

# オゾンウルトラファインバブルと不純物の識別手法に関する研究

## Study on the Separation Method between Ozone Ultrafine Bubbles and Impurities

○森下海都\*、片岡秀太\*\*、西内悠祐\*、奥村勇人\*、赤松重則\*、秦 隆志\*

\*：高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科

\*\*：高知工業高等専門学校・専攻科・ソーシャルデザイン工学専攻

### 1. はじめに

現在、猛威を振るコロナに対する殺菌として、オゾン-ウルトラファインバブル（ナノバブル）水といった製品、あるいは作製装置が上市されている。ここで、ウルトラファインバブル（以下、UFB）とは気泡径 1  $\mu\text{m}$  未満のバブルを指し、近年、国際標準化機構（ISO）にて規格化された名称である。オゾンを UFB 化することで殺菌効果が増強されるか等は今後の研究が必要であるが、水道水等には固体不純物等が含まれることが多く、オゾン-UFB の研究においては数密度を正確に計測する手法の検討も必要不可欠である。そこで本研究では、オゾン-UFB と不純物、特に固体不純物との識別手法に関する研究をおこなった。具体的には、オゾン-UFB を超音波で崩壊させ、生じたヒドロキシルラジカル（OH ラジカル）量から検討した。

### 2. 実験

オゾン-UFB は純水中でオゾンガスを導入して加圧溶解方式により作製し、粒度分布はナノ粒子トラッキング解析法である ZetaView により計測した。他方、OH ラジカル評価には KI 法を用いた。OH ラジカルは KI から解離した  $\text{I}^-$  と結合して  $\text{OH}^-$  の形で安定となり、次いで生成した 2 分子の  $\text{I}^-$  は  $\text{I}_2$ 、さらに  $\text{I}^-$  と反応して  $\text{I}_3^-$  となる。つまり、オゾン-UFB 水に KI 溶液を加え、さらに超音波を印可することで OH ラジカルが生成（濃度増加）され、結果、 $\text{I}_3^-$  濃度が増加する。この  $\text{I}_3^-$  は 355 nm に吸収波長を持つため、この溶液に分光光度測定をおこなうことによって OH ラジカルの確認が可能となる。今回、KI 濃度は  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  になるように調整した。また、超音波には 45 kHz、100 kHz および 1.6 MHz の周波数を用いた。

### 3. 結果と考察

オゾン-UFB は約 100 nm 周辺にピークを持つ粒度分布を示した。オゾン-UFB 水と、散気管によって同じ溶存オゾン濃度に調整したオゾン水のそれぞれに超音波を印加し、個々の吸光度スペクトルを測定した後、オゾン-UFB 水から散気管処理水を差し引いたところ、全ての周波数で  $\text{I}_3^-$  に対応した 355 nm の吸光度スペクトルの向上（差分）が見られた。さらに、超音波印加後に観測されたオゾン-UFB の数密度と先の差分を、周波数に対してそれぞれプロットしたものを右図に示す。なお、超音波印加前のオゾン-UFB の数密度は全ての周波数において  $7.2 \times 10^6$  個  $\text{mL}^{-1}$  で調整した。図から周波数に依存してオゾン-UFB の崩壊が促進され、それに伴い OH ラジカル量が増加していることが分かる。なお、このような挙動はオゾン-UFB ではなく固体粒子のみの添加下では観測されず、この OH ラジカルの差異からオゾン-UFB の識別が可能と考えられる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP18K03940 の助成を受けたものです。

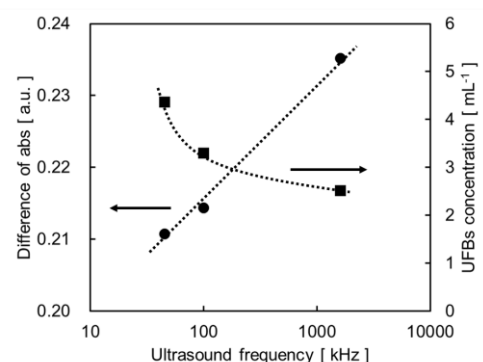


図 超音波印加後に観測されたオゾン-UFB の数密度と 355nm の吸光度スペクトル差分の超音波周波数依存性