



配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

2024年12月6日

大阪公立大学

マイクロバブルの温度・生成数と液体温度の相関を明らかに

<概要>

水などの液体に高出力の超音波を照射すると、マイクロサイズの小さなバブルが発生します。このようなバブルは洗浄効果があるとされ、近年ではシャワーヘッドに用いられるなど、注目を集めています。超音波の出力を上げることで発生する数千度・数百気圧以上の高温高压バブルは、水の浄化技術や医療分野への応用が期待されています。しかし、高温高压バブルはすぐに消えてしまうため、その温度や生成数を正確に把握できず、特性や化学的な作用を明らかにするのが困難です。

大阪公立大学大学院現代システム科学研究科の興津 健二教授らの研究グループは、バブルの化学作用を調べる指標を再検討。これまでは、水が熱分解された際に生じる過酸化水素の量が重要な指標であるとされてきましたが、本研究により水素の量がより重要な指標であることが分かりました。また、超音波を照射する液体の温度と、生成されるバブルの温度・生成数を調べるため、t-ブタノール水溶液を用いて実験を行いました。その結果、t-ブタノール水溶液の温度や濃度が高くなると、生成されるバブルの温度が低下し、生成数も減少することが明らかになりました。本成果は、高温高压バブルが持つ特性の詳細な解明に繋がることが期待されます。

本研究成果は、2024年11月7日に国際学術誌「Ultrasonics Sonochemistry」のオンライン速報版に掲載されました。

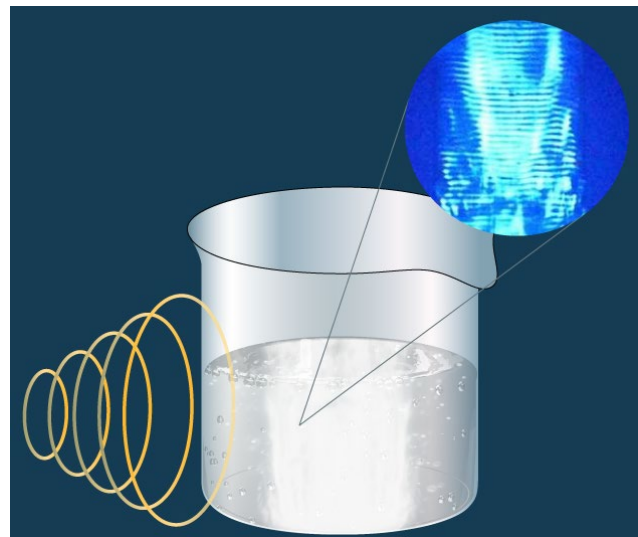


図 マイクロバブルの発生イメージ
溶液内で定在波が生成され、定在波の腹部分にあるバブルが高温になる。図中の写真は、バブルの周辺でルミノール発光が生じている様子を示している。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Ultrasonics Sonochemistry

【論文名】 Evaluation of H_2O_2 , H_2 , and bubble temperature in the sonolysis of water and aqueous t-butanol solution under Ar: effects of solution temperatures and inorganic additives of NaCl and KI

【著者】 Yuki Nakata, Yoshiteru Mizukoshi, Kenji Okitsu

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.107146>

<研究の背景>

水に高出力の超音波を照射すると、マイクロサイズの小さな泡（マイクロバブル）が多数発生し、実験条件によってはバブル内の温度が数千度以上、圧力が数百気圧以上と、極めて高温高压状態にすることができます。このような極めて高温高压のバブルは、水浄化技術やナノテクノロジー、医療分野への応用研究が進められています。しかし、バブルの生成・消滅が極めて短時間（ μ ～m 秒）で起こることや、生成されるバブルの温度と数を把握することが難しいことから、高温高压バブルがもたらす現象や化学反応に対して、詳細に議論できていないのが現状です。そこで本研究では、高温高压バブルがもたらす現象を明らかにするために、バブルの温度や生成数とそのとき起こる化学作用を解析しました。

<研究の内容>

はじめにバブルの化学作用を調べるため、最もシンプルな化学反応として、水の熱分解から生じる水素と過酸化水素の量を解析しました。これまでの研究では過酸化水素の生成量が高温バブルの化学作用量を示す重要な指標と考えられてきましたが、本研究により、水素生成量の方が過酸化水素生成量よりも安定した値をとるため、より正確な指標となる得ることが確認できました。

次に、バブルの温度や生成数を調べるため、t-ブタノール水溶液を用いてバブルの生成数が変化すると考えられる実験条件（溶液温度の影響や無機塩濃度の影響）や、t-ブタノール水溶液の熱分解から生成される水素の量を解析しました。t-ブタノールの分解から生成される水素の量が、溶液温度や塩濃度が高くなるにつれて減少したことから、溶液温度や塩濃度が高くなると、生成されるバブルの温度が低下することと、バブルの数が減少することが明らかになりました。

バブル温度の測定には代表的な方法が二つあり、それぞれでバブル温度の計測結果が異なるといわれています。一つは高温バブルから発せられる光を解析する方法で、この方法ではバブル温度が高温に見積もられる傾向があります。もう一つは化学反応速度論^{*}を利用する方法で、この方法ではバブル温度が前者の方法よりも低い温度に見積もられる傾向があります。これまでは、前者の方法によって測定したバブル温度と化学作用の関係を議論している論文が多く、両方で整合性の悪い結果が多く見られました。本研究では、化学反応速度論で測定されるバブル温度（低めの温度）が、t-ブタノールの分解などの化学作用と整合性が良かったことから、バブル温度と化学作用の関係性に対し新たな知見を与えました。

<期待される効果・今後の展開>

超音波照射で生成されるマイクロバブルは、現在、さまざまな分野で応用研究が進められていますが、バブル自体の特性（バブルの温度、圧力、数、分布、動力学など）はまだ良く分かっていません。マイクロバブルの特性の最適化が進めば、従来法と比べてより精密な制御が可能となり、難分解性環境汚染物質の分解や高機能・高付加価値ナノ材料の創製など、水浄化技術やナノテクノロジー分野へのさらなる応用や進展が期待できます。

今後は、バブル数を増やす手法ならびにバブル温度を制御する手法の開発を行うと共に、マイクロバブル反応場の特性のさらなる詳細を明らかにすることが重要と考えています。

<資金情報>

本研究の一部は、JSPS 科研費（17K06908）の支援を受けて実施しました。

<用語解説>

※ 化学反応速度論…温度依存性のある化学反応を解析すると反応温度を求めることができる。本研究では、*t*-ブタノールが高温バブル内で熱分解することでメチルラジカルが生成し、その後、メチルラジカルが再結合してエタン、エチレン、アセチレンが生成される。これらの生成量は反応温度の影響を受けるため、反応温度を求めることができる。

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院現代システム科学研究科
教授 興津 健二（おきつ けんじ）

TEL : 072-254-9506

E-mail : okitsu@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：竹内

TEL : 06-6605-3411

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp