

マイクロバブルの基礎と工学的応用

高橋 正好 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 水環境工学研究グループ 主任研究員 博士（工学）

要約 マイクロバブルやナノバブルと呼ばれる微小気泡が注目を集めている。これらは基本的には「小さな泡」というだけの存在であるが、通常我々が知っている気泡とは全く異なった特性を有している。また、これを利用することで水処理や天然環境の環境改善、農水産業、医療、食品、半導体産業などの非常に広範囲で有効な技術として確立することができる。本稿ではマイクロバブルやナノバブルの基礎について簡単に紹介するとともにその応用事例についても検討してみる。

1. はじめに

サイズ効果という言葉を目にすることがある。人々がナノ粒子に期待することのひとつは、素材を微細化したときに通常とは異なった機能の発現が期待できることであろう。実は気泡の場合にも同じことが言える。気泡を微細化することによって、通所の気泡とは異なった機能が現れることが明らかになってきた。ただし他の素材とは大きな違いがある。機能を発現させるメカニズム、もしくはそこに至る過程が非常にユニークであり、その点が注目に値する。

本稿では、微小気泡が有している様々な機能に焦点を当てるとともに、その工学的な応用の可能性について紹介する。

2. マイクロバブルとは

気泡とは液中に存在する気体の塊であり、水のように粘性が小さい溶液中においては、比重差によって生じた浮力のために上昇して表面で破裂する。またその過程において気泡内部の気体分子は周囲の溶液中に溶解していく。その場合、気泡が微細化された状態であれば、気泡が表面に到達する前に内部の気体が溶解してしまうこともありえる。すなわち、水中での気泡の消滅である。マイクロバブルという用語は、単に小さな気泡であることを示す場合もあるが、工学的に考えた場合、水中での消滅を特徴とした微小気泡と定義した方が合理的である。

図1に通常の気泡とマイクロバブルの違いを示す。

このようなマイクロバブルの特徴は、基本的には気泡径が $50\mu\text{m}$ 以下となったときに現れ始める。実はこの水中での消滅によって極めて興味深い物理化学的な効果が誘起される。また、この効果を応用することで様々な工学技術の確立につなげることができる。

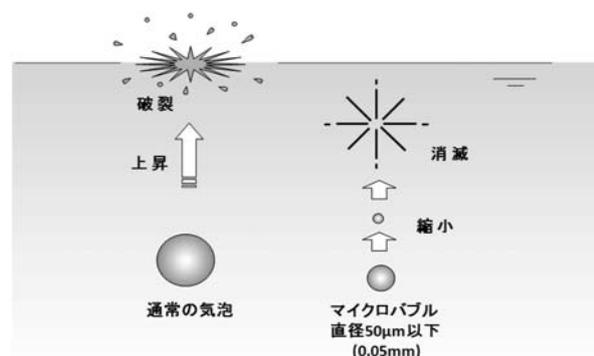


図1 マイクロバブルの特徴

3. マイクロバブルにおける内部圧力の上昇

マイクロバブルの注目すべき特徴のひとつが内部圧力の上昇である。気泡とは水中に存在する気体であるため、両者の間に気液界面が存在する。この界面には表面張力が作用するが、球形をした気泡の場合、表面張力が作用する結果として内部圧力が上昇する。この内部圧力の上昇には Young-Laplace の式が成立するため、気泡が微小になるほど内部圧力は高い。

$$\Delta P = 4\sigma / D$$

ここで ΔP は圧力上昇の程度であり、 σ は表面張力、 D