調査・報告

# ファインバブルに関する調査研究（第２報）

内藤　隆之*　星野　公明**　天城　裕子***　山下　亮***　桑原　理絵****

Report of Market and Technology Trend of Fine-buble Technology

NAITO Takayuki*, HOSHINO Kimiaki**, AMAKI Yuko***, YAMASHITA Ryo***
and KUWAHARA Rie****

## 1. 緒　　言

ファインバブルとは，直径 100μm 以下の気泡を総称した呼称である。さらに直径 1μm を境として大きい気泡をマイクロバブルと呼び，小さい気泡をウルトラファインバブルと呼んで区別する。平成 29 年 6 月にファインバブルの用語に関する基本規格（ISO20480-1）が発行されており [1]，ウルトラファインバブルの呼称が徐々に浸透していくものと考えられる。

またファインバブルは，水中への易溶性のほか，水中で浮遊する気泡（特にウルトラファインバブル）の存在による効果 [2]に特徴があるとされている。しかし，この浮遊する気泡の計測（粒度分析）は困難であり，今日まで確立された粒度分析方法がなく，ISO 化に向けていくつかの方法が検討されている状況である。

28 年度は，『NIIGATA 開県プロジェクト』における「新潟清酒ブランド構築」に向けた取り組みとして，ファインバブル径計測装置を導入した。

29 年度は，導入したファインバブル径計測装置の使用事例や，別途導入したファインバブル発生装置で発生させたファインバブル水を当該計測装置で測定した結果を報告する。また，ファインバブルの利用状況について技術動向を報告する。

## 2. 活動概要

### 2.1 講習会の開催

ファインバブルの利用技術に関する講習会を開催した。講習会の様子を図 1 に，内容を以下に示す。講演終了後，ファインバブル発生装置と計測装置の実演を行った。

開催日：平成 30 年 1 月 23 日（火）
参加者：14 社 21 名
内　容：
①ファインバブル技術の紹介
②難加工単結晶材料の超精密研磨加工
　～ファインバブル水を用いた研磨加工事例～
③ファインバブルを用いた洗浄技術
講　師：
①県央技術支援センター　　内藤 隆之
②長岡技術科学大学 准教授　會田 英雄 氏
③新潟大学　　助　教　牛田 晃臣 氏

図１　講習会の様子

*　県央技術支援センター
**　企画管理室
***　下越技術支援センター
****　中越技術支援センター

参加者はファインバブルに関心のある方々であり，複数企業から共同研究などへの前向きな意見が得られた。一方で，具体的な活用事例の紹介を多く望む声もあることがわかった。

## 2.2　技術動向調査

### 2.2.1　ファインバブル径計測装置

ファインバブル径計測について，各メーカから様々な方式（レーザ回折･散乱法，動的光散乱法，粒子軌跡解析法，電気的検知帯など）の計測装置が提案されている。

ファインバブル径計測にあたり，対象物が目視できない大きさのため，気泡なのかコンタミ（粒子状物質）なのか判別できないことが課題となっている。現時点でこの課題に対応できる（気泡とコンタミの区別）装置として，共振式質量測定法が提案されている。

### 2.2.2　ファインバブル発生装置

旋回液流方式，加圧溶解方式などの装置が市販品では主流を占めている。一方，これらの方式とは異なる方式の発生装置の開発に取り組む企業が県内にあって，新潟県醸造試験場などに導入されている。また，ガス種（窒素，酸素など）を選択することで様々な用途開発の提案が行われているが，県内企業の中には燃焼ガスを導入させる発生装置の開発に取り組む事例もあった。

### 2.2.3　ファインバブルの利用技術

国内外を問わず農業，水処理，洗浄の各分野について，利用事例が先行している。農業分野では主に水耕栽培と養殖が，水処理分野では湖沼･河川の浄化が，洗浄分野では洗濯機（国内メーカ民生品）への利用がそれぞれ実施されている。また，オゾンを用いたファインバブルに関する日独加の国際共同プロジェクトも提案されている[3)]。

## 2.3　工業技術総合研究所の取り組み

導入した装置によるファインバブル径計測では，マイクロバブルとウルトラファインバブルで測定方式が異なる。水面に向けて浮上するマイクロバブルにはフローセルを，水中を浮遊するウルトラファインバブルには回分セルを使用する。

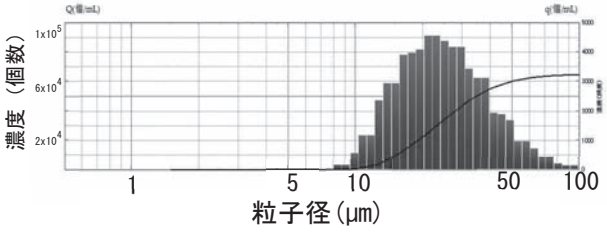
一般にファインバブルは発生装置から生成させた直後，マイクロバブルとウルトラファインバブルが共存しており，マイクロバブルにより白濁して見える。マイクロバブルはすぐに浮上して消失するため，発生させながらリアルタイム計測となる。一方，ウルトラファインバブルはマイクロバブル消失後に計測する。通常，ファインバブル発生直後から24時間放置してウルトラファインバブルを計測する。マイクロバブルとウルトラファインバブルの計測例を図 2 に示す。

ファインバブル発生装置の購入にあたり，以下の基準を満たす機種を検討した結果，IDEC(株)製の装置を導入した（図3）。

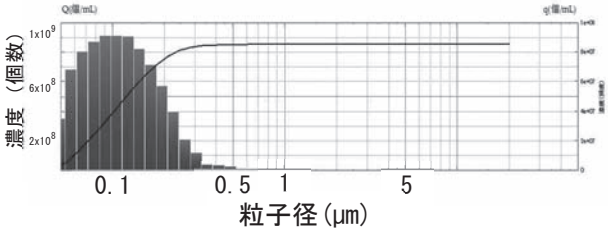
・ファインバブル産業会（FBIA）の認証装置。
・販売実績がある。

当該装置によるウルトラファインバブル水の安定性を確認するため，発生させてから常温で24時間経過後と 1 週間経過後の計測結果を図 4 に示す。（なお，得られる分布の個数濃度を比較するため，数値に応じて配色を行った。）

1 週間の常温放置でも計測が安定して行える個数濃度を維持できていることが確認できた。



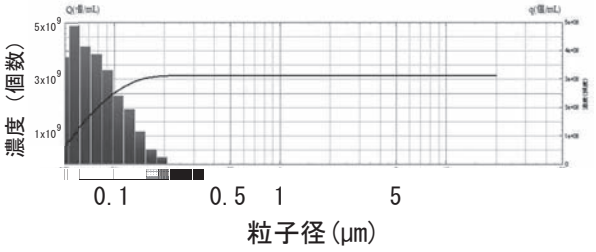

(a) マイクロバブル



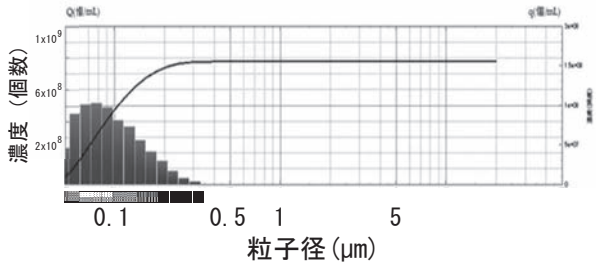

(b) ウルトラファインバブル

図 2　ファインバブルの計測例

図 3　ファインバブル発生装置




(a)　24 時間経過後




(b)　1 週間経過後

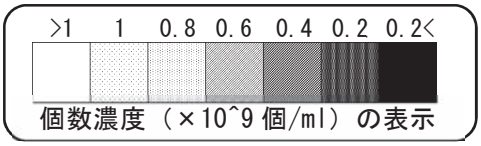



図 4　ウルトラファインバブル水の計測結果

また，生成させたウルトラファインバブルは目視では確認できないため，一般的にグリーンレーザー光による散乱光路の有無で確認している。確認の様子を図 5 に示す。

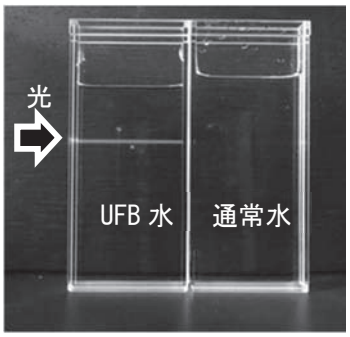



図 5　ウルトラファインバブル(UFB)の確認

### 2.4　県の取り組み

『NIIGATA 開県プロジェクト』における「新潟清酒ブランド構築」に向けた取組みとして，新潟清酒へのファインバブル活用を検討するため，新潟県醸造試験場と連携し，酒造りにおけるファインバブル技術の適用を検討している。

また，新潟県水産海洋研究所では，陸上養殖技術への利用を目的としてファインバブルによる排水水処理を検討している [4]。

## 3.　結　　言

(1) ファインバブルの基礎的な性質について把握することを目的として，ファインバブル発生装置を導入した。

(2) ファインバブル径計測では，気泡とコンタミ（粒子状物質）との区別が課題であり，共振式質量測定法が区別できる測定法として提案されている。

(3) 計測においてはコンタミ（粒子状物質）の有無が大きく影響するため，純水ベースのものが望ましい。

(4) 県内では独自方式によるファインバブル発生装置を開発・販売している企業があり，醸造試験場等への納入実績があった。

(5) 醸造試験場と連携し，酒造りにおいてファインバブル技術の適用を検討している。

(6) 本県にはファインバブル技術に取り組む大学や企業があり，ファインバブル技術について連携できる基盤がある。

### 参考文献

1) https://www.iso.org/standard/68187.html?browse=tc

2) 矢部彰ほか，“ナノバブルによる固体微粒子汚れの洗浄”，伝熱，43，183，2004，pp.16-18.

3) 第 10 回ファインバブル国際シンポジウム予稿集

4) 平成 28 年度新潟県水産海洋研究所年報，2018，pp.69-75.