

3P083

水の霧化における第二成分添加効果

(日大院・総合基¹, 日大・文理², (株)シンクロン³)○原由峰¹, 高安光祐¹, 福地瑠美², 名越篤史¹, 藤森裕基¹, 山田大介³, 税所慎一郎³

Second component doping effects of atomization for water

(Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon Univ.¹ Department of Chemistry, College of Humanities and Sciences², SHINCRON CO.,LTD.³)

○Yutaka Hara¹, Kosuke Takayasu¹, Rumi Fukuti², Atushi Nagoe¹, Hiroki Fujimori¹, Daisuke Yamada³, Shinitirou Saisyo³

【緒言】

超音波振動子（以下、「振動子」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。振動子は、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。水中で振動する場合、水はこの振動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する。その際、水柱の表面にキャピラリー波と呼ばれる微小な波が起き、その先端部で霧化現象が観測される。この時の振動エネルギーの音圧 (P) は振動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) 式は近距離的性質、(2) 式は遠距離的性質の音圧を示す。しかし、これらの式のみでは霧化の詳細な機構を解明することはできない。また、霧化した水滴の平均粒径 (\bar{d}) は振動子の共振周波数 (f) に依存しており、(3) 式で表される。

$$|P| = \rho c |V_1| \left| 2 \sin \frac{\pi}{\lambda} (\sqrt{l^2 + a^2} - l) \right| \quad (1) \quad |P| = \frac{\rho c \cdot \pi a^2 \cdot |V_1|}{\lambda \cdot l} \quad (2) \quad \bar{d} = k \left(\frac{8\pi\gamma}{\rho f^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

(1)式および(2)式における、 ρc は固有音響インピーダンス、 πa^2 は振動子の面積、 V_1 は振動速度、 λ は波長、 k は比例定数、 γ は液体の表面張力、 ρ は密度である。(3) 式の k は比例定数であり、その値は研究者により異なり、0.34~1.0 の値をとることが知られている。本研究では振動子を設置するガラス容器サイズ(ϕ)を変化させた時の霧化現象を観察し、その時発生する音圧が霧化にどのように影響するかを調べた。また、霧化現象により発生した水滴の大きさ(\bar{d})を、レーザー回折式粒度分布測定装置を用いて測定した。さらに、それらに対する第二成分添加の効果についても調査した。

【実験】

振動子として、本多電子株式会社製の超音波霧化ユニット HM303N を用いた。測定は、ガラス容器の底に振動子を設置し、そこに水を注水して l を変化させた時の水柱の高さ (h) を測定し、霧化を観察した。本実験での霧化の様子は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東京都の水道水を用いた。

【結果・考察】

Figure 1 は h の l 依存性を示す。各記号は ϕ と l を変化させた時の実験結果を表す。 h は l の増加に伴い、いったん増加した後、単調減少している。このことは、 l に伴う P

の増減と同様の現象である為、超音波振動により発生する水柱は超音波の音圧によるものであると考えられる。その高さは水面から飛び出す速度に比例し、超音波の音圧の二乗に比例する。したがって、 h は以下の式で表されると仮定した。

$$h = b_1 |P|^2 \quad (4)$$

ここで、 b_1 は比例定数である。さらに、溶媒中を超音波が伝播する際の超音波の拡散減衰を加味した結果、 l と h に関する次の式を提案する。

$$h = b_1 b_2 \frac{|P|^2}{l^2} = b_1 b_2 \left\{ \frac{\rho c}{l} \left| 2 \sin \frac{\pi}{\lambda} \left(\sqrt{l^2 + a^2} - l \right) \right| \right\}^2 \quad (5)$$

$$h = b_1 b_2 \frac{|P|^2}{l^2} = b_1 b_2 \left(\frac{\rho c \cdot \pi a^2}{\lambda \cdot l^2} \right)^2 \quad (6)$$

ここで、 b_2 は比例定数である。 $\rho c = 1496 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ 、 $\lambda = 6.248 \times 10^{-4} \text{ m}$ 、 $a = 5.0 \text{ mm}$ を (5) 式に代入し、実験結果とのフィッティングにより b_1 、 b_2 を得た。

図は、異なる容器サイズにおける実験結果と、(5) 式及び (6) 式より得られた h の l 依存性を示す。実測値と理論値は良い一致を示した。したがって h は P の 2 乗に比例するという仮定した (4) 式は、妥当であると考えられる。また霧化は $l < 60 \text{ mm}$ 、 $h > 40 \text{ mm}$ で観測された。

当日は水の霧化における第二成分添加効果についても議論する。

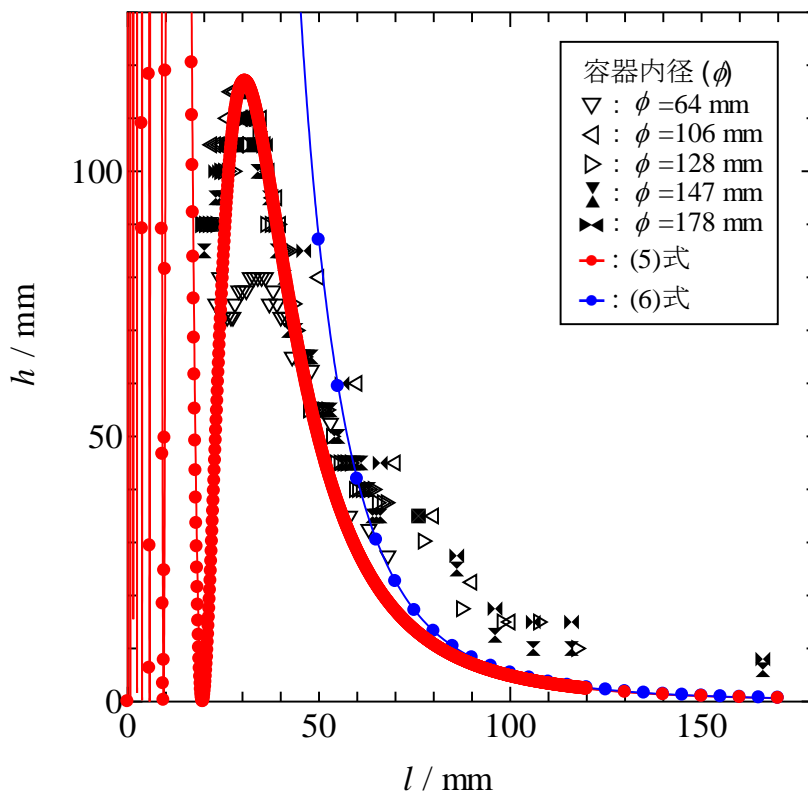


図 水柱の高さの振動子から水面までの距離依存性.