29p-B5-2

音響バブルとソノルミネセンス

Acoustic Bubbles and Sonoluminescence

明大理工　　崔　博坤

Department of Physics, Meiji University,　Pak-Kon Choi

E-mail: pkchoi@isc.meiji.ac.jp

数十 kHz から数 MHz 域の強力な超音波を液体に照射すると, 超音波による減圧で気泡が生れ, その気泡は超音波周期と同期して膨張・収縮を繰り返す。これを音響バブルとよぶ。初期径が数十 μm であった気泡は 1μm 以下にまで小さくなるので，断熱圧縮によりバブル内は瞬間的に 1 万度以上，数百気圧にまで達する。この微小な高温高圧場によりプラズマや水由来の OH ラジカルが発生し，発光する(ソノルミネセンス)。数 W 程度のマクロな音波から発光を生じるのは一見不思議であるが，液体中の音響エネルギーが気泡を介して微小領域に集中すると考えればよい。

アルカリ金属塩の水溶液からは, アルカリ金属(Na, K)特有の発光が観測される。図 1 は，Na を含む SDS 界面活性剤の濃度 10mM 水溶液からのマルチバブルソノルミネセンス写真である。円筒ガラス容器下側から約 130kHz，10W の超音波を加えている。Na 原子発光であるオレンジ色とプラズマ発光と思われる青白い発光が分離して観測されている。縞状に発光しているのは，容器中の定在波の音圧腹に気泡が集まるからである。これまでの研究で明らかになった Na 原子発光機構は以下のようなものである。溶液中の SDS 分子は気泡界面に吸着し, SDS から解離した Na+イオンはその気泡周囲に引き寄せられている。気泡の合体・分裂時には気泡が非球形振動しやすく，Na イオンを含んだ液滴が気泡内に入り込む。気泡収縮の際の高温により，液滴からは水が蒸発し, Na イオンが還元されて Na 原子発光に至ると考えられる。すなわち，Na は気泡内のガス層で発光している。このことは，揮発性でない物質のソノケミストリー応用を考える上で重要な結果である。

図 1 . SDS 界面活性剤 10mM 水溶液からのソノルミネセンス。周波数 130kHz, 超音波パワー10W.　Na 原子(589nm)からの発光と, 青白い連続成分発光が異なる気泡から放射される。(Photograph by Y. Hayashi)

ソノルミネセンスの発光量は超音波パワーに比例するが，過度のパワーでは発光量は減少し，ついには発光しなくなる。その原因は音響バブル間の相互作用にある。音響バブル同士は 2 次 Bjerkness 力と呼ばれる力で引き合い，合体したり，クラスターを作ったりする。高速度カメラを用いた観察で，この現象を調べている。

参考文献：崔ほか「音響バブルとソノケミストリー」コロナ社（2012）

Y.Hayashi and P.-K.Choi, J. Phys. Chem. B, 116 (2012) pp.7891-7897.

© 2013 年　応用物理学会