

脱気水の光熱—局所加熱によって生成するマイクロバブルのその場観察

In situ observation of microbubbles in degassed water under photothermal heating

京大院・工 〇楯 朋樹, 名村 今日子, 鈴木 基史

Kyoto Univ. 〇Tomoki Tate, Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

E-mail: namura@me.kyoto-u.ac.jp

近年、マイクロ流体デバイスが物理分野、化学分野、バイオ分野など多くの分野で注目されている。しかしマイクロ流体中では粘性が 支配的になり、駆動や攪拌が容易ではないため様々な研究がなされている。その一つに金ナノ粒子薄膜へのレーザー照射による局所加熱を用いた光熱マランゴニ対流の研究が挙げられる。当研究室の名村らは、特に脱気水を光熱—局所加熱することで直径 10 μm 程度の水蒸気バブルが生成でき、さらにそのバブルの生成とともに 1 m/s を超える強い対流が発生することを確認した[1]。この現象はマイクロ流体の攪拌等への応用が期待されている。これまでの研究で、脱気の有無によってバブル及び対流生成に大きな差が生まれることはわかった。しかし、溶存気体量 4.2 mg/L 以下での観察は未だ行えていない。その原因の一つに、脱気した水を観察用のセルに移し替える際に脱気水が大気暴露されていたことが挙げられる。脱気によるバブルの挙動および対流の強さの変化を理解するためには、溶存気体量を可能な限り取り除いた条件でそれらを観察することが望ましい。そこで、本研究では真空超音波脱気、観察水の圧力調整、マイクロバブルの観察の一連の操作をその場でできるような装置を製作した。その装置を用いて従来の実験より溶存気体量の少ない溶存気体量 1.9 mg/L 以下の水中でのマイクロバブルの挙動を確認し、脱気水の圧力がバブルの挙動に与える影響を調べたのでこれを報告する。

作製した真空超音波脱気—バブルその場観察装置内の脱気水中の溶存気体量を測定したところ、従来の実験より少ない O_2 ; 0.7 mg/L 以下, N_2 ; 1.2 mg/L 以下であることがわかった。この脱気水を金ナノ粒子薄膜の光熱変換特性を用いてその場で局所加熱したところ、直径 8.7 μm のバブルが生成し、538 kHz で振動することがわかった。さらに、本研究で製作した真空脱気装置は脱気水の圧力を自由に制御できる。そこで、4—101 kPa で同様の実験を行なった。すると、水中溶存気体量が 2.7 mg/L の時には 5 kPa で主に溶存気体でできたバブルが見られた。一方で水中溶存気体量が 1.9 mg/L 以下では 4 kPa において、水蒸気でできたバブルが生成し、大きく振動していた。そこで、圧力とバブルの振動数の関係を調べると、圧力とバブルの振動数は比例の関係にあることがわかった (図 1)。これは、バブルが存在するために必要な飽和水蒸気圧に対応する温度が外圧とともに低下するためであると考えられる。

[1] K. Namura, et al., Sci. Rep. 7, 45776 (2017)

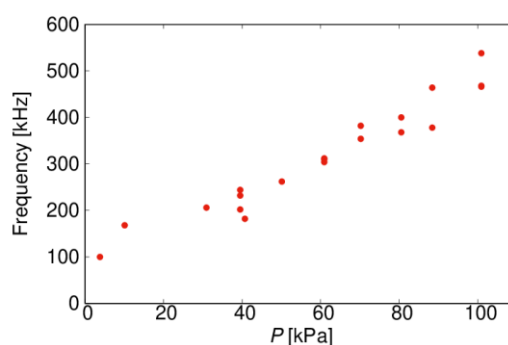


Fig. 1 The relation between pressure of water and oscillation frequency of microbubble