1C17

超微細酸素気泡の溶存形態に対する塩効果

（筑波大学数理物質系）〇西村　賢宣、新井　達郎

Salt effect on solvation behaviors of oxygen nanobubbles

(University of Tsukuba) ○Yoshinobu Nishimura, Tatsuo Arai

【序】 水を入れたカラムの底で微細気泡を発生させると、気泡の上昇に伴って融合を生じ、最終的に大気に放出される。この気泡の融合は特定の無機イオンの存在によって阻害されることが報告されており[1]、臨界融合濃度(CCC)を定義することによって定量的な議論されている。気泡の融合に働く相互作用は分散力に基づいているとされ、理論的に解釈するために Lifshitz-Hamaker 定数について検討されてきているが十分な説明は未だになされていない[2]。そこで演者らは残存している溶存酸素濃度の経時変化に着目して実験を行い、酸素超微細気泡発生装置停止後、溶存酸素濃度は大きく分けて３つの段階(P1, P2, P3)を示すことを見いだした [3]。このとき、P1 と P2 に関しては、0.5 M $NaCl_{aq}$ と 0.4 M KCl_{aq} では違いは観測されなかったが、P3 においては顕著な差が確認され、溶存酸素濃度の減少に関する寿命が $NaCl_{aq}$ のほうが KCl_{aq} のほぼ２倍となる結果が得られた(Fig. 1)。今回、無機塩として $MgCl_{2aq}$ を使って実験し、$NaCl_{aq}$ と KCl_{aq} とは全く異なる溶存酸素の経時変化を見いだしたので、報告する。

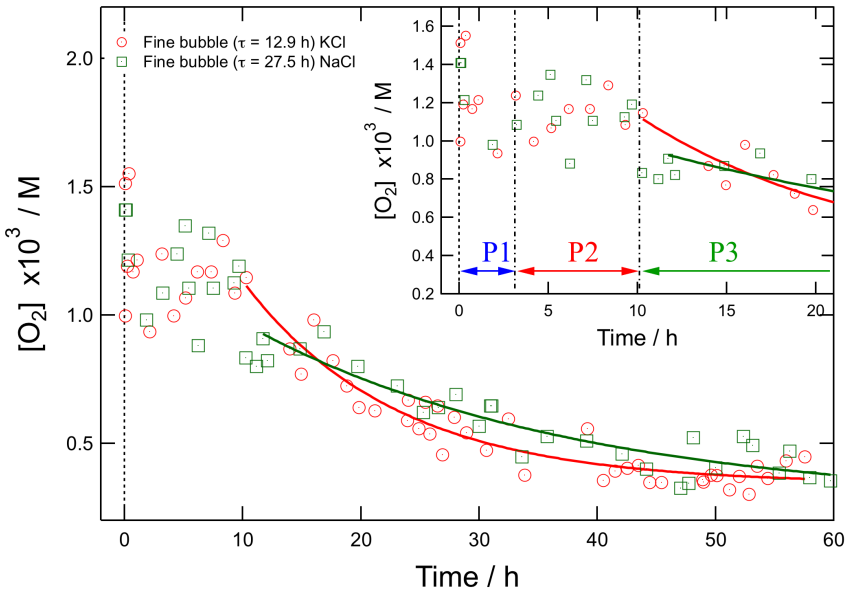

Fig. 1. NaCl and KCl effect on changes in $[O_2]$ as a function of elapsed time.

【実験】 超微細気泡発生装置（MA5S，アスプ製）を用いて酸素の気泡を発生させ、EY^{2-}を含む水溶液中に導入した。この試料の入ったセルは大気中に開放してあり、過渡吸収測定装置を使って EY^{2-}の励起三重項状態（$^3EY^{2-*}$）の寿命を観測し、酸素の水中における拡散律速速度定数から溶存酸素濃度を決定した。

【結果】 Fig. 1 に示すように、0.5 M $NaCl_{aq}$ と 0.4 M KCl_{aq} では溶存酸素濃度減少過程は３つの区分に明確に分類することができたが、$MgCl_{2aq}$ ではそのような経時変化を認めることはできず、周期的な濃度変化が観測された(Fig. 2)。その減少過程は指数関数によって解析することができ、0.05 M および 0.5 M ではそれぞれ、30 時間および 144 時間の寿命を与えた。また、周期についてもシミュレーションをしたところ、これは濃度にはほとんど依存せず 0.015hr^{-1} となったが、振幅には濃度依存性があり、低濃度の時のほうが大きな振幅となった。

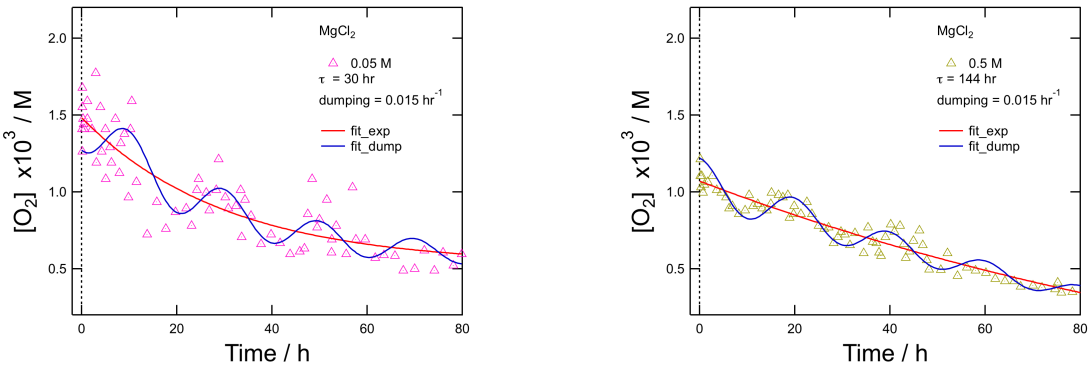

Fig. 2. $MgCl_2$ effect on changes in $[O_2]$ as a function of elapsed time.

【考察】 $MgCl_{2aq}$ が $NaCl_{aq}$ と KCl_{aq} と異なる点として、超微細気泡発生装置を停止した直後の濃度変化に大きな差が見られることである。$NaCl_{aq}$ と KCl_{aq} では 30 分以内に大きく濃度が減少するが、$MgCl_{2aq}$ にはそのような変化は観測されず、細かな周期的な変化が見られた。これは溶存酸素が大気中へ放出される時に、無機塩との相互作用が大きな役割を果たすことを意味しており、酸素の超微細気泡の表面は負に帯電しているという報告を考慮すると[4]、２価の陽イオンとなる $MgCl_{2aq}$ では酸素超微細気泡との相互作用が大きくなり、大気への放出速度を抑制しているとも考えられ、高濃度のほうがより抑制していることからも支持される。一方、周期については濃度依存性が見られなかったことから、超微細気泡の形態変化に関係していることを示唆している。

[1] V. S. J. Craig, B. W. Ninham and R. M. Pashley, *Nature*, **364** (1993) 317-319.
[2] M. Firouzi and A.V. Nguyen, *Minerals Eng.*, **58** (2014) 108-112.
[3] http://dx.doi.org/10.5857/RCP.2013.2.3.72.
[4] M. Takahashi, *J. Phys. Chem. B.*, **190** (2005) 21858-21864.