

L-10

## 空中超音波と粒径の異なる大小の水霧を併用した親水性の低いガスの除去促進 —初期ガス濃度を変化させた場合の検討—

### Removal Promotion of Low Hydrophilic Gas by Water Mist Having Different Particles Sizes under Ultrasonic Waves —Study of Varying Initial Gas Concentration—

○松本圭亮<sup>1</sup>, 木村照行<sup>2</sup>, 池川優兵<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>3</sup>\*Keisuke Matsumoto<sup>1</sup>, Teruyuki Kimura<sup>2</sup>, Yuhei Ikegawa<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>3</sup>

Abstract: Pollutant gases in the air can have adverse effects on human health and the environment depending on the gases' constituents; the presence of these potentially harmful air pollutants is now becoming a social problem. Hence, collection and removal of such gases by using aerial ultrasonic waves and water mist is proposed. Until now, gas removal effect was gone over by using lemon gas which is low hydrophilic gas when using two different particles of water mist discretely. In the result, gas removal is driven better as the amount of water mist of large and small particles increases in the intense standing wave of frequency is 20 kHz. In this study, experimental discussion, for varying initial gas concentration, is run to discuss further gas removal effect about low hydrophilic gas.

#### 1. はじめに

空気中に含まれているガスは、その成分によって人体や環境に悪影響を及ぼすことから、社会的問題になることがある<sup>[1]</sup>。著者らは、空中超音波と水霧を用いてガスを捕集し、除去することを検討している。

これまで、除去対象ガスとして親水性の低い気体物質であるレモン臭ガス(レモンオイルを気化させたもの、化学式  $C_{10}H_{16}O$ )を用いてガスの除去効果を検討してきた。その結果、周波数 20 kHz の強力な定在波音場において、粒径の異なる 2 つの水霧(大きい水霧の粒径: 約  $60\mu\text{m}$ , 小さい水霧の粒径: 約  $3\mu\text{m}$ )を個々に併用した場合、ガスの除去はそれぞれの水霧量を増やすほどより促進されることが分かっている<sup>[2],[3]</sup>。

ここでは、親水性の低いガスの除去効果をさらに検討するために、除去対象ガスの初期ガス濃度を変化させた場合のガス除去効果について検討を行った。

なお、親水性の低いガスとして、これまでと同じレモン臭ガスを除去対象とした。これは、(1)人体に無害であること、(2)常温、常圧で使用できること、(3)親水性が低いこと、(4)ガス濃度の検出が可能であること等の理由からである。

#### 2. ガス除去実験装置及び方法

Fig.1 にガス除去実験装置の概略を示す。音源は 20 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子に、振幅拡大比 7.0 のエキスポネンシャルホーン(太端面 70 mm, 細端面 10 mm, 長さ 150 mm, ジュラルミン製), 半波長縦共振棒(直径 10 mm, 長さ 112 mm, ジュラルミン製)

を取り付け、その先端に格子モード方形たわみ振動板(1 辺の長さ 217 mm, 厚さ 3 mm, ジュラルミン製)をネジで固定したものである。音源の共振周波数は 19.84 kHz である。また、除去装置内には音源の振動板部分のみを挿入し、板の両側に平面反射板を板と平行に設置した。上部反射板の距離は音源のインピーダンスが最大となる 42 mm に、下部反射板の距離は音源のインピーダンスが最小となる 14 mm とした。格子モード方形たわみ振動板と反射板によって強力な定在波音場を形成している。また、デジタル定量ポンプおよび細管によって振動板に水滴を供給し、板の振動によって大粒径の水霧を発生させている。それとは別に水霧発生装置により粒径の小さな水霧を発生させ、レモン臭ガスに接触させるためのエリアをガス発生エリアとガス除去装置の間に設けた。

次に実験方法について述べる。ガス発生部内の容器

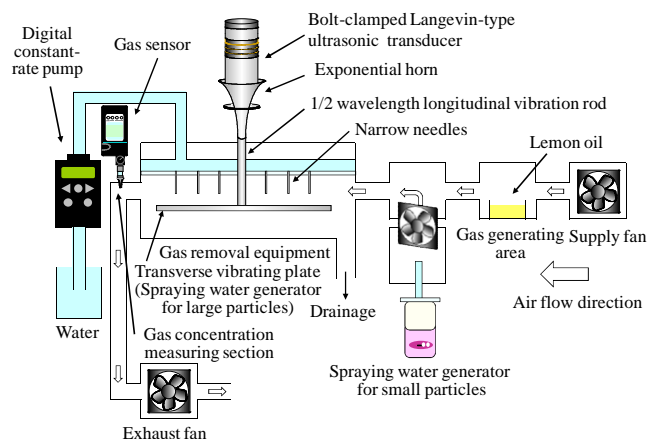


Fig. 1 Schematic of gas removal apparatus.

1 : 日大理工・院・電気 2 : 日大理工・学部・電気 3 : 日大理工・教員・電気

にレモンオイルを入れ、ファンで連続的に除去装置内へ送風する(流量  $1.6 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ )。レモン臭ガス濃度がほぼ一定になるように 180 s 間放置する。180 s 経過後、水霧発生装置により小粒径の水霧を発生させ、同時に、音源に電気入力を加えて超音波を発生させて、上部反射板に設置した細管より振動板に水を供給し、大粒径の水霧を発生させる。

レモン臭ガスは装置内で除去された後、吸引ファンにより排気される。レモン臭ガス濃度の測定は、除去装置を出た後の位置で行った。

なお、レモン臭ガス濃度の測定には熱線型半導体式ニオイセンサを使用した。

### 3. 実験結果

初期ガス濃度を変化させた場合の除去効果を見るために、大粒径の水霧量を  $2.78 \text{ cm}^3/\text{s}$  一定、小粒径の水霧量を  $0.32 \text{ cm}^3/\text{s}$ 、電気入力を 50 W 一定とし、初期ガス濃度を変化させた場合のガス除去実験を行った。その結果を Fig.2 に示す。図は縦軸にレモン臭ガス濃度を、横軸に経過時間を取り、パラメータは初期ガス濃度である。図より、レモン臭ガス濃度はいずれの初期ガス濃度においても、超音波照射開始(0 s)と共に急激に低くなっていることが分かる。

次に初期ガス濃度に対するガス除去の割合を検討するため、種々の初期ガス濃度に対して上述と同様の除去実験を行い、初期ガス濃度に対する除去率を算出した。ガス除去率  $R_r$  は次式によって定義した。

$$R_r = \frac{G_a - G_b}{G_a} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

ここで、 $G_a$  は経過時間 -180 から 0 s 間(超音波照射前)でのガス濃度の平均値  $[\text{g}/\text{m}^3]$ 、 $G_b$  は経過時間 500 から 600 s 間(超音波照射中)でのガス濃度の平均値  $[\text{g}/\text{m}^3]$  である。算出した結果を Fig.3 に示す。図は縦軸に除去率、横軸に初期ガス濃度をとった。図の曲線はそれぞれの初期ガス濃度における除去率に対する近似曲線である。図より、ガスの除去効果は初期ガス濃度が高いほど得られる傾向にあることが分かる。これは、ガスの濃度が高い程、水霧がガスを捕集する機会が増えるためであると考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、除去対象ガスの初期ガス濃度を変化させた場合のガス除去効果について実験的検討を行った。その結果、今回測定した範囲では、ガスの除去効果は初期ガス濃度が高いほど得られていることが分かった。

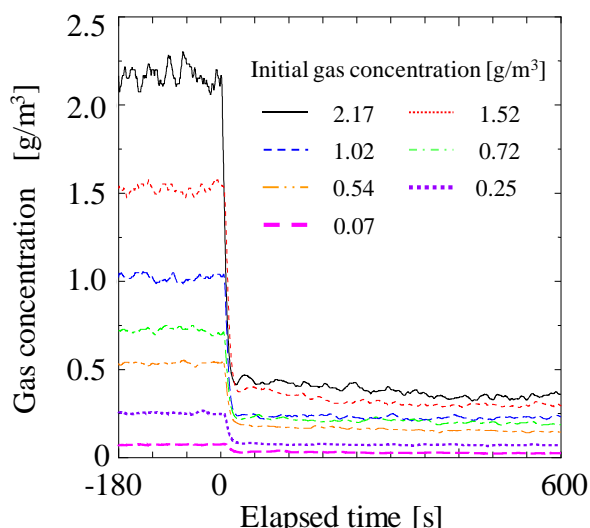


Fig. 2 Relationship between elapsed time and gas concentration. Electrical input power is 50 W, amount of water mist of large particles is  $2.78 \text{ cm}^3/\text{s}$ , and amount of water mist of small particles is  $0.32 \text{ cm}^3/\text{s}$ .

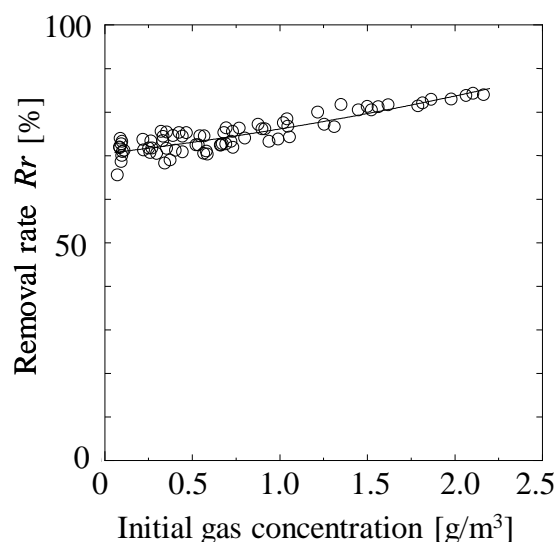


Fig. 3 Relationship between initial gas concentration and removal rate. Electrical input power is 50 W, amount of water mist of large particles is  $2.78 \text{ cm}^3/\text{s}$ , and amount of water mist of small particles is  $0.32 \text{ cm}^3/\text{s}$ .

### 参考文献

- [1] 三浦 光：超音波 TECHNO, pp.106-110, 2007.
- [2] 松本圭亮, 三浦 光, 功刀秀光：電子通信情報学会 技術研究報告, pp.1-6, Oct.2010.
- [3] 松本圭亮, 山崎錦之介, 中林 優, 三浦 光：日本大学理工学部学術講演会論文集, pp.1031-1032, Nov.2010.
- [4] 松本圭亮, 三浦 光：日本音響学会研究発表会論文集, pp.1367-1368, Mar.2011.