要がある。

### 4. おわりに

空気マイクロバブルおよび窒素マイクロバブルの収縮特性を明らかにした。その結果、マイクロバブルの気泡径が約10 $\mu$ m前後において収縮速度が大きく異なることが示された。また、精製水と水道水において空気マイクロバブルの収縮に大差があることが示された。

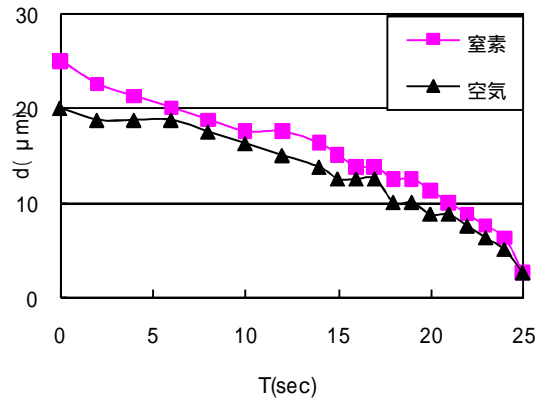


図-4 マイクロバブルの気泡径の時間変化(精製水)

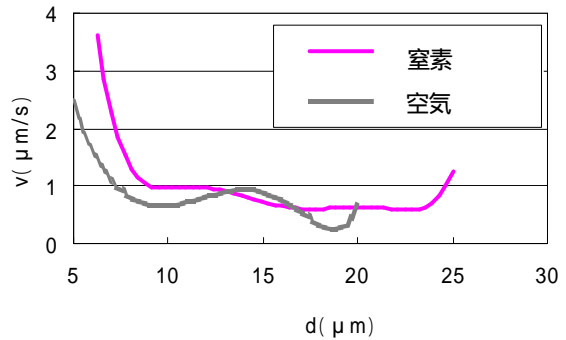


図-5 マイクロバブルの収縮速度

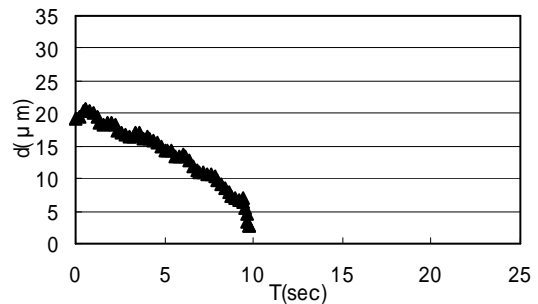


図-6 マイクロバブルの気泡径の時間変化(水道水)

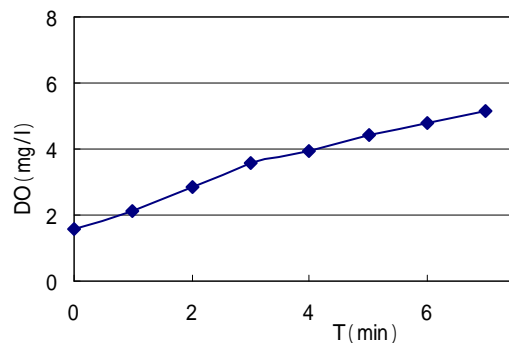


図-7 空気マイクロバブルのDO変化(水道水)

### 参考文献

- 1) 大成博文：マイクロバブルのすべて，日本実業出版，2006．
- 2) 大成博文，徳重研介他 3 名：マイクロバブルの収縮パターンと電位特性，水工学論文集，第 51 巻，1397-1402，2007．