溶存気体成分（空気/二酸化炭素）に依存した超音波粒子凝集体と音響キャビテーション気泡との関係

The relationship between the ultrasonic particle flocculation and the acoustic cavitation bubbles depending on the components of dissolved gasses (air / CO_2)

○矢内 沙祐里 [1]、村松 浩也 [1]、齋藤 隆之 [2]（1. 静大、2. 静大グリーン研）

°Sayuri Yanai[1], Hiroya Muramatsu[1], Takayuki Saito[2] (1.Shizuoka Univ., 2. Research Institute of Green Science and Technology, Shizuoka Univ.)

E-mail: saito.takayuki@shizuoka.ac.jp

従来，MHz 超音波を利用したマイクロマニュピレーションの研究が数多く報告されている[1]．この技術は，MHz 帯超音波照射時に粒子表面に作用する音響放射力を用い，粒径がマイクロメートル以下の粒子を筋状に凝集させることができる．しかし，粗大粒子の操作は原理上不可能である．そこで我々は，周波数帯域が kHz 帯の超音波を用い，従来法では不可能であったミリメートルオーダーの粒子を任意位置に捕捉することを可能にした[2]．凝集形態は従来手法とは異なり，筋状ではなく球状に形成される．本凝集体形成には，超音波照射時に発生する音響キャビテーション気泡を利用している．以下に，原理を概説する．水中の粒子の表面ではキャビテーション気泡が発生・付着する．その気泡に超音波の圧力変動による音響放射力が作用し，気泡は収縮・膨張運動を繰り返しながら水中の音圧変動の大きな位置に粒子を牽引しながら移動する．このため粒子凝集体が形成される．

本研究では，水中溶存気体成分を変化させたときの粒子凝集形態と音響キャビテーション気泡挙動との関係を報告する．実験条件として，溶存気体成分に空気および二酸化炭素を用いた．溶存気体成分は，溶存酸素計および溶存炭素計で精密に測定した．大気飽和状態のイオン交換水中（溶存気体：空気）において，球状の粒子凝集体が形成される．一方，脱気水に二酸化炭素を一定量溶解させた時には，鎖状の凝集体が形成される（Fig. 1）．さらに，未脱気水に二酸化炭素を溶解させると，球状と鎖状の 2 種類の凝集体が形成される．以上から，球状／鎖状の凝集形態の違いは，水中で発生する空気気泡／二酸化炭素気泡挙動の違いによるものと考えられる．本報告では，溶存気体成分量（空気／二酸化炭素）制御下での粒子凝集挙動，音圧分布，気泡発生分布，および粒子表面に付着する気泡挙動の可視化の結果から，溶存ガス気泡挙動と粒子凝集形態との関係を考察する．

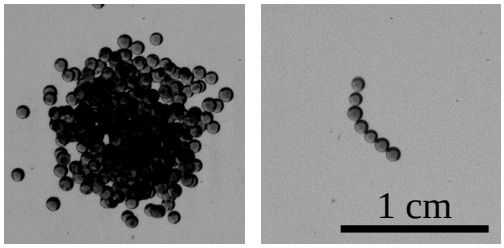

Fig. 1 Flocculation patterns: right one is spherical and left one is chain-like forming.

参考文献

[1] 小塚晃透，*日本音響学会誌*，Vol. 61, 154-159 (2005).

[2] Y. Mizushima and T. Saito, *Chem. Eng. Sci.*, Vol. 93, 395-400 (2013).

© 2016年 応用物理学会