

マイクロバブルの発生機構の解明と医療への応用

理学部 応用物理学科 藤井佳子、片桐政憲、鶴谷太一
秦佳一郎、畑中啓作、堀純也

Keyword：マイクロバブル、血液、浄化

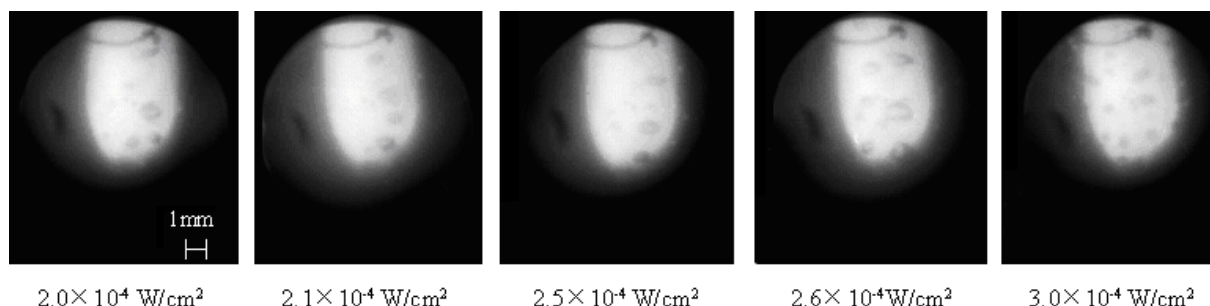
1. 研究目的

液体中に浮遊する気泡を限りなく小さくしていくと、気泡の直径が $50\mu\text{m}$ 付近を境にその特性が大きく変化することが知られており、この境界以下の大きさの気泡はマイクロバブルと呼ばれている。通常の気泡は、液体中をゆらゆら上昇し液面ではじけて消滅する。マイクロバブルは液中を漂いながら、その大きさをさらに小さくしていき消滅するとされているが、消滅する際に気泡内は高温高压になるとされている。また、マイクロバブルのユニークな特性として蒸留水中の気泡はマイナスの電荷をもっており、その帯電は水の pH に依存する。マイクロバブルを水中の有害物質の除去に応用する試みもすでに始まっているが、われわれはマイクロバブルを血液浄化等の医療分野で応用することを目的に、まずその基本的な物理特性を理解するための実験を行った。

2. マイクロバブル発生機構の解明

マイクロバブルの発生機構を解明するため、われわれのグループは液体ヘリウムを超低温で沸騰させ、発生する気泡を画像として観察する手法を開発した。液体ヘリウムは自然界に存在する最も冷たい液体で、絶対零度付近にのみ存在するため他のあらゆる液体は凍りついてしまい、不純物（ガス）が取り除かれて最も純粋な液体として存在し、マイクロバブルの基本的な物理特性を調べるには好都合である。

下の連続写真は $T=0.7\text{K}$ の液体ヘリウム中において、試料室下面より熱的に気泡を生成させた時の観察結果である。発生している気泡の大きさは壁面よりの離脱半径として計算される $200\mu\text{m}$ より大きい、観察温度と熱流量を下げることでマイクロバブル領域での観察が可能と思われる。



3. 医療への応用

従来、気泡は空気塞栓症をおこすため医療に有害なものであり、血管に輸液・薬剤等を灌流する際は、大きな気泡が混入しないように監視する必要がある。マイクロバブルは空気塞栓症を起こす確率は非常に少なく、逆にその帯電性や重力・浮力の影響が少ない性質を応用することで従来にはないユニークな血液浄化装置を実現できる可能性がある。今後、液体ヘリウムによる基礎研究と血液浄化等への適用を視野にいれた応用研究を併行して行い、マイクロバブルの医療応用をめざしたい。