

L-17

## 高強度空中超音波を照射した容器内液体の挙動観察

### Observation of liquid behavior in container irradiation with high-intensity aerial ultrasonic waves

○浦上太一<sup>1</sup>, 大隅歩<sup>2</sup>, 伊藤洋一<sup>2</sup>\*Taichi Urakami<sup>1</sup>, Ayumu Osumi<sup>2</sup>, Youichi Ito<sup>2</sup>

Abstract: In this study, we observe to behavior of liquid in a container irradiated with high-intensity aerial ultrasonic waves. In this report, it is confirmed to be possible to excite and atomize a liquid in a container by proposed method.

#### 1. はじめに

微小容器内の液体に対して、容器外より水中超音波を作用させて、液体を攪拌する技術が報告されている[1]. この技術を空中で実現できれば応用技術分野が劇的に広がる事が予想されるが、現実には困難である。

ところで近年、空中に非常に強い超音波を照射することが可能な音源が開発された. この音源を用いれば、空中においても容器内の液体に、容器外部から非接触で力を作用できる可能性がある。

本報告では、その基礎検討として周波数 20 kHz の極めて強力な空中超音波(最大音圧約 25 kPa)を微小容器に照射した際の、容器内液体の挙動について観察した。

#### 2. 実験装置

Fig. 1 は実験装置の概略で、強力空中超音波照射装置[2], 実験試料及びハイスピードカメラで構成される. 強力空中集束音波の発生には、駆動周波数 20 kHz の縞モード振動板式点集束音源を使用しており、音源開口から 130 mm の位置に音波を集束させている. 本音源は、直径約 15 mm の範囲内に音波が集束するように設計している. なお、作成した音源は集束点において、最大音圧約 25 kPa の音圧が発生している。

Fig. 2 は試料に用いるアクリル製の微小容器で、内寸は  $4 \times 5 \times 30$  mm である. 容器の板厚は音波照射面のみ 0.2mm で、その他は 2 mm である. 容器は上下で挟み込むように固定してあり、液体を注入後、容器上端部はゴムシートを貼り付けて音波の進入を防いでいる. なお、注入する液体はエタノール 150  $\mu$ l であり、容器内寸体積の約 1/4 までを満たした。

実験は、Fig. 1 のように音波集束点に容器型試料を配置し、照射位置を Fig. 3 に示すように A, B, C 点の 3 点で変化させた. A 点は試料の中央部、B 点は容器内部液体の液面、C 点は容器内部液体の中央部に音波を照射している. 音波照射時の液体の挙動は高速度カメラ付きデジタルマイクロスコープを用いて観察する. なお、シャッター速度は 1/6000 s, 撮影フレームレートは 500 fps とした。

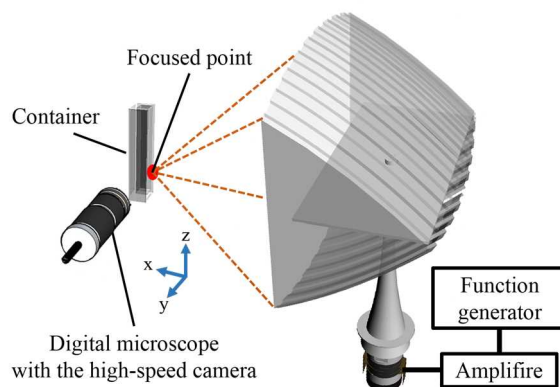
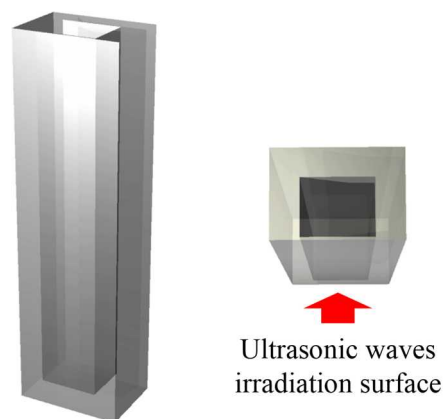


Fig. 1 Schematic view of experiment devices



(a) Front perspective view (b) Top view

Fig. 2 Container

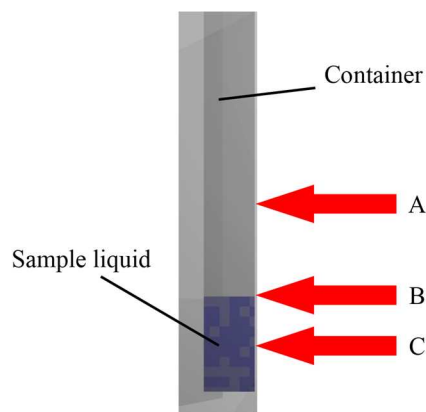


Fig. 3 Positions of irradiation points

### 3. 実験結果

Fig. 4 に音波照射前の状態を示す。エタノールの濡れ性により壁面に接触している部分が、液面より 5 mm 程度せり上がっていることが確認できる。

#### 3-1. A の位置に照射した場合

Fig. 5 に結果を示す。音波照射開始後、徐々に液体が音波照射面にせり上がる様子が確認された。およそ 180 ms 後には液体が音波照射位置まで達し、液体の微粒化が始まった。600 ms 後には連続的に微粒化が起これ、容器内部の液体全体が大きく挙動変化した。

#### 3-2. B の位置に照射した場合

Fig. 6 に結果を示す。音波照射開始直後からすぐに液体の微粒化が始まり、30 ms 後には、音波照射面の液面が音波照射前に比べて大きくせり上がり、これに対応して反対側の液面が降下していくことが確認された。また、微粒化された液体は連続的に斜め上方に放出されていた。

音波を照射し続けると、およそ 200 ms 以降では同図(c)の破線赤丸で示すように、容器内に液滴が留まる部分が見れる。結果として容器内の液体に大きな流れが生じていた。

#### 3-3. C の位置に照射した場合

Fig. 7 に結果を示す。音波照射直後からすぐに液体の微粒化が始まるが、400 ms 後に微粒化しなくなり、その後液面が細かく振動していた。800 ms 後に再び微粒化が始まり、その後は微粒化と振動を繰り返す挙動変化をした。

以上より、音波の照射位置によって、音波照射時の容器内の液体挙動に違いが見られることがわかった。

### 4. まとめ

強力空中超音波を微小容器に照射した際の液体の挙動について観察を行った。今回の検討では、音波照射位置を変化させた。その結果、いずれにおいても容器内部の液体が微粒化した。また、最も液体の挙動変化が激しく起こったのは、容器内部液体の液面に音波を照射した場合であった。

### 参考文献

- [1] 加藤, 三宅, 寺山, 日本機械学会論文集, 66(652), 3137, 2000-12
- [2] Y.Ito, Acoust. Sci. & Tech. 36, 216-224, 2015
- [3] 浦上太一, 大隅歩, 伊藤洋一 日本音響学会講演論文集, 2015-09-17, pp1103-1104

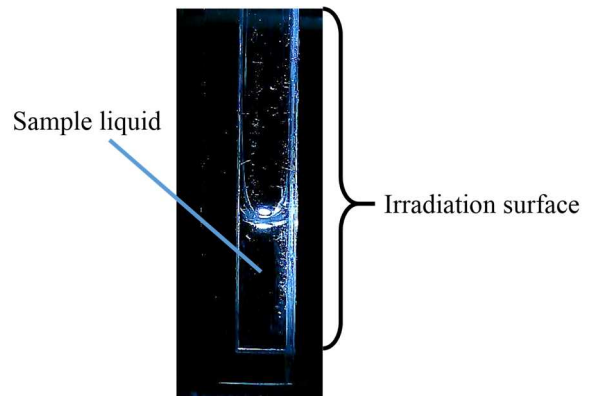
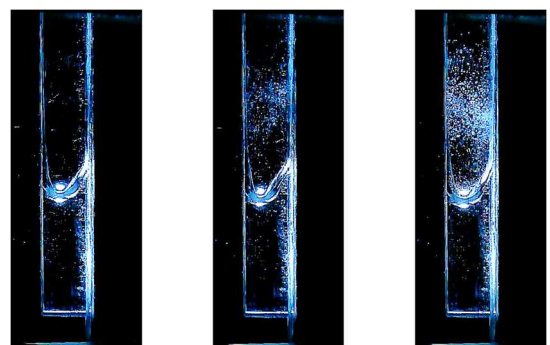


Fig. 4 Initial state of liquid in the container



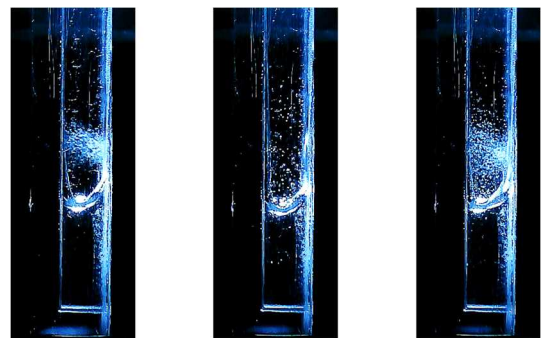
(a) After 30 ms (b) After 180 ms (c) After 600 ms

Fig. 5 Observation results (sound waves irradiate point A)



(a) After 10 ms (b) After 30 ms (c) After 200 ms

Fig. 6 Observation results (sound waves irradiate point B)



(a) After 20 ms (b) After 400 ms (c) After 800 ms

Fig. 7 Observation results (sound waves irradiate point C)