

## 超音波振動子を使った水の霧化条件と霧化現象の観察

(日大院・総合基<sup>1</sup>, (株)シンクロン<sup>2</sup>)○高安光祐<sup>1</sup>, 藤森裕基<sup>1</sup>, 税所慎一郎<sup>2</sup>, 山田大介<sup>2</sup>

【緒言】超音波発振子（以下、「発振子」とする）による水の霧化現象は加湿器などに利用されている。発振子は、圧電素子と高周波電源から構成され、圧電素子に高周波電界を印加することにより超音波振動する。水は、この発振子の振動エネルギーを受け水面の隆起とともに水柱が発生し、その先端部で霧化現象が観測される。霧化量は、振動エネルギーの音圧 ( $P$ ) と関係しており、 $P$  は発振子から水面までの距離 ( $l$ ) の関数として、(1) および (2) 式で表される[1]。

$$|P| = \rho c |V_1| \left| 2 \sin \frac{\pi}{\lambda} \left( \sqrt{l^2 + a^2} - l \right) \right| \quad (1)$$

$$|P| = \frac{\rho c \cdot \pi a^2 \cdot |V_1|}{\lambda \cdot l} \quad (2)$$

ここで、 $\rho c$  は固有音響インピーダンス、 $\pi a^2$  は発振子の面積、 $V_1$  は振動速度、 $\lambda$  は波長である。 $l$  が小さいとき（近距離）は (1) 式、大きいとき（遠距離）は (2) 式で表される。しかし、音圧  $P$  のみでは霧化の詳細な機構を解明することはできない。そこで、本研究では霧化対象として水を使用し、霧化条件として水を入れる容器の内径を変化させ、その時の霧化現象を観察した。霧化にどのように影響するかを明らかにすることを目的に研究を行った。

【実験】水を入れる容器として、内径の異なるガラス容器 ( $\phi = 64, 106, 128, 147, 178 \text{ mm}$ ) を用いた。また、発振子として、本多電子株式会社製の超音波霧化ユニット HM303N を用いた。実験方法は、ガラス容器に発振子を入れ、そこに水を注水して発振子から水面までの距離を変化させた時の水柱の高さを測定した。そして、この時の霧化の様子をカシオ計算機株式会社製のデジタルカメラ（ハイスピードエクシリム EX-F1）を使用し撮影した。なお本研究では水として水道水を用いた。

【結果・考察】Fig. 1 は水道水を内径の異なるガラス容器に入れて振動を与えた時に観測された水柱の高さ ( $h$ ) の  $l$  依存性を示す。どの内径でも  $\phi \approx 30 \text{ mm}$  で  $h$  のピークが観測された。このことから  $h$  が最大になるときの  $l$  はガラス容器の内径に依存しないと考えられる。霧化は  $l$  が小さい領域では水柱が立つと同時に観測された。しかし  $l > 30 \text{ mm}$  では  $h$  の減少に伴い霧化量も減少し、 $l > 60 \text{ mm}$  では霧化は観測されなくなった。水柱のピークと同様に、霧化に関しても  $\phi$  依存性はみられなかった。以上の結果は、霧化は容器の内径に依存せず、 $l$  に依存することを示している。

Fig.1 の点線は (1) 式によるフィットの結果を、破線は (2) 式によるフィットの結果を示す。 $l < 50 \text{ mm}$  では近距離的性質を持つと考えられ、 $l$  が長くなると音圧は増加し、それに伴

い  $h$  も増加する。 $l > 50 \text{ mm}$  より長くなると  $h$  が単調減少していることから音圧は遠距離的性質を持つと考えられる。

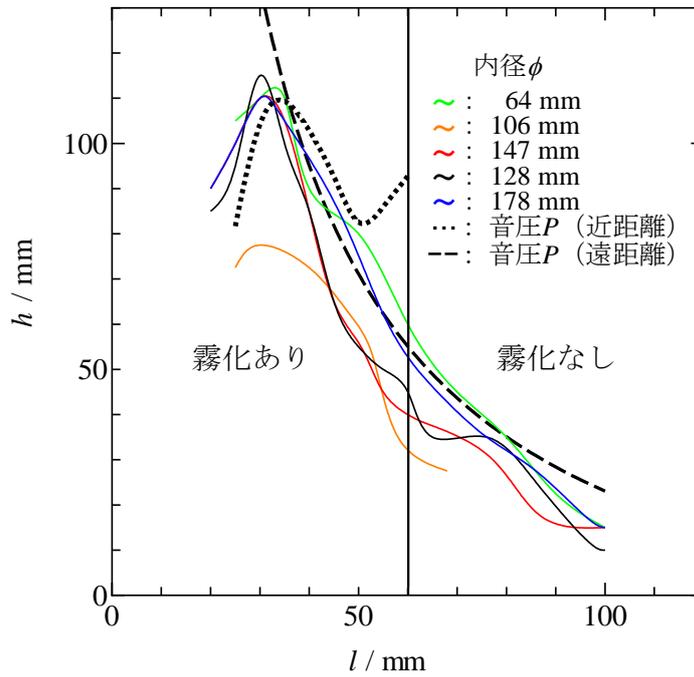


Fig. 1 .水柱の高さの音圧依存性.

Fig. 2 は  $h$  の  $\phi$  依存性を示す。 $\phi > 106 \text{ mm}$  では  $h$  は  $\phi$  に依存せずほぼ一定となるが、 $\phi < 106 \text{ mm}$  では  $h$  は  $\phi$  に依存する可能性が考えられる。

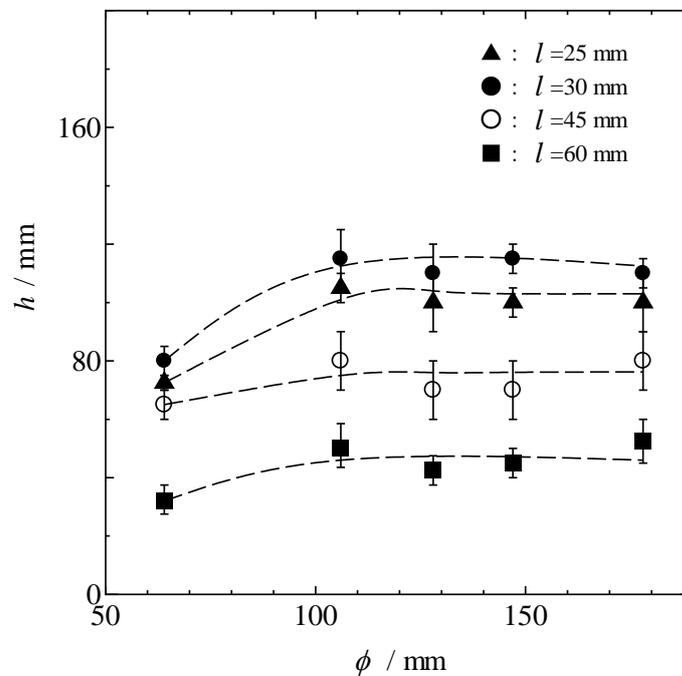


Fig. 2 .水柱の高さの容器内径依存性.