

## 短冊形たわみ振動板型空中超音波音源による液滴の非接触微粒化での粒径分布の検討 Examination of the particle size distribution of noncontact atomizer of droplet by aerial ultrasonic source

○遠藤有紗<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>  
\*Arisa Endo<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: This study examines non-contact atomization by aerial ultrasonic source of 28 kHz. In this report, to know the particle size distribution of the atomized by water, it was examined by measuring the size of the particles in the constant input power. The result of examinations of the particle size distribution, was atomized in 3W input power, suggests that it is concentrating around 63 $\mu$ m as median. In addition, was atomized in 4W input power, suggests that it is concentrating around 55 $\mu$ m as median.

### 1. はじめに

液体成分の質量を知るための手段の 1 つに質量分析法がある。質量分析する際の工程中で液体をイオン化するために微粒化が行われている。現在、微粒化の方法には、熱で液滴を蒸発させて微粒化する方法や、超音波振動面に液滴を接触させて微粒化させる方法などがある<sup>[1]</sup>。しかし、加熱による液体の性質の変化や、液体の振動面の接触による不純物が混入、または液体による装置の劣化などが問題になっている。

筆者らは、これらの問題を解決するために、超音波による非接触微粒化を考えている。しかし、既存の装置は大型であるため、小型化した装置として 28 kHz 用短冊形たわみ振動板型超音波音源を開発し、それによって発生させた空中超音波による液滴の非接触微粒化の検討を行っている。これまで、微粒化に用いる液体の性質が異なる場合の検討を行い、微粒化は液滴の表面張力及び粘度が低いほど容易であることを明らかにしている<sup>[2], [3]</sup>。

ここでは、微粒化した際の粒径の大きさを明らかにするため、一定電力における粒径の大きさを測定し、粒径分布について検討した。

### 2. 超音波音源

Fig.1 は使用した超音波音源の概略である。超音波音源の構造は 28 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子（駆動周波数 27.8 kHz）に、振幅拡大用のエキスポネンシャルホーンを接続し、その先端に 2 枚の短冊形たわみ振動板を 2 本の縦共振棒で挟み込むように結合したものである。2 枚の振動板の挿入位置は共振棒中を伝搬する縦波の腹の位置から等距離とし、間には空中を伝搬する音波の 1/2 波長となる定在波音場を形成するためのスペーサを挿入した。短冊形たわみ振動板の寸法は、長さ 46 mm、幅 25 mm、厚さ 3 mm とし

た。また、座標軸は図に示すように、振動板の長さ方向を X 軸、幅の方向を Y 軸、振動板に垂直な方向を Z 軸とした。

### 3. 振動板間の音圧分布

2 枚の振動板間の定在波音場を知るため、XZ 平面の音圧分布を測定した。測定は音源への入力電流 40 mA 一定で行い、音圧の測定にはプローブ付きコンデンサマイクロホンを用いた。

Fig.2 は XZ 平面の音圧分布の結果である。図の横軸は X 軸方向を、縦軸は Z 軸方向である。音圧は規格化したカラーバーとし、音圧の低い方が青、高い方が赤として示した。図より、音圧は振動板付近で腹となっ

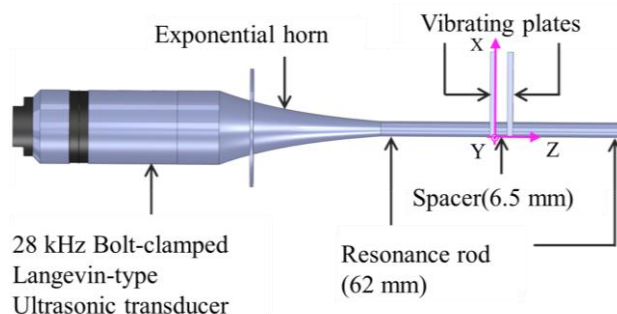


Fig. 1 Outline of ultrasonic vibration source.

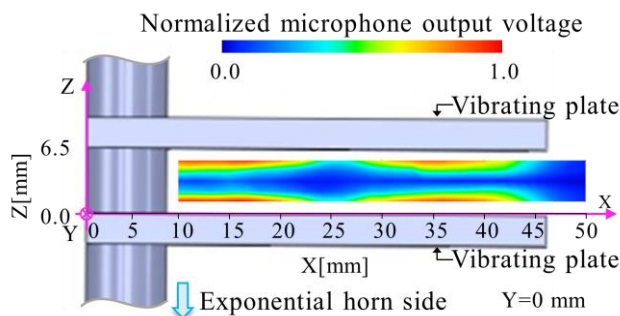


Fig. 2 XZ-plane sound pressure distribution.

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

ており、Z 軸の中心  $Z=3.25\text{ mm}$  では節となっている。これより、振動板間に定在波音場が形成されていることがわかる。

#### 4. 微粒子の粒径分布の検討

ここでは、水を微粒化した際の微粒子群の粒径分布を検討するため、各微粒子の大きさを求める。入力電力は  $3\text{ W}$  または  $4\text{ W}$  とし、水の設置位置は音圧の節である最も微粒化し易い  $X=35.0\text{ mm}$ ,  $Y=0.0\text{ mm}$ ,  $Z=3.25\text{ mm}$  とした。微粒化した粒子群を受け止めるためにシャーレ上にシリコンオイル(動粘度:  $1,000\text{ cSt}$ , 製品名: 信越シリコン KF-96-1000cs)を塗ったものを用意した。実験は、シャーレを微粒化させる位置の真下に設置し、音波によって微粒化してシャーレ上に微粒子群を飛散させた。飛散した微粒子群を光学顕微鏡により観察し、飛散した  $6\times 60\text{ mm}$  の範囲について複数枚に分けて(一枚あたり  $6\times 4.7\text{ mm}$  の範囲,  $1920\times 1440\text{ pixel}$ )撮影した。時間の経過とともに微粒子が蒸発してしまうため、撮影は蒸発の影響がほとんどない微粒化した直後から 2 分 30 秒以内で行った。

Fig.3 は、微粒子群の様子を光学顕微鏡で撮影した写真の一例である。微粒化は入力電力  $4\text{ W}$  で行った。図より、微粒子は  $300\sim 600\text{ }\mu\text{m}$  程の大きい粒径のものも数個存在しているが、 $30\sim 80\text{ }\mu\text{m}$  程度の粒径のものが多量に存在している様子が見られる。

撮影した微粒子群を画像解析ソフトで二値化して抽出し、面積から粒径を算出した。粒径分布は、信頼性を高いものにするため、同一の条件で 10 回測定したものを全て合計し、平均を取った。Fig.4 は入力電力  $3\text{ W}$  で行った場合の結果である。図は縦軸に平均粒数、横軸に粒径を取っている。図より、粒径  $63\text{ }\mu\text{m}$  を中央とした分布になっている様子が見られる。平均粒数は 918 個、粒径の中央値は  $63\text{ }\mu\text{m}$  であった。一方 Fig.5 は入力電力  $4\text{ W}$  で行った場合の結果である。図より、粒径  $55\text{ }\mu\text{m}$  を中央とした分布になっている様子が見られる。平均粒数は 1003 個、粒径の中央値は  $55\text{ }\mu\text{m}$  であった。稀に  $300\sim 900\text{ }\mu\text{m}$  程の粒径も存在した。

#### 5. おわりに

ここでは、入力電力  $3\text{ W}$  または  $4\text{ W}$  で水を微粒化した場合の粒径分布の検討を行った。その結果、 $3\text{ W}$  は粒径  $63\text{ }\mu\text{m}$  を中央値とした分布、 $4\text{ W}$  は粒径  $55\text{ }\mu\text{m}$  を中央値とした分布になっていることがわかった。入力電力  $3\text{ W}$  の平均粒径は  $4\text{ W}$  の場合に比べ多少大きい傾向にある。また、粒径が大きくなった分、粒数が少なくなった。今後はさらに電力を変化させた場合の粒径の検討を行っていく予定である。

#### 参考文献

- [1] 定常 健, 竹原 淳彦, 光石 一太, 分析化学, pp.437-442, 2000.
- [2] 柳本 聖月, 三浦 光, 音講論集, pp.117-118, 2013.3.
- [3] 遠藤 有紗, 浅見 拓哉, 三浦 光, 音講論集, pp.1319-1320, 2014.3.



Fig. 3 Optical micrographs of the water particles on the silicone oil.

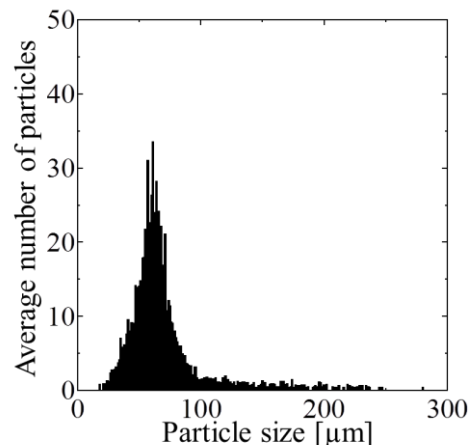


Fig. 4 The particle size distribution of atomized in case of the input power of 3W.

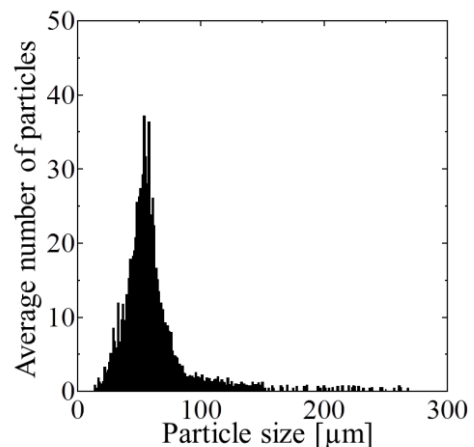


Fig.5 The particle size distribution of atomized in case of the input power of 4W.