

クライオ手法を用いた微細気泡の電子顕微鏡観察

Electron Microscope Observation of Fine Bubbles Using Cryo Method

日本電子株式会社^[1], 東京農工大院工^[2]

○岡野 誠^{[1] [2]}, 細木 直樹^[1], 桜井 誠^[2]

JEOL Ltd, Tokyo University of Agriculture and Technology

○Makoto Okano, Naoki Hosogi, Makoto Sakurai

E-mail: mokano@jeol.co.jp

【背景と目的】 近年, 微細気泡はファインバブル・ウルトラファインバブルと呼ばれ, 液体 (主に水) の中の総称である. ファインバブルの直径は $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$, ウルトラファインバブルは数 $10\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ を指しており, ウルトラファインバブルは水中に長期間残存すると報告されている^[1].

水中に浮遊するバブルの気泡径を測定する手法として, 主にレーザーを利用した動的光散乱法やブラウン運動追跡法が使用され, 気泡径 $100\text{nm}\sim 200\text{nm}$ 程度のバブルが多く残存していると報告されている^[2]. 一方, 気泡内部圧力は Young - Laplace 式で決まり, 気泡径が小さいほど気泡内圧力は非常に高圧化されて収縮・溶解や消滅するため, 残存しているか疑問が呈されている^[3].

気泡径を可視化する方法としては近年, 透過型電子顕微鏡を用いた凍結切断レプリカ法^[4]の報告もされている. そこで, クライオ走査型電子顕微鏡法 (JSM-7100F) やタンパク質などの生体構造解析に使用されているクライオ透過型電子顕微鏡法 (JEM-F200) を用いて観察を試みた.

【実験結果】 実験に用いた水は蒸留水を使用し, 旋回流液方式にて微細気泡を発生させた. ファインバブル領域の気泡径は Cryo-SEM を用いて観察し, ウルトラファインバブル領域の気泡径は, 浸漬急速凍結装置を用いて氷包埋した試料を Cryo-TEM 観察した. 図 1 に示す SEM 像では, 最小気泡径 600nm , 最大気泡径 $6.0\mu\text{m}$ 程度の気泡径が観察された. 図 2 に示す TEM 像では, 約 11nm の気泡が確認された. 微細気泡の存在や形状把握する為に, 本手法が有用である事が明らかになった.

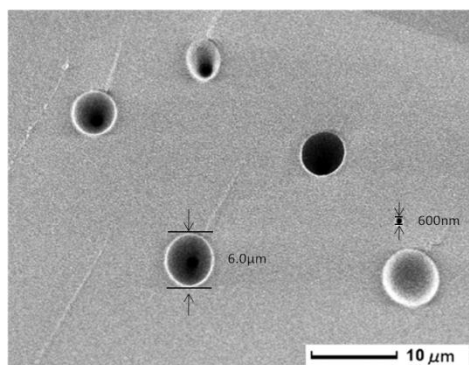


図 1. 凍結切断後の SEM 像

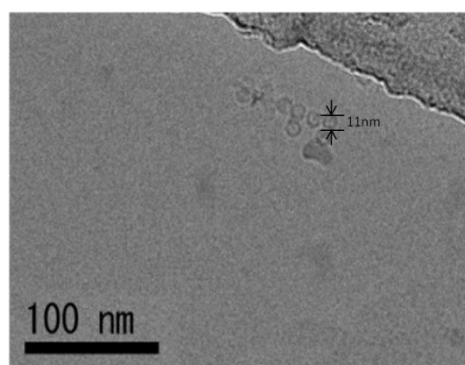


図 2. 氷包埋後の TEM 像

[1]Oh,S.H.,Han,J.G.and Kim,J.M.,Long-Term Stability of Hydrogen Nanobubble Fuel,Vo.158,(2015).

[2]Takahashi, M.,Nanobubbles:An Introduction,in Micro-and Nanobubbles,edited by Tsuge,H., 307-315,Pan Stanford,Singapore,(2014).

[3]S.Ljunggren&J.C.Eriksson:The lifetime of a colloid-sized gas bubble in water and the cause of the Hydrophobic attraction,Colloids Surf.A,129-130,151-155,(1997).

[4] Uchida,T.et al.,Nanoscale Res.Lett.Vol.6,295(2011) .