

## 「ファインバブルの基礎と最新情報」

講演者：上原先端科学研究所所長 上原 赫 氏（大阪府立大学名誉教授・工学博士）

### 1. ファインバブルの基礎

はじめに：水産養殖現場での活用事例紹介。基礎研究より応用の方が先んじている。

#### ファインバブルの定義

日本発の技術であり発展が期待される分野である。測定方法が確立されていないことと理論が追いついていないことから市場に混乱が起こっているため、ISO化が進められている。

ファインバブル(直径 100  $\mu\text{m}$  以下の微細気泡)の分類(2013年 ISO)

マイクロバブル	直径 1 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$	水中で白濁	水中で目視できる
ウルトラファインバブル	直径 1 nm~1 $\mu\text{m}$	水中で透明	水中で目視できない

### 2. ファインバブルの基礎的性質・基礎研究

**特徴**：自己収縮、水中での滞在時間が長い、フリーラジカルの発生、負に帯電（ゼータ電位）。

50  $\mu\text{m}$  以下のマイクロバブルは縮小してウルトラファインバブルに変わり消滅する際にフリーラジカルを発生する。ウルトラファインバブルは液体中に数か月以上安定して存在する。

**表面張力とラプラス圧力** ヤング・ラプラスの式：内圧－外圧＝2×表面張力÷気泡半径。

気泡が小さくなる程、内圧は周囲の水圧よりも高くなるため、気泡は短時間で消滅するはずで、ラプラス圧力からウルトラファインバブルの存在は否定されるが、実際は1月以上存在する。安定メカニズムとして、負に帯電した気泡表面が、電解質イオンなどが基本となって形成された正電荷の無機質に覆われて超高電場を形成し、収縮に対して静電気的な反発力を持つ説がある。

#### ファインバブルの効果と用途

溶解（接触・混合）効果、分離（吸着、凝集、浮上）効果、洗浄（剥離・衝撃派）効果、流体（エネルギー変換、省エネルギー）効果、医療・診断効果により、排水処理、植物成長促進、排ガス処理、水質浄化、土壌改善、気化促進、洗浄、分離、燃焼効率向上、脱臭、混合、鮮度保持冷凍保存、殺菌・除菌、摩擦低減、切削加工、診断・治療など多種多様の非常に幅広い分野で利用できる。

**発生法**：各メーカー・研究者の多様なファインバブル発生方式と装置の説明があった。正電荷のファインバブル発生法の紹介。負電荷のファインバブルより小松菜の生育に有効であった。

**計測法**：各メーカーの計測方式の紹介があった。粒度分布、数密度、粒子径の測定。固体粒子と同じとして算出。原子間力顕微鏡 (AFM) によるウルトラファインバブルの観察。クライオ SEM (走査電子顕微鏡) による観察。

### 3. ファインバブルの最新情報

ウルトラファインバブル安定化のメカニズムとして、動的平衡説とマランゴニ対流の疎水性物質関与の説明、気泡界面水は構造水でエントロピー的に安定化。固体粒子との違い、ゼータ電位と電気泳動易動度、接触角と表面張力、ウルトラファインバブル界面活性剤説、ファインバブルと表面張力との関係、などの紹介があった。

（要約：高橋 紀成）