

## マイクロバブルの物理化学的特性

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○大成由音 吉村治輝 橋本幸彦  
正会員 大成博文  
(株)ナノプラネット研究所 学生会員 大成博音

### 1. はじめに

筆者らは、「超高速巡回式」と呼ばれるマイクロバブル発生装置を 1995 年に開発し、マイクロバブルの発生機構やマイクロバブルの物理化学的特性の究明に努めてきた<sup>1)</sup>。マイクロバブルを水道水中で発生させると液体は弱アルカリ化することがわかっており<sup>2)</sup>、それらはマイクロバブルの特性に深く関わっていると考えられる。本研究では、マイクロバブルを発生させる液体の pH が、液体量や発生装置数を変えることによるどのように変化するか検討し、物理化学的特性との関係を調べた。



図-1 マイクロバブル発生装置 M2-LM 型

### 2. 実験方法

#### ・小型水槽

容量 30L の水槽に M2-LM 型マイクロバブル発生装置(図-1, (株)ナノプラネット研究所製) 1 機と pH 測定器(HORIBA 製 F-23)を設置し、水道水 20L を入れ、毎分 1L のマイクロバブルを 60 分間発生させた(図-2)。pH 測定器は水槽上部に固定器具を取り付け、電極が水面に固定されるよう設置した。水槽内の水をポンプ循環させ、ポンプの送水口につながるホースの先端にマイクロバブル発生装置を取り付けた。

#### ・大型マイクロバブル発生装置

大型マイクロバブル発生装置(図-3, (株)ナノプラネット研究所製)に、水道水 500L を入れ、マイクロバブルを 24 時間発生させた。一定時間おきに装置内から 2 点採水し、採水したサンプルを pH 測定器にて測定した。



図-2 大型マイクロバブル発生装置

### 3. 結果と考察

#### (1) マイクロバブルとは

マイクロバブルとは、広義には、マイクロサイズの気泡のことをいい、狭義には「その発生時において 10 ~ 数十  $\mu\text{m}$  の気泡径を有する気泡」と定義する。このマイクロバブルは、以下の 3 つの固有の物理化学的特性を有している。

#### 収縮運動

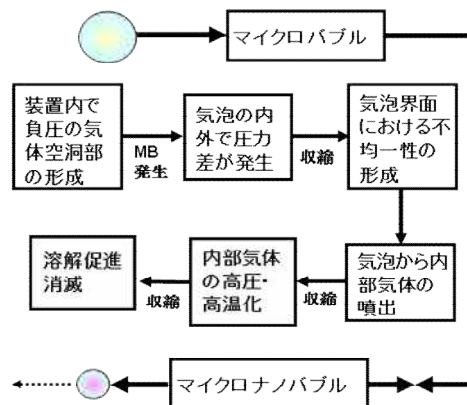


図-3 マイクロバブルの収縮概念

発生したマイクロバブルは、水中を緩やかに上昇しつつ収縮し、気泡径が $20\mu\text{m}$ 以下になると、急激に収縮速度を速め、最後には消滅する(図-3)。

#### 負電位特性

発生したマイクロバブルは負に帯電しており、正に帯電した有機物などに吸着する。さらに、マイクロバブル同士は負に帯電しているので合一しない。

#### 発光現象

発生したマイクロバブルは、収縮過程で自発光する。この発光現象はマイクロバブルの収縮の過程で起こっており、収縮運動、負電位特性とも関わりがあると推測できる。

これらの特性はマイクロバブルが発生する際に、その気体空洞部が負圧になっており、気泡内外で圧力差が生じることに起因している。図-3 に収縮の概念を示す。外圧を受けた気泡は緩やかに上昇しつつ収縮し、気泡界面の不安定な場所から気体を噴出する。さらに収縮を続ける気泡内部は高温・高圧になり、最後は溶解消滅する。この収縮に伴って気泡表面の負電位は高くなり、さらに自発光する。この3つの物理化学的特性は、周囲の液体に不可逆的な変化を与え、液体そのものの性質を変える。

### (2) 実験結果

小型水槽における pH 測定実験結果を図-4 に示す。55 分経過したところで、pH の上昇はほぼ停止した。60 分間のマイクロバブルの発生で pH7.37 から pH7.75 まで上昇した。

大型マイクロバブル発生装置では、24 時間のマイクロバブルの発生で pH7.37 から 8.00 まで上昇した。大型マイクロバブル発生装置は液体量が多いため pH 上昇が遅く、安定するまで約 18 時間かった。

マイクロバブル発生装置 1 個あたりの処理する水の量は、小型水槽が 20L/1 機、大型マイクロバブル発生装置が 83L/1 機と約 4 倍である。小型水槽内でマイクロバブルを 60 分間発生させた場合、pH は 7.75 まで上昇した。

大型マイクロバブル発生装置の水が pH7.75 まで上昇するのににかかった時間は約 4 時間で、小型装置の 4 倍であることから、マイクロバブル発生装置 1 機の pH を上昇させる速度はほぼ同じであると考えられる。

しかし大型マイクロバブル発生装置は、最終的な pH の値が高くなり、単にマイクロバブル発生装置の数を増やしただけではなく、別の要因が関わっていると考えられる。液体の pH が上昇すると、液体中のマイクロバブルの

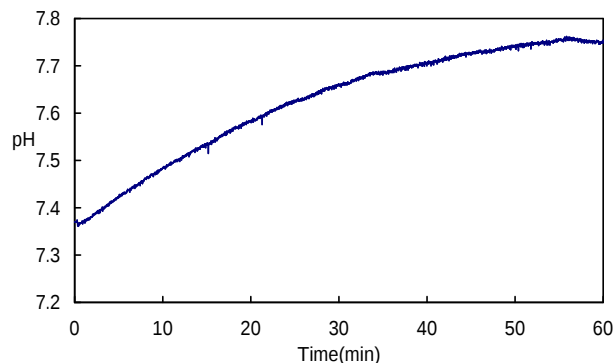


図-4 20L 小型装置 1 時間 pH 上昇

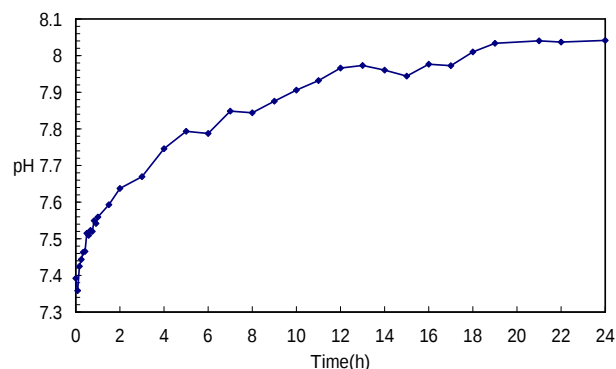


図-5 500L 大型装置 24 時間 pH 上昇

負電位が増加する。また、収縮によっても負電位が上昇することから、これらの物理化学的特性が pH の上昇と深く関係していると考えられる。マイクロバブルの収縮に注目すると、大型マイクロバブル発生装置の 500L のタンクは高さが 80cm 以上あることから、マイクロバブルが上昇する過程で、収縮・溶解する頻度が上がり、物理化学的特性が液体へ及ぼす影響が強くなったためだと考える。マイクロバブル発生装置の数や液体、気体の種類など、様々な条件での影響を調べる必要がある。

### 4. おわりに

マイクロバブルを発生させた液体の水素イオン濃度の変化特性を調べた。マイクロバブル発生装置の数を増やした場合、1 機あたりの処理できる液体量はほぼ同じであることがあきらかになったが、pH の上昇値に違いが出た。大型装置には発生装置単体にはない特殊な効果があると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 大成博文：マイクロバブルのすべて、日本実業出版社、2006。
- 2) 大成博文：マイクロ・ナノバブル技術による大量微細生物の超高速旋回粉碎・水処理システムの開発、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(A)(2))研究成果報告書 pp.45-56,101-106 (2008)。