

ウルトラファインバブルの発生・計測と 食品、農業、洗浄分野への応用

IDEC(株) 技術戦略部 西原 一寛、前田 重雄

はじめに

IDECはファインバブル生成技術 GALF (Gas Liquid Foam: ギャルフ) を独自の流体制御技術として1990年から環境分野応用装置用として開発し、約20年間に水質浄化、土壌浄化、農業応用、ペット洗浄等、幅広い分野において200例を超える様々なアプリケーションにマイクロバブル製造装置を適用してきた¹⁾。

近年、直径が $1\mu\text{m}$ 以下の極めて小さなウルトラファインバブルが着目されている。マイクロバブルは一般的に数分で浮上して消滅してしまうのに対して、ウルトラファインバブルは数ヶ月にわたって残存することが確認されており、水に溶解しにくい気体を水中に閉じ込める効果などのウルトラファインバブルの特性を活かして食品、化粧品、薬品、医療、半導体や植物育成等、幅広い分野での応用が期待されている。IDECでは研究開発用途を主眼においてウルトラファインバブルを手軽に安定して生成できるコンパクトな装置として ultrafineGALF (FZ1N-02形) を商品化した^{2,3)}。近年、ウルトラファインバブル発生技術と計測技術が連動した形で技術革新が進み、多くの知見が得られ

るようになってきた。本稿では、ウルトラファインバブルの発生方法、計測技術、応用事例について紹介する。

1. ウルトラファインバブルの発生原理

配管内を流れる流体は、流速と静圧の間にベルヌイの定理の関係が成立することが知られている。GALFシステムは、この性質を利用して、一連の連続した配管の管路断面積を増減させることで、流速と静圧を制御し、気液混合、気体の液体への加圧溶解、減圧により溶解気体析出を行わせて微細気泡を生成する方法である⁴⁾。図1にGALFシステムの管路と圧力の概念図を示す。ポンプで圧送されてくる水流に対し、その管路を狭めて流速を上げることで、ポンプの圧力の大部分を動圧に変換し静圧を下げ、気体の負圧吸引を行う。圧送されてきた液体と吸引された気体は、気液混相状態となった後、再び管路を拡げることで流速を落とし、動圧から静圧へ圧力の変換を行って加圧溶解する。気体を十分に加圧溶解させた後、一気に大気圧下に吐出させる

ことで、液体は過飽和状態になるため、大量で微細な気泡を生成させることができる。

2. ウルトラファインバブルの計測

IDECでは計測に用いるウルトラファインバブル水の製造には不純物の混入を出来るだけ少なくするために超純水もしくは純水を用いている。またバブルを製造するためのガスとしてはフィルター過した空気または窒素(99.99%)を使用している。昨今、計測技術の進歩により、様々な原理の計測法でウルトラファインバブルの計測を行うことが可能になっているが、計測が可能となるまでには3~4年の試行錯誤が必要であった^{5~8)}。長年の地道な努力の結果として、図2に示すように、動的光散乱法、粒子トラッキング法、レーザ回折・散乱法などの方式が異なる計測方法で測定を行っても、概ね $100\sim 200\text{nm}$ 程度の直径のウルトラファインバブルを計測可能となってきた。

なかでも共振式質量測定法を測定原理とする英国Malvern社が販売する計測装置(アルキメデス)は、マイク

図2 ultrafineGalfで生成した純水中のウルトラファインバブル(UFB)の存在をさまざまな原理の計測器で計測した結果

図1 GALFシステムの管路と圧力の概念図

